



Instituto Politécnico de Tomar  
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

**António Carlos da Silva Serras Lobato**  
**Aluno nº22305**

# ***Revamping da Unidade de Regeneração*** **de Óleos Usados**

Relatório de Estágio

Orientado por:

Eng. Francisco Nunes – Instituto Politécnico de Tomar  
Eng. Bernardo Quental - EGEO

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para  
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau  
de Mestre em Engenharia Eletrotécnica



## RESUMO

---

“Os óleos têm mais vidas” – este é um slogan recente que transmite a ideia de reciclagem, em produtos que não plásticos, vidros, cartão ou pilhas (que já estamos habituados a associar a reciclagem): os óleos industriais.

Para que isso seja possível, o óleo usado tem de passar por um processo físico-químico, para o qual são necessárias instalações e equipamentos adequados para esse tratamento. Em Portugal este processo é raro sendo apenas uma empresa a realizá-lo.

Para estender as suas capacidades de gestão de resíduos, a SISAV (empresa do grupo EGEO) investiu numa unidade de regeneração de óleos que foi alvo de uma reformulação profunda.

Este relatório foi redigido para documentar o trabalho desenvolvido no âmbito de um estágio curricular, inserido no Mestrado de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Politécnico de Tomar e realizado na empresa do grupo EGEO – SISAV.

Este estágio focou-se nos trabalhos desenvolvidos para preparação e realização do *Revamping* (ou Renovação, embora o termo em inglês seja de uso comum na instalação industrial) da unidade de regeneração de óleos. Serão explicados os diferentes tipos de trabalhos desenvolvidos para que o leitor possa ter uma noção das diferentes fases de preparação e instalação de uma nova unidade industrial.

### **Palavras-chave:**

*Revamping*, regeneração, óleos, instalações



## **ABSTRACT**

---

“Oils have more lives” – this is a recent slogan that conveys the idea of recycling, in products than not plastic, glass, cardboard or batteries (which we are used to associating with recycling) – industrial oils.

For this process to be possible, the used oil has to go through a physical-chemical process, for which adequate facilities and equipment are needed for this process. In Portugal this process is rare and only one company performs it.

To extend its waste management capabilities, SISAV (an EGEO group company) has invested in an oil regeneration unit that has undergone a thorough overhaul.

This report was written to document the work carried out within the scope of a curricular internship, included in the Master of Electrotechnical Engineering and carried out in the company of the EGEO group – SISAV.

This internship focused on the work developed to prepare and carry out the Revamping of the oil regeneration unit. The different types of work developed will be explained so that the reader can have an idea of the different stages of preparation and installation of a new industrial unit.

**Keywords:**

Revamping, regeneration, oils, installations



## **AGRADECIMENTOS**

---

Começo por agradecer ao Professor Engenheiro Francisco Nunes por toda a sua colaboração e orientação ao longo deste trabalho. As várias horas despendidas bem como o seu interesse e disposição foram fundamentais para a concretização deste estágio e respetivo relatório.

Fundamentais foram também os elementos do SISAV que me apoiaram ao longo do estágio. Quero agradecer nomeadamente ao orientador na empresa, Engenheiro Bernardo Quental, pela sua extraordinária acessibilidade, boa disposição e acima de tudo pela sua abordagem positiva em relação a todas as situações relacionadas com o trabalho e os problemas diários da empresa. Isso foi para mim uma grande aprendizagem. Além disso estou muito grato ao Engenheiro Rui Nogueira, pela sua simpatia, educação e colaboração ao longo de todo o processo, sempre pronto a ajudar, partilhar informações, dar sugestões. Graças e eles não só foi possível, como fácil, trabalhar bem em equipa.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha esposa, que abdicou de muito tempo em família para que pudesse realizar este trabalho. Sem o seu apoio e paciência, este passo a nível curricular nunca seria possível.

A todos: obrigado!



# ÍNDICE

---

RESUMO .....	III
ABSTRACT .....	V
AGRADECIMENTOS .....	VII
ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES .....	XIII
ÍNDICE DE TABELAS .....	XVII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	XVIII
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Contexto e motivação .....	1
1.2. Objetivo .....	2
1.3. Enquadramento e Projetos propostos.....	2
1.4. Organização do relatório.....	3
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA SISAV.....	5
2.1. História da empresa .....	12
2.2. Missão.....	17
2.3. Visão .....	17
2.4. Valores .....	17
2.5. Estratégia .....	18
2.6. Certificações .....	19
2.7. Áreas de negócio.....	19
3. ESTADO DA ARTE.....	21
3.1. Destilação e Fracionamento.....	21
3.2. Hidrocarbonetos.....	24
3.3. Zonas ATEX ou Ex.....	25
4. DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO.....	29
4.1. Hardware e Software.....	29
4.1.1. <i>Procurement</i> e Aquisição: .....	31
4.2. Bombas .....	32
4.2.1. <i>Procurement</i> e Aquisição.....	34
4.3. Válvulas .....	35
4.3.1. Válvulas de Controlo .....	35
4.3.2. Válvulas ON/OFF .....	37
4.3.3. Válvulas de Controlo Proporcionais .....	39

4.3.4. <i>Procurement</i> e Aquisição.....	41
4.4. Instrumentação .....	42
4.4.1. Transmissores de Pressão .....	44
4.4.2. Transmissores de Temperatura .....	47
4.4.3. Transmissores de Nível.....	49
4.4.4. Sensores de Nível.....	53
4.4.5. Caudalímetros .....	57
4.4.6. <i>Procurement</i> e Adjudicação.....	63
4.5. Instalação elétrica e de instrumentação.....	64
4.5.1. <i>Procurement</i> e Adjudicação de prestador de serviço.....	64
4.5.2. Execução e acompanhamento da obra .....	72
4.5.3. Problemas encontrados durante os trabalhos .....	74
4.6. Análises de Layouts e Otimização de Instalações Elétricas .....	75
4.6.1. Alimentação de novo chiller .....	76
4.6.2. Alimentação da caldeira de Óleo Térmico.....	79
4.6.3. Localização do MCC do Parque de Tanques.....	82
4.7. Iluminação da Unidade Regeneração .....	87
4.8. Ligação de Para-raios da Unidade Regeneração.....	89
4.9. Engenharia de Detalhe do Tankfarm .....	90
4.10. Rede de Terras do TankFarm.....	92
4.11. Iluminação do TankFarm .....	96
4.12. Scada e Testes de Sinais .....	97
5. CONCLUSÃO .....	100
REFERÊNCIAS: .....	105
ANEXOS .....	107
Anexo A .....	107
Anexo B .....	118
Anexo C .....	119
Anexo D .....	120
Anexo E .....	120
Anexo F .....	122
Anexo G .....	122
Anexo H .....	124
Anexo I .....	125

Anexo J .....	126
Anexo K.....	127
Anexo L .....	128
Anexo M.....	129
Anexo N.....	130
Anexo O.....	131
Anexo P .....	132
Anexo Q.....	133
Anexo R .....	133
Anexo S .....	135
Anexo T .....	136
Anexo U.....	138



## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

---

Figura 1. Localização do SISAV [1] .....	5
Figura 2. SISAV – Unidade da Chamusca [3] .....	14
Figura 3. EGEO TA - Limpezas industriais [2].....	15
Figura 4. EGEO Solventes – Pombal [4].....	16
Figura 5. EGEO Pressão - Lavagens industriais [2].....	16
Figura 6. Certificações da EGEO .....	19
Figura 7. Processo simplificado da destilação [5] .....	21
Figura 8. Coluna de destilação com pratos interiores e respetiva separação de produtos [7] .....	23
Figura 9. O aumento de temperatura melhora a destilação produtos [7].....	23
Figura 10. Relação do ponto de ebulição com o número de átomos de carbono num hidrocarboneto [8] .....	25
Figura 11. Condições para zona ATEX [9] .....	25
Figura 12. Fases de projeto: a verde as fases em que houve participação durante o estágio [11] .....	29
Figura 13. Sala de controlo.....	32
Figura 14. Exemplo de folha de especificações [12].....	33
Figura 15. Desenho de conjunto de bomba de alhetas rotativas [13] .....	34
Figura 16. Desenho de conjunto de bomba de carretos [14] .....	34
Figura 17. Desenho de conjunto de bomba de glóbulos [15] .....	35
Figura 18. Válvulas de globo soldadas (esquerda), válvulas de globo flangeadas (direita inferior), válvulas de esfera (direita superior) .....	36
Figura 19. Fotos de válvulas de segurança instaladas .....	36
Figura 20. Representação de válvula nos P&ID [12]. .....	37
Figura 21. Folha de dados de especificação de válvulas ON/OFF [12] .....	38
Figura 22. Diagrama de blocos de modelo de controlo PID [16].....	39
Figura 23. Transmissor de nível LT-8101 é um sensor e a válvula LV-8101 é um atuador [12].....	39
Figura 24. Folha de dados de especificação de válvula de controlo [12].....	40
Figura 25. Caixa de ligações onde é possível ver o buçim de proteção dos cabos.....	41
Figura 26. Exemplo de manómetro instalado .....	42
Figura 27. Exemplo de indicador de nível instalado .....	43
Figura 28. Exemplo de termómetro instalado .....	43
Figura 29. Exemplo de rotâmetro instalado .....	44
Figura 30. Comunicação entre o transmissor de pressão com a válvula do controlo [12] .....	45
Figura 31. Folha com especificações para transmissores de pressão [12].....	46
Figura 32. Transmissor de pressão com lira e manifold.....	47
Figura 33. Comunicação do transmissor de temperatura para controlo da válvula TV-8334 [12] .....	47

Figura 34. Especificações técnicas dos transmissores de temperatura a instalar [12]....	48
Figura 35. Tipos de transmissores de nível de onda guiada [17] .....	50
Figura 36. Transmissor de barra de torção usado para medir nível nas colunas [18] ....	50
Figura 37. Controlo de nível por meio da informação dada pelo transmissor LT-8101 [12] .....	51
Figura 38. Especificações dos transmissores de nível [12] .....	52
Figura 39. Problema com a posição do transmissor de nível, muito próximo da estrutura (zona assinalada a amarelo) impossibilita montagem conforme estava no projeto.....	52
Figura 40. Presença de detetores de nível no processo [12].....	54
Figura 41. Tipo de level switch [19] .....	54
Figura 42. Características importantes nos sensores de nível [12].....	55
Figura 43. Posição dos sensores junto ao pilar da estrutura. ....	56
Figura 44. Desenho com acessório a construir e verificação de medidas após implantação.....	56
Figura 45. Problema e proposta de resolução.....	56
Figura 46. Caudalímetro tipo Vortex [17].....	57
Figura 47. Caudalímetro tipo Coriólis [17] .....	58
Figura 48. Desenho e lista de componentes de caudalímetro tipo diferencial de pressão com placa de orifício [17].....	59
Figura 49. Diagrama de processo onde se encontram diferentes tipos de caudalímetros [12] .....	59
Figura 50. Folha de dados de especificação de caudalímetro tipo placa de orifício [12]60	
Figura 51. Folha de dados de especificação de caudalímetros tipo Vortex [12].....	61
Figura 52. Cálculo fornecido pela Endress Hauser .....	62
Figura 53. Manifold adquirido com 5 vias e respetivas funções [23] .....	63
Figura 54. Comparação entre de sinais na "Remote 4" do antigo projeto e do novo [12] .....	66
Figura 55. Folha com características de cabos elétricos solicitados pelo projetista [12]68	
Figura 56. Explicação de montagem de esteiras [12].....	69
Figura 57. Explicação de montagem de ligação de transmissores de pressão [12].....	69
Figura 58. Desenho com passagem de esteiras para cabos de potência e sinal [12] .....	70
Figura 59. Desenho com posição das Remotes e posição dos instrumentos e válvulas (identificação com os TAGS [12].....	70
Figura 60. À esquerda o layout de projeto; à direita o layout proposto e implementado71	
Figura 61. Exemplo de uma parte do esquema elétrico fornecido pelo projetista e implementado pela EST [12].....	71
Figura 62. Esquema do sistema a implementar para a distribuição do ar comprimido..	72
Figura 63. Local do estaleiro com um contentor para reuniões de acompanhamento de obra .....	73
Figura 64. Mapa para acompanhamento do progresso de trabalhos.....	73
Figura 65. Exemplo de lista "Punch List" com identificação das ações a realizar .....	74
Figura 66. Cabos de ligação e tubo de ar do PT-8214 [17].....	75
Figura 67. Dados do Chiller adquirido para a Regeneração de Óleos [24].....	76

Figura 68. Equipamento para fornecer água gelada aos equipamentos do processo.....	76
Figura 69. À esquerda o quadro antes da instalação do disjuntor; à direita após instalação de novo disjuntor de 800A para alimentação do <i>Chiller</i> .....	77
Figura 70. Esteira nova no lado esquerdo do pipe-rack (para passagem do cabo de alimentação do <i>Chiller</i> .....	79
Figura 71. Potência dos equipamentos que fazem parte da caldeira de óleo térmico ....	80
Figura 72. Caldeira instalada com bombas de recirculação e ventilador .....	80
Figura 73. Considerada utilização de cabo de 35mm <sup>2</sup> para acionamento do quadro da caldeira (H-903).....	81
Figura 74. Verificação da utilização do cabo existente de 10mm <sup>2</sup> para alimentação da caldeira.....	81
Figura 75. Modelo 3D do parque de tanques [12].....	82
Figura 76. Lista de equipamentos motorizados do Parque de Tanques e respetivas potências .....	83
Figura 77. Dimensionamento do cabo para o quadro elétrico do parque de tanques (MCC TF).....	83
Figura 78. Reposicionamento da sala de quadro para instalação do MCC-TF .....	84
Figura 79. Em cima: percurso proposto pelo projetista (250m); Em baixo: percurso sugerido e aceite para diminuir-se o custo em cabos (190m).....	84
Figura 80. Cálculo apresentado pelo empreiteiro para dimensionamento dos cabos [26] .....	85
Figura 81. Análise de tipo de cabo “versus” custo em cabos .....	86
Figura 82. Modelo de sala pretendida para efeitos de pedidos de cotação.....	86
Figura 83. Simbologia utilizada .....	88
Figura 84. Exemplo do Piso 1 .....	88
Figura 85. Identificação de Caixas de ligação, luminárias e tomadas.....	88
Figura 86. Lista de materiais para consulta ao mercado.....	89
Figura 87. Extensão da ligação terra para nova posição do para-raios.....	90
Figura 88. Parte de lista de motores de equipamentos e respetivas potências.....	91
Figura 89. Lista de ligações de instrumentos e válvulas .....	91
Figura 90. Arquitetura de comunicação .....	92
Figura 91. Planta com localização das ligações terra no TankFarm 1 .....	93
Figura 92. Pormenores onde se verificam quais os materiais a utilizar .....	93
Figura 93. Anel de terras na zona dos tanques .....	94
Figura 94. Anel de terras em torno dos tanques e ligação ao coletor na parede da bacia .....	94
Figura 95. Ligação da malha dos muros da bacia à rede de terras .....	95
Figura 96. Pormenor da garra de fixação do cabo terra aos elementos estruturais do parque de tanques .....	95
Figura 97. Layout do arranjo da iluminação dos arruamentos .....	96
Figura 98. Simbologia para a iluminação .....	96
Figura 99. Scada já instalado no CPU da sala de controlo.....	97
Figura 100. Página do Scada referente à unidade 8200.....	98

Figura 101. Página do SCADA da coluna de fracionamento da unidade 8300.....	98
Figura 102. Função que permite ajustar os valores de alarme que por sua vez irão atuar em determinadas válvulas.....	99
Figura 103. Visualização de histórico de alarmes .....	99

## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 1. Capacidade de tratamento de resíduos por unidade [1] .....	12
Tabela 2. A destilação é maior com pressões elevadas e condições de vácuo .....	24
Tabela 3. Classificação e divisão associada às zonas de perigo .....	26
Tabela 4. Identificação de zonas pelo tipo de mistura inflamável.....	27
Tabela 5. Comparação de preços entre proposta do projetista e em mercado nacional .	31
Tabela 6. Bombas para o parque de tanques .....	33
Tabela 7. Comparação de preços entre diferentes fornecedores e soluções propostas...	34
Tabela 8. Comparação de custos de mercado para válvulas de controlo .....	41
Tabela 9. Comparação de custo de instrumentos em diferentes fornecedores .....	63
Tabela 10. Comparação dos valores finais de cada proposta e respetivos prazos.....	64
Tabela 11. Mapa comparativo de cada um dos itens da proposta .....	64
Tabela 12. Verificação dos componentes do antigo projeto com o novo projeto .....	65
Tabela 13. Lista de Equipamentos com TAGs e respetivas <i>Remotes I/O</i> [12].....	67
Tabela 14. Proposta de alteração na ligação dos instrumentos e válvulas .....	67

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

---

ATEX – Atmosfera Explosiva

CAPEX – *Capital Expenditure*, ou seja, despesas de capital (investimentos em máquinas, equipamentos e imóveis).

CIRVER – Centro Integrado de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos

CPU – Unidade Central de Processamento

CV – *Control Valves*, ou seja, Válvulas de Controlo

FQO – Pré-tratamento físico-químico de resíduos líquidos orgânicos

FT – *Flow Transmitter*, ou seja, Caudalímetro

LS – *Level Switch*, ou seja, Sensor de Nível

LSHH – *Level Alarm High High*, ou seja, alarme de nível muito alto

LSLL – *Level Alarm Low Low*, ou seja, alarme de nível muito baixo

LT – *Level Transmitter*, ou seja, Transmissore de Nível

LV – *Level Valve*, ou seja, Válvula para controlo de Nível

PLC – Controlador Lógico Programável

PT – *Pressure Transmitter*, ou seja, Transmissor de Pressão

PV – *Pressure Valve*, ou seja, Válvula para controlo de Pressão

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão

RIA - Rede de Incêndio Armada

SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*

SISAV – Agrupamento de Empresas – Sarp Industries/Sapec/Auto-Vila

TUA – Título Único Ambiental

TT – *Temperature Transmitter*, ou seja, Transmissor de Temperatura

TV – *Temperature Valve*, ou seja, Válvula para controlo de Temperatura

UPCA – Unidade de Preparação de Combustíveis Alternativos

# **1. INTRODUÇÃO**

---

Este capítulo tem o intuito de apresentar uma introdução à constituição deste relatório e para isso está dividido em quatro subcapítulos. O primeiro tem como propósito explicar o contexto do estágio e a motivação que levou à sua realização na empresa SISAV. No segundo é apresentado o objetivo do estágio. No terceiro é feito um enquadramento do tema do relatório assim como uma breve descrição dos projetos propostos. Por último, é feita uma descrição da organização do relatório.

## **1.1. Contexto e motivação**

De forma a realizar o estágio curricular inserido no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, foi escolhida a empresa SISAV, nomeadamente o departamento da área técnica (doravante chamado apenas de departamento da técnica) responsável pelo desenvolvimento e acompanhamento de projetos industriais.

Tendo em conta os conteúdos do programa curricular do mestrado, que incidiam na componente de automação e controlo bem como na organização e ferramentas de gestão, o departamento da área técnica permitiu que no estágio existisse uma grande intervenção nas diferentes atividades fundamentais para o nascimento de uma instalação: desde o conceito, à consulta do mercado, aquisição e posterior instalação. Visto que uma instalação depende de vários sistemas elétricos, automação, instrumentação, etc., será dada ênfase a essas atividades. No entanto, serão também explicados outros trabalhos desenvolvidos, na medida em que as atividades tocaram outras especialidades e engenharias.

Estar diretamente envolvido num projeto com impacto substancial na empresa é um fator de motivação para o trabalho desenvolvido. Além disso, o estágio é enriquecedor a nível profissional e pessoal por envolver um processo raro em Portugal e por ter uma finalidade nobre (aproveitar recursos tão necessários como é o caso do óleo industrial).

## **1.2. Objetivo**

Sempre que uma empresa decide investir num novo processo, muito trabalho de engenharia e projeto é necessário: engenharia base, engenharia de detalhe, aquisição de matérias-primas bem como equipamentos, contratação de prestadores de serviços e acompanhamento das atividades, sendo necessário assegurar que estas atividades sejam realizadas dentro do orçamento e dos prazos previstos.

A SISAV construiu uma unidade para regeneração de óleos em 2015. No entanto, desde o início do processo verificaram-se problemas graves ao nível da sua eficiência. Por causa disso, a empresa optou por realizar alterações de fundo. À exceção do local e do edifício, todos os equipamentos, tubagens e sistema elétrico foram desmantelados. Para proceder à nova instalação, o departamento da técnica tem trabalhado, desde 2019, em conjunto com uma empresa italiana, com grande *know-how* no processo de regeneração de óleos, de forma a elaborar-se o projeto para a nova unidade (por nova, entenda-se renovada).

Assim sendo, o estágio implica o contacto regular com o projetista italiano (não revelamos o nome do projetista por questões de confidencialidade), de forma a clarificarem-se todas as questões que envolvem o processo bem como para obter o parecer do projetista antes da tomada de várias decisões envolvendo os trabalhos em curso.

Neste relatório será descrita a envolvência do projetista em diferentes atividades do projeto.

Para todas as atividades em torno do projeto, o departamento da técnica aloca os seus colaboradores de forma que as tarefas necessárias sejam realizadas. O objetivo do estágio consiste em que as diferentes necessidades do projeto de *Revamping* da Regeneração de Óleos Usados (doravante chamado apenas *Revamping*) sejam satisfeitas com sucesso.

## **1.3. Enquadramento e Projetos propostos**

Durante o estágio foram realizadas atividades relacionadas com vários projetos distintos (desde o aumento da capacidade de receção de produtos, instalação de uma solução de despoeiramento, alargamento de uma célula de aterro, etc.). No entanto, o principal projeto proposto no estágio foi o do *Revamping*. Este projeto resulta de uma

necessidade nacional. Em Portugal existe apenas uma instalação que recebe e regenera óleos. Isso obriga ao envio de óleos para o estrangeiro, o que acarreta custos elevados de transporte bem como o desenvolvimento do negócio para o exterior do país. Como unidade de gestão de resíduos perigosos, a SISAV recebe, nas suas instalações, muitos óleos que são tratados de forma a separar o componente reciclável do componente irrecuperável. A parte que não pode ser aproveitada é eliminada em aterro enquanto o óleo tratado é enviado para a única instalação de regeneração de óleos em funcionamento em Portugal. Daí, o interesse no investimento neste processo. Inicialmente a empresa construiu uma unidade de regeneração de óleos com base num projeto nacional. No entanto, talvez pelo baixo *know-how*, a unidade revelou-se ineficaz, existindo vários problemas na qualidade final do óleo bem como nos custos envolvidos.

Para solucionar este problema foi contactada uma empresa italiana (projetista) que analisou a instalação, identificou as falhas no processo e propôs uma reformulação profunda da instalação. O estágio abrange um período final da engenharia e o início e realização da implementação do projeto.

#### **1.4. Organização do relatório**

O primeiro capítulo do presente relatório é dedicado à sua introdução.

No segundo capítulo é feita uma breve apresentação da empresa SISAV: como surgiu e as suas missão, visão e áreas de negócio em que atua.

No terceiro capítulo está elaborado o estado da arte, em que é apresentado de forma resumida o processo de regeneração de óleos. Embora não seja muito complexo, tem as suas nuances e é um processo interessante. Entender o processo leva a outros conceitos importantes na área das refinarias e no trabalho com derivados do petróleo, que também serão abordados neste capítulo.

No quarto capítulo serão abordados os principais trabalhos desenvolvidos ao longo do estágio. Foram selecionados os trabalhos que:

1. estão mais relacionados com as disciplinas desenvolvidas no mestrado;
2. tiveram maior relevância dentro do âmbito principal dos trabalhos.

Referente ao ponto 1, por exemplo, será explicado como foram definidas as alimentações elétricas de vários equipamentos, dimensionamentos de cabos e

programação de *scada*, entre outros. Quando ao ponto 2, serão abordados trabalhos tais como a instalação de equipamentos e acompanhamento de obra.

No último capítulo, a Conclusão, é feita uma retrospectiva do estágio, através de um resumo de todo o trabalho realizado, no qual se explicam os trabalhos e as suas dificuldades e o contributo do estágio para o desenvolvimento profissional e pessoal do estagiário.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA SISAV

O SISAV localiza-se a cerca de 10 km a Nordeste da Chamusca e cerca de 3 km a Sudeste da vila da Carregueira, na freguesia da Carregueira, concelho da Chamusca, distrito de Santarém (Figura 1).

O SISAV é composto por um conjunto bastante complexo de unidades de recolha, recuperação, valorização e eliminação de resíduos, que se dispõem ao longo de uma área com cerca de 10 hectares. Está localizado numa área prevista no quadro do Plano Estratégico de Desenvolvimento da Chamusca (Chamusca XXI) como uma área vocacionada para “proporcionar a instalação de empresas operantes nas áreas da reciclagem e outras fileiras na área ambiental que careçam de enquadramento especial”, pelo que se pode considerar como uma mais-valia ambiental de âmbito nacional [1].

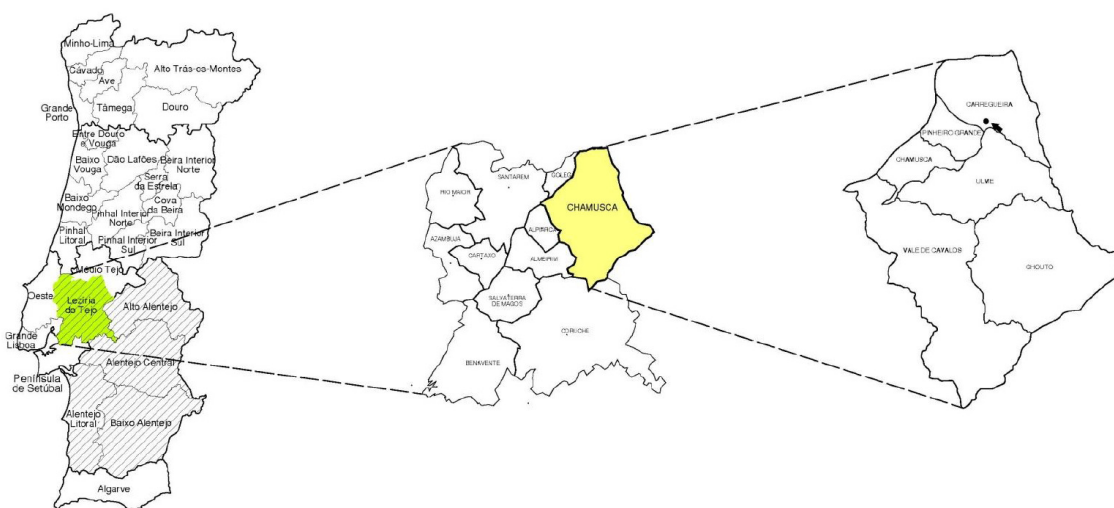


Figura 1. Localização do SISAV [1]

De forma a ser mais fácil entender o que realmente é feito num centro de gestão e tratamento de resíduos, é importante dar algumas breves informações sobre as diferentes unidades (já referidas) que compõem o SISAV. Tendo por base o Título Único Ambiental, TUA [1] as unidades são as seguintes:

### **U00 – Descarga**

Destina-se à recolha de material em granel; Os produtos são descarregados dos camiões cisterna para cubas, e posteriormente são encaminhados para os tanques adequados.

### **U10 – Unidade de Descontaminação de Solos**

Destina-se a tratar solos contaminados com hidrocarbonetos. O tratamento consiste em remover os poluentes através de um processo por biopilha ou, em alternativa, por dessorção térmica.

No tratamento por biopilha é feita uma biodegradação acelerada dos materiais contaminantes, essencialmente por microrganismos aeróbios.

O processo de dessorção térmica consiste em aquecer as terras a descontaminar num secador rotativo, onde se atingem temperaturas até aos 500°C. A sub-unidade de dessorção térmica é uma unidade móvel que só estará no Centro quando houver um trabalho de descontaminação para realizar.

### **U20 – Unidade de Estabilização**

A unidade de estabilização, U20, tem como objetivo tratar os resíduos sólidos ou pastosos, utilizando dois processos de estabilização distintos, consoante a contaminação seja orgânica ou inorgânica.

Estes resíduos, não sendo passíveis de valorização e não podendo ser depositados diretamente no aterro, por não cumprirem as características de admissibilidade previstas na legislação nacional e comunitária relativa à deposição de resíduos em aterro, são submetidos a processos de estabilização dos seus contaminantes, de forma a serem posteriormente depositados em aterro de resíduos industriais perigosos.

Ao longo dos anos de operação e com base na experiência que tem vindo a adquirir nos processos implementados, o SISAV tem investido *know-how* técnico nos processos de estabilização, no sentido de melhorar e otimizar as receitas de tratamento, com o objetivo de não só obter um composto final mais estável como também diminuir o tempo de residência dos resíduos em fase de maturação.

Neste sentido, as receitas sofreram uma evolução que passou não só pela inclusão de novas matérias subsidiárias como também pela adição de resíduos inertes em substituição

de matérias subsidiárias (diminuindo a adição de produtos aos resíduos) e pela alteração das quantidades das matérias subsidiárias já anteriormente utilizadas.

Nos processos dedicados à estabilização de contaminantes orgânicos, os resíduos contaminados por hidrocarbonetos são misturados com reagentes neutralizantes que desencadeiam uma série de reações exotérmicas, de forma a originar um produto final composto por uma matriz homogénea, de aspeto terroso e arenoso. Os processos de estabilização de contaminantes inorgânicos são processos de estabilização/solidificação a frio, que utilizam como reagentes ligantes minerais hidráulicos, sequestrantes e plastificantes. O produto final da estabilização é depositado em aterro de resíduos perigosos (U30).

#### **U30 – Aterro de Resíduos Perigosos;**

As células do aterro são utilizadas para a deposição de resíduos sólidos que tenham sido sujeitos a tratamento prévio, provenientes da unidade de Estabilização ou diretamente do exterior e que cumpram os critérios de admissão em aterro de resíduos perigosos.

#### **U40 – Tratamento de Emissões Gasosas**

Existem duas unidades de tratamento de emissões gasosas. Estas unidades são consideradas como auxiliares. Uma serve de apoio à Unidade de Estabilização – Processo Opalle® (U20) e a outra apoia a Unidade U100/U200;

#### **U50 – Laboratório**

Destina-se a albergar as atividades de análise laboratorial dos resíduos. O laboratório tem como funções a investigação/desenvolvimento, o controlo dos resíduos à entrada do Centro, nomeadamente, a identificação e a definição dos parâmetros de tratamento dos resíduos e o controlo do funcionamento das instalações, mais especificamente, a gestão de entradas, saídas e armazenamento dos resíduos, a otimização dos processos de tratamento e o controlo de efluentes líquidos e resíduos gerados na instalação;

#### **U100 – Unidade de Classificação e Transferência**

A unidade de classificação, transferência e descondicionamento U100 é composta pela subunidade U100A, que inclui as operações de triagem, classificação e transferência,

e pela de Preparação de Combustíveis Alternativos (UPCA), que inclui as operações de triagem, classificação, fragmentação, loteamento, mistura e armazenamento de resíduos e transferência para unidades de valorização energética devidamente licenciadas.

As subunidades da unidade U100 têm como objetivo receber os resíduos que não podem ser tratados na instalação, assim como todos os resíduos em embalagens para triagem e classificação, antes de serem admitidos para as respectivas unidades de tratamento.

O encaminhamento para a UPCA destina-se a resíduos cujo tratamento permitirá a sua valorização energética. Sempre que os resíduos apresentem características físico-químicas que permitam o processo de valorização energética, são enviados para a UPCA. Caso os resíduos para esta subunidade, sejam rececionados em embalagens, antes do seu processamento, terão de ser sujeitos a uma operação de descondicionamento. Todas as fases de triagem e classificação decorrem em estreita colaboração com o laboratório do SISAV.

#### **U200 – Unidade de Valorização de Embalagens;**

Destina-se a valorizar embalagens contaminadas por resíduos perigosos, com o objetivo de repor a embalagem em condições de ser novamente utilizada ou de a tratar por processos clássicos de limpeza, trituração e granulação, para subsequente valorização e/ou reciclagem no exterior.

#### **U300 – Unidade de Tratamento Físico-Químico de Resíduos Líquidos Orgânicos (FQO)**

Tem por objetivo o pré-tratamento físico-químico de resíduos líquidos orgânicos, designadamente resíduos orgânicos a granel provenientes do exterior e fluxos internos do Centro, incluindo os lixiviados do aterro. A partir de uma das frações de resíduos recebidos e tratados nesta unidade, fração correspondente aos efluentes líquidos aquosos contaminados com fuelóleos ou fuelóleos contaminados com água e sedimentos (conforme proporções presentes) e recorrendo a operações físicas de decantação a quente e de centrifugação e a operações químicas de desmulcinação, é obtido um fuelóleo livre de contaminantes. Às restantes frações dos resíduos tratados nesta unidade, são adicionados reagentes (tratamento químico), que associados a processos de decantação/aeroflotação (tratamento físico) se separam nas fases que os constituem, fases

líquidas oleosa e aquosa e fase sólida, de forma que cada uma dessas frações possa ser encaminhada para posterior continuação do tratamento noutras unidades do SISAV,

#### **U400 – Unidade de Tratamento Biológico**

Esta unidade tem por objetivo o tratamento biológico dos resíduos e dos efluentes biodegradáveis, designadamente águas de processo, águas provenientes do tratamento físico-químico, águas de lixiviação do aterro e águas contaminadas. O tratamento biológico é do tipo aeróbio, com bacias arejadas e decantador para extração de lamas.

#### **U500 – Unidade de Evapo-Oxidação**

A unidade de evapo-oxidação (U500) destina-se a tratar os resíduos aquosos contaminados com matéria orgânica não biodegradável. O processo de tratamento consiste na separação e concentração da fração pesada (não biodegradável) do resíduo, mediante evaporação da fração aquosa, seguida da oxidação da fração evaporada, com o objetivo de garantir a eliminação, a níveis seguros, da carga orgânica nela contida.

A unidade de evapo-oxidação é particularmente adequada para o tratamento de efluentes tais como líquidos de refrigeração (água/glicol), emulsões oleosas, águas contaminadas com tintas e vernizes, entre outros resíduos, com elevado teor de matéria orgânica não degradável pela via biológica.

Os efluentes gasosos podem seguir uma de duas vias de tratamento:

- Se não são biodegradáveis, são admitidos à câmara de oxidação, sendo oxidados e posteriormente arrefecidos, com recuperação energética. São sujeitos a uma lavagem, em solução diluída de soda cáustica, para absorção de poluentes ácidos;

- Se são biodegradáveis, são condensados e encaminhados para tratamento na U300 FQO.

A fração concentrada, composta por elementos orgânicos pesados, fração não gasosa, segue posteriormente para:

- Eliminação, caso não seja passível de valorizar energeticamente;
- Valorização energética no exterior, via UPCA, caso tenha poder calorífico.

#### **U600 – Unidade de Desidratação de Lamas;**

A unidade de desidratação de lamas destina-se a tratar as lamas produzidas noutras unidades funcionais, antes do seu envio para aterro (U30) ou para a unidade de

estabilização (U20). A separação sólido-líquido é feita num separador centrífugo (*decanter*).

O tratamento biológico que é do tipo aeróbio, com bacias arejadas e decantador para extração de lamas, é combinado com um método de filtração baseado num fenómeno encontrado frequentemente na natureza, designado por osmose. As águas residuais resultantes do tratamento são recicladas na instalação fabril como água industrial ou descarregadas para o meio hídrico.

Adicionalmente, a Osmose Inversa permite ao SISAV encaminhar diretamente para a unidade U400 alguns dos resíduos recebidos na instalação, obviando desta forma alguns dos custos operacionais das outras unidades de tratamento já existentes.

### **U700 – Tratamento Físico-Químico de Resíduos Inorgânicos**

A U700 tem por objetivo o tratamento físico-químico de resíduos inorgânicos, designadamente resíduos de tratamentos químicos de superfície ou de revestimentos de metais, lamas de decapagem e desengorduramento de metais e resíduos líquidos e pastosos de tratamentos químicos. As operações envolvidas são a neutralização de ácidos e bases, a insolubilização de compostos e a separação de sólidos e líquidos por decantação ou filtração.

### **U800 – Unidade de Tratamento de Óleos Usados**

A unidade de tratamento de resíduos de óleos usados é composta por duas etapas. Numa primeira etapa de pré-tratamento do óleo usado, o objetivo é retirar água e sedimentos, bem como metais pesados, para que possam ficar dentro dos parâmetros exigidos pela legislação nacional e comunitária, com vista a serem regenerados, reciclados ou valorizados, no âmbito do sistema integrado de gestão de óleos usados previsto pelo Decreto-Lei nº 153/2003, de 11 de julho.

Numa segunda etapa, o óleo lubrificante usado, passível de ser regenerado, é submetido a um processo de regeneração de óleos com produção de bases lubrificantes, SN80, SN150 e SN 350. **É nesta segunda etapa que se insere a instalação em que o estágio, descrito neste relatório, foi realizado.**

As operações envolvidas nesta unidade são, numa primeira etapa, a decantação a quente, a centrifugação a quente e a reação de desmetalização e, numa segunda etapa, a destilação de água residual e gasóleo, decantação de pasta negra, recuperação de solventes

por destilação simples, remoção de alcatrão por destilação flash, destilação fracionada de bases lubrificantes e branqueamento das mesmas.

#### **U900 - RIA (Rede de Incêndio Armada)**

A U900-RIA é a unidade onde se encontram os dispositivos e equipamentos de combate a incêndios do SISAV.

#### **U900 – UTILIDADES**

Nas Utilidades acomodam-se diferentes serviços, nomeadamente: área social, balneários masculinos e femininos, posto médico, refeitório, zona de arquivo, uma zona de caldeiras de produção de águas quentes e vapor, uma sala onde está instalada a produção de ar comprimido e as oficinas de manutenção de equipamentos e de viaturas, incluindo fossas.

Tendo em mente as diferentes unidades funcionais já apresentadas é possível que no SISAV sejam efetuadas diversas operações, tais como:

- Tratamento e regeneração de óleos usados;
- Solidificação/estabilização;
- Deposição em aterro de resíduos perigosos;
- Descontaminação de solos;
- Valorização de embalagens;
- Transferência;
- Preparação de combustíveis alternativos;
- Tratamento físico-químico orgânico de resíduos;
- Tratamento físico-químico inorgânico de resíduos;
- Tratamento de efluentes líquidos (tratamento biológico e evapo-oxidação);
- Desidratação de lamas.

A unidade de transferência destina-se aos resíduos que, pelas suas características, exigem um tratamento específico no exterior, de forma a conseguir-se a sua eliminação ou valorização em condições ambientalmente corretas.

Após apresentadas as diferentes atividades segue-se a tabela 1 onde se apresentam as capacidades de tratamento, permitindo dessa forma ao leitor ter uma noção das quantidades de resíduos manuseados na instalação.

*Tabela 1. Capacidade de tratamento de resíduos por unidade [1]*

Unidade Funcional	Capacidades
a) Unidade de classificação, triagem e transferência (U100)	222 ton/dia
- Unidade de transferência de resíduos (U100A)	85 ton/dia
- Unidade de preparação de combustíveis alternativos (UPCA) <sup>(2)</sup>	137 ton/dia
b) Unidade de estabilização de resíduos orgânicos e inorgânicos (U20)	330 ton/dia
c) Unidade de tratamento de resíduos orgânicos	
- Unidade de tratamento e regeneração de óleos usados (U800)	144 ton/dia
- Unidade de tratamento físico-químico de resíduos orgânicos (U300)	336 ton/dia
- Unidade de tratamento biológico e osmose inversa (U400)	137 ton/dia
- Unidade de evapo-oxidação (U500)	110 ton/dia
d) Unidade de valorização de embalagens contaminadas (U200)	33 ton/dia
e) Unidade de descontaminação de solos (U10)	438 ton/dia
f) Unidade de tratamento físico-químico de resíduos inorgânicos (U700)	88 ton/dia
g) Aterro de resíduos perigosos (U30)	1.417.110 ton (944.740 m <sup>3</sup> )

De forma a facilitar mais o entendimento do processo, um conjunto de diagramas de blocos das unidades funcionais do SISAV por ser encontrado no Anexo A.

## **2.1. História da empresa**

O SISAV iniciou atividade no Eco-parque em 2008. No entanto, o grupo EGEO, do qual o SISAV faz parte, tem uma história maior que remonta a 1949, com a criação de uma oficina e estação de serviços com o nome AUTO-VILA, Lda.

Em 1982 a AUTO-VILA é adquirida por Teodoro da Silva Simões e seu filho, para apoiar a operação e manutenção da frota da empresa Teodoro Ventura Simões e Filhos, Lda (TVS).

Até então, as origens da EGEO estavam direcionadas para a manutenção de viaturas. Foi apenas em 1987 que a AUTO-VILA, Lda. alterou o seu objeto social e denominação para AUTO-VILA, Reciclagem de Resíduos Industriais, Lda. e entrou no mercado da eliminação dos resíduos industriais. Simultaneamente, a empresa expande-se

e passa a ter atuação na região do Porto e, posteriormente, no resto do país, com a aquisição de um Centro em Leiria, para centralização das operações logísticas.

Em 1995 o capital aumentou com a entrada da sociedade espanhola Gestion y Tecnologia Sarp, Getesarp, S.A. no corpo societário da AUTO-VILA.

No mês de junho, de 1998 procede-se à transformação da AUTO-VILA em Sociedade Anónima (S.A.), como reflexo do crescimento conseguido até à altura. É adquirida a 100% pelo grupo Sarp Industries / Onyx, filial do grupo Vivendi.

Nesta data, a AUTO-VILA, S.A. é reconhecida pela multinacional Vivendi, a ponto de estar integrada naquele grupo que é líder mundial nesta área de atividade.

Neste ano foi criada a sociedade Tratospital Gestão e Tratamento de Resíduos Hospitalares, Lda, da qual a IPODEC é sócia.

Em 2005 as empresas AUTO-VILA e IPODEC passam a ser participadas por uma empresa financeira Portuguesa (Olmea) e deixam de pertencer ao grupo Francês Onyx (Veolia Environnement). Nesse mesmo ano foi criada a EGEO que agrupa a AUTO-VILA e IPODEC, as duas maiores empresas portuguesas a atuar na área da Gestão Global de Resíduos.

A EGEO oferece assim as melhores soluções técnicas e ambientais para todo o tipo de resíduos. As atividades da antiga Sarp Onyx passaram também a ser integradas na AUTO-VILA (Limpeza e Manutenção Industrial, transporte de resíduos especiais) e na Ipodec (Saneamento básico).

Outro marco memorável aconteceu em 2007 quando a Ecosocer - Gestão e Recuperação de Solventes e Resíduos, Lda, passou a integrar a EGEO, sendo totalmente detida pela AUTO-VILA. A Ecosocer é a única operadora de gestão de resíduos em Portugal que tem uma unidade industrial autorizada a proceder a operações de reciclagem de solventes.

Finalmente em junho de 2008, foi inaugurado na Chamusca o CIRVER-SISAV (Centro Integrado de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Industriais Perigosos). No final do ano, a IPODEC passa a deter 65% do capital social da Tratospital - Gestão e Tratamento de Resíduos Hospitalares, Lda, o que permite ao Grupo alargar a sua área de atuação.

Com o objetivo de reforçar a eficiência e de promover uma marca única, a EGEO decidiu proceder à fusão das suas duas principais sociedades operacionais, a IPODEC e

a AUTO-VILA, alterando a denominação social para EGEO Tecnologia e Ambiente, S.A a partir de 1 de julho de 2010.

A marca EGEO aposta no ano de 2010 em otimizar as operações comerciais e operacionais junto dos clientes: um dos passos foi a alteração da denominação social da ECOSOCER para EGEO Solventes, S.A.

Em 2019, a EGEO – Tecnologia e Ambiente, S.A. implementou um processo de cisão-fusão com o objetivo de reestruturar as atividades por si desenvolvidas. Dessa forma, a EGEO procurou corresponder ao grau de exigência decorrente da crescente sofisticação e especialização dos sistemas associados às atividades, os quais exigem uma estrutura de gestão específica e a afetação de recursos humanos. Nesse sentido, em janeiro de 2019 cindiu os ativos e passivos afetos à atividade de gestão de resíduos banais, municipais e saneamento a favor da nova sociedade comercial, a EGEO Circular, S.A. e os afetos à atividade de limpeza e manutenção industrial e marítima a favor da nova sociedade comercial, a EGEO Pressão, S.A [2].

Atualmente os principais centros de atividades da EGEO são:

### **SISAV (Chamusca) - Gestão dos resíduos industriais perigosos**

Unidade industrial integrada que conjuga as melhores tecnologias disponíveis a custos comportáveis, permitindo viabilizar uma solução específica para cada tipo de resíduo, de forma a otimizar as condições de tratamento e a minimizar os custos do mesmo para os seus clientes a nível nacional e internacional [2]. É uma instalação bastante extensa como se pode verificar na figura 2.



*Figura 2. SISAV – Unidade da Chamusca [3]*

### **EGEO TA (Tecnologia e Ambiente) - Prestação de Serviços em Resíduos Marítimos**

A EGEO é detentora de um parque de equipamentos e de viaturas diversificados e adequados à prestação dos serviços de recolha e tratamento de resíduos provenientes de navios (figura 3), da recolha ao largo de resíduos em embarcações que escalam ou operam nos portos, da recolha de resíduos de equipamentos portuários e de limpezas industriais a navios. Esta área de atuação abrange a recolha e tratamento de resíduos provenientes de navios abrangidos pelos anexos I, II, IV e V da Convenção MARPOL [2]:

- Serviços de recolha ao largo de resíduos em embarcações que escalam ou operam nos portos.
- Recolha de resíduos nos cais livres, concessionados, docas de recreio e estaleiros navais.
- Recolha de resíduos de equipamentos portuários
- Limpezas industriais a navios



*Figura 3. EGEO TA - Limpezas industriais [2]*

### **EGEO Solventes (Pombal) - Regeneração de Solventes**

A EGEO Solventes dedica-se à regeneração de solventes com recurso ao processo de destilação simples e fracionada, tendo como principais atividades [2]:

- Regeneração de Solventes com Retorno - O cliente envia o solvente sujo para a EGEO Solventes, este é regenerado e enviado de volta ao cliente para nova utilização. Este serviço funciona em circuito fechado.
- Regeneração de Solventes sem Retorno - Receção do solvente sujo proveniente de várias origens e posterior regeneração. O solvente limpo resultante, é comercializado diretamente no mercado.
- Retificação e Refinação de solventes.
- Comercialização de Solventes Regenerados (mercado nacional e internacional);

Comparativamente com o SISAV, a EGEO Solventes tem umas instalações menores (fotografia aérea na figura 4).



*Figura 4. EGEO Solventes – Pombal [4]*

#### **EGEO Pressão (LMI) - Prestação de Serviços de Limpezas industriais**

A EGEO possui uma vasta experiência na atividade de limpeza e manutenção industrial, com pessoal e equipamento especializados, acrescido do capital de *know-how* adquirido ao longo dos mais de 30 anos de experiência [2]. Destacam-se as seguintes atividades:

- Limpezas no setor petrolífero e de refinarias;
- Limpezas de alta pressão de tanques e equipamentos diversos;
- Trabalhos de alta e ultrapressão (conforme figura 5);
- Desmantelamentos industriais incluindo demolições com gestão final dos inertes.



*Figura 5. EGEO Pressão - Lavagens industriais [2]*

Atualmente a EGEO conta aproximadamente com 200 colaboradores espalhados pelas diferentes unidades.

## **2.2. Missão**

Sob a premissa “Contribuímos para o Desenvolvimento Sustentável”, a EGEO presta um serviço de Gestão Global e de Tratamento de Resíduos, exploração do centro integrado de recuperação, valorização e eliminação de resíduos industriais (CIRVER), manutenção, operação e limpeza industrial, gestão marítima (tratamento de resíduos segundo a convenção MARPOL) e regeneração de solventes, óleos usados e obtenção de outros produtos.

Com qualidade e custos competitivos através da melhoria contínua dos processos, são implementadas as melhores técnicas disponíveis, assegurando a Preservação do Ambiente, da Saúde e Segurança, criando valor para os acionistas, clientes, colaboradores, comunidades locais e comunidade em geral [2].

## **2.3. Visão**

O grupo tem como visão ser uma organização de referência a nível nacional e internacional, competitiva, com processos inovadores, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das comunidades locais e consolidando a liderança de mercado [2].

## **2.4. Valores**

Seguem-se os valores assumidos e defendidos pela EGEO [2]:

### **INOVAÇÃO E DIFERENCIAÇÃO**

*“Ousamos fazer diferente e garantimos soluções inovadoras”*

### **INTEGRIDADE, PROFISSIONALISMO E RIGOR**

*“Mantemos solidez nas relações construídas, respeitamos a diferença e cumprimos os nossos compromissos.”*

## **TRABALHO EM EQUIPA**

*“Trabalhamos com paixão e somos ambiciosos.”*

## **COMUNICAÇÃO ABERTA**

*“Transmitimos, recebemos e partilhamos informação.”*

## **CLIENTES E COLABORADORES SATISFEITOS**

*“Procuramos a excelência para criar confiança e exceder expectativas dos clientes, colaboradores e comunidades locais.”*

## **AMBIENTE E SEGURANÇA**

*“Protegemos o ambiente, prevenimos o acidente.”*

## **2.5. Estratégia**

As linhas gerais estratégicas da EGEO baseiam-se em três pilares fundamentais:

### **INVESTIMENTO CONTROLADO**

Definição de objetivos financeiros, alinhados com as melhores práticas de empresas congéneres do setor e conferir, através de indicadores ajustados, o grau de cumprimento dos mesmos.

### **EFICÁCIA**

Criação de metodologias que permitam melhorar continuamente a qualidade do serviço prestado e o grau de satisfação dos clientes, através de uma análise do perfil de cada cliente, das reclamações e da realização de inquéritos que possibilitem avaliar os resultados obtidos nessa área.

### **CRESCIMENTO SUSTENTADO**

Implementação de políticas de inovação, tecnológica consistente, promovendo e estimulando a investigação de novos serviços, novos projetos e novas abordagens do mercado, a favor do cumprimento da missão e da satisfação das necessidades dos clientes/parceiros e orientadas para a sustentabilidade económica, financeira, social e ambiental. [2]

## 2.6. Certificações

De forma a alcançar os seus objetivos, no cenário atual, as empresas necessitam de adotar sistemas que os certifiquem e atestem as suas competências perante a comunidade, clientes e fornecedores. Como tal a EGEO é certificada em diferentes sistemas, conforme apresentado na figura 6 [2].



Figura 6. Certificações da EGEO

## 2.7. Áreas de negócio

Tendo em mente que o foco deste relatório está no SISAV e lembrando as diferentes unidades funcionais apresentadas, identificam-se as seguintes áreas de negócio:

- Gestão Global de resíduos;
- Fornecimento de embalagens e contentores para acondicionamento de resíduos;
- Recolhas reativas perante emergências e situações imprevistas;
- Encaminhamento dos resíduos para destinos finais adequados e licenciados;
- Gestão e tratamento de resíduos, com apoio técnico, recolha de amostras e gestão de documentação legal;
- Caracterização e classificação de resíduos, etiquetagem de embalagens e preparação da carga;
- Operações logísticas com identificação da contentorização adequada, recolha e transporte em viaturas do porta-a-porta, semi-reboque com lona, basculante ou cisterna;
- Operações de bombagem de líquidos e resíduos pastosos;
- Descontaminação de solos;

- Refinação de óleos e outras reutilizações, recolha seletiva de óleos usados, o seu correto transporte, armazenagem, tratamento e valorização, dando especial relevância à valorização através da regeneração, no SISAV;
- Operações especiais *in situ*;
- Intervenções de emergência;
- Limpeza de separadores, recolha e tratamento de resíduos de hidrocarbonetos (SEPHC);
- Fornecimento de acondicionamentos apropriados para os óleos usados;
- Recolha e transporte gratuito de óleos usados a granel nas instalações dos produtores;
- Caracterização do óleo usado através de colheita de amostras e realização de análises;
- Armazenagem de óleos usados;
- Tratamento de óleos usados e encaminhamento para operações posteriores do SISAV CIRVER – refinação de óleos e outras reutilizações, reciclagem e valorização energética dos mesmos, em empresas licenciadas para o efeito [2].

### 3. ESTADO DA ARTE

---

Dada a necessidade de proteger o planeta da exploração intensa de recursos, muito se tem feito para aumentar a utilização de recursos renováveis. No entanto, continuam a ser necessários recursos que não vêm de fontes renováveis e, nesses casos, procuram-se formas de reutilizar essas matérias de forma a minimizar o impacto ambiental. Os óleos são uma dessas matérias.

Embora esta seja uma indústria recente (e por isso existem ainda poucas instalações de regeneração de óleos, sendo que em Portugal existe apenas uma), o processo utilizado para a regeneração do óleo é antigo.

#### 3.1. Destilação e Fracionamento

A regeneração de óleos baseia-se no processo químico da destilação que pode, de forma simples, ser descrito pelo desenho apresentado na figura 7.

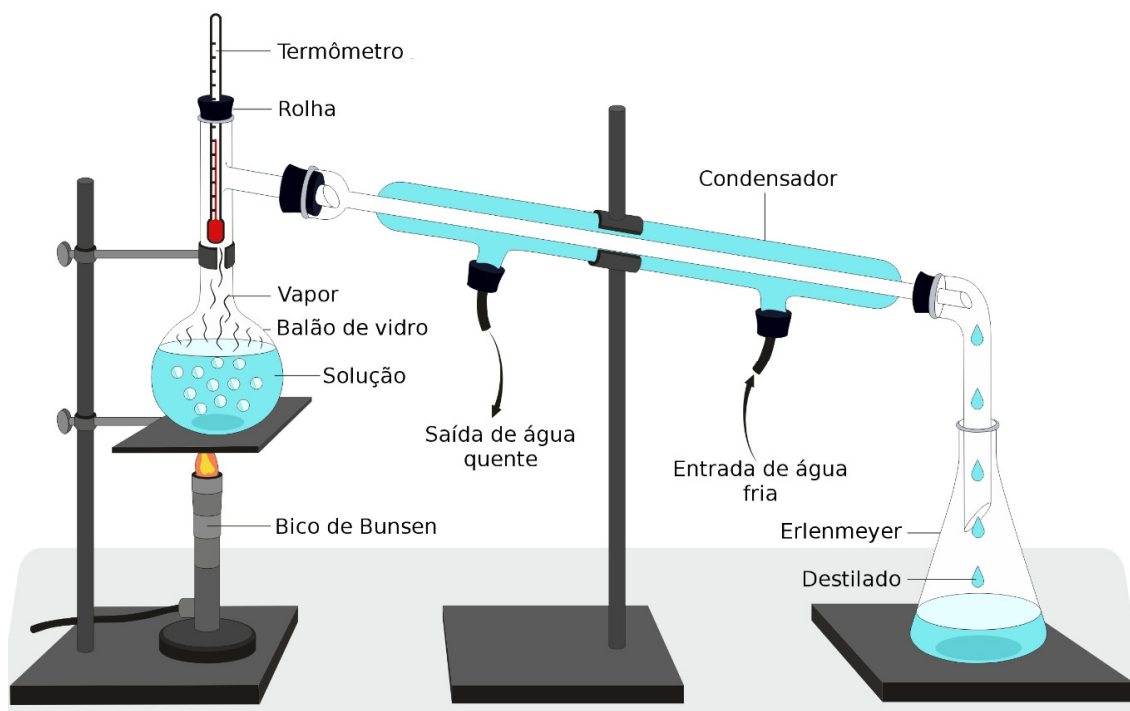


Figura 7. Processo simplificado da destilação [5]

Na destilação procura-se separar dois ou mais componentes com base nas diferenças das suas volatilidades relativas. O componente mais volátil concentra-se no

topo da coluna de destilação. O componente menos volátil concentra-se no fundo da coluna de destilação [6].

Podemos exemplificar o processo de destilação simples com a separação de uma mistura de água e sal comum. Através do aquecimento da solução (bico de bunsen) dentro de um balão de fundo redondo, ao atingir a temperatura de ebulição da água (100°C) a mesma vaporiza-se, passando pelo tubo de condensação, onde há o choque térmico do vapor quente de água em contacto com a tubagem de água fria (ou gelada) em circulação. Isso irá provocar a mudança de estado do vapor de água para o estado líquido novamente e de seguida a água é recolhida num Erlenmeyer. No balão redondo, onde inicialmente havia a mistura aquosa, restará apenas a parte sólida da mistura, ou seja, o sal comum [5].

Nas indústrias este processo é muito utilizado. No entanto, em vez de equipamentos de laboratório são utilizados equipamentos muito mais sofisticados (colunas de destilação, permutadores de calor, bombas, geradores de vácuo, caldeiras) que permitem processar grandes quantidades e ter um controlo bastante eficaz (recorrendo a instrumentos tais como sensores de nível, de pressão e de temperatura).

Quando existem mais do que dois componentes na mistura, a separação pode fazer-se retirando os componentes de volatilidades intermédias em pontos intermédios da coluna ou usando uma sucessão de colunas.

As colunas industriais usadas para fracionamento (tais como a da figura 8) podem dividir-se em dois grandes grupos:

- Colunas de pratos;
- Colunas de enchimento.

Os pratos podem ter muitas configurações, tais como:

- Pratos perfurados
- Pratos de campânulas
- Pratos de válvulas, etc.

Os enchimentos podem ser:

- Amontoados
- Estruturados

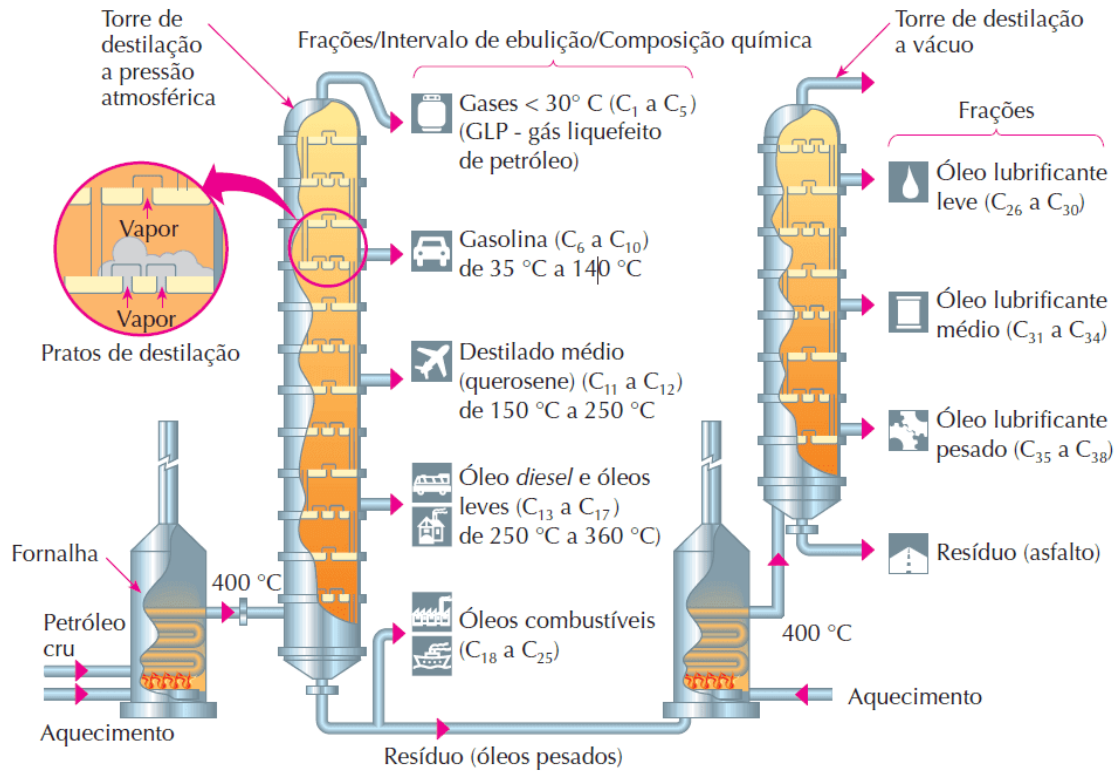


Figura 8. Coluna de destilação com pratos interiores e respetiva separação de produtos [7]

A destilação pode ser entendida pelas curvas que demonstram que:

- 1) Com o aumento da temperatura aumenta a percentagem de destilação (figura 9);
- 2) Temperaturas diferentes permitem a destilação de diferentes produtos (figura 8);
- 3) Condições de vácuo melhoram a destilação (tabela 2).



Figura 9. O aumento de temperatura melhora a destilação produtos [7]

Tabela 2. A destilação é maior com pressões elevadas e condições de vácuo

Destilação (%)	Temperatura (°C)	Condições de Pressão
5	54	pressão atmosférica
10	90	pressão atmosférica
20	136	pressão atmosférica
30	180	pressão atmosférica
40	230	pressão atmosférica
50	280	sob vácuo
60	337	sob vácuo
70	400	sob vácuo
80	494	sob vácuo

### 3.2. Hidrocarbonetos

Os combustíveis e os óleos lubrificantes obtidos do petróleo bruto são constituídos essencialmente por hidrocarbonetos.

Todos os hidrocarbonetos apresentam uma propriedade comum: "ardem", isto é, oxidam-se facilmente libertando calor (são combustíveis).

Os hidrocarbonetos são constituídos por átomos de carbono e de hidrogénio. São as diferentes ligações químicas entre os átomos de carbono (covalente simples, dupla ou tripla) que determinam se pertencem ao grupo dos alcanos, dos alcenos ou dos alcinos.

Os hidrocarbonetos com moléculas mais simples e leves (metano, etano, propano, butano) são gasosos à temperatura ambiente e pressão normal. Os hidrocarbonetos mais pesados (com maior número de átomos de carbono) são sólidos nas condições acabadas de referir. Aqueles que se encontram entre estes dois grupos, encontram-se no estado líquido, em condições naturais [8].

Isto significa que é o aumento do número de átomos de carbono (ou seja, se a molécula é mais pesada ou não) que faz com que o seu ponto de ebulição aumente (ver figura 10).

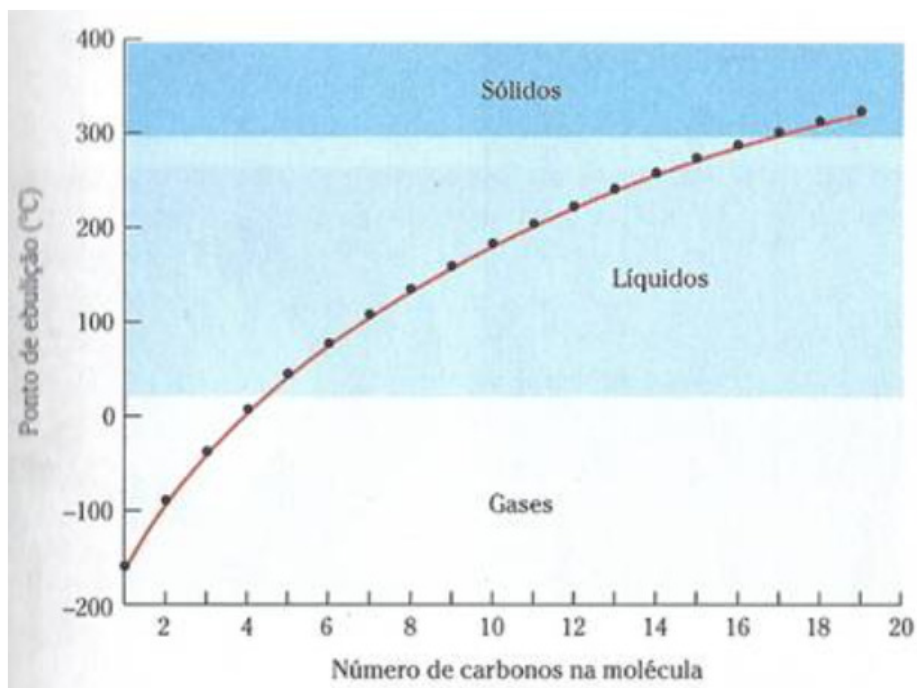


Figura 10. Relação do ponto de ebulição com o número de átomos de carbono num hidrocarboneto [8]

No tipo de unidade que é objeto de estudo, os óleos entram no processo em estado líquido, mas irão transitar entre estado líquido e gasoso. Os produtos finais separados serão armazenados em estado líquido, sendo que o alcatrão (um dos componentes resultantes do processo) está num estado líquido pastoso.

### 3.3. Zonas ATEX ou Ex

Dada a volatilidade dos hidrocarbonetos leves, refinarias e unidades de destilação tendem a gerar atmosferas onde existe a possibilidade de ocorrerem explosões e por isso são classificadas como áreas ATEX (ATmosferas EXplosivas). O efeito é o que está representado na figura 11.

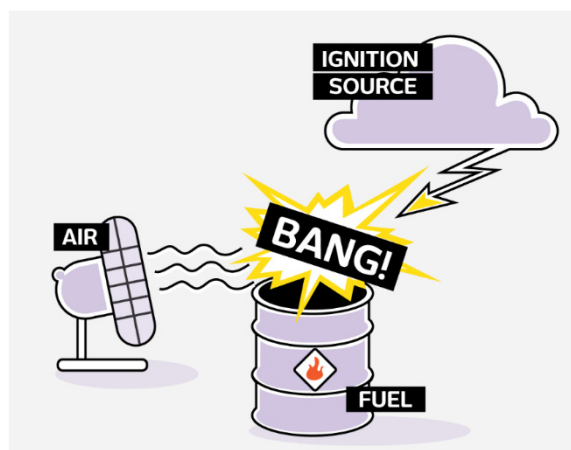


Figura 11. Condições para zona ATEX [9]

Dependendo da probabilidade para que isso aconteça existem diferentes classificações:

Zona 0 — lugar de formação contínua ou prolongada de mistura explosiva;

Zona 1 — ambiente de formação de mistura explosiva com probabilidade de explosão em condições normais de uso de equipamentos;

Zona 2 — área com pouca probabilidade de formação de mistura explosiva.

A Diretiva ATEX da União Europeia (2014/34/UE) destina-se a proteger pessoas e edifícios dessas explosões acidentais. A diretiva estabelece requisitos para equipamentos e local de trabalho. Não há diretriz específica para as matérias-primas utilizadas no equipamento, mas os materiais precisam ser compatíveis com os requisitos para todo o equipamento.

Equipamentos que são abrangidos por esta diretiva são identificados através da classe e divisão, tal como apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Classificação e divisão associada às zonas de perigo

Alocação de áreas perigosas de gás e tipos de proteção contra ignição	<b>Classe I, Divisão 1</b> À prova de explosão (comparável com Ex d, mas com requisitos mais rigorosos) Intrinsecamente seguro (Ex ia)		<b>Classe I, Divisão 2</b> Anti-fogo
	<b>Zona 0</b> Ex ia "intrinsecamente seguro"	<b>Zona 1</b> Ex d "proteções à prova de fogo" Ex ib "intrinsecamente seguro"	<b>Zona 2</b> Ex nA "anti-chispa"
Descrição das áreas perigosas	Atmosfera explosiva constantemente presente ou com muita frequência e durante um longo período	Em operação normal, ocasionalmente formam-se atmosferas explosivas	Em operação normal, atmosferas explosivas não são habituais e caso existam é por curtos períodos de tempo

Além das zonas já apresentadas existe ainda uma extensão adicional que diferencia se a fonte é proveniente de uma mistura de gás ou de poeiras, conforme listagem seguinte e tabela 4 [10]:

ZONA 0: Área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, está presente continuamente ou por grandes períodos.

ZONA 1: Área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, pode estar presente durante o funcionamento normal do processo.

ZONA 2: Área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, não está normalmente presente. Caso esteja, será por curtos períodos.

ZONA 20: Área na qual uma mistura de poeira combustível/ar, potencialmente explosiva, está presente continuamente ou por grandes períodos.

ZONA 21: Área na qual uma mistura de poeira combustível/ar, potencialmente explosiva, pode estar presente durante o funcionamento normal do processo.

ZONA 22: Área na qual uma mistura de poeira combustível/ar, potencialmente explosiva, não está normalmente presente. Caso esteja, será por curtos períodos.

Tabela 4. Identificação de zonas pelo tipo de mistura inflamável

Zona	Grupo	Níveis de protecção de equipamento (EPL) adequados para a instalação
0	II Gases inflamáveis	'Ga'
1		'Ga' ou 'Gb'
2		'Ga', 'Gb' ou 'Gc'
20	III Poeiras combustíveis	'Da'
21		'Da' ou 'Db'
22		'Da', 'Db' ou 'Dc'

Estes conceitos são importantes para uma escolha adequada de equipamentos na fase de *procurement* (ou seja, consulta de mercado) e aquisição para uma instalação.



## 4. DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO

Conforme já referido o estágio centrou-se na instalação da unidade de Regeneração de Óleos Usados. No entanto, a instalação de uma unidade passa por vários patamares. Como será apresentado de seguida, o estágio envolveu várias das fases do projeto. Na figura 12 encontram-se as diferentes componentes de um projeto. Estão assinaladas a verde as que foram incluídas nos objetivos de trabalho durante o estágio.

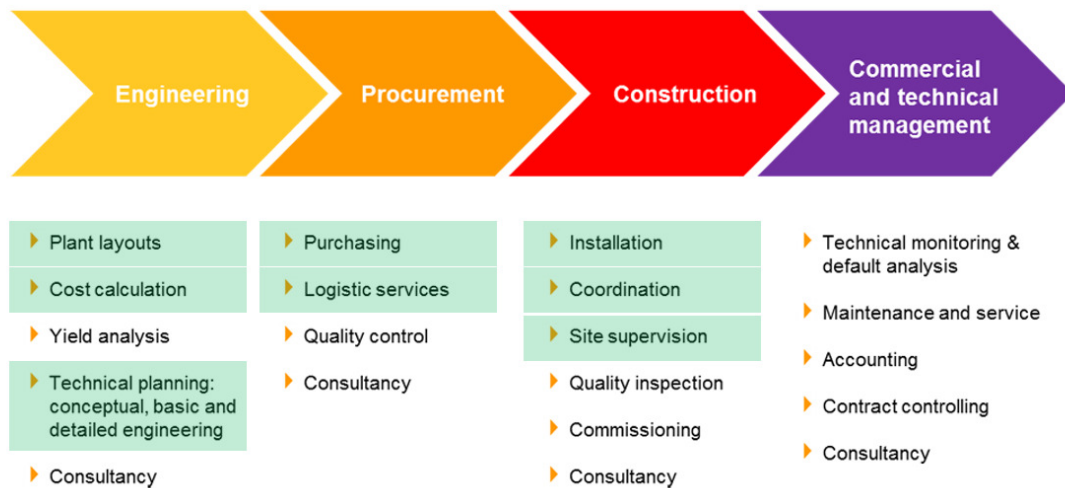


Figura 12. Fases de projeto: a verde as fases em que houve participação durante o estágio [11]

Este estágio teve uma duração de 1458 horas, em que 226 foram destinadas a pesquisa, 312 para elaborar o relatório e as restantes 920 foram dedicadas aos projetos desenvolvidos.

### 4.1. Hardware e Software

Um componente fundamental de uma instalação industrial é o controlo dos equipamentos, tema bastante abordado nas unidades curriculares do mestrado. Para isso é necessário um sistema informático composto por máquinas e programas que tenham a capacidade de receber e enviar os sinais, entre o processo e o controlador. Como será apresentado posteriormente, a unidade será controlada através de um sistema SCADA. No entanto os equipamentos existentes da antiga unidade não tinham capacidade para comportar a gestão da nova unidade. Foi necessário adquirir os equipamentos a seguir apresentados.

## **CPU**

Devido à sua capacidade de memória de trabalho (300 kbytes) bem como o desempenho em geral, a CPU existente (Siemens SIMATIC 1513) não era adequada para a gestão da nova unidade. Assim, foi necessário substituí-lo pela seguinte CPU:

- Nº 1 SIMATIC S7-1500, CPU 1516-3 PN/DP, memória de trabalho da unidade central 1 Mbyte (para cada software), 5 Mbyte (por dados);
- Primeira interface: PROFINET IRT com switch de 2 portas;
- Segunda interface: PROFINET RT;
- Terceira interface: PROFIBUS, desempenho de 10 bits;
- Cartão de memória de 256 Mbytes incluído.

## **Software**

Durante o desenvolvimento das atividades verificou-se que as licenças de Software instaladas no atual sistema SCADA da EGEO tinham sido perdidas. Portanto, foi necessário adquirir as seguintes licenças necessárias (versões atualizadas [V16] em comparação com as atuais):

- SIMATIC STEP 7 Professional V16 (download), para desenvolvimento de CLPs e inversores;
- SIMATIC WinCC Runtime Professional 4096 PowerTags V16, para execução do software SCADA. Registo de arquivos históricos (até 500 Tags).
- SIMATIC WinCC Professional 4096 PowerTags V16, para modificações de páginas e todo o Software SCADA;
- SIMATIC WinCC Logging para Runtime Professional 1500 LoggingTags, para chegar a 1500 Tags em logs históricos (para integrar os 500 Tags em Runtime License).

## **Posto de Trabalho SIEMENS**

O PC existente tinha um sistema operativo “obsoleto” (Windows 8), bem como o hardware. Portanto, foi substituído por um novo PC com as seguintes características:

- SIMATIC IPC547G (PC em rack, 19", 4HE),

- Processador Core i5-6500 (4C/4T, 3,2 (3,6) GHz, cache de 6 MB);
- MB: (chipset C236, 1x DVI-D, 2x DisplayPort V1.2, 4x USB 3.0 e 4x USB 2.0 traseiro, 1x USB 2.0 interno, 1x COM1; RAID integrado; iAMT)
- Armazenamento: tipo RAID1, 1 TB (2x 1 TB HDD);  
SDRAM DDR4 de 16 GB (2x 8 GB);
- Fonte de alimentação industrial 100/240 V AC e cabo de alimentação (versão Europa);
- SO: Windows 10 IoT Enterprise 2019 LTSC, Multi Language (En , De, Fr, It, Es), 64 bits;
- Interfaces: 2x USB 3.0 frontal 2x Gbit Ethernet, 2x PS/2, áudio; 5x PCI - Express para módulos de E/S de alto desempenho e 2 slots PCI.

#### 4.1.1. *Procurement e Aquisição:*

De forma a procurar os melhores preços para reduzir os custos do projeto foi realizada consulta em mercado nacional. Por questões de confidencialidade não mencionaremos os nomes dos diversos fornecedores contactados durante o estágio.

Tabela 5. Comparação de preços entre proposta do projetista e em mercado nacional

	Projetista (€)	Mercado Nacional (€)
<b>Hardware</b>		
CPU - SIMATIC S7-1500	5850	4021
Worstation - SIMATIC IPC547G	3188	4150
<b>Licenças</b>	17800	13910

Dadas as diferenças de preços, conforme a tabela 5, e também devido aos prazos de entrega foi adjudicada a compra em mercado nacional.

Para complementar o posto de trabalho foram ainda adquiridos:

- 2x Monitor LG 24", FHD, IPS, 1xHDMI, 1xDisplayPort 1.4, 1xD-Sub;
- 2x Cabo DisplayPort (3m);
- 2x Cabo USB 2.0 Type A Macho > Type A Fêmea.

Parte deste equipamento pode ser visualizado na figura 13, abaixo.



*Figura 13. Sala de controle*

## **4.2. Bombas**

Para funcionamento da unidade é necessário um conjunto de bombas no parque de tanques que permita a trasfega de produto entre camiões-cisterna, tanques de armazenamento e processo. Nesse sentido foi solicitado ao projetista especificações das bombas, as quais foram enviadas e analisadas. Entre algumas características que têm de ser asseguradas para o processo funcionar, seguem-se as principais:

- tipo de bomba;
- quantidade de sólidos presentes nos fluidos (pois em alguns casos é necessário bombear produtos com resíduos/partículas);
- temperaturas de operação e máximas;
- viscosidade do fluido;
- caudal;
- pressão;
- tipo de flanges;
- potência;
- classificação ATEX – por tratar-se de uma instalação com atmosferas explosivas.

Além das bombas que já tinham sido adquiridas para o processo, são necessárias 12 bombas para o parque de tanques, conforme a tabela 6 apresenta:

Tabela 6. Bombas para o parque de tanques

TAG	Local	Tipo
P-809A	2	Bomba de Carretos
P-809B	2	Gear Pump
P-8105	2	Hollow Rotary Disk Pump
P-8208A	1	Bomba de Carretos
P-8208B	1	Bomba de Carretos
P-8210	2	Bomba de Alhetas Rotativa
P-8308	1	Bomba de Carretos
P-8310	2	Bomba de Alhetas Rotativa
P-8311	2	Bomba de Alhetas Rotativa
P-8312	2	Bomba de Alhetas Rotativa
P-8313	2	Bomba de Alhetas Rotativa
P-8314	2	Bomba de Carretos

Uma típica folha de especificações contém não só as características já mencionadas como outras. Segue um exemplo, na figura 14. No anexo B encontra-se a folha completa para melhor visualização. Este é um entre muitos documentos que fazem parte da documentação de engenharia que a EGEO comprou ao Projetista [12].

Service: RECIRCULATION PUMP TO C-201		TAG NR: P-8203 A/B	
Manufacturer: GOULDS or equivalent pump		Quantity: 1+1	
OPERATING CONDITIONS			
Liquid: DEHYDRATED USED OIL (3)			
Density:	950/729 (kg/m <sup>3</sup> ) at 15/356°C	Flow rate:	normal max. (m <sup>3</sup> /h)
Solids:	~ 2% - Abrasive %weight	Delivery pressure:	4,5 (barA)
	normal max. (°C)	Suction pressure:	0,25 (barA)
Temperat.:	356 380 (°C)	Differential pressure:	4,3 (bar)
Viscosity:	3,28 / 10,3 (cP) at 356/100°C	NPSH available:	2,5 - 3,0 (mt.)
DESIGN DATA			
Pump type:	centrifugal	NPSH requested:	(mt. water)
Max. flow rate:	(m <sup>3</sup> /h)	Design pressure:	(bar)
Actual differential pressure:	(bar)	Design temperature:	(°C)
Round per minutes:	(RPM)	Impeller diameter:	(mm)
Heating:	jacket traced	Seal:	MECHANICAL
		Absorbed power:	(kW/h)
MATERIALS			
Body:	DUCTILE IRON	Shaft:	
Impeller:	DUCTILE IRON (OPEN IMPELLER)	Sleeve:	
Internals:	DUCTILE IRON	Seal:	
Supports:	STANDARD	Shaft sleeve:	
NOZZLES			
Suction:		Ø	TYPE FACE
Delivery:		3"	ANSI 150# RF-SF
Cooling:		2"	ANSI 150# RF-SF
Heating:			-
DRIVING			
Estim. installed power:	4 (kW)	Flame-proof class:	EExd-IIB-13
Round per minutes:	380/50 (RPM)	Manufacturer:	
Volt/Hertz:		Type:	

Figura 14. Exemplo de folha de especificações [12]

### 4.2.1. Procurement e Aquisição

Após pesquisa de fornecedores nacionais para este tipo de equipamentos foi lançada consulta para estes equipamentos.

De forma genérica, uma análise comparativa dos valores dos equipamentos propostos encontra-se na tabela 7.

Tabela 7. Comparação de preços entre diferentes fornecedores e soluções propostas

	Custo Total	Tipo de Bomba
Fornecedor 1	89 015 €	Alhetas Rotativas
Fornecedor 2	215 274 €	Carretos
Fornecedor 3	151 455 €	Glóbulos

Nas figuras 15, 16 e 17 podem visualizar-se as diferenças no tipo de construção da cada um dos tipos de bomba.

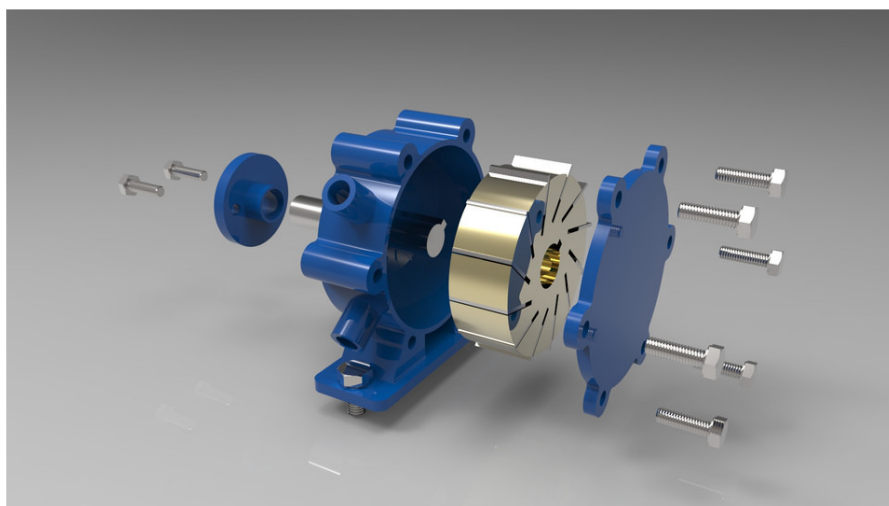


Figura 15. Desenho de conjunto de bomba de alhetas rotativas [13]

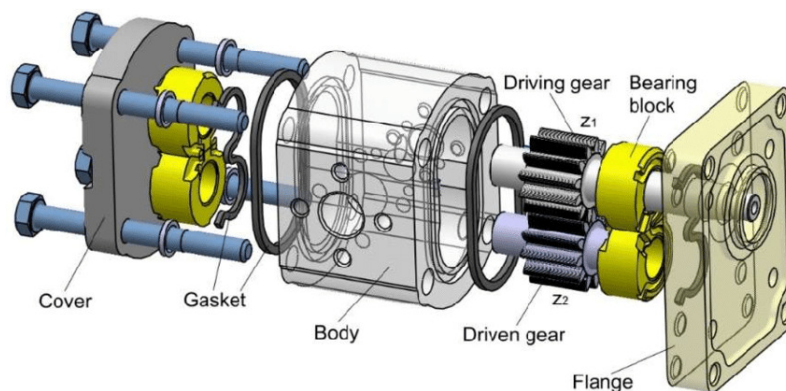


Figura 16. Desenho de conjunto de bomba de carretos [14]

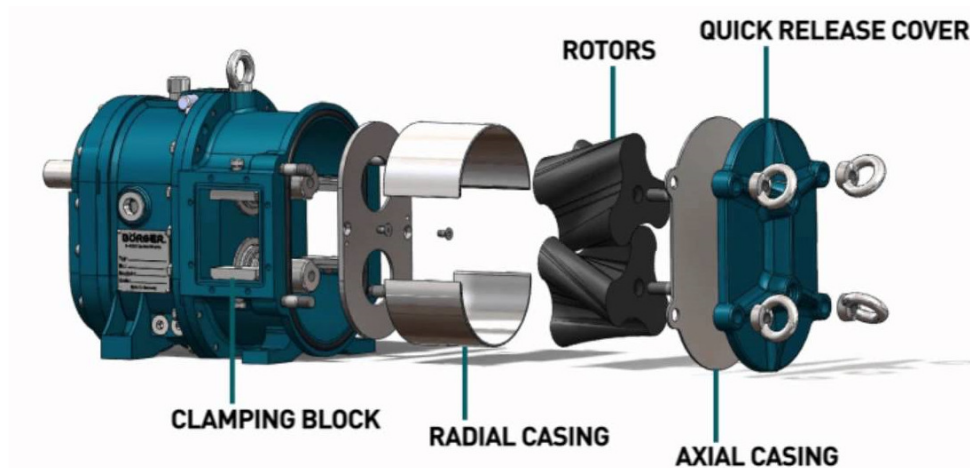


Figura 17. Desenho de conjunto de bomba de glóbulos [15]

Dadas as grandes diferenças no custo das bombas, foram contactadas algumas empresas que utilizam as bombas de alhetas rotativas para perceber a fiabilidade das mesmas. As empresas contactadas foram:

- Repsol;
- Cepsa;
- Petrogal.

O feedback foi bastante positivo: os utilizadores das bombas mencionaram a fiabilidade e facilidade em realizar algumas tarefas de manutenção. Optou-se então por encomendar as bombas de alhetas rotativas.

## 4.3. Válvulas

### 4.3.1. Válvulas de Controlo

Qualquer processo por mais simples que seja necessita de válvulas para controlar o fluxo dos diversos produtos envolvidos. Portanto neste processo é esperada a necessidade de instalarmos muitas válvulas.

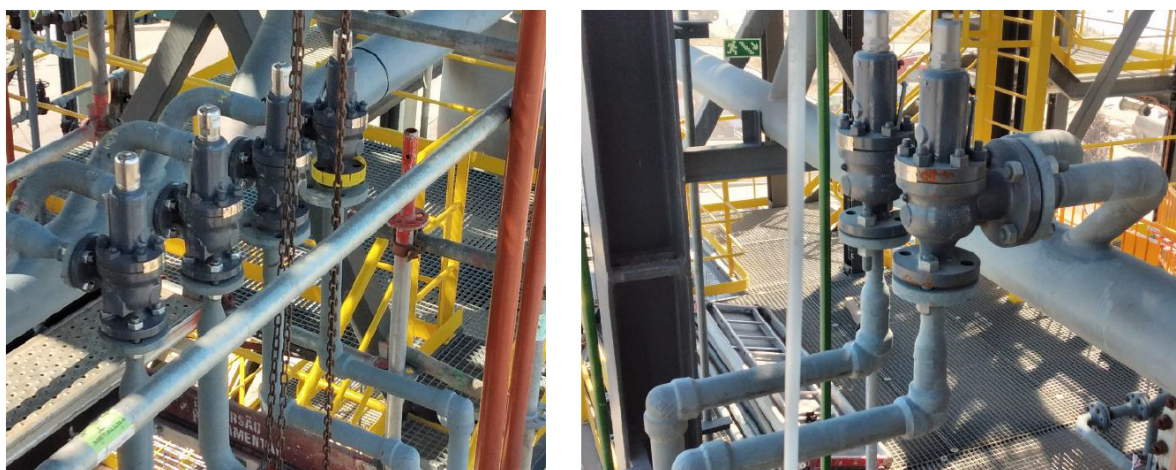
Embora não nos dediquemos a esse ponto, foram adquiridas para a instalação cerca de 900 válvulas manuais, de diversos tipos, adequadas às diferentes aplicações e produtos.

Segue-se uma imagem, figura 18, com apresentação de várias válvulas adquiridas e instaladas.



*Figura 18. Válvulas de globo soldadas (esquerda), válvulas de globo flangeadas (direita inferior), válvulas de esfera (direita superior)*

Outro tipo de válvulas necessárias para processos com fluidos em pressões elevadas são as válvulas de segurança. Este tipo de válvulas garante que a partir de um *set pressure* (pressão ou vácuo) calibrado pela mola da válvula, a válvula abra e a pressão/depressão no interior de um equipamento ou tubagem seja descarregada para a atmosfera. No total, durante as atividades do estágio foram adquiridas e instaladas 48 válvulas (exemplos na figura 19).



*Figura 19. Fotos de válvulas de segurança instaladas*

Interessa destacar as válvulas de controlo do processo nas quais existe a aplicação dos princípios da eletrónica de controlo que permitem, mais que a manipulação das válvulas à distância, a manipulação de forma automática. De entre as válvulas de controlo elegemos os seguintes tipos:

#### 4.3.2. Válvulas ON/OFF

São as válvulas que permitem a abertura e fecho total dos circuitos e que normalmente estão interligadas com os níveis, pressões e temperaturas do produto a montante ou jusante. Por exemplo:

Na figura 20, a válvula CV-8102, abre ou fecha, dependendo de:

- interlock I-8201 – alarme de nível alto no tanque a jusante (válvula fecha);
- interlock I-8102 - alarme de nível baixo na coluna de desidratação a montante (válvula fecha);
- interlock I-8103 – pouco vácuo na coluna de desidratação a montante (válvula fecha);
- interlock I-8104 – baixa temperatura na saída de fundos da coluna de desidratação a montante (válvula fecha)

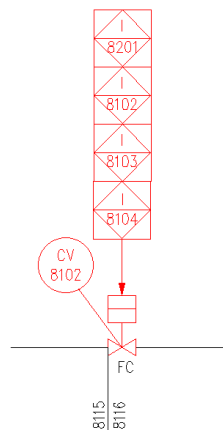


Figura 20. Representação de válvula nos P&ID [12].

Para a unidade de Regeneração de óleos foram necessárias 17 válvulas ON/OFF.

As principais características numa válvula ON/OFF são:

- Tipo, estado, densidade e viscosidade do Fluido;
- Pressão de Operação e de Projeto;

- Temperatura de Operação e de Projeto;
- Dimensão da linha onde serão utilizadas;
- Resistência à pressão (Schedule);
- Tipo de Corpo;
- Material (do corpo e das vedações);
- Tipo de Atuador;
- Posição da válvula em casa de falha;
- Com ou sem posicionador;
- Com ou sem válvula solenoid;
- Protecção da caixa de ligações;
- ATEX

Segue-se uma folha de especificações do projetista que foi analisada e usada para aquisição das válvulas (ver figura 21). A folha completa por ser encontrada no anexo C.

GENERAL	Q.TY	REV	TAG Nº			CV-8101			CV-8102		
	SERVICE		P & ID			8100-15-2017			8100-15-2017		
	LINE Nº	SIZE	SCHEDULE	8124	2"	150#	8116	2"	150#		
BODY	BODY TYPE			GLOBE VALVE - FLANGED TYPE			GLOBE VALVE - FLANGED TYPE				
	BODY SIZE & CONN.		PORT SIZE	(*)			(*)				
	BODY MTL		BALL MTL	C.S.			C.S.				
	FLANGES MTL		YOKE MTL	CARBON STEEL			CARBON STEEL				
	BONNET TYPE		PACKING MTL	PTFE			PTFE				
	TRIM FORM		TRIM MTL	AISI 316			AISI 316				
	REQUIRED SEAT TIGHTNESS			CL. VI			CL. VI				
ACTUATOR	TYPE OF ACTUATOR		SPRING RANGE	SINGLE ACTION		(*)		SINGLE ACTION		(*)	
	SUPPLY		CONNECTION	(1)		1/4" NPT-F		(1)		1/4" NPT-F	
	FAIL VALVE POSITION		HANDWHEEL	CLOSED				CLOSED			
POSITIONER	TYPE	SUPPLY	CONNECTION								
	FILT REG	GAGES	BYPASS	YES		YES		YES		YES	
	INPUT SIGNAL		OUTPUT SIGNAL								
OPTIONS	SOLENOID VALVE		TYPE	24 Vdc		I.S.		24 Vdc		I.S.	
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER			IP 65			IP 65				
	EL. CONSTR.:	ZONE	GROUP	CAT.							
	LIM. SWITCHES	TYPE		RATING	N.2		I.S.		2A 24VAC		
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER			IP 65			IP 65				
	ELECTRIC CONSTRUCTION			Eex-ia-IIC-T6			Eex-ia-IIC-T6				
	FLUID		STATE	DEFUELED OIL	LIQUID	DEFUELED OIL	LIQUID				
MAX. FLOW	DELTA P	CV CALC.	(2)		(2)		(2)		(2)		
NORM. FLOW	DELTA P	CV CALC.	(2)		(2)		(2)		(2)		
MIN. FLOW	DELTA P	CV CALC.	(2)		(2)		(2)		(2)		
VALVE FL		CV SELECTED									

Figura 21. Folha de dados de especificação de válvulas ON/OFF [12]

### 4.3.3. Válvulas de Controlo Proporcionais

Diferente das válvulas ON/OFF (totalmente abertas ou totalmente fechadas) as válvulas de controlo proporcionais permitem a realização de ajustes à medida que o processo se está a desenrolar.

Estes ajustes, conforme explicado nas disciplinas de Controlo, dependem de um circuito fechado entre um equipamento que efetua leituras (sensor) e um equipamento que corrige os valores do processo (atuador/acionador) através de um controlador PID (figura 22).

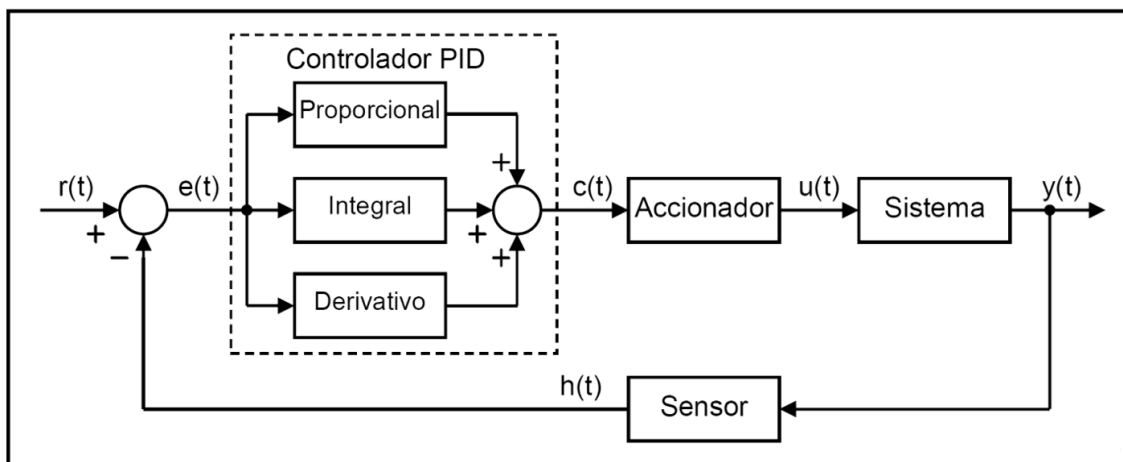


Figura 22. Diagrama de blocos de modelo de controlo PID [16]

Esta relação pode ser percebida diretamente nos diagramas de processo. Por exemplo, na figura 23 encontramos a válvula de controlo LV-8101, onde existe um controlo integral/proporcional com os dados que estão a ser medidos no transmissor de nível LT-8101.

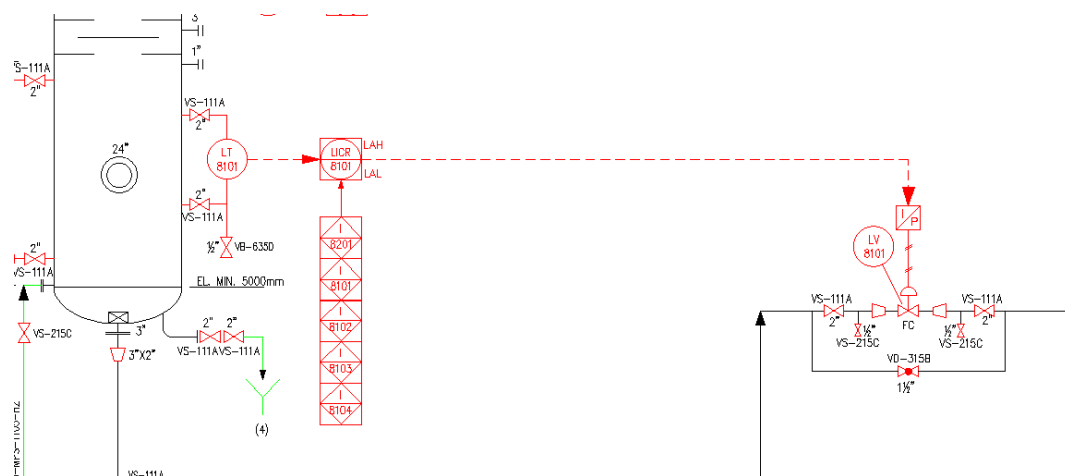


Figura 23. Transmissor de nível LT-8101 é um sensor e a válvula LV-8101 é um atuador [12]

Este tipo de válvulas foi utilizado para controlo de:

- nível;
- temperatura;
- caudal;
- pressão.

No total foram aplicadas 44 válvulas de controlo.

As características principais são as mesmas que foram apresentadas para as válvulas ON/OFF, com as seguintes características adicionais:

- caudal mínimo;
- caudal de operação;
- caudal máximo;
- coeficiente da válvula (Cv/Kv): quantidade de fluido que irá passar na válvula numa determinada posição de abertura.

Entende-se assim que a quantidade de caudal afeta os outros parâmetros referidos anteriormente (nível, temperatura, caudal e pressão).

Segue-se uma típica folha de especificações de válvulas de controlo (figura 24). A folha completa pode ser encontrada no Anexo D.

GENERAL	Q.TY	REV.	TAG Nº	1	0	LV-8101	1	0	LV-8102	
	SERVICE		P & ID	P-8102A/B		8100-15-2017-P&ID	P-8103A/B		8100-15-2017-P&ID	
	LINE Nº	SIZE	SCHEDULE	8115	2"	150 #	8142	1"	150#	
BODY	BODY TYPE			PARABOLIC PLUG			PARABOLIC PLUG			
	BODY SIZE & CONN.		PORT SIZE	CARBON STEEL		-	CARBON STEEL		-	
	MTL.: BODY & BONNET		YOKE MATERIAL	-		-	-		-	
	LUBRICATOR		ISOL VALVE	-		-	-		-	
	BONNET TYPE		PACKING MTL.	STD	PTFE	STD	PTFE	STD	PTFE	
	TRIM FORM		TRIM MTL.	AISI-316	AISI-316	AISI-316	AISI-316	AISI-316	AISI-316	
	REQUIRED SEAT TIGHTNESS			CL. IV			CL. IV			
ACTUATOR	TYPE OF ACTUATOR		SPRING RANGE	PNEUM. DIAPHR		(*)	PNEUM. DIAPHR		(*)	
	SUPPLY		CONNECTION	(*)		1/4" NPT-F	(*)		1/4" NPT-F	
	FAIL VALVE POSITION		HANDWHEEL	CLOSE		-	CLOSE		-	
POSITIONER	TYPE	SUPPLY	CONNECTION	POSITIONER	PNEUM. AIR	1/4" NPT-F	POSITIONER	PNEUM. AIR	1/4" NPT-F	
	FILT REG	GAGES	BYPASS	YES	YES		YES	YES		
	INPUT SIGNAL		OUTPUT SIGNAL		4-20 mA		3-15 psi		4-20 mA	
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER			IP-65			IP-65			
	ELECTRICAL CONSTRUCTION			Eex-ia-IIC-T6			Eex-ia-IIC-T6			
	CERTIFICATION			-			-			
OPTIONS	LIM. SWITCHES	TYPE	RATING							
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER									
	EL. CONSTR.:	ZONE	GROUP	CAT.						
FLUID		STATE		DFU		LIQUID		WW		

Figura 24. Folha de dados de especificação de válvula de controlo [12]

#### 4.3.4. Procurement e Aquisição

Dada a quantidade de válvulas a adquirir, a consulta em mercado nacional foi alargada a várias empresas (identificadas na tabela 8) na tentativa de encontrar um fornecedor com boa relação qualidade/preço/prazo de entrega.

Tabela 8. Comparação de custos de mercado para válvulas de controlo

	<b>Custo Total</b>	<b>Prazo de Entrega</b>
<b>Fornecedor 1</b>	104 978 €	12 semanas
<b>Fornecedor 2</b>	107 723 €	8 semanas
<b>Fornecedor 3</b>	153 957 €	10 semanas
<b>Fornecedor 4</b>	146 692 €	18 semanas
<b>Fornecedor 5</b>	132 060 €	5 semanas

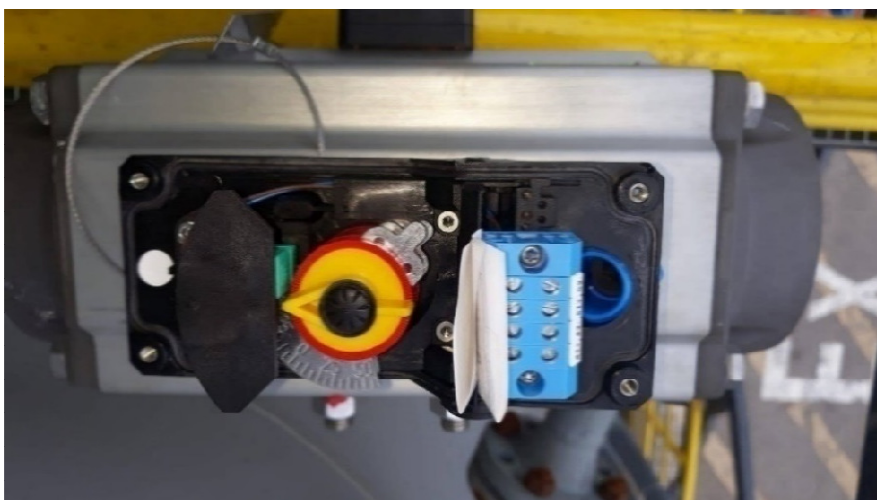
Após comparação das propostas e com aconselhamento do projetista foram adquiridas as válvulas do Fornecedor 5.

Quando as válvulas foram rececionadas verificaram-se duas situações:

1 – Algumas válvulas não tinham o buçim para zonas Ex (bucim azul). Foi necessário proceder à substituição dos mesmos;

2- A alimentação do solenoide e os contatos liga/desliga encontravam-se em caixas separadas (conforme figura 25). No entanto, no projeto elétrico o previsto é um único cabo 7G1.5mm+Arm para ligar à válvula.

Figura 25. Caixa de ligações onde é possível ver o buçim de proteção dos cabos



De forma a resolver a situação foram adicionados dois terminais na régua azul dos terminais de comando que por sua vez ligavam ao solenoide.

#### **4.4. Instrumentação**

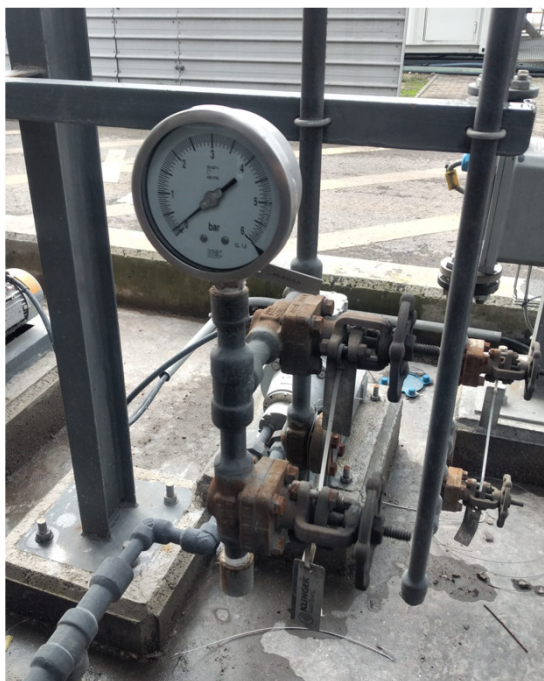
Outra peça fundamental do controlo digital, conforme já referido, é a presença de sensores que quantifiquem o estado do processo, de forma a comunicar com um atuador (como as válvulas que acabámos de mencionar) e possibilitar o controlo da instalação. Neste campo dos sensores faz todo o sentido apresentar os diferentes instrumentos aplicados na unidade de Regeneração de Óleos.

Em primeiro lugar, deve-se ter em conta que nem todos os instrumentos comunicam valores para o SCADA. Vários instrumentos têm uma indicação meramente local e servem apenas para uma utilização do operador in situ. Embora sejam chamados de instrumentos de campo, têm um valor importante ao nível da segurança, pois permitem ao operador que está junto dos equipamentos (e portanto, longe da sala de comando) perceber qual o estado do processo.

Como equipamentos de campo, a instalação está preparada com:

- Manómetros – medição local de pressão (91 unidades);
- Termómetros – medição local de temperatura (27 unidades);
- Indicadores de Nível – medição local do nível (7 unidades);
- Rotâmetros – medição local do fluxo ou caudal (3 unidades)

Seguem-se algumas imagens dos equipamentos de campo instalados (ver figuras 26, 27, 28 e 29).



*Figura 26. Exemplo de manómetro instalado*



*Figura 27. Exemplo de indicadores de nível instalados*



*Figura 28. Exemplo de termómetro instalado*



*Figura 29. Exemplo de rotâmetro instalado*

Passando para os instrumentos que irão estar interligados entre o SCADA e os atuadores, faremos a introdução dos mesmos na seguinte ordem:

1. Transmissores de Pressão
2. Transmissores de Temperatura
3. Transmissores de Nível
4. Sensores de Nível
5. Caudalímetros

De lembrar que, neste tipo de processo físico-químico, um bom controlo da temperatura e da pressão vai ser essencial para um bom resultado final e uma instalação eficiente.

#### **4.4.1. Transmissores de Pressão**

Para um controlo eficaz do processo existe a necessidade de acompanhar as pressões em linha e em equipamentos. Um parâmetro a ter em conta na escolha destes equipamentos é a forma como serão conectados à instalação, sendo ainda necessário assegurar que as condições de processo (que neste caso envolvem temperaturas muito

elevadas) não vão danificar o equipamento. Outro parâmetro essencial é a gama de valores de pressão que o equipamento irá ler, que tem de ser adequada ao processo em causa.

Como se pode ver no esquema abaixo (figura 30), os transmissores de pressão (identificados por PT) estão ligados a um sinal de informação. Essa informação por sua vez está ligada a um controlo (na imagem abaixo, o PT-8101 irá dar informação à válvula de controlo de pressão PV-8101).

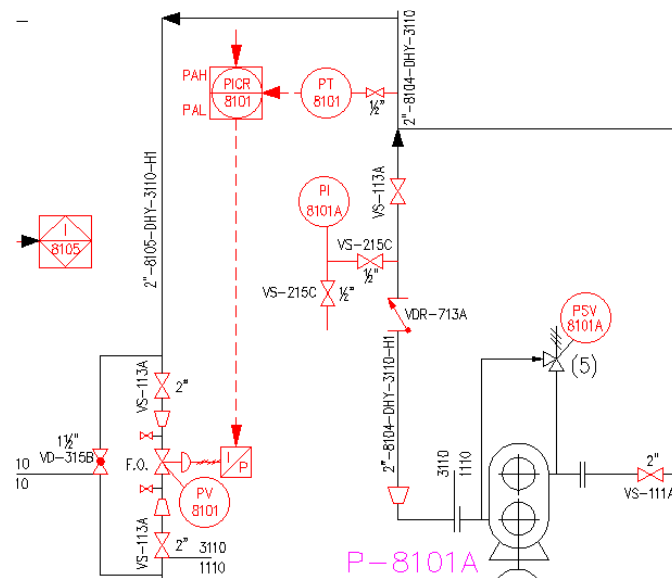


Figura 30. Comunicação entre o transmissor de pressão com a válvula do controlo [12]

Algumas características essenciais para uma boa definição do transmissor de pressão são:

- tipo de transmissor;
- proteção;
- tipo de conexão elétrica;
- tipo de conexão mecânica;
- comunicação de sinais;
- material;
- temperatura máxima;
- gamas de pressão;
- unidades de medição.

Segue-se uma folha de dados, na figura 31, como exemplo das especificações dos transmissores de pressão. No anexo E encontra-se a folha completa.

TYPE	IND. + TRASM.				ELEMENT TYPE	DIAPHRAM (*)					
TECHNOLOGY	SMART TYPE				ELEMENT MATERIAL	AISI-316L					
INDICATOR	YES - LCD				WETTED PARTS MATERIAL	SEE LIST					
INDICATOR SCALE	ENG UNIT RANGE				TRANSMISSION TYPE	4-20 mA					
MOUNTING	YOKE				TECHNOLOGY	2 WIRES					
ENCLOSURE	IP-65				ZERO / SPAN SCREW	REQUIRED					
<b>ELECTRICAL CONSTRUCTION</b>	<b>Eex-ia-IIIC-T6</b>				ACCURACY	(*)					
CERTIFICATION	-				FACTORY CALIBRATION	REQUIRED					
ELECTRICAL CONNECTION	M20 CABLE GLAND				SEPARATOR:						
PROCESS CONNECTION	1/2" NPT M				BODY MATERIAL	AISI 316L					
HOUSING COVER	DUBLE ALLUMINIUM				WETTED PARTS	SEE LIST					
LABEL ITEM	YES				FILLING LIQUID	SUITABLE FOR MAX TEMP.					
MANUFACTURER	(*)				PROCESS CONNECTION	1/2" NPT M					
MODEL	(*)										
TAG	SERVICE	FLUID	PHASE	MAX TEMP. (°C)	PRESSURE ENG.		U.M.	RANGE	WETTED PARTS MATERIAL	SPAN MIN/MAX	NOTES
					OPERATIVE	DESIGN					
PT-8101	PICR-8101	DEHYDRATED OIL	LIQUID	120	7,2	9	Bar	0=15	AISI-316	(*)	(2)
PT-8102	PICR-8102	VAPOURS	GAS	150	260 mbara	500 mbara	mbara	0=1000	AISI-316	(*)	(2)
PT-8103	PIR-8103	VAPOURS	GAS	150	270 mbara	500 mbara	mbara	0=1000	AISI-316	(*)	(2)
PT-8104	PICR-8104	DEHYDRATED OIL	LIQUID	160	7	9	Bar	0=15	AISI-316	(*)	(2)
PT-8105	PIR-8105	VAPOURS	GAS	65	10	40	mbarg	-40 ++40	AISI-316	(*)	(2)

Figura 31. Folha com especificações para transmissores de pressão [12]

No total foram analisadas as características de 34 transmissores de pressão.

Quando um transmissor de pressão está instalado num processo com temperaturas muito elevadas, além dos materiais do transmissor é aconselhado instalar uma lira (extensão tubular entre o ponto de medição do fluido e o instrumento) que protege o transmissor. Foi isso que foi realizado em vários pontos da instalação. Ao criar uma maior distância entre o processo e o transmissor, o fluido arrefece e não afeta a medição da pressão. O transmissor resiste mais facilmente com a instalação da lira.

Além disso, para permitir a manutenção destes equipamentos sem realizar uma purga completa da unidade, eles são instalados com uma válvula para seccionar o transmissor (chamada de *manifold*), conforme figura 32.



Figura 32. Transmissor de pressão com lira e manifold

#### 4.4.2. Transmissores de Temperatura

Muito parecidos com os transmissores de pressão, os transmissores de temperatura (identificados por TT) normalmente são instalados em linha ou diretamente num equipamento. Como o nome indica, estes equipamentos medem e transmitem a temperatura do processo para órgãos atuadores, no sentido de alcançar o valor desejável.

No exemplo abaixo (da figura 33), o TT-8334 mede a temperatura no topo da coluna de destilação C-8301 (muito importante para o sucesso do processo). Dependendo da temperatura que está a ser medida pelo TT, a válvula TV-8334 (controlo de temperatura) irá abrir mais ou menos para aumentar o chamado “refluxo” e assim controlar a temperatura no topo da coluna.

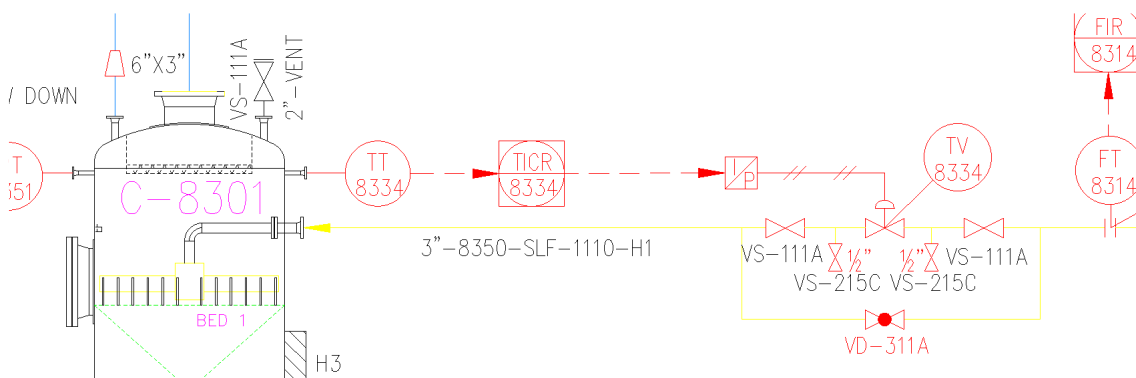


Figura 33. Comunicação do transmissor de temperatura para controlo da válvula TV-8334 [12]

Dependendo das temperaturas e fluidos, um transmissor de temperatura pode funcionar em contacto direto com o fluido (para não danificar a sonda e para facilitar atividades de manutenção). Em alguns casos, a sonda do transmissor de temperatura fica dentro de uma bainha que, por sua vez, está em contacto com o fluido.

Como características principais dos transmissores de temperatura tem-se:

- o tipo de termoresistência;
- o tipo de bainha;
- a conexão elétrica;
- a pressão máxima;
- as temperaturas de operação e projeto.

Segue-se um exemplo de uma folha com especificações dos transmissores de temperatura, na figura 34. No anexo F encontra-se a folha completa.

THERMOCOUPLE					HEAD						
TYPE AND WIRES MATERIAL	-	COVER	HINGED								
CODE	-	CASE MATERIAL	ALLUMINIUM ALLOY								
THERMORESISTANCE					ELECTRICAL CONSTRUCTION	STD					
TYPE	PT-100 Ohm at 0°C	ENCLOSURE	IP-65								
CLASS	CLA	TERMINALS	STD								
CONSTRUCTION STD	DIIN 43760	SPRING	YES INSIDE SENSOR								
ELEMENT Q.TY	SINGLE	EXTENSION NIPPLE	YES WITH 3 PIECE JOINT								
WIRES NUMBER	3 WIRES FROM SENSOR TO CONVERTER	CHAIN	YES								
SHEATH MATERIAL	316L SS	ELECTR. CONNECTION	M20								
DIAMETER	8 mm	MANUFACTURER	(*)								
CONNECTION TO WELL	1/2" NPT-M										
THERMOWELL											
CONSTRUCTION	DRILLED BAR STOCK	PROCESS CONNECTION	SEE LIST (2)								
MATERIAL	SEE LIST (1)	IMMERSION LENGTH	SEE LIST (3)								
INTERNAL CONNECTION	1/2" NPT-F	MANUFACTURER	(*)								
TEMPERATURE TRANSMITTER											
CONVERTER	RESISTANCE / CURRENT	ELECTRIC CONNECTION	TERMINALS								
TYPE	ELECTRONIC CAPSULE	INPUT	PT-100 Ohm 3 WIRES								
MOUNTING	INTO RTD HEAD	OUTPUT	4-20 mA								
HOUSING	IP-55	BURNOUT	UPSCALE								
ELECTRICAL CONSTRUCTION	SAFE ZONE	LOCAL INDICATOR	YES-LCD								
CERTIFICATION	(*)	MANUFACTURER	(*)								
		MODEL	(*)								
TAG	SERVICE	FLUID	PHASE	MAX PRESS (Bar)	TEMPERATURE (°C)		RANGE (°C)	THERMOWELLS MATERIAL (1)	THERMOWELLS PROCESS CONNECTION (2)	THERMOWELLS IMMERSION LENGTH (mm) (3)	NOTES
					OPERATIVE	DESIGN					
TT-8323	C-8301	HEAVY LUBE OIL	GAS	10 mbara	342	370					
TT-8324	8331	HEAVY LUBE OIL	LIQUID	2,5	60	80					
TT-8325	8334	LIGHT LUBE OIL	LIQUID	3,5	265	300					
TT-8326	8337	LIGHT LUBE OIL	LIQUID	3	245	290					
TT-8327	C-8301	LIGHT LUBE OIL	GAS	8 mbara	300	340					

Figura 34. Especificações técnicas dos transmissores de temperatura a instalar [12]

Para a instalação foram verificados e adquiridos 72 transmissores de temperatura.

Estes instrumentos estão ligados a cartas analógicas que estão distribuídas pela unidade (Regeneração de Óleos) e que comunicam com o PLC principal por profinet ou fibra ótica. Posteriormente, falaremos sobre a instalação elétrica da unidade.

Embora parecidos na forma de instalação (o PT é roscado em linha ou no equipamento e o TT é instalado na bainha roscada), existe uma diferença. Pelo facto de a sonda entrar concêntrica na bainha, o transmissor tem de ficar em linha com a sonda/bainha. Por vezes, a posição onde vai ficar o transmissor entrava em conflito com a estrutura metálica, tubagem ou suportes da instalação. Verificou-se, junto do fornecedor, a existência de uma opção alternativa de transmissor, mais curto. No entanto, o seu comprimento depende das condições de temperatura do processo a medir, e por isso não foi possível proceder a essa alteração (por exemplo, para um equipamento em contacto com um fluido a 300°C a haste precisa no mínimo de um comprimento da 200mm até ao componente eletrónico). A solução encontrada passou por:

- 1) escolher outro ponto adequado na tubagem para fazer a picagem, ou seja, a ligação do equipamento;
- 2) optar por outra picagem disponível no equipamento ou trocar com a picagem de outro instrumento, se possível;
- 3) alterar a tubagem ou suporte que estava em conflito.

Estes foram alguns dos problemas com os quais o estágio permitiu ter contacto e desenvolver experiência de resolução.

#### **4.4.3. Transmissores de Nível**

Na indústria existem vários tipos de transmissores de nível. Os mais comuns são os transmissores de nível de onda guiada, regularmente presentes em tanques e reservatórios. Diferentes dos transmissores de pressão e de temperatura, os transmissores de nível não são instalados em linha (em série, no eixo da tubagem).

Por exemplo, para os tanques de processo foram adquiridos transmissores de nível (também identificados como LT) de onda guiada, como os da figura 35:



*Figura 35. Tipos de transmissores de nível de onda guiada [17]*

Além destes equipamentos foi necessário utilizar outro tipo de transmissores, cujo princípio de funcionamento é o de barra de torção. Este tipo de transmissor é mais adequado para situações em que a medição é realizada lateralmente e em fluidos mais viscosos, como aqueles que estarão no interior das colunas de destilação. Segue-se uma imagem deste tipo de transmissor (figura 36):



*Figura 36. Transmissor de barra de torção usado para medir nível nas colunas [18]*

Este transmissor é instalado num vaso específico para a leitura do nível do fluido.

Os transmissores de nível comunicam as suas medições com o SCADA que, por sua vez, manipula as válvulas necessárias para ajustar os níveis às condições melhores

para o processo. No exemplo abaixo (figura 37), dependendo do nível de óleo desidratado na coluna C-8101, a válvula LV-8101 vai abrir mais ou menos para corrigir os níveis a montante e a jusante.

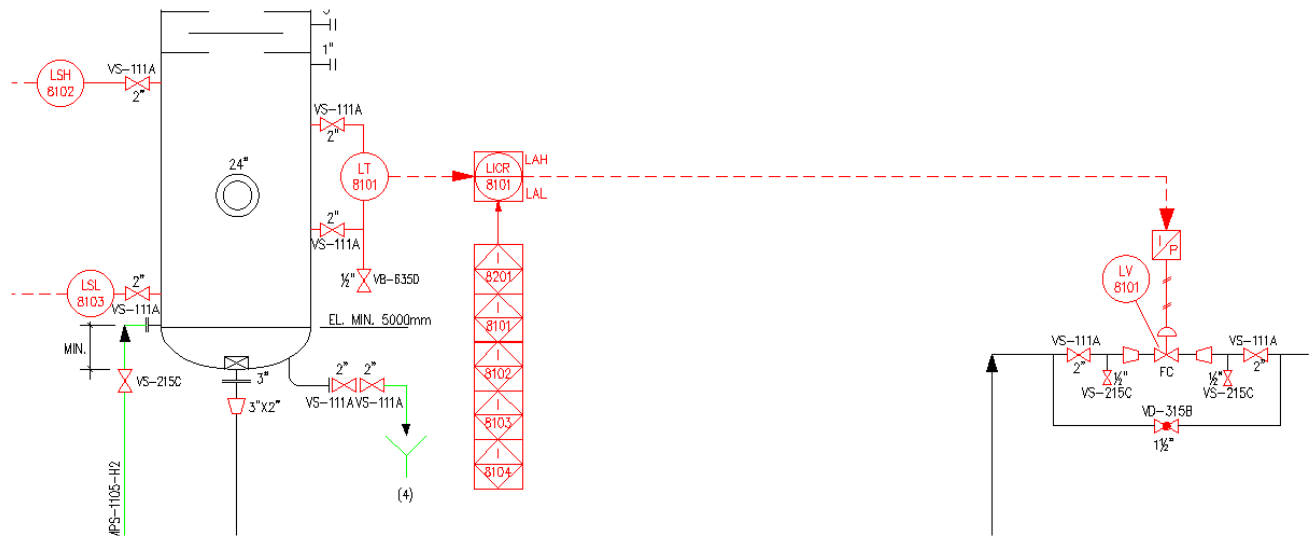


Figura 37. Controlo de nível por meio da informação dada pelo transmissor LT-8101 [12]

De acordo com o que já foi referido, podemos indicar as seguintes características que tiveram de ser validadas para garantir que os transmissores a instalar seriam os adequados:

- Tipo de fluido;
- Densidade do fluido;
- Viscosidade do fluido;
- Tipo de instrumento;
- Tipo de montagem;
- Altura da zona a medir;
- Temperatura de operação;
- Pressão de operação.
- Materiais.

Segue-se uma folha de especificações usada neste projeto para definição dos transmissores de nível a aplicar. Ver figura 38. A folha completa pode ser encontrada no anexo G.

	Q.TY	REV.	TAG Nº	1	0	LT-8101	1	0	LTI-8102	
		SERVICE		P & I	C-8101		8100-15-2017	D-8120		8100-15-2017
GENERAL	TANK DIMENS.		DIAM.	HEIGHT						
	AGITATOR ON TANK					NO	NO			
	CORROSIVE COMPOUNDS					NO	NO			
	SOLIDS					NO	NO			
	OPERAT. TEMPERATURE (°C)					120	48			
	OPERAT. PRESSURE (Barg)					260 mbara	1,045			
UPPER FLUID	FLUID									
	STATE									
	DENSITY AT CONDITIONS									
	VISCOSITY AT CONDITIONS									
LOWER FLUID	FLUID					DFU	WW			
	STATE					LIQUID	LIQUID			
	DENSITY AT CONDITIONS (Kg/m3)					810	998			
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)					0,01	0,57			
ELEMENT	INSTRUMENT TYPE					TORQUE TUBE TYPE		MAGNETIC TYPE		
	MOUNTING					ON TOP <input type="checkbox"/>	BYPASS <input checked="" type="checkbox"/>	ON TOP <input type="checkbox"/>	BYPASS <input checked="" type="checkbox"/>	
	PROCESS INSTR. CONNECTION SIZE AND RATING					3/4 NPT M <input type="checkbox"/>	DN40-PN16 <input type="checkbox"/>	3/4 NPT M <input type="checkbox"/>	DN50-PN16 <input checked="" type="checkbox"/>	
	ELEMENT TYPE (COAXIAL)					ROD <input checked="" type="checkbox"/>	ROPE <input type="checkbox"/>	ROD <input type="checkbox"/>	ROPE <input type="checkbox"/>	
	ELEMENT MATERIAL					AISI-316		AISI-316		
	CALIBRATION RANGE (mm)					600		600		

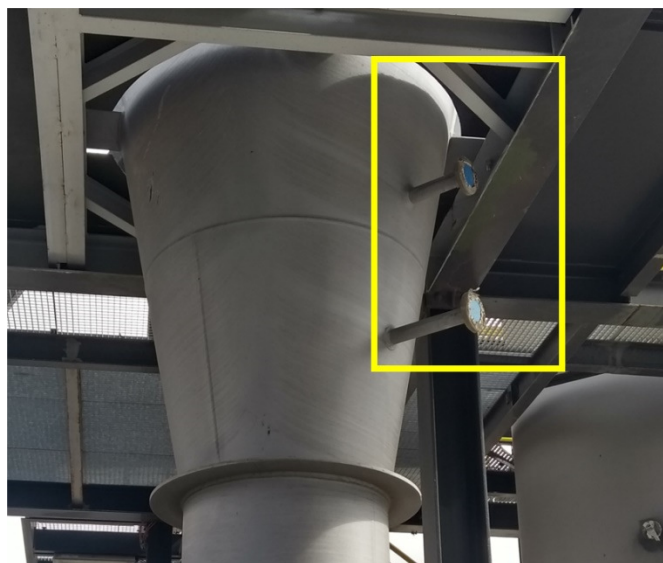
Figura 38. Especificações dos transmissores de nível [12]

Foram necessários 14 transmissores de nível neste projeto.

Conforme se percebe no esquema de processo acima, na figura 38, os vasos onde estão instalados os transmissores, permitem seccionar o equipamento que está a ser medido, separando-o do transmissor. Isso é muito importante pois, caso exista uma avaria no transmissor, o mesmo pode ser intervencionado, sem esvaziar o depósito, basta fechar as válvulas de seccionamento. Em normal funcionamento as válvulas estão sempre abertas.

No entanto, o projeto não acautelou a posição onde iriam ficar instalados esses equipamentos e surgiram alguns problemas com a posição dos mesmos no equipamento C-8201, conforme apresentado na imagem abaixo (figura 39):

Figura 39. Problema com a posição do transmissor de nível, muito próximo da estrutura (zona assinalada a amarelo) impossibilita montagem conforme estava no projeto



Ou seja, aplicando a válvula manual, o transmissor de nível não podia ser instalado pois ficaria a bater na estrutura metálica da instalação. Foi necessário procurar uma solução diferente da válvula manual, com um atravancamento mais curto, que evitasse colocar o transmissor na zona da estrutura. De notar que teve de se optar por uma válvula tipo guilhotina, resistente a elevadas temperaturas e com vedação nos dois sentidos. De referir ainda que, neste caso específico, o fluido é asfalto, um produto viscoso e que, portanto, obrigará muitas vezes a desmontar o vaso para limpeza, daí a necessidade ainda maior de serem instaladas as válvulas de secionamento.

#### **4.4.4. Sensores de Nível**

Diferentemente dos transmissores de nível, os sensores ou detetores de nível (identificados como LS) apenas indicam se o nível está inferior a um mínimo permitido ou se já ultrapassou um máximo possível. Ou seja, indica se existe ou não fluido no nível do sensor. Este tipo de sensor vai despoletar alarmes que podem ser, numa primeira fase, avisos para o operador e, numa segunda fase, indicação a órgãos para atuar ou até interromper o processo.

Para os primeiros (alertas para o operador), costumam ser gerados os alarmes de nível alto e nível baixo. Para os segundos (interligados a atuadores), costumam ser gerados alarmes de nível muito alto e alarmes de nível muito baixo.

Em alguns casos, os alarmes nível alto e baixo são parametrizados nos transmissores de nível, ficando os detetores de nível parametrizados para os alarmes de nível muito alto e nível muito baixo.

A título de exemplo (conforme figura 40), no fundo da coluna C-8201, encontramos dois detetores de nível: o LSHH8211 que gera o alarme de nível muito alto e por sua vez está interligado às válvulas de controlo a montante e jusante da coluna e o LSSL8212 que gera o alarme de nível muito baixo e por sua vez também estará interligado com as válvulas de controlo.

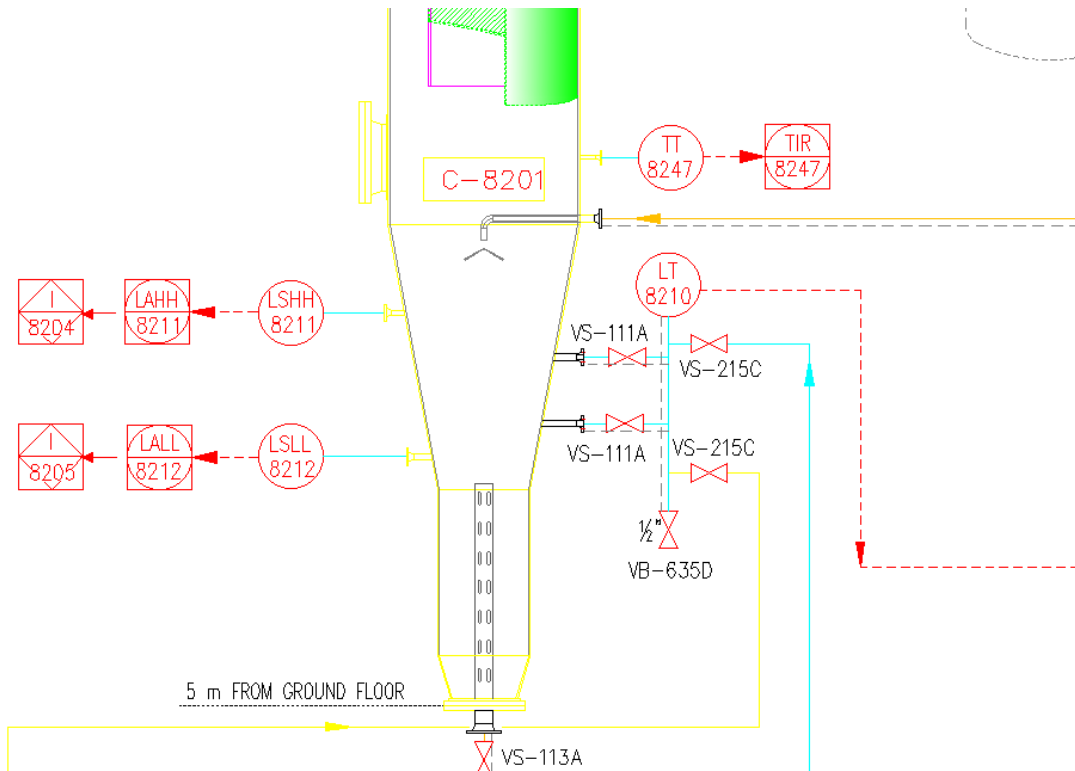


Figura 40. Presença de detetores de nível no processo [12]

Devido ao tipo de fluido muito viscoso e com resíduos, foi recomendada pelo projetista a utilização do detetor de nível por vibração com tubo extensível (ver figura 41).

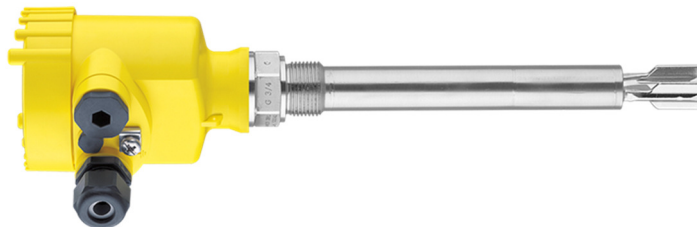


Figura 41. Tipo de level switch [19]

Este tipo de detetor baseia-se no princípio de os garfos na ponta do tubo estarem sempre vibração vibrar. Quando o fluido alcança os garfos, a frequência de vibração altera-se e assim verifica-se o nível.

Através do que já foi mencionado e também pela imagem acima, podemos listar as seguintes características a ter em conta na aquisição deste tipo de transmissor (ver figura 42):

- Temperatura de operação e projeto;
- Pressão de operação e projeto;
- Tipo e estado do fluido;

- Densidade e viscosidade do fluido;
- Ligação mecânica ao equipamento;
- Tipo de ligação elétrica e proteção.

A folha completa encontra-se no anexo H.

GENERAL	TAG Nº			LSHH-8211		LSLL-8212	
	SERVICE			C-8201		C-8201	
	LINE Nº						
	TYPE OF LOOP						
	CORROSIVE COMPOUNDS			NO		NO	
	SOLIDS			NO		NO	
	TEMPERATURE (°C)			OPERAT.	DESIGN	356,0	380,0
	PRESSURE (Bar)			OPERAT.	DESIGN	0,012	0,015
UPPER FLUID	FLUID			VAPOURS		VAPOURS	
	STATE			GAS		GAS	
	DENSITY AT CONDITIONS (Kg/m <sup>3</sup> )						
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)						
LOWER FLUID	FLUID			AS		AS	
	STATE			LIQUID		LIQUID	
	DENSITY AT CONDITIONS (Kg/m <sup>3</sup> )			729		729	
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)			3,28		3,28	
INSTRUMENT	TYPE			TUNING FORK		TUNING FORK	
	MATERIAL			AISI 316		AISI 316	
	PROCESS CONNECTION			1" NPT M		1" NPT M	
	EXTENSION (mm)			(*)		(*)	
	IMMERSION LENGTH (mm)			115		115	

Figura 42. Caraterísticas importantes nos sensores de nível [12]

Ao todo, foram 18 os detetores de nível necessários para a instalação.

Tal como nos transmissores de temperatura, estes detetores de nível são instalados em reservatórios ou equipamentos e têm uma montagem rígida (em linha com a picagem do equipamento). Portanto, é necessário espaço no exterior do equipamento para o instrumento estar localizado.

No caso da coluna C-8201, os detetores interferiam com o pilar da estrutura, como se pode verificar na figura 43. Não existindo outras picagens disponíveis, solicitou-se apoio ao fornecedor, o qual não encontrou nenhum equipamento passível de instalar no espaço disponível. Além disso, o tipo de conexão flangeada (ou seja, através de flange) que vinha no detetor não era compatível com o que estava no equipamento.

Assim, foi proposto ao fabricante uma montagem na vertical. Preparou-se uma peça em L (conforme figura 44) para permitir a montagem vertical dos detetores. Para melhorar a eficiência da instalação executou-se esta peça com um escoamento para evitar que o fluido permanecesse na zona de contacto com os garfos do detetor. Além disso, instalou-se uma picagem para facilitar limpezas deste acessório com injeção de vapor.

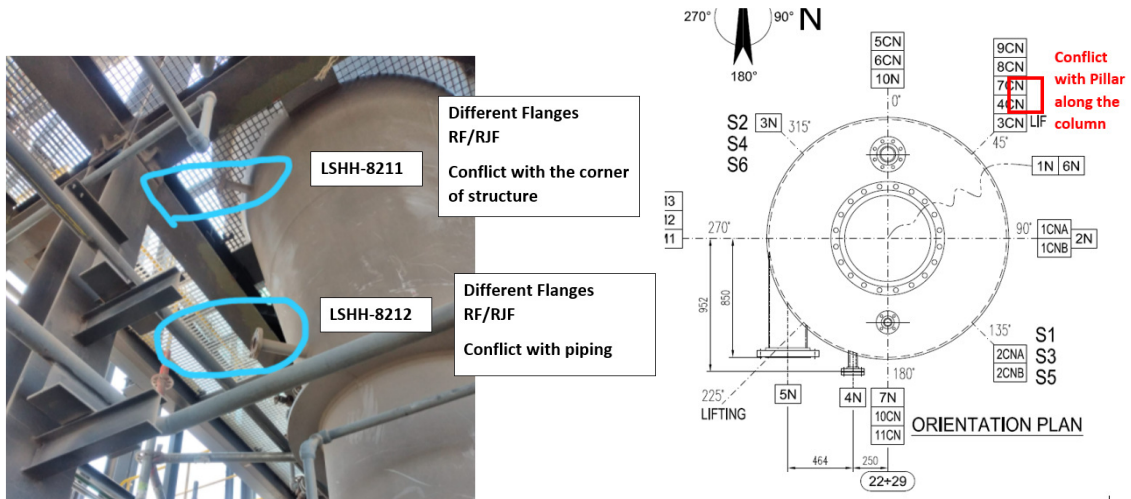


Figura 43. Posição dos sensores junto ao pilar da estrutura.

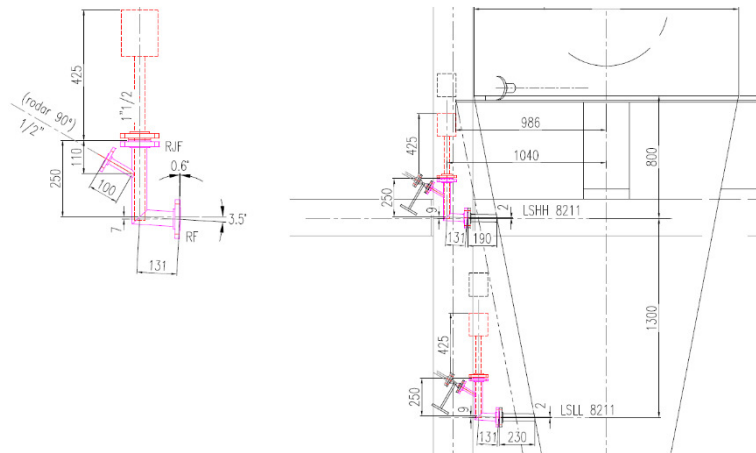


Figura 44. Desenho com acessório a construir e verificação de medidas após implantação

Outro caso idêntico foi o de um detetor que não tinha espaço para ser instalado devido à passagem de uma tubagem. Nesse caso, foi proposto alterar a tubagem ao projetista (conforme figura 45), o que acabou por ser realizado.

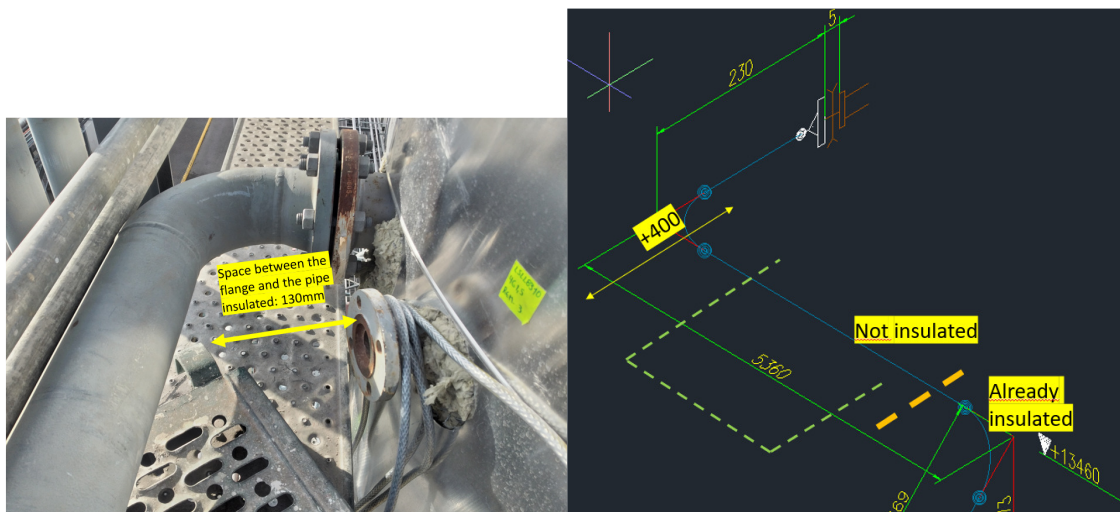


Figura 45. Problema e proposta de resolução

#### 4.4.5. Caudalímetros

O último tipo de instrumento que destacamos na instalação não é menos importante que os anteriores. Trata-se do equipamento que permite medir o fluxo, ou seja, os caudalímetros (também identificados como FT).

Como referido anteriormente, para ajustar as pressões e temperaturas tão importantes no processo da destilação do óleo, é necessário que válvulas de controlo aumentem ou diminuam o fluxo de fluido em determinados pontos do processo. Os caudalímetros permitem saber se as quantidades de fluido que estão a ser transferidas estão de acordo com os requisitos do processo.

Na unidade de regeneração de óleos são necessários 45 caudalímetros, de entre os quais se encontram diferentes tipos:

##### Vortex

O princípio de medição é baseado na teoria de vórtices de Von Karman. O tubo de medição contém um obstáculo plano, após o qual ocorre um rasto de vórtices. A frequência do rasto de vórtices é proporcional à velocidade. À medida em que a velocidade do fluxo aumenta, a frequência dos sinais acústicos gerados em dois sensores piezoelétricos também aumenta [20].

Assim, a medição de caudal é feita pela medição indireta de velocidade do fluido. Este tipo de caudalímetro tem o aspeto apresentado na figura 46.



Figura 46. Caudalímetro tipo Vortex [17]

### **Mássicos – Coriólis**

Um medidor de Coriólis baseia-se nos princípios da mecânica de movimento. Quando o líquido do processo entra no sensor, ele é dividido. Durante a operação, uma bobina propulsora faz com que os tubos oscilem à sua frequência de ressonância natural. À medida que os tubos oscilam, a tensão gerada em cada bobina produz uma onda sinusoidal. Isso indica o movimento de um tubo em relação ao outro. O atraso entre as duas ondas seno é chamado Delta-T e é diretamente proporcional à taxa de fluxo de massa [21]. Este caudalímetro tem um corpo como o que se encontra na figura 47.



Figura 47. Caudalímetro tipo Coriólis [17]

### **Diferenciais de Pressão - Placa de Orifício**

Trabalha com o princípio de um tubo parcialmente estrangulado obstruindo o caudal. Isso cria uma diferença na pressão estática entre montante e jusante do sensor. A diferença de pressão estática (denominada como pressão diferencial) é medida e usada para determinar o caudal (por meio de sistemas mecânicos ou elétricos). Os orifícios calibrados causam um estrangulamento ao fluxo do fluido. Quando um fluido (líquido ou gasoso) passa pelo orifício, a sua pressão aumenta ligeiramente a montante do orifício, mas como o fluido é forçado a convergir para passar pelo buraco, a velocidade aumenta e a pressão do fluido diminui. Medindo a diferença de pressão de fluidos a montante e a jusante da placa, é possível obter o caudal [22]. O modelo de construção encontra-se na figura 48.

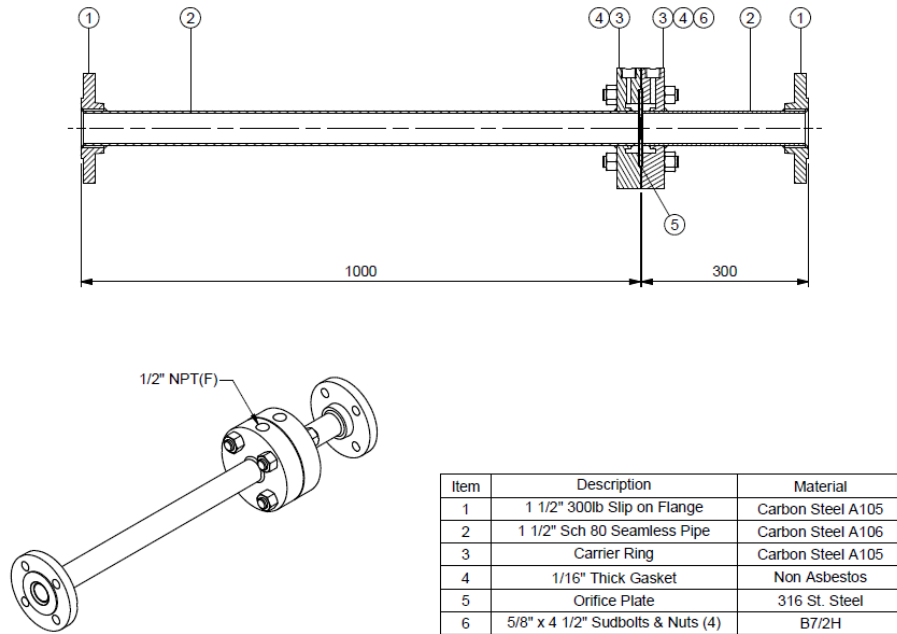


Figura 48. Desenho e lista de componentes de caudalímetro tipo diferencial de pressão com placa de orifício [17]

De acordo com estas características, a aplicação de cada um dos tipos diferentes de caudalímetros varia em função da sua localização no processo.

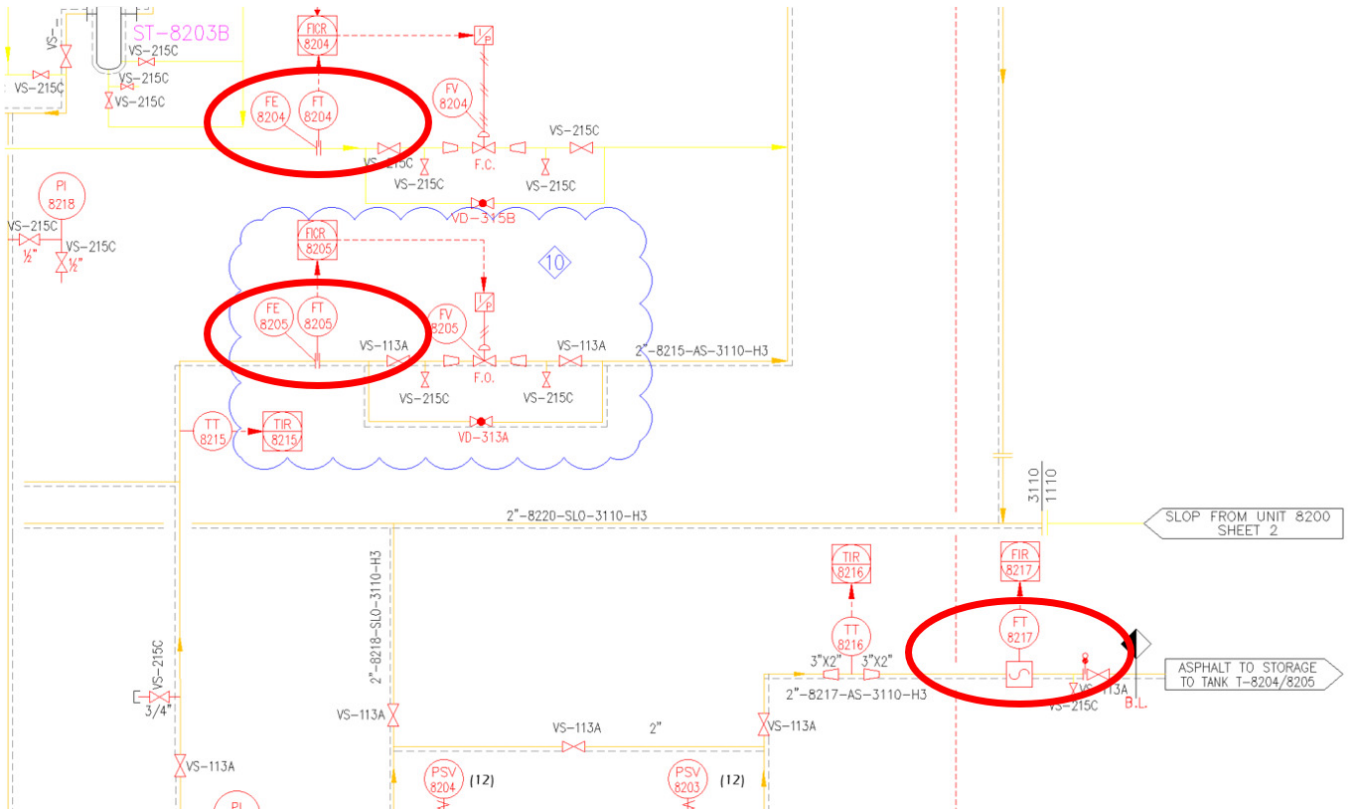


Figura 49. Diagrama de processo onde se encontram diferentes tipos de caudalímetros [12]

Como se pode verificar na figura 49, na linha amarela de reposição de produto encontra-se o FT-8204 (coriólis), na linha de recirculação dos fundos da coluna encontra-se o FT-8205 (placa de orifício) e na linha de envio para o tanque de armazenamento encontra-se o FT-8217 (vortex).

As características determinantes para a seleção dos caudalímetros foram:

- o tipo de caudalímetro;
- o diâmetro da tubagem;
- o tipo e o estado do fluido;
- os caudais mínimos, normais e máximos;
- a pressão de entrada;
- o diferencial de pressão;
- a viscosidade e a densidade do fluido;
- a temperatura;
- o diâmetro do furo calibrado (caso sejam caudalímetros com placa de orifício).

Segue-se uma folha (figura 50) uma parte dos dados de especificação de um caudalímetro tipo placa de orifício. No anexo I encontra-se a folha completa.

Rev.	GENERAL CHARACTERISTICS							
1	ORIFICE PLATE <input checked="" type="checkbox"/> FLOW NOZZLE <input type="checkbox"/> VENTURI TUBE <input type="checkbox"/> PITOT TUBE <input type="checkbox"/>							
2	CALCULATION ACCORDING TO : ISO 5167.2.2003 <input checked="" type="checkbox"/> METER RUN <input type="checkbox"/>							
3	UNI <input type="checkbox"/>							
4								
5								
6								
7								
8	Quantity	Tag N°	1		FT-8301			
9	Piping Identif. N°	DN	Material	8302	3"	C.S.		
10	Section	Service	Outlet P-8301					
11	P&ID Drawings	Title dwg.	8300-15-2017					
12	OPERATING CONDITIONS	Fluid	Type	State	DMZ	LIQUID		
13		Flow :	Min.	Normal	Max	Kg/h	768	
14		Flow full scale					Kg/h	7700
15		Inlet pressure					Barg	4
16		Differential pressure					mmH2O	1250
17		Temperature					°C	195
18		Liquid specific weight					Kg/m3	761
19		Steam specific weight					Kg/m3	
20		Gas S.W. 0° and 760 mmHg ABS					Kg/m3	
21		Viscosity					cP	1,23
22		Compressibility factor						
23		Specific heat ratio					K	
24	Gas relative humidity					j		
25	Internal pipe diameter at 20 °C						mm	(NOTE 2)
26	Orifice bore	d / D		20,52	0,391			
27	Plate :	Thickness	Ident. Tag N°.	3 mm	FT-8301			
28	Flanges :	Type	Ident. Tag N°.	Rating	Welding-Neck	FE-8301 ANSI 150 RF		
29	Quantity	Flange Face Finish		2	63+125 AARH			
30	PRESS. TAPS	Couple number	Dimensions		2	1/2" NPT-F		
31		Type	Assembly		Flanges Tap	Yes		
32		Couples location		DIAMETER OPPOSED <input checked="" type="checkbox"/>				
33				90 °C <input type="checkbox"/>				

Figura 50. Folha de dados de especificação de caudalímetro tipo placa de orifício [12]

No caso dos caudalímetros tipo Vortex as especificações são diferentes, conforme figura 51 e anexo J.

METERING ELEMENT	GENERAL	Q.TY	REV.	TAG N°	1	0	FT-8316			1	0	FT-8321				
		SERVICE		P & ID	C-8301			8300-15-2017			J-8301			8300-15-2017		
		LINE N°	SIZE	SCHEDULE	8381	3/4"	150 #	8379	3"	150 #						
FLUID DATA	FLUID				SS			MPS								
	STATE				GAS			GAS								
	CORROSIVE COMPOUNDS				NO			NO								
	SOLIDS				NO			NO								
	OPERAT. TEMPERATURE (°C)				380			162								
	OPERAT. PRESSURE (Bara)				7,5			6,5								
	MIN - OPER. - MAX (Kg/h)	3,6	30,0	36,0	112,1	934,0	1.120,8									
LIQUID DATA	DENSITY AT 15°C				-			-								
	DENSITY AT CONDITIONS (Kg/m <sup>3</sup> )				2,51			3,42								
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)				0,0236			0,0144								
VAPOR DATA	MOLECULAR WEIGHT				-			-								
	COMPR. FACTOR AT CONDITIONS				-			-								
METER	TYPE OF PRIMARY ELEMENT				VORTEX FLOW METER			VORTEX FLOW METER								
	WETTED PARTS MATERIAL				AISI 316			AISI 316								
	STEAM JACKET				NO			NO								
	STEAM JACKET CONNECTION				-			-								
	ELECTRICAL CONNECTION				(*)			(*)								
	ENCLOSURE CLASS				IP-65			IP-65								
	METER SIZE				(*)			(*)								
	PROCESS CONNECTION SIZE & RATING				DN (*) - 150# RF/SF			DN (*) - 150# RF/SF								
	MAX. ALLOWABLE ΔP (BarG)				0,1			0,1								

Figura 51. Folha de dados de especificação de caudalímetros tipo Vortex [12]

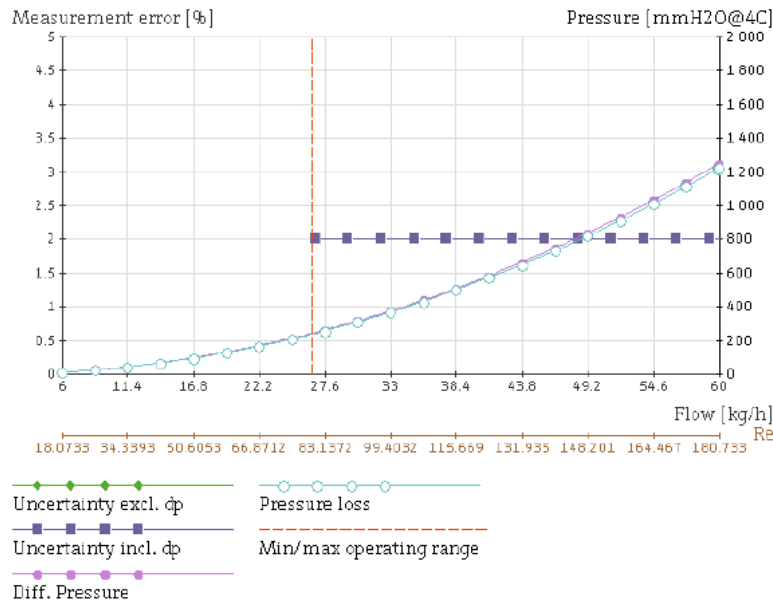
No caso dos caudalímetros de placa de orifício calibrado, é sempre necessário efetuar cálculos de dimensionamento para determinar a medida do orifício que seja adequada ao processo.

No entanto, devido às características do processo, verificou-se que não existiam medidas para as condições de processo necessárias. Para valores mínimos de caudal, a velocidade de escoamento era muito baixa e a incerteza seria muito elevada. Na figura 52 segue-se um exemplo da folha de cálculo onde se indicam esses erros de projeto.

Por esse motivo, foi necessário que o projetista revisse as folhas de especificações dos caudalímetros.

Chart sheet

Chart (based on nominal process conditions)



Flow rate(%)	Flow rate (kg/h)	Differential pressure (mmH2O@4C)	Uncertainty excl. dp(%)	Uncertainty incl. dp(%)
10	6	12.5	n.a.	n.a.
20	12	50	n.a.	n.a.
30	18	112.5	n.a.	n.a.
40	24	200	n.a.	n.a.
50	30	312.5	2.0025	2.00811
60	36	450	2.0025	2.00521
70	42	612.5	2.0025	2.00396
80	48	800	2.0025	2.00336
90	54	1 012.5	2.0025	2.00303
100	60	1 250	2.0025	2.00285

Message(s)

1. Orifice diameter not covered by the calculation standard (too small). 2. Pipe diameter too small for the selected primary element (acc. to calculation standard). 3. The pipe dimensions are Applicator default values. Please check values to enable a correct sizing. Please open under Pipe standard the corresponding pipe table. After selected standard click one of the pipe dimension fields to open pipe table again. 4. Diameter ratio beta is outside optimization range (too small) 5. The fluid velocity at max., nom. and min. req. flow is very low. Select a smaller pipe if possible. 6. Pipe and fluid data are not verified yet. Please click on the 'Confirm' button.

Figura 52. Cálculo fornecido pela Endress Hauser

Outra dificuldade relacionada com os caudalímetros prende-se com a necessidade de meios para seccionar, purgar e limpar as linhas de impulso. Nos caudalímetros (componente instalado na tubagem) encontram-se as tomadas de entrada do fluido que serão utilizadas para ligar ao equipamento eletrónico que vai medir os diferenciais de pressão (e que fica distanciado da tubagem). Estas linhas não devem ser ligadas diretamente ao instrumento, pelo que foi necessário adquirir *manifolds* (válvulas de 5 vias, conforme figura 53) para todos os caudalímetros diferenciais de pressão.



Figura 53. Manifold adquirido com 5 vias e respetivas funções [23]

#### 4.4.6. Procurement e Adjudicação

Dada a enorme quantidade de instrumentos necessários para a instalação, procurou-se um fornecedor com a capacidade de fornecer todos os equipamentos e assim ter-se um maior poder para negociar o valor final. Apenas um fornecedor (Fornecedor 3) tinha solução para todos os equipamentos. Ainda assim, outras empresas cotaram a maioria dos equipamentos (ver tabela 9):

Tabela 9. Comparação de custo de instrumentos em diferentes fornecedores

	Custo Total	Valor Final Negociado
Fornecedor 1	122 834 €	
Fornecedor 2	100 238 €	
Fornecedor 3	153 494 €	100 000 €

**Nota:** Um fator a ter em conta é que equipamentos com classificação Ex (ATEX) são substancialmente mais caros que equipamentos idênticos sem esse requisito.

Após bastante negociação com o Fornecedor 3 avançou-se com a adjudicação.

No entanto, os detetores de nível não foram fornecidos pela Fornecedor 3, pois os que esta empresa propôs não eram adequados para as temperaturas do processo. Foi necessário adquirir esses equipamentos a outro fornecedor.

## 4.5. Instalação elétrica e de instrumentação

### 4.5.1. Procurement e Adjudicação de prestador de serviço

Para que todos os equipamentos adquiridos cumpram a sua função e visto ser um conjunto grande de equipamentos, foi necessário recorrer a uma empresa externa para realizar este trabalho.

De forma semelhante ao que foi realizado para a aquisição dos equipamentos, foram consultadas diferentes empresas com o intuito de encontrar uma boa solução em termos de qualidade, preço e disponibilidade.

Seguem-se dois quadros resumo (tabela 10 e 11). Um formato maior da tabela 11 encontra-se no anexo K.

Tabela 10. Comparação dos valores finais de cada proposta e respetivos prazos

Instalação eléctrica e instrumentação Regeneração				
EMPRESAS	FORNECEDOR 1	FORNECEDOR 2	FORNECEDOR 3	FORNECEDOR 4
Preço Final	180 000,00 €	199 000,00 €	212 000,00 €	371 000,00 €
Outros				
Prazos Globais de Execução	6 semanas	8 semanas	8 semanas	12 semanas
Disponibilidade para entrar em obra	1 semana	4 semanas	2 semanas	4 semanas

Tabela 11. Mapa comparativo de cada um dos itens da proposta

POS.	DESCRIÇÃO	UNI.	QUANT. NEC. COM JUNCTION BOX	QUANT. NEC.	QUANT. REQ.	FORNECEDOR 1			FORNECEDOR 2			FORNECEDOR 3			FORNECEDOR 4		
						QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. REQUISITADA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. REQUISITADA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. REQUISITADA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. REQUISITADA
								191 196 €			217 358 €			231 046 €			410 414 €
2	Fornecimento e instalação, Cabos de potência; (CLASS AREA), des. N° 15-2017-PCL-ELE-REV.2																
2.1	4G2,5 + Arm	m	261	710	710	710	3,44 €	2 442,40 €	710	3,18 €	2 255,08 €	710	3,87 €	2 747,70 €	710	5,39 €	3 828,17 €
2.2	4G2,5+Sh. + Arm	m	369	1168	1168	1168	4,11 €	4 800,48 €	1168	3,61 €	4 212,60 €	1 168	4,16 €	4 858,88 €	1168	6,76 €	7 895,92 €
2.3	4G 4 + Arm	m	395	460	460	460	4,07 €	1 872,20 €	460	4,06 €	1 869,73 €	460	4,66 €	2 143,60 €	460	7,06 €	3 248,70 €
2.4	4G 4 +Sh. + Arm	m	156	235	235	235	4,95 €	1 163,25 €	235	4,69 €	1 103,24 €	235	5,33 €	1 252,55 €	235	9,17 €	2 155,73 €
2.5	4G6 + Arm	m	0	140	140	140	4,91 €	687,40 €	140	5,19 €	727,15 €	140	5,88 €	823,20 €	140	9,34 €	1 307,67 €
2.6	4G6 + Sh. Arm	m	73	265	265	265	6,12 €	1 621,80 €	265	5,94 €	1 573,66 €	265	6,87 €	1 820,55 €	265	11,79 €	3 124,83 €
2.7	3x(1x50)+PE(1x25)+ Arm	m	0	120	120	120	22,63 €	2 715,60 €	120	23,52 €	2 822,14 €	120	26,84 €	3 220,80 €	120	42,69 €	5 123,36 €
2.8	CONDUIT TYPE TAZ25 ØExt.25mm	m	320	320	320	320	6,77 €	2 166,40 €	320	5,92 €	1 893,60 €	320	9,43 €	3 017,60 €	320	14,91 €	4 770,93 €
2.9	CONDUIT TYPE TAZ32 ØExt.32mm	m	200	200	200	200	11,48 €	2 296,00 €	200	6,11 €	1 221,30 €	200	11,24 €	2 248,00 €	200	16,19 €	3 238,50 €
2.10	Termination cable 4G2,5 + Arm	un	11	11	11	11	29,52 €	324,72 €	11	36,60 €	402,60 €	11	18,74 €	206,14 €	11	22,07 €	242,72 €
2.11	Termination cable 4G2,5+Sh. + Arm	un	19	19	19	19	35,17 €	668,23 €	19	41,82 €	794,58 €	19	17,09 €	324,71 €	19	22,07 €	419,24 €

Para a elaboração das propostas, foram disponibilizados os documentos do projetista com especificações, esquema de ligações e mapa de quantidades.

Ao preparar a lista detalhada para comparação e análise de preços (conforme tabela 11), pode-se verificar que grande parte do custo neste tipo de projeto está relacionado com o cabo de potência. Devido ao preço dos materiais, este componente é cada vez mais significativo no custo dos trabalhos. Isso foi algo a ter em conta em outros pontos do projeto, como se irá verificar.

A empresa escolhida para realizar a instalação foi o Fornecedor 1.

### Ligação elétrica de equipamentos

De forma a aproveitar o material dos quadros elétricos da unidade anterior, verificou-se a disponibilidade de potência em cada gaveta (dos antigos equipamentos) e definiram-se quais os equipamentos da nova instalação que ali poderiam ser ligados. Dessa forma, aproveitou-se muito material, desde disjuntores a variadores de velocidade.

Este foi um trabalho conjunto entre a equipa técnica da SISAV e o projetista. Na tabela seguinte (tabela 12) pode verificar-se a relação entre o projeto antigo e o novo projeto. Um formato maior encontra-se no anexo L.

Tabela 12. Verificação dos componentes do antigo projeto com o novo projeto

VECCHIO PROGETTO							NUOVO PROGETTO NOSTRO							
ITEM	TIPC	POT (l)	SALV	CONT	INV/SOFT	CAVO	ITEM	PA	TIPC	POT	SALV	CONT	INV/SOFT	CAVO
P8402	INV	3	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 70m	EA-8205B	415	INV	2,2	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1	
P8403	INV	1,1	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 72m	EA-8307	420	INV	0,55	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1	
P8404	INV	3	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68m	P-8304B	425	INV	2,2	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1	
P8405	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 74m	EA-8309	430	INV	1,5	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	
P8406	INV	1,1	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68m	EA-8305	435	INV	0,55	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1	
P8407	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68m	P-8206B	440	INV	0,25	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	
P8408	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 66m	P-8206A	445	INV	0,25	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	
P8409	INV	1,5	3RV2011-1FA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE15-8AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 64m	P-8303B	450	INV	1,5	3RV2011-1FA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE15-8AF1	

No quadro elétrico foi necessário instalar um novo CPU e dois variadores de velocidade:

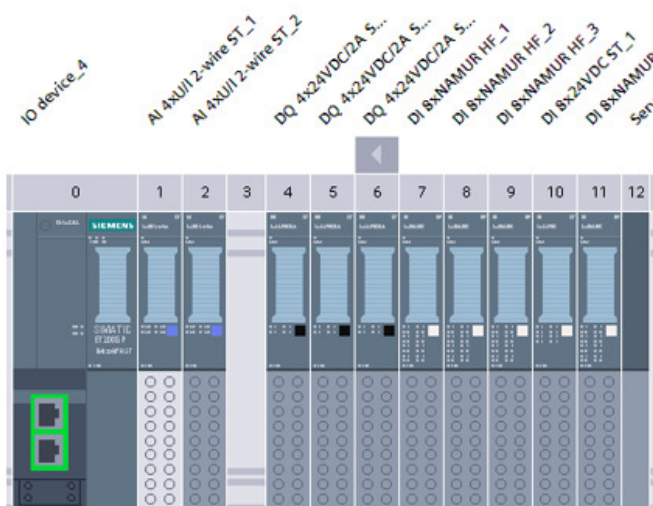
1 Variador Sinamics G120C 0.5kW 6SL3210-1KE11-8AF2;

1 Variador Sinamics G120 5.5kW 6SL3210-1KE21-3AF1;

1 CPU SIMATIC S7-1500, 1516-3 PN/DP (Primeira interface: PROFINET IRT com switch de 2 portas. Segunda interface: PROFINET RT. Terceira interface: PROFIBUS).

Para as caixas *Remotes* (caixas de sinais para comunicação com válvulas e instrumentos) distribuídas pela instalação, foi necessário realizar um *upgrade* colocando mais cartas para recepção de uma maior quantidade de instrumentos (relativamente à instalação anterior). Um exemplo de uma *Remote* que necessitou de várias cartas adicionais foi a *Remote 4*, como se pode perceber na figura 54:

Remote I/O 4 – Old Software



Remote I/O 4 – New Software

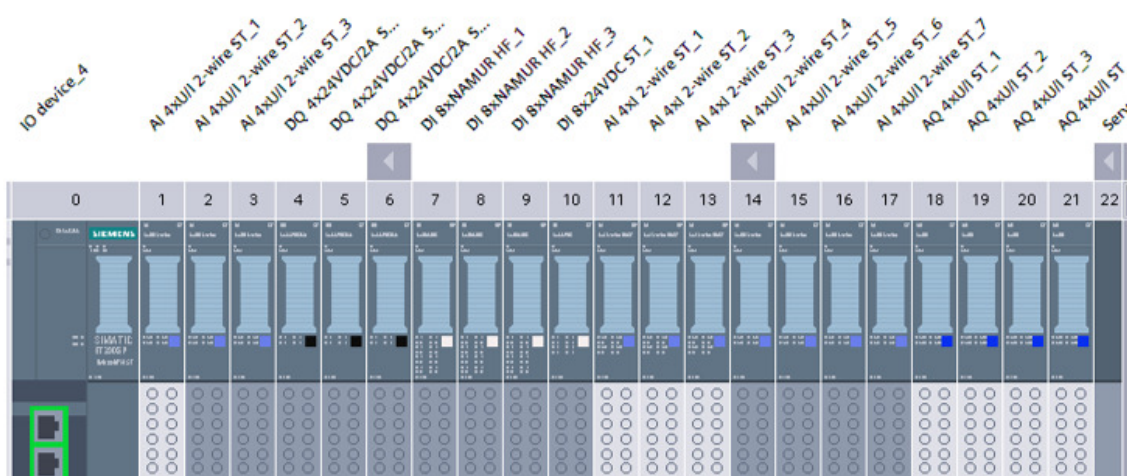


Figura 54. Comparação entre de sinais na "Remote 4" do antigo projeto e do novo [12]

No total foram compradas:

4 Cartas AI 4xI 2-wire 4...20mA HART

9 Cartas AI 4xUI 2-wire ST

5 Cartas AQ 4xUI ST

Foi também comprada uma caixa nova para uma *Remote* adicional.

Foi disponibilizada uma lista de instrumentos e válvulas e respetivas caixas onde deveriam ser ligados (conforme tabela 13).

Tabela 13. Lista de Equipamentos com TAGs e respetivas Remotes I/O [12]

UNIT	FIELD TAG	LOOP TAG	INSTRUMENT	SERVICE	JUNCTION BOX REMOTE I/O	TERMINAL	
						+	-
8100	CV-8101	CV-8101	SOLENOID VALVE		4	1	9
8100	CV-8102	CV-8102	SOLENOID VALVE		4	2	10
8100	FT-8101	FICR-8101	FLOW TRANSMITTER	P-8101A	1-2	10	14
8100	FT-8103	FIR-8103	FLOW TRANSMITTER		1-2	9	13
8100	FT-8104	FIR-8104	FLOW TRANSMITTER	P-8102B	4	9	13
8100	FT-8105	FIR-8105	FLOW TRANSMITTER		4	10	14
8100	FT-8106	FIR-8106	FLOW TRANSMITTER		4	11	15
8100	LDT-8103	LIR-8103	LEVEL TRANSMITTER		4	10	14
8100	LIT-8102	LICR-8102	LEVEL TRANSMITTER		4	9	13
8100	LIT-8104	LICR-8104	LEVEL TRANSMITTER		4	11	15
8100	LSH-8102	LAH-8102	LEVEL SWITCH HIGH	C-8101	3	1	9
8100	LSL-8101	LAL-8101	LEVEL SWITCH LOW	D-8120	4	1	9
8100	LSL-8103	LAL-8103	LEVEL SWITCH LOW	C-8101	1-2	1	9

Infelizmente, durante a instalação verificaram-se alguns erros na informação dada pelo projetista. Além disso verificou-se que alguns equipamentos se encontravam muito mais próximos de outras caixas, em vez da caixa indicada pelo projetista, o que obrigava à necessidade de muito mais cabo. Por esse motivo, juntamente com a fiscalização em obra foram propostas ligações a outras *Remote I/Os* (conforme tabela 14).

Tabela 14. Proposta de alteração na ligação dos instrumentos e válvulas

TAG	LEVEL	Current Remote	Remote Suggested
FT-8101	T-812 AREA	Remote 1/2	Remote 5
FT-8210	+10.15	Remote 1/2	Remote 3
FT-8214	+10.15	Remote 1/2	Remote 3
FT-8215	+16.15	Remote 1/2	Remote 3
FT-8216	+16.15	Remote 1/2	Remote 3
PT-8101	T-812 AREA	Remote 1/2	Remote 5
LT-8220	.+0.00	Remote 3	Remote 4
PV-8101	T-812 AREA	Remote 3	Remote 5
PV-8105A	.+0.00	Remote 3	Remote 4
PV-8105B	.+5,15	Remote 3	Remote 1/2
TV-8212	.+0.00	Remote 3	Remote 4
VSH-8202	Tank Farm	Remote 3	Remote 6

Estas realocações foram aceites pelo projetista e conduziram a uma atualização da documentação do projeto.

### Material a aplicar:

As especificações do projetista referentes aos materiais bem como a lista de quantidades de cabos elétricos, cabos de comunicação, esteiras para passagem dos cabos e suportes foram fornecidas para elaboração das propostas.

As especificações incluíam todos os materiais para a instalação pneumática para os instrumentos, desde os tubos do ar, coletores de ar, válvulas de corte, etc.

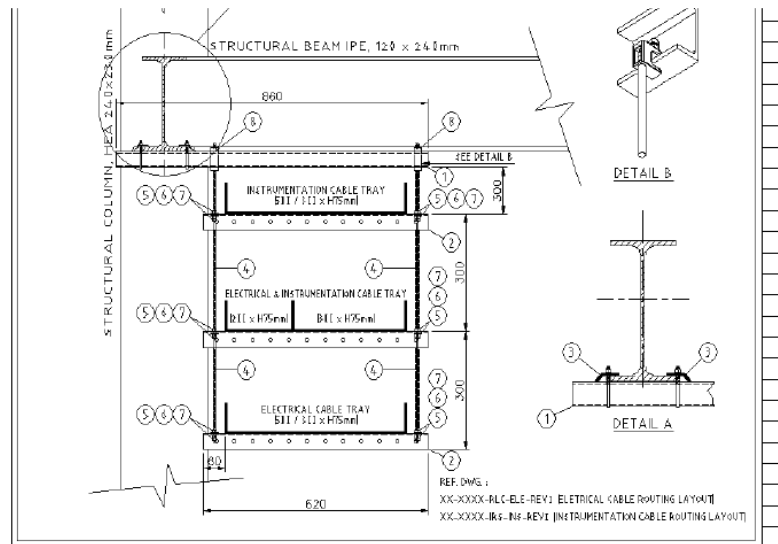
De seguida pode-se verificar um exemplo da especificação para um conjunto de cabos e respetivas quantidades (ver figura 55 ou anexo M).

POWER CABLE TYPE "A"										
1										
3										
4	1 - TIPO Type	- CAVI NORMALI STD. Cables	- CAVI AUTOESTINGUENTI Self extinguishing cables CEI 20.35/IEC 332-1 Or equivalent VDE	- NON PROPAGANTI INCENDIO Not propagating fire CEI 20.22 II/IEC 332-3A Or equivalent VDE						
5		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
6										
7	2 - MATERIALI Materials	<input checked="" type="checkbox"/>	GUAINA ESTERNA IN PVC RZ RESISTENTE AGLI OLI E GRASSI INDUSTRIALI External jacket in PVC RZ oil and industrial grease resistant							
8		<input checked="" type="checkbox"/>	ISOLAMENTO CONDUTTORE IN GOMMA ALTO MODULO (PVC o G7) Conductor insulation, high module rubber HEPR type							
9		<input checked="" type="checkbox"/>	ARMATURA: ACCIAIO AL CARBONIO ZINCATO A NASTRO O A FILI Armouring: Galvanized carbon steel band or single wire							
10		<input checked="" type="checkbox"/>	CONDUTTORE: CAVI FLESSIBILI IN RAME ROSSO ELETTROLITICO NON STAGNATO Conductor: Red electrolytic copper wire unfinned, stranded type							
11		<input checked="" type="checkbox"/>	COLORAZIONE A NORME UNEL 00722-74 Colours as per UNEL 00722-74 code							
12		<input checked="" type="checkbox"/>	CONFORME A STD. CEI/IEC As per STD.							
13	3 - CARATTERISTICHE Characteristics	- BASSA EMISSIONE HCL / HCL low emission		<input checked="" type="checkbox"/>	SI / Yes	<input type="checkbox"/>	NO / No			
14		- GUAINA CONDUTTORE / Conductor sheet		<input type="checkbox"/>	PVC R2	<input checked="" type="checkbox"/>	G7			
15		- TENSIONE DI ESERCIZIO (Uo/U) / operating voltage		<input checked="" type="checkbox"/>	600/1000 V	<input type="checkbox"/>	450/750 V			
16		- GRADO DI ISOLAMENTO / Insulation class		<input checked="" type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	3			
17		- ARMATURA / Armouring		<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO			
18		- SCHERMATURA / shielding		<input type="checkbox"/>	SI / Yes	<input checked="" type="checkbox"/>	NO / No			
19	4 - DESCRIZIONE E QUANTITA' (Metri) Description and quantity (mtr.)	Cavo / cable 4G2.5 mm <sup>2</sup>		Cavo / cable 4G4 mm <sup>2</sup>		Cavo / cable 4G6 mm <sup>2</sup>		Cavo / cable 1x50mm <sup>2</sup>		
20		LUNGHIEZZA STIMATA Estimated Length	LUNGHIEZZA ORDINATA Order Length	LUNGHIEZZA STIMATA Estimated Length	LUNGHIEZZA ORDINATA Order Length	LUNGHIEZZA STIMATA Estimated Length	LUNGHIEZZA ORDINATA Order Length	LUNGHIEZZA STIMATA Estimated Length	LUNGHIEZZA ORDINATA Order Length	
21		0	710 mt	925 mt	460 mt	600 mt	140 mt	185 mt	360 mt	470 mt
22		1								
23		2								
24		Cavo / cable 1x25mm <sup>2</sup>		Cavo / cable G mm <sup>2</sup>		Cavo / cable G mm <sup>2</sup>		Cavo / cable G mm <sup>2</sup>		

Figura 55. Folha com características de cabos elétricos solicitados pelo projetista [12]

### Hook-up

Além do material a aplicar, o projetista forneceu os Hook-up, ou seja, os esquemas de montagem previstos para a instalação. Seguem-se um exemplo na figura 56.



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	SIZE	0 TOTAL	
				SUPPLIER & CODE	QUANT.
1	GALVANIZED U CHANNEL	GALVANIZED STEEL	40x35x5.0mm L= 860mm		N. 1
2	SLOTTED CHANNEL		41x41x2.5mm L= 620mm		N. 3
3	CHANNEL BEAM ATTACHMENT WITH COLLAR		M10		N. 2
4	THREADED ROD		M10 L= 950mm		N. 2
5	HEXAGONAL NUT		M10		N. 18

Figura 56. Explicação de montagem de esteiras [12]

Muito importantes são também os esquemas de instalação para os instrumentos (ver figura 57):

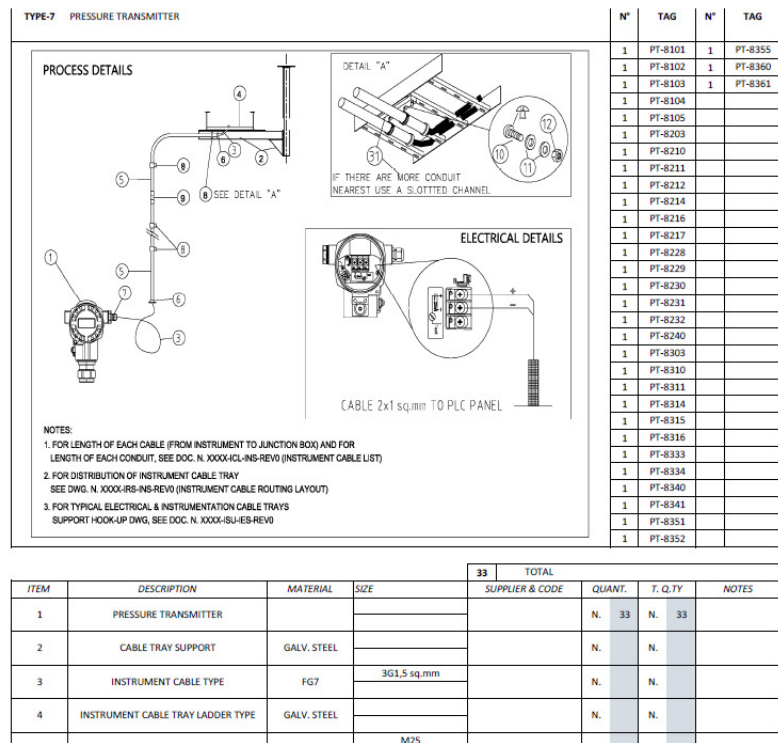


Figura 57. Explicação de montagem de ligação de transmissores de pressão [12]

O Fornecedor 1 seguiu estas instruções de montagem.

**Layout para instalação:**

Outra informação de grande importância é o “caminho” por onde irão passar os cabos (ver figura 58).

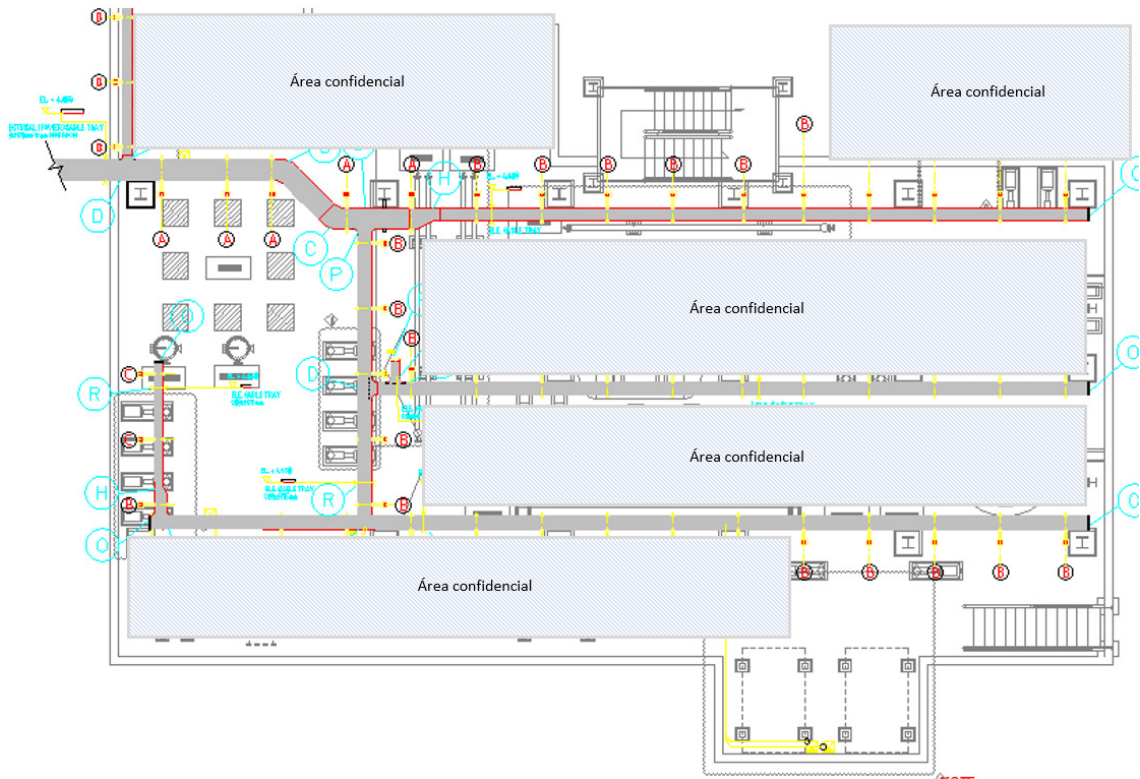


Figura 58. Desenho com passagem de esteiras para cabos de potência e sinal [12]

Estes layouts dão informação do caminho de cabos, tipos de material a aplicar, localização das caixas “Remotes” e localização dos equipamentos/instrumentos (figura 59).

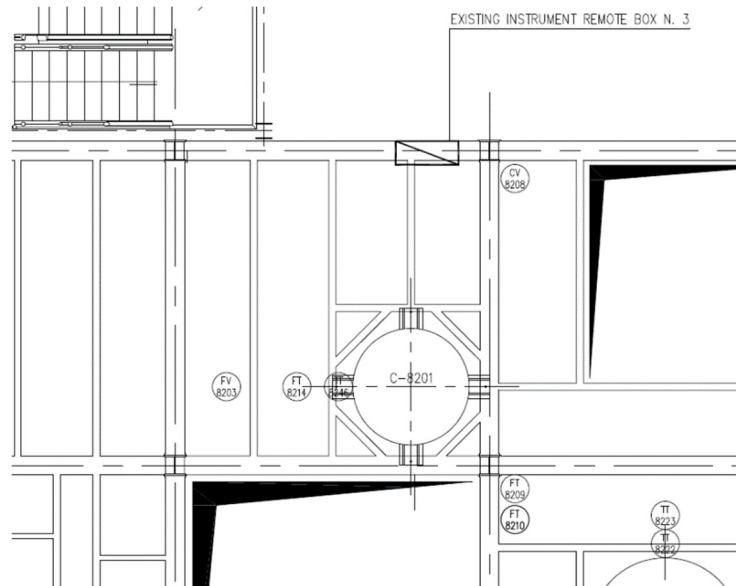


Figura 59. Desenho com posição das Remotes e posição dos instrumentos e válvulas (identificação com os TAGS [12])

No caso do layout desenvolvido pelo projetista, verificou-se na instalação que poderiam ser realizados alguns ajustes de forma a minimizar o percurso dos cabos (e por sua vez minimizar custos). Além disso, ao aplicar-se o layout do projeto, alguns caminhos de cabos iriam entrar em conflito com a tubagem do processo. Assim, foram propostos alguns ajustes (conforme figura 60) ao projetista os quais foram aceites.

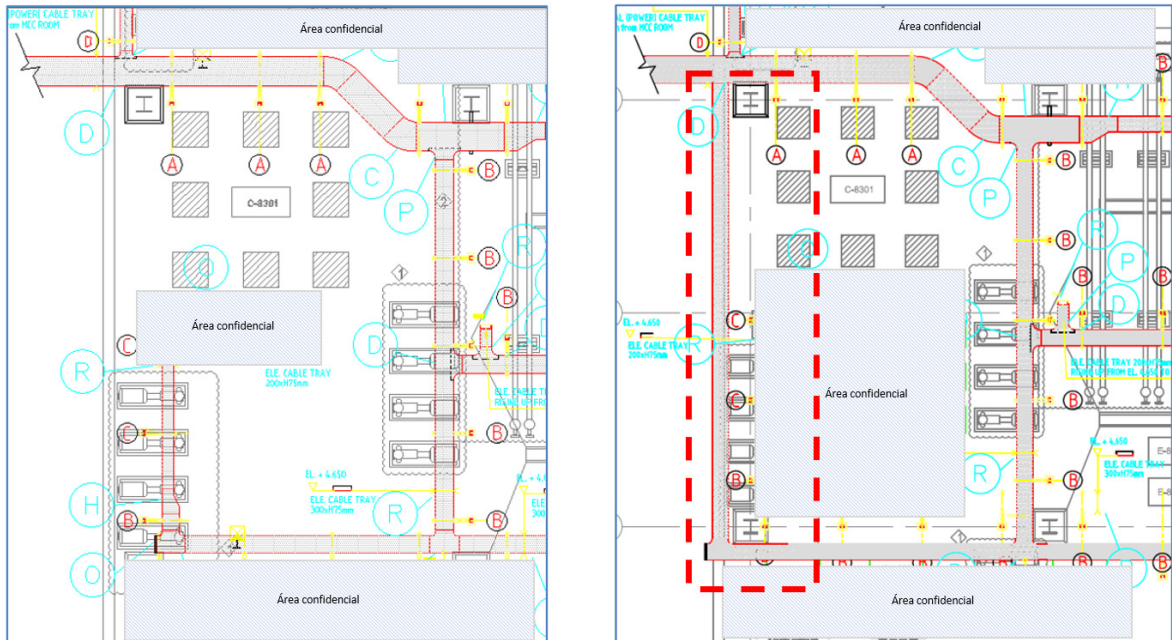


Figura 60. À esquerda o layout de projeto; à direita o layout proposto e implementado

### Esquemas elétricos

Foram também preparados pelo projetista e disponibilizados ao empreiteiro os esquemas elétricos para a ligação correta dos equipamentos. Segue-se um mero exemplo na figura 61, que pode ser melhor visualizado no anexo N.

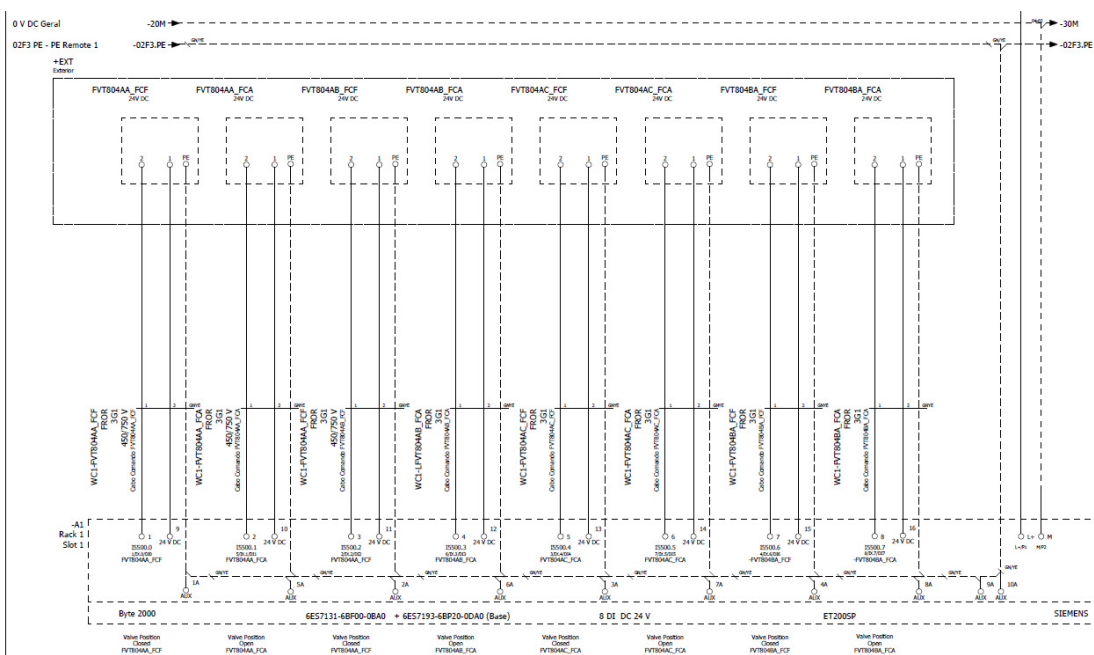


Figura 61. Exemplo de uma parte do esquema elétrico fornecido pelo projetista e implementado [12]

### Linha de Ar comprimido

No que diz respeito à instalação do ar comprimido, a documentação do projetista não continha dados específicos para localização dos potes de distribuição (coletores) que, por sua vez, estariam ligados aos instrumentos e válvulas. Assim, foi necessário que a equipa técnica do SISAV e o fiscal de obra definissem essa montagem. Segue o esquema aplicado (figura 62 ou formato maior no anexo O):

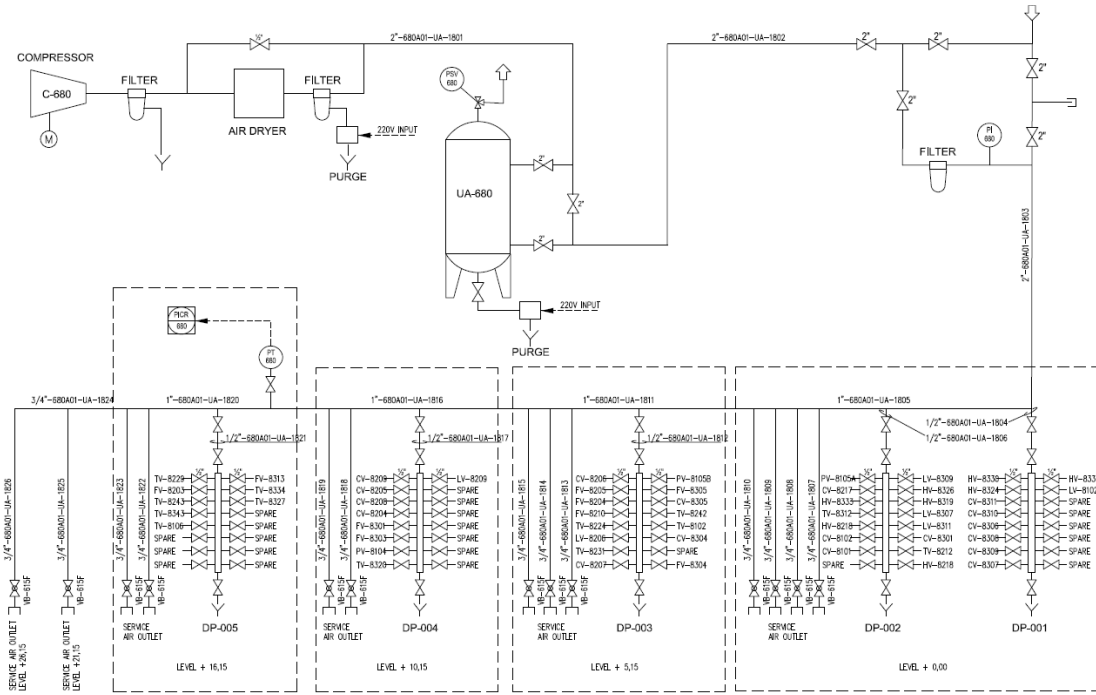


Figura 62. Esquema do sistema a implementar para a distribuição do ar comprimido

### 4.5.2. Execução e acompanhamento da obra

O trabalho realizado pelo empreiteiro da eletricidade e instrumentação (bem como os das outras áreas, mecânica, civil, etc.) foi alvo de um acompanhamento que permitisse fazer, em qualquer fase da obra, o ponto de situação dos trabalhos, ou seja, saber o que já foi realizado, o que não foi, o que está adiantado ou o que está atrasado.

Para isso realizaram-se algumas reuniões regulares no estaleiro da obra (ver figura 63) e diariamente o chefe de equipa comunicava com a equipa técnica da SISAV.



Figura 63. Local do estaleiro com um contentor para reuniões de acompanhamento de obra

Este acompanhamento é fundamental para a verificação dos autos de medição com o progresso dos trabalhos e respetivas faturações.

Para que o ponto de situação dos trabalhos estivesse disponível também para aqueles que não estavam em obra (por exemplo: para a direção da empresa ou para o projetista italiano), preparou-se um mapa para acompanhamento dos trabalhos, conforme se pode ver na figura 64 (também no anexo P):

POSITION	Consumer / Device number	Consumer / Device designation	MONTAGEM DE MOTORES E ESTEREA. ELET. ROD. LUBRIGOS	PASAGEM DE CABOS	Calibração e teste de instrumentos e V&D's	SENTEIDO DE ROTACAO MOTORES	START UP	AVANÇO INSTRUMENTAÇÃO	
								AVANÇO ELÉTRICA	
								OBSERVAÇÕES	
22	FT-8104	FLOW TRANSMITTER (P-8102A/B - LINE 2°-8115-DFU-1110-H1) + FE-8104	X			N/A	20%	-	
23	FT-8105	FLOW TRANSMITTER (P-8103A/B - LINE 1°-8142-WW-1105)	X	X	X	N/A	60%	-	
24	FT-8106	FLOW TRANSMITTER (P-8104A/B - LINE 1/2°-8143-LE-1110)	X	X	X	N/A	60%	-	
25	LG-8101	LEVEL GAUGE (D-8120)	x	N/A	N/A	N/A	100%	-	
26	LG-8102	LEVEL GAUGE (D-8120)	x	N/A	N/A	N/A	100%	-	
27	LG-8103	LEVEL GAUGE (D-8120)	x	N/A	N/A	N/A	100%	-	
28	LDT-8103	LEVEL TRANSMITTER (D-8120)	x	x	x	N/A	60%	-	
29	LIT-8102	LEVEL TRANSMITTER (D-8120)	x	x	x	N/A	60%	-	
30	LIT-8104	LEVEL TRANSMITTER (D-8120)	x	x	x	N/A	60%	-	
31	LSH-8102	LEVEL SWITCH HIGH (2º Piso - C-8101)	x	x	x	N/A	60%	-	
32	LSL-8101	LEVEL SWITCH LOW (D-8120)				N/A	0%	-	
33	LSL-8103	LEVEL SWITCH LOW (2º Piso - C-8101)	x	x	x	N/A	60%	-	
34	LSL-8115	LEVEL TRANSMITTER (VP-8101)	x	x	x	N/A	60%	-	
35	LT-8101	LEVEL TRANSMITTER (2º Piso - C-8101)	x	x	x	N/A	60%	-	
36	LV-8101	LEVEL VALVE (LINE 2°-8116-DFU-1110-H1)	X	X	X	N/A	60%	-	
37	LV-8102	LEVEL VALVE (LINE 1°-8142-WW-1105)	X	X	X	N/A	60%	-	
38	PI-8101A	PRESSURE INDICATOR 0/16 Barg (LINE 2°-8104-DHY-3110-H1)		N/A	N/A	N/A	0%	-	
39	PI-8101B	PRESSURE INDICATOR 0/16 Barg (LINE 2°-8104-DHY-3110-H1)		N/A	N/A	N/A	0%	-	
40	PI-8102A	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 2°-8113-DFU-1110-H1)		N/A	N/A	N/A	0%	-	

Figura 64. Mapa para acompanhamento do progresso de trabalhos

Conforme se pode ver, para cada instrumento e equipamento foi identificado o status, nomeadamente:

- montagem;
- caminho de cabos;
- passagem de cabos;
- calibração (caso se aplique);
- sentido de rotação (caso se aplique).

Dependendo deste status, é calculada uma percentagem global de progresso.

### **Punch List**

À medida que a obra ia avançando verificava-se a necessidade de adicionar ou alterar a instalação, de forma a permitir melhores resultados finais e corrigir alguns erros. Para dar seguimento a essas situações, são utilizadas as *Punch Lists* que, por outras palavras, são listas de verificação com a informação de ações necessárias a tomar para dar por concluído o trabalho (conforme figura 65). No anexo Q encontra-se uma parte da *Punch List* para melhor perceção da informação contida na mesma.

Item	Eng.Group	Equipment	Description	Action	By	Priority	Status	Comments
38	INSTR	FV-8305	FLOW VALVE (LINE 2"-8316-BR-3110-H3)	RELIGAR INSTRUMENTO		1	0%	INVERTER A INTALAÇÃO DA VALVULA, POIS ESTA MONTADA NO SENTIDO CONTRARIO AO FLUXO
39	INSTR	LG-8101	LEVEL GAUGE (D-8120)	REINSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	INSTALAR 2 VALVULAS φ 1"
40	INSTR	LG-8102	LEVEL GAUGE (D-8120)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	INSTALAR CARRETES E 2 VALVULAS φ 3/4"
71	PIPING	LT-8313	LEVEL TRANSMITTER (C-8301)	INSTALAR 2 VALVULAS φ 1"		1	0%	ALTERAR PIPING INTERFERENCIA COM INSTRUMENTO, APOS INSTALAÇÃO DAS VALVULAS
72	ELE	P-8101A	FEEDING PUMP A	LIGAR MOTOR		1	0%	T-812.AREA
97	PIPING	PI-8103A	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 1"-8142-WW-1105)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
98	PIPING	PI-8103B	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 1"-8142-WW-1105)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
120	PIPING	PI-8225	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8205A - LINE 4"-8225-DMZ-1110-H2)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
121	PIPING	PI-8226	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8205B - LINE 4"-8225-DMZ-1110-H2)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
122	PIPING	PI-8228	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 4"-8228-DMZ-1110-H2)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	-

Figura 65. Exemplo de lista "Punch List" com identificação das ações a realizar

### **4.5.3. Problemas encontrados durante os trabalhos**

Além das ações identificadas nas *Punch Lists*, com o desenrolar dos trabalhos encontraram-se várias situações não previstas, as quais foi necessário analisar, verificar soluções e validar com o projetista bem como com o empreiteiro. Algumas destas situações já foram apresentadas nos subtítulos anteriores.

Uma destas situações envolve o transmissor de pressão (PT-8214) cujo cabo, que era fornecido com o equipamento, não tinha comprimento suficiente para ligar à caixa de junção (*Remote*). Substituir o cabo foi a primeira opção considerada. No entanto, o cabo é cravado ao equipamento e desfazer este tipo de ligação, de acordo com o fornecedor, invalida a garantia do equipamento (conforme figura 66). Por isso, foi proposto ao projetista (e aceite) instalar uma caixa de ligações intermédia. No entanto, junto dos cabos de sinal verificou-se também a existência de um tubo fino para passagem de ar. Este tubo tem a importante função de fornecer uma pressão de referência ao equipamento (esquema apresentado na figura 66). Assim, a caixa de ligações intermédia teve de ter um ponto de respiro para que o tubo de ar pudesse também ficar lá interligado. Com a instalação da caixa intermédia não se desfez qualquer ligação e manteve-se a garantia do equipamento.

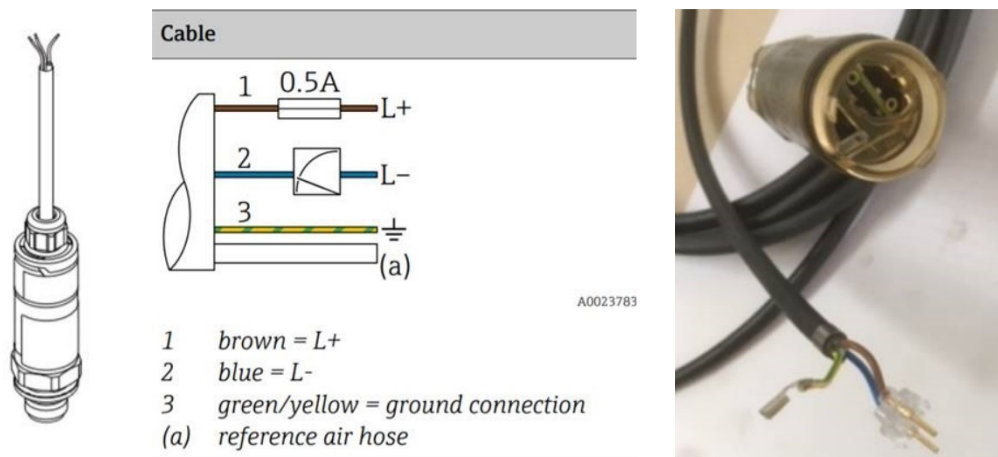


Figura 66. Cabos de ligação e tubo de ar do PT-8214 [17]

#### 4.6. Análises de Layouts e Otimização de Instalações Elétricas

Como já foi referido anteriormente, o custo de uma instalação em muito depende do tipo de cabo elétricos a utilizar, até porque o cobre é um dos materiais que tem tido grandes aumentos de custo nos últimos anos (devido à pandemia e à guerra).

Por exemplo, do custo orçamentado para a empreitada de instalação elétrica e de instrumentação realizada pelo Fornecedor 1, 25% do valor total estava nos cabos elétricos.

Quando uma unidade fabril é grande e é necessário alimentar equipamentos que estão a uma grande distância do quadro geral de baixa tensão torna-se necessário dimensionar os cabos e os disjuntores com margem para as perdas que existem durante o

percurso até aos equipamentos. Ou seja, quanto maior a distância, maior as potências e espessuras de cabo são necessárias. E isso tem grande impacto no custo de uma instalação.

Portanto a equipa técnica do SISAV fez um esforço para otimizar os layouts das instalações eléctricas, conforme será descrito de seguida.

#### **4.6.1. Alimentação de novo *Chiller***

Num processo físico-químico, como é o da unidade de Regeneração de Óleos, é necessário arrefecer os vapores de óleo para levar à condensação do mesmo. Para isso, foi comprado um equipamento de arrefecimento da água que circula nesses permutadores.

Este equipamento, também conhecido por *Chiller*, tem as seguintes características, conforme figura 67:

Informação eléctrica			
Tensão	400 Volt/50 Hertz/3 Fases	Corrente máxima	804,00 A
Potência da unidade	423,56 kW	Corrente de arranque	918,00 A
Potência total dos compressores	396,52 kW		

*Figura 67. Dados do Chiller adquirido para a Regeneração de Óleos [24]*

Segue-se uma foto do equipamento após a montagem do mesmo (figura 68):



*Figura 68. Equipamento para fornecer água gelada aos equipamentos do processo*

Após verificação da capacidade do quadro elétrico da instalação, concluiu-se que o mesmo não tinha disponibilidade para instalação do *Chiller*. O quadro da unidade é composto por um barramento principal de 1000 Amperes e o disjuntor de entrada é de 630 Amperes. Juntando todos os equipamentos já instalados neste quadro (bombas e aircoolers) totaliza uma potencia instalada de 510 Amperes. Olhando para os dados acima onde verificamos que a corrente de arranque é de 804 A e a corrente máxima é de 918 A, percebe-se a necessidade de encontrar outra fonte de energia para o *Chiller*.

Juntamente com a fiscalização elétrica da empreitada verificou-se nos esquemas elétricos do quadro geral de baixa tensão qual a disponibilidade e constatou-se a possibilidade de alimentar o *Chiller* a partir deste quadro. Verificou-se também que a unidade de Regeneração de Óleos e o *Chiller* são os maiores consumidores de energia elétrica da SISAV (o que pode ser comprovado no anexo R). A disponibilidade do QGBT é de 1600 kW. As unidades existentes do SISAV estão a utilizar entre 300 a 500 kW, pelo que pode-se considerar um valor conservativo de 600kW, para efeito de cálculo. Ainda assim existe disponibilidade para potência do *Chiller*.

Para isso foi necessário instalar um disjuntor adequado no QGBT para ligação do *Chiller*. O disjuntor adquirido e instalado foi de 800 A, com analisador de energia. Trabalho apresentado na figura 69.



Figura 69. À esquerda o quadro antes da instalação do disjuntor; à direita após instalação de novo disjuntor de 800A para alimentação do chiller

### **Cálculo de Cabos:**

A metodologia para o cálculo da seção dos cabos (neste caso e nos próximos apresentados) seguiu os seguintes critérios (conforme sugestão do fiscal em obra):

- Capacidade de condução de corrente;
- Máxima queda de tensão admitida;
- Máxima corrente de curto-circuito.
- A seção escolhida ser a maior entre os 3 (três) critérios mencionados acima;
- A eficiência, potência nominal e fator de potência, quando estimados, são retirados dos catálogos dos fabricantes;

### **Valores considerados:**

- Cabos de força de cobre, classe de tensão 0,6/1kV; isolamento e cobertura de PVC;
- Temperatura ambiente 35°C (fator de correção de temperatura: 0,91);
- A máxima queda de tensão admissível de 4% para motores e 5% para quadros;
- O nível de curto-circuito considerado 70 kA.

### **As fórmulas de cálculo utilizadas são as seguintes [25]:**

Corrente de projeto do circuito, em amperes:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi \times \eta}$$

Queda de tensão:

$$\Delta v = \sqrt{3} \times I \times l \times (R_{cat} \times \cos\varphi + Xl \times \sin\varphi)$$

Corrente de curto-circuito, I (amp) durante um tem t (seg):

$$I^2 \times t = \left( \frac{0,34^2}{10^6} \right) \times S^2 \times \log \left( \frac{234 + Tf}{234 + Te} \right)$$

$$S = \sqrt{\frac{(I^2 \times t)}{(13 \times 10^3)}}$$

Foi sugerida a utilização de cabos de alimentação para o *Chiller* com 2 cabos por fase de 185mm<sup>2</sup> + 1 cabo de 185mm<sup>2</sup> para o neutro. A validação dos cabos, realizada pela supervisão juntamente com a equipa técnica da SISAV encontra-se no anexo S.

Segue-se a foto (figura 70) da instalação das esteiras para passagem dos cabos:



*Figura 70. Esteira nova no lado esquerdo do pipe-rack (para passagem do cabo de alimentação do chiller*

#### **4.6.2. Alimentação da caldeira de Óleo Térmico**

Se por um lado é necessário arrefecer os vapores de óleo para condensarem, é necessário aquecer bastante o óleo de forma a alcançar temperaturas elevadas que permitam a vaporização do mesmo. Por isso foi instalada uma caldeira de óleo térmico que aquece o óleo aproximadamente até 400°C.

Para o funcionamento da caldeira é necessário instalar duas bombas circulação do óleo, uma bomba para reabastecer o circuito de óleo e a caldeira tem um ventilador instalado. No total os equipamentos a alimentar com energia elétrica são os listados na figura 71:

DE	PARA	TENSÃO (Vóltis)	NÚMERO DE FASES	POTÊNCIA (KW)	POTÊNCIA (KVA)
MCC H903	MV.101	400	3	4	4,53
MCC H903	MP.01 (P-903A)	400	3	15	16,98
MCC H903	MP.02 (P-903B)	400	3	15	16,98
MCC H903	MP.03 (P-9301)	400	3	0,75	0,85

Figura 71. Potência dos equipamentos que fazem parte da caldeira de óleo térmico

Estes equipamentos ficarão ligados no quadro elétrico da caldeira, apresentado na foto abaixo (figura 72):



Figura 72. Caldeira instalada com bombas de recirculação e ventilador

Como se pode verificar na figura 71 não se tratam de grandes potências e portanto é possível alimentar este quadro a partir do quadro principal da regeneração. Mas, assim como o *Chiller* estava a uma grande distância do QGBT, a zona da caldeira e respetivo quadro encontram-se bastante distantes do quadro da Regeneração o que representava, portanto, um custo bastante elevado. Inicialmente considerou-se a instalação de cabo de 35mm<sup>2</sup>, conforme apresentado na figura 73.

DE	PARA	TENSÃO (Volts)	NÚMERO DE FASES	POTÊNCIA (KW)	POTÊNCIA (kVA)	FACTOR DE POTÊNCIA	RENDIMENTO (%)	COMP. DO CIRCUITO (m)	FACTOR AGUPAMENTO			In (Amp)	I <sub>ctrc</sub> Corrigido IHEK3 / K1xK2	CABO UTILIZADO	
									K1	K2	K3			(mm²)	CK
<b>Q.G.B.T.</b>															
Q.G.B.T.	CHILLER	400	3	423,56	460,39	0,920	96	190	0,85	0,91	1	665,31	860	2 x 185	OK
Q.G.B.T.	MCC TF	400	3	216,40	245,02	0,920	96	250	0,85	0,91	1	354,07	458	2 x 185	OK
<b>MCC U-800</b>															
MCC	Secador AC (Circ 105F3)	400	3	7	7,61	0,920	96	15	0,85	0,91	1	11,00	14	1 x 2,5	OK
MCC	H-903 (Circ 115)	400	3	35	38,04	0,920	96	200	0,85	0,91	1	54,98	71	1 x 35	OK
MCC	AC-9600 (Circ 165)	400	3	11	11,96	0,920	96	25	0,85	0,91	1	17,28	22	1 x 6	OK

Figura 73. Considerada utilização de cabo de 35mm2 para acionamento do quadro da caldeira (H-903)

Antes de se proceder com a instalação deste cabo, verificou-se que na antiga regeneração existia um cabo de 4x10mm2. Além disso confirmou-se com o projetista a simultaneidade de funcionamento das bombas de circulação de óleo (P-903A/B). Embora existam duas, são redundantes. A bomba de enchimento do circuito do óleo P-9301 raras vezes estará em operação. Além disso também foi considerado o disposto nas Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, aprovadas pela Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de setembro, onde diz que a queda de tensão máxima, entre a origem da instalação alimentada por um posto de transformação, que, no nosso caso se situa no QGBT e o MCC da Nova Caldeira H-903, não deve ser superior a 8%.

Como podemos observar nos resultados abaixo (figura 74) no MCC U-800 temos uma queda de tensão de 2% e deste para o MCC H-903 mais 6%, perfazendo um total de 8%, o que nos permite utilizar o cabo existente para alimentar o novo quadro.

DIMENSIONAMENTO DE CABOS ELÉTRICOS																										
DE	PARA	TENSÃO (Volts)	NÚMERO DE FASES	POTÊNCIA (KW)	POTÊNCIA (kVA)	FACTOR DE POTÊNCIA	RENDIMENTO (%)	COMP. DO CIRCUITO (m)	FACTOR AGUPAMENTO			In (Amp)	I <sub>ctrc</sub> Corrigido IHEK3 / K1xK2	CABO UTILIZADO		IMPED. (OHM/KM)		Queda de Tensão		Queda de Tensão na partida dos motores		TEMPO t(S)	Isc kA			
									K1	K2	K3			(mm²)	CK	RCA	XL	MAX(%)	OBTIDO(%)	CK	MAX(%)		OBTIDO(%)	CK	Isc LOC	Isc CAB
<b>Q.G.B.T.</b>																										
Q.G.B.T.	CHILLER	400	3	423,56	460,39	0,920	96	190	0,85	0,91	1	665,31	860	2 x 185	OK	0,060	0,050	5,00	4,27	OK		OK	,010	11,2	525,4	OK
Q.G.B.T.	MCC TF	400	3	216,40	245,02	0,920	96	250	0,85	0,91	1	354,07	458	2 x 185	OK	0,060	0,050	5,00	2,99	OK		OK	,010	9,1	525,4	OK
Q.G.B.T.	MCC U-800	400	3	232,45	263,19	0,920	96	170	0,85	0,91	1	380,33	492	3 x 120	OK	0,063	0,033	2,50	2,00	OK		OK	,010	12,9	511,2	OK
<b>MCC U-800</b>																										
MCC	Secador AC (Circ 105F3)	400	3	7	7,61	0,920	96	15	0,85	0,91	1	11,00	14	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	0,63	OK		OK	,010	1,7	3,6	OK
MCC	H-903 (Circ 115)	400	3	19,75	21,47	0,920	96	197	0,85	0,91	1	31,02	40	1 x 10	OK	2,190	0,130	6,00	5,80	OK		OK	,010	0,5	14,2	OK
MCC	AC-9600 (Circ 165)	400	3	11	11,96	0,920	96	25	0,85	0,91	1	17,28	22	1 x 6	OK	3,690	0,140	4,00	0,69	OK		OK	,010	2,4	8,5	OK

Figura 74. Verificação da utilização do cabo existente de 10mm2 para alimentação da caldeira

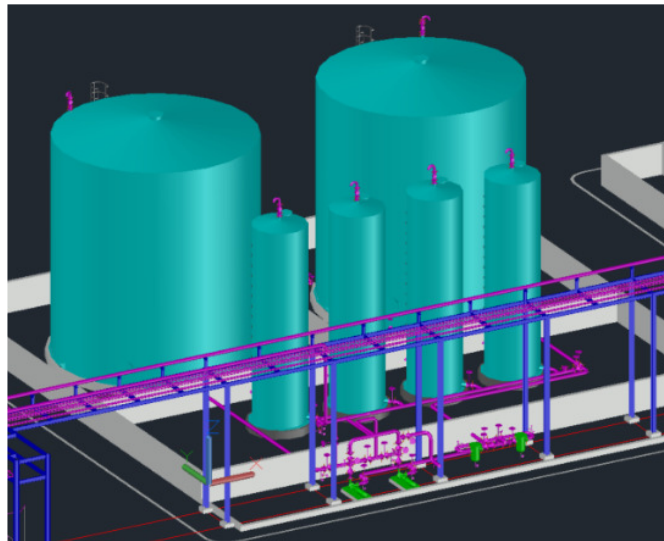
Foi assim decido utilizar os cabos existentes para o MCC Nova Caldeira H-903 de 4x 10mm2. A poupança foi aproximadamente de 10k€.

### **4.6.3. Localização do MCC do Parque de Tanques**

A instalação da Regeneração de Óleos é a parte principal do processo, onde encontramos os equipamentos responsáveis pelo processo da destilação e separação dos diferentes produtos e bases de óleos existentes no óleo usado inicial. No entanto para que seja possível operar com a instalação, a fase seguinte do projeto passa pela construção de um parque com 23 tanques que servirão para:

- recepção do óleo usado;
- armazenamento temporário de produtos entre diferentes fases do processo de regeneração;
- armazenamento dos subprodutos finais após a regeneração.

Segue-se uma imagem (figura 75) que apresenta o tipo de instalação a construir para o parque de tanques:



*Figura 75. Parte do modelo 3D do parque de tanques [12]*

Para que o conjunto de bombas e outros equipamentos sejam convenientemente alimentados é necessário preparar uma sala de quadros elétricos para esta zona.

Desta vez, o projetista não entregou qualquer documentação de projeto elétrico, portanto foram listados todos os equipamentos (conforme figura 76) e solicitado ao empreiteiro o dimensionamento dos quadros.

DE	PARA	TENSÃO (Volts)	NÚMERO DE FASES	POTÊNCIA (KW)
MCC TF	M-EA-8202	400	3	0,8
MCC TF	M-EA-8302	400	3	1,1
MCC TF	M-P-8201	400	3	7,5
MCC TF	M-P-8202A	400	3	7,5
MCC TF	M-P-8202B	400	3	7,5
MCC TF	M-P-8301	400	3	5,5
MCC TF	M-P-8302A	400	3	7,5
MCC TF	M-P-8208A	400	3	18,5
MCC TF	M-P-8208B	400	3	18,5
MCC TF	M-P-8308	400	3	11
MCC TF	M-P-8105	400	3	15
MCC TF	M-P-8210	400	3	15
MCC TF	M-P-8310	400	3	15
MCC TF	M-P-8311	400	3	18,5
MCC TF	M-P-8312	400	3	7,5
MCC TF	M-P-8313	400	3	15
MCC TF	M-P-8314	400	3	15
MCC TF	M-P-809A	400	3	15
MCC TF	M-P-809B	400	3	15

Figura 76. Lista de equipamentos motorizados do Parque de Tanques e respetivas potências

Com esta informação foi possível calcular o tipo de cabo necessário para alimentar o quadro elétrico no parque de tanques (MCC TF, também chamado *tankfarm*).

DE	PARA	TENSÃO (Volts)	NÚMERO DE FASES	POTÊNCIA (KW)	POTÊNCIA (kVA)	FATOR DE POTÊNCIA	RENDIMENTO (%)	COMP. DO CIRCUITO (m)	FATOR AGROPAMENTO			In (amp)	I circ. Corrigido InxK3 / K1xK2	CABO UTILIZADO		IMPED. (OHM/KM)		Queda de Tensão		
									K1	K2	K3			(mm²)	CK	RCA	XL	MAX(%)	OBTDO(%)	CK
<b>Q.G.B.T.</b>																				
Q.G.B.T.	CHILLER	400	3	423,56	460,39	0,920	96	190	0,85	0,91	1	665,31	860	2 x 185	OK	0,060	0,050	5,00	4,27	OK
Q.G.B.T.	MCC TF	400	3	216,40	245,02	0,920	96	250	0,85	0,91	1	354,07	458	2 x 185	OK	0,060	0,050	5,00	2,99	OK
Q.G.B.T.	MCC U-800	400	3	232,45	263,19	0,920	96	170	0,85	0,91	1	380,33	492	3 x 120	OK	0,063	0,033	2,50	2,00	OK

Figura 77. Dimensionamento do cabo para o quadro elétrico do parque de tanques (MCC TF)

Como se pode verificar na figura 77 neste caso a distância é ainda maior (250m) e, portanto, procuraram-se algumas formas de reduzir esta distância. Uma das formas foi deslocar a posição da sala de quadros conforme a imagem abaixo (figura 78).

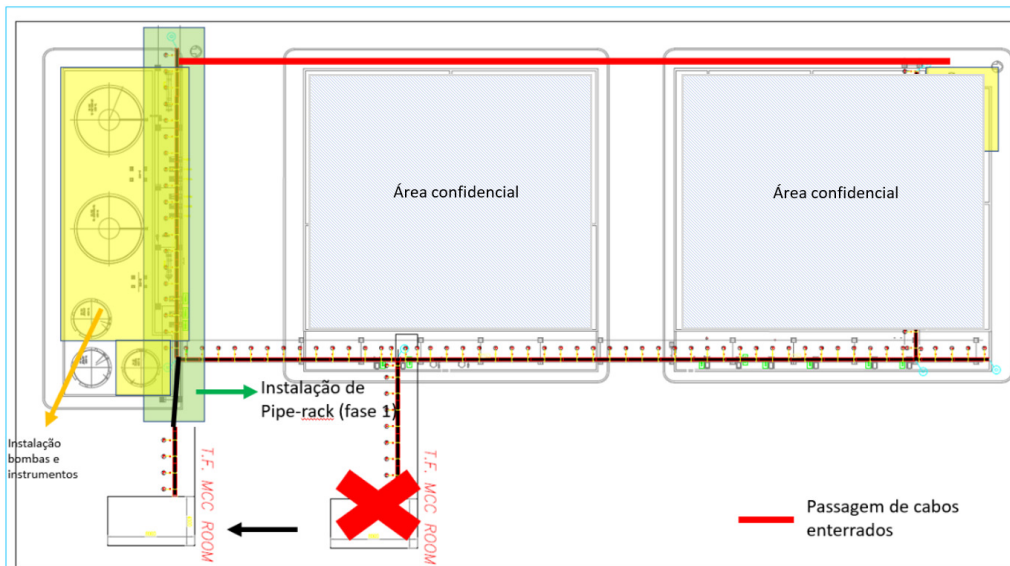


Figura 78. Reposicionamento da sala de quadro para instalação do MCC-TF

Em segundo lugar o percurso escolhido para a passagem dos cabos desde o QGBT até ao quadro elétrico foi alterado. Assim foi possível diminuir a distância inicial de 250m para 190m (ver figura 79).

Refazendo os cálculos constatou-se a possibilidade de 2 X [4x(1X185)] + 1X185mm (dois por fase, mais dois neutros, mais terra) passasse a 1 X [4x(1X185)] + 1X185mm (um por fase, mais neutro, mais terra). Isso permite economizar aproximadamente 20k€.

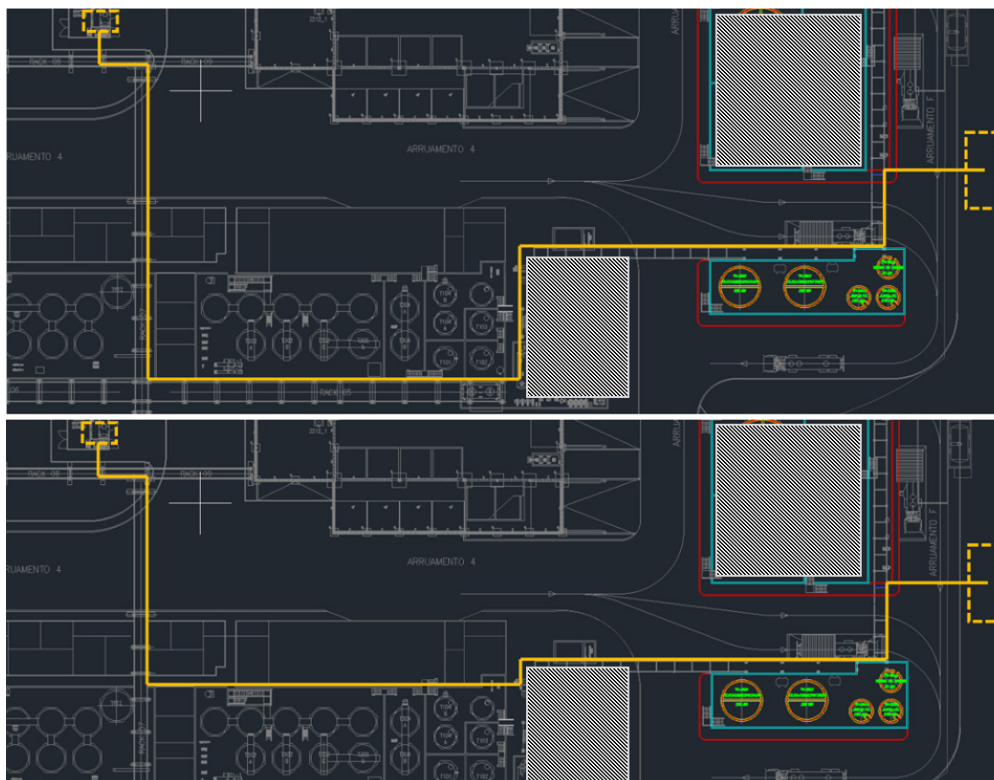



Figura 79. Em cima: percurso proposto pelo projetista (250m); Em baixo: percurso sugerido e aceite para diminuir-se o custo em cabos (190m)

Embora economicamente muito interessante, e justificada pelos cálculos, esta solução não é da confiança do empreiteiro que alertou para que caso se pretendam instalar futuros equipamentos neste local, a solução dos cabos com secção 185mm<sup>2</sup> não dá garantias. Inclusivamente apresentaram a informação do fabricante do cabo, na qual para estas características de instalação recomendam um cabo de secção 240mm<sup>2</sup> (como se pode verificar na figura 80).

Energy Class RV-K	
Solução Técnica: (Solução mínima de acordo com critérios técnicos)	240 mm <sup>2</sup> (1 Condutor/es por fase)
Solução Económica e Ambiental*:	300 mm <sup>2</sup> (1 Condutor/es por fase)
<b>Economia Anual**</b>	
Poupança na fatura:	2840.33 €
Poupança de emissões:	8899.69 kg CO <sub>2</sub>
<small>*Secção superior por critérios de poupança de energia devido à menor resistência.                      **Cálculo realizado considerando o custo de energia igual a 0.15 € / kWh, corrente média igual a 100.00% e emissões de CO<sub>2</sub> iguais a 0.47 kg / kWh.</small>	



Cabo flexível de cobre 1000 V e bainha de PVC

Cabo Energy Class da General Cable CelCat de FÁCIL REMOÇÃO DA BAINHA E ALTA FLEXIBILIDADE. Tipo RV-K com condutores de cobre flexível e tensão nominal 0,6/1 kV. Isolamento de Polietileno reticulado (XLPE) e bainha de PVC. Baixa emissão de halogéneos e não propagador da chama.

Classe CPR de reação ao fogo Eca. Norma de desenho IEC 60502-1 / UNE 21123-2.

Aplicações: Cabo elétrico e de comando, flexível, concebido para aplicações fixas.

Detalhes	
Método de Referência	F: Cabos monocondutores instalados ao ar, em contato
Aplicação	BT
Método de instalação	Em caminhos de cabos (sem tubo ou conduta)
Detalhe da instalação	Em caminhos de cabos perfurados

Tipo de cabo	Monocondutor	Tipo de Sistema	Trifásico
Tensão (V)	400 Vac	Factor de Potência (cos φ)	1
Corrente (A)	459.00	Potência Ativa (kW)	318.00
Potência Aparente (kVA)	318.00	Potência Mecânica (kW)	318.00
Rendimento do motor (%)	100	Comprimento do Circuito (m)	190
Temperatura Ambiente (°C)	35	Exposição ao Sol	Sim
Coefficiente por tipo de instalação	1	Coefficiente por tipo de Equipamento	1
Outro coeficiente	1	Separação entre circuitos	0 m
Posição do circuito	Horizontal	Número de Camadas	1
Número de Camadas (Page Form - Number of layers)	1	Número de Circuitos	1

Capacidade de Condução de Corrente	240.00 mm <sup>2</sup> (1 Condutor/es por fase)
Curto-circuito	
Queda de Tensão	

Figura 80. Cálculo apresentado pelo empreiteiro para dimensionamento dos cabos [26]

Para dar algum apoio na decisão as diferentes opções (ver figura 81) foram apresentadas ao projetista:

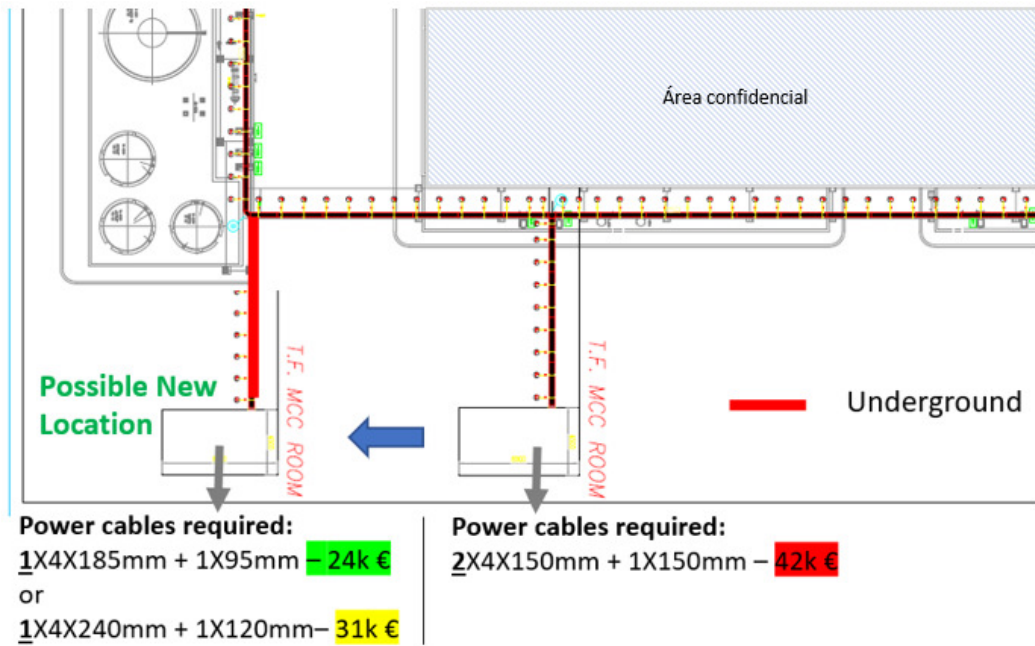


Figura 81. Análise de tipo de cabo “versus” custo em cabos

Após informação do projetista optou-se pela solução do empreiteiro, cabo com secção de 240mm<sup>2</sup>. A poupança foi aproximadamente de 10k€.

Além do local e dos cabos, para efeitos de pedido de cotação foi preparado um *draft* (figura 82) do que seria pretendido para a construção de uma sala de quadros ou compra de um contentor já preparado para esse efeito.

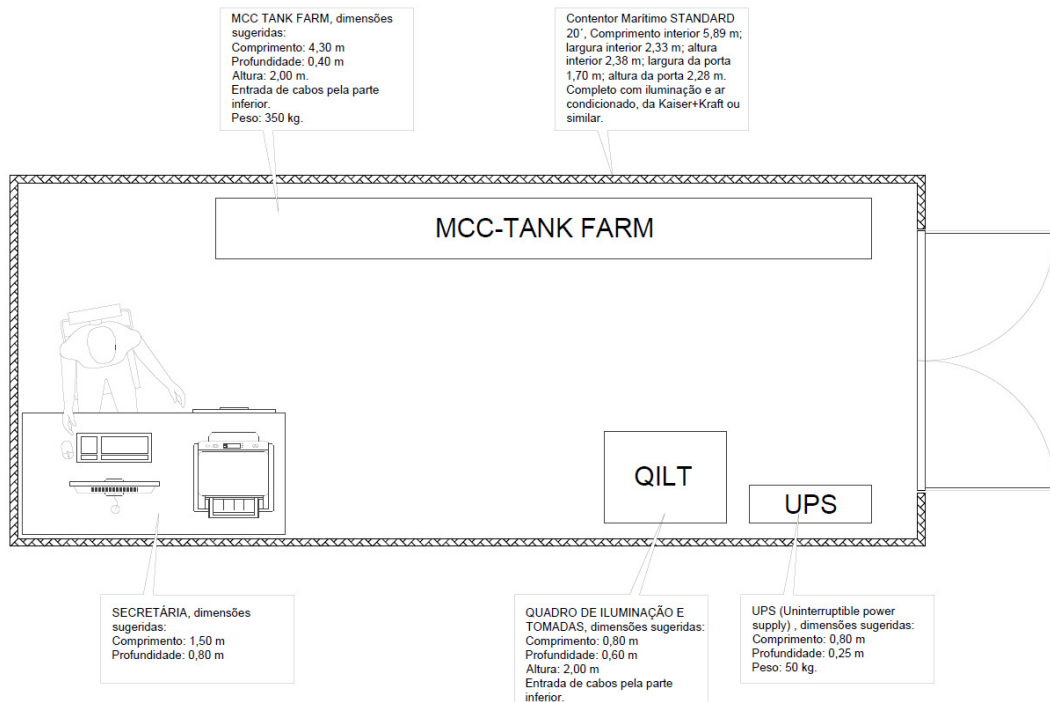


Figura 82. Modelo de sala pretendida para efeitos de pedidos de cotação

Verificou-se a possibilidade desta sala ser em alvenaria, ou num contentor (pré-fabricado). Embora a sala em alvenaria seja mais cara, optou-se por essa solução pois é uma construção definitiva e mais duradoura.

#### **4.7. Iluminação da Unidade Regeneração**

Para garantir boas condições de operação a quem vai trabalhar na unidade de Regeneração de Óleos é importante que seja previsto:

- Iluminação adequada;
- Disponibilizar fontes de energia elétrica suficientes para diferentes trabalhos que possam ser necessários.

Visto que estes pontos não faziam parte do âmbito da engenharia preparada pelo Projetista foi definido, juntamente com a fiscalização elétrica da empreitada, um layout para instalação de iluminação de tomadas ao longo da unidade.

Foram tidos em conta os seguintes aspetos:

- evitar a excessiva colocação de luminárias, para reduzir os custos da obra;
- instalar equipamentos semelhantes aos existentes para promover a reutilização de materiais;
- escolher equipamento ATEX adequado ao local da instalação;
- escolher equipamento com boa relação qualidade/preço, ou seja, não tinha de ser necessariamente das marcas mais conhecidas do mercado;
- definir a localização tendo em conta a distribuição dos pisos, obstáculos à passagem da luz, zonas de maior movimentação e pontos onde exista maior probabilidade de ser necessário ligar equipamentos elétricos.

Deste trabalho resultaram desenhos tais como os três que se seguem nas figuras 83, 84 e 85.

As figuras 84 e 85 encontram-se com formato maior no anexo T.

SIMBOLOGIA

- TOMADA CEE 2P+T MONOFÁSICA 230V (EXISTENTE).
- TOMADA CEE 3P+T TRIFÁSICA 380V (EXISTENTE).
- 2x26** LUMINÁRIA DE LED CEAG eLLK DA SERIE CROUSE-HINDS, TIPO LED MODULE 800 – 2x26W, GRAU DE PROTEÇÃO IP-66, DE ACORDO COM EN 60529 (NOVO).
- 2x18** LUMINÁRIA PARA AS ESCADAS DA SERIE COOPER CROUSE-HINDS, TIPO ELLK 920 – 2x18W, GRAU DE PROTEÇÃO IP-66, DE ACORDO COM EN 60529 (EXISTENTE).
- 1x11** LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA DA SERIE COOPER CROUSE-HINDS, TIPO EE11PL – 1x11W, GRAU DE PROTEÇÃO IP-66, DE ACORDO COM EN 60529 (EXISTENTES + DUAS NOVAS).

Figura 83. Simbologia utilizada

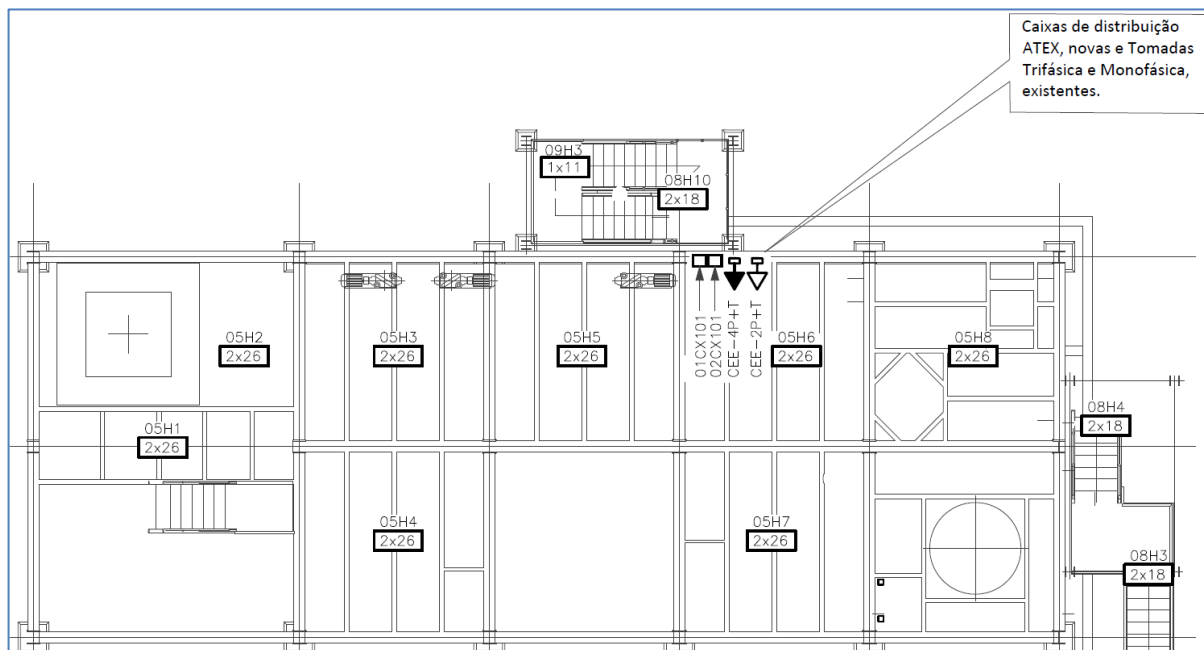


Figura 84. Exemplo do Piso 1

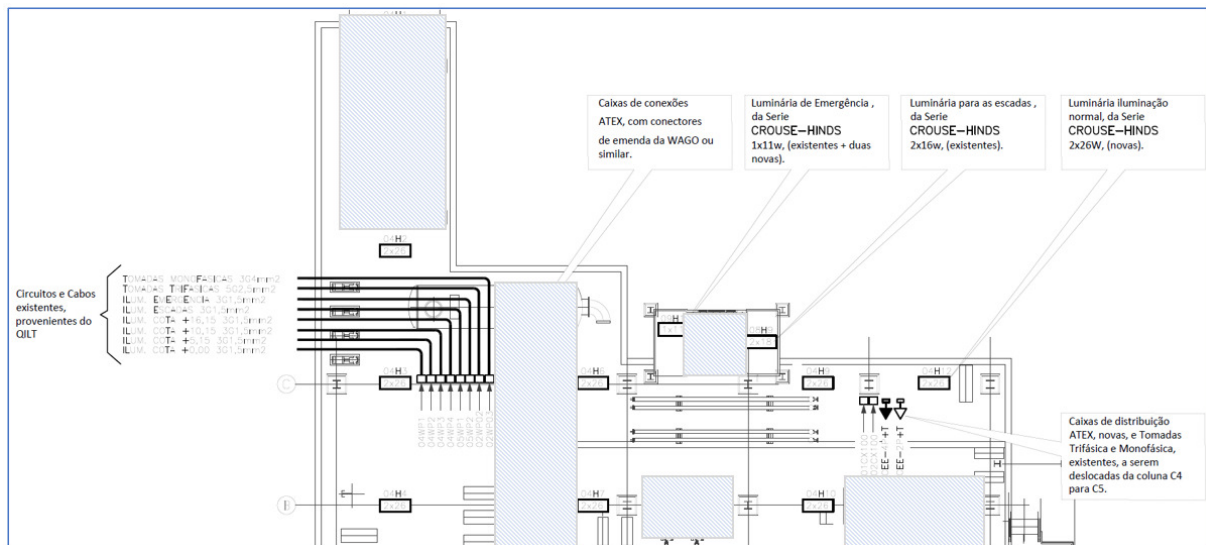


Figura 85. Identificação de Caixas de ligação, luminárias e tomadas

A par dos desenhos foi também criada uma lista de materiais de forma a facilitar o processo de consulta e comparação de propostas, tal como apresentado na figura 86.

POS.	DESCRIÇÃO	UNI.	QUANT.
<b>1</b>	<b>Fornecimento e instalação, Luminarias ATEX</b>		
1.1	Luminária de led CEAG ELLK da serie Crouse-Hinds, tipo led module 800 - 2x26w, grau de proteção IP-66, de acordo com a norma EN-60529.	m	38
1.2	Luminária de Emergência da serie Cooper Crouse-Hinds, tipo EE11PL - 1x11w, grau de proteção IP-66, de acordo com a norma EN-60529.	m	2
<b>2</b>	<b>Fornecimento e instalação, Cabos de Iluminação; (CLASS AREA).</b>		
2.1	3G1,5 mm2	m	300
2.2	5G2,5 mm2	m	100
2.3	3G4 mm2	m	100
2.4	Termination cable 3G1,5 mm2	un	80
2.5	Termination cable 5G2,5 mm2	un	10
2.6	Termination cable 3G4 mm2	un	10
<b>3</b>	<b>Fornecimento e instalação, Caminho de cabos</b>		

Figura 86. Lista de materiais para consulta ao mercado

O trabalho de instalação da iluminação e tomadas não foi realizado durante o estágio.

#### 4.8. Ligação de Para-raios da Unidade Regeneração

De forma a proteger uma instalação de fortes descargas elétricas provenientes de raios formados na atmosfera, é importante a instalação ser dotada de um para-raios. A instalação anterior já tinha um para-raios. Como os para-raios devem estar instalados nos pontos mais altos para serem mais eficientes e visto que no *Revamping* a estrutura “cresceu”, foi necessário reinstalar o para-raios num novo local mais adequado.

Verificou-se qual o melhor local e definiram-se os caminhos para passagem dos cabos de terra. De notar que o cabo ligado à terra deve ser de um material altamente condutivo, com dimensão suficiente para dissipar a descarga elétrica sem que antes se danifiquem equipamentos ou pessoas.

Para melhorar a condutividade, evitaram-se curvas procurando fazer uma descarga o mais fácil possível. Segue-se (na figura 87) o *layout* proposto e aplicado à instalação.

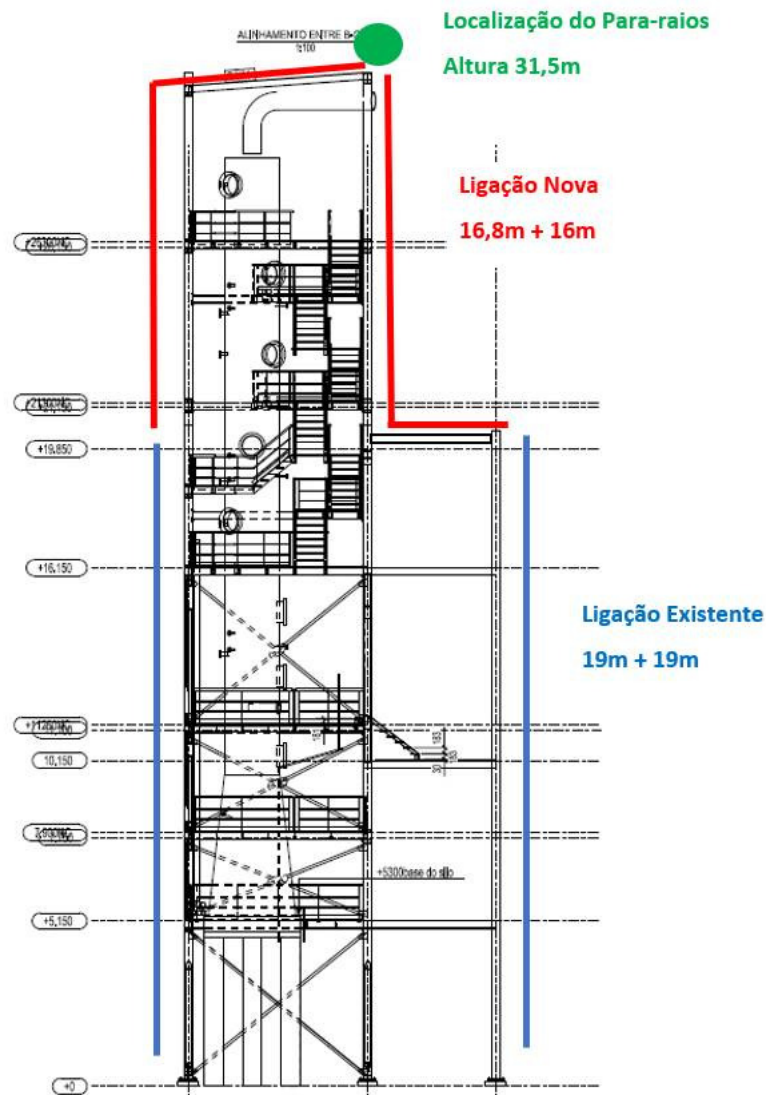


Figura 87. Extensão da ligação terra para nova posição do para-raios

#### 4.9. Engenharia de Detalhe do Tankfarm

Conforme explicado no ponto anterior, referente ao MCC do parque de tanques, o projetista não forneceu os esquemas elétricos, pelo que foi necessário contratar uma empresa para desenvolver o projeto elétrico. Nesse sentido foram partilhados os dados dos equipamentos (motores e instrumentos) presentes no parque de tanques, para pedir propostas a diferentes empresas da especialidade. Por exemplo, além das potências foi



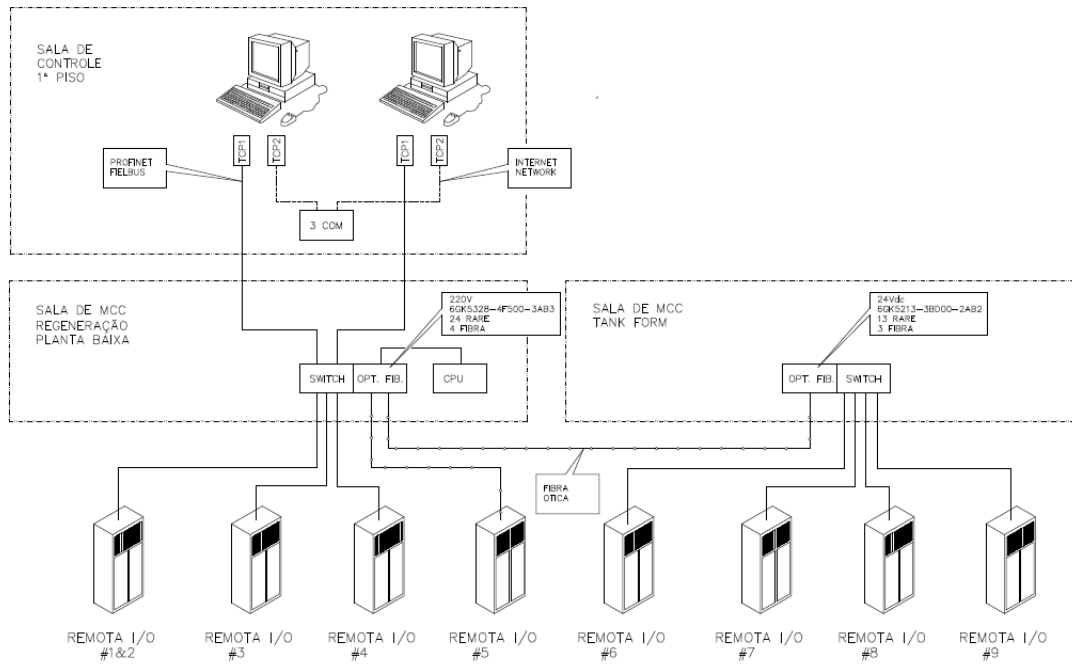


Figura 90. Arquitetura de comunicação

#### 4.10. Rede de Terras do TankFarm

Desde o início de uma obra de construção civil é necessário prever a rede de terras para assegurar a equipotencialidade da instalação e evitar danos de equipamentos devido à acumulação de sobrecargas elétricas. Isso é particularmente importante numa instalação ATEX, pois reduz o risco de inflamação e posterior explosão, danos em equipamentos e incêndios.

Foram consultados alguns gabinetes de projeto e acabou por ser solicitado à Technoedif (empresa que fez a engenharia de detalhe para a construção civil) a elaboração do projeto da rede de terras da instalação. Apresenta-se, nas figuras 91 e 92, dois exemplos do tipo de documentação que foi produzida:

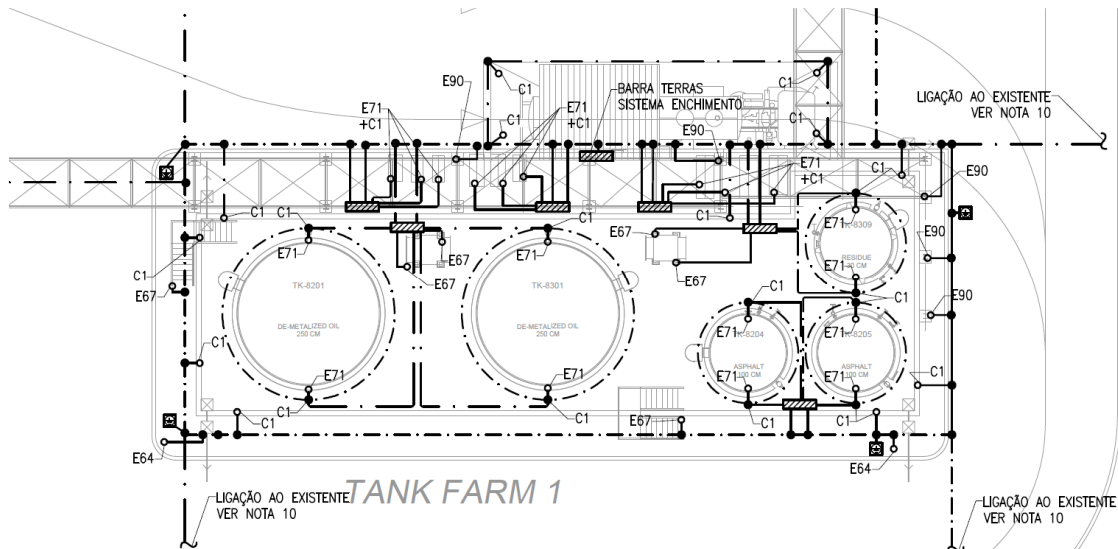
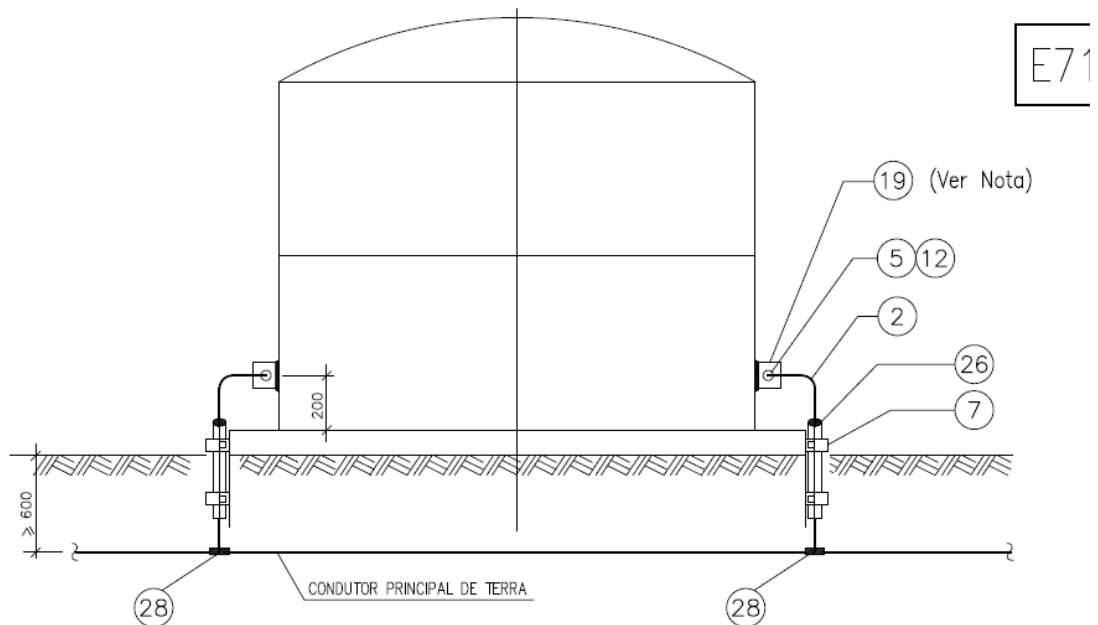


Figura 91. Planta com localização das ligações terra no TankFarm 1



NOTA:

AS PLACAS DE LIGAÇÃO À TERRA DO TANQUE SÃO SOLDADAS PELO FABRICANTE NA FASE DA RESPECTIVA CONSTRUÇÃO.

		28	LIGADOR DE COMPRESSÃO DO TIPO "C"
7	BRACEIRA DE AÇO GALVANIZADA POR IMERSÃO A QUENTE, INCLUINDO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO, (BUCHAS E PARAFUSOS DE DE AÇO INOX 316L).	26	TUBO DE PEAD#40, PN10, TAMPONADO COM MASSA DE SELAGEM RESISTENTE ÀS CONDIÇÕES AMBIENTES
5	TERMINAL DE COMPRESSÃO COM OLHAL Ø11mm	19	BARRA 50x5mm DE AÇO INOX 316L C/FUROØ11mm, SOLDADA NA ESTRUTURA METÁLICA
2	CABO DE COBRE NÚ COM SECÇÃO DEFINIDA NAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJECTO	12	PARAFUSO M10x30, +PORCA(1), ANILHAS PLANAS(2), ANILHA DE PRESSÃO(1), EM AÇO INOX 316L

Figura 92. Pormenores onde se verificam quais os materiais a utilizar

Com este projeto foi possível fazer consulta ao mercado para a execução das ligações de terra no decorrer da empreitada civil. Seguem-se fotos do trabalho realizado, nas figuras 93 a 96:



*Figura 93. Anel de terras na zona dos tanques*



*Figura 94. Anel de terras em torno dos tanques e ligação ao coletor na parede da bacia*



*Figura 95. Ligação da malha dos muros da bacia à rede de terras*



*Figura 96. Pormenor da garra de fixação do cabo terra aos elementos estruturais do parque de tanques*

## 4.11. Iluminação do TankFarm

Tendo em conta as grandes dimensões do parque de tanques, é criar acessos e arruamentos que até então não existiam. Quando isso acontece é necessário prever também a iluminação adequada para os arruamentos, o que neste caso envolveu projetar postes de iluminação ao longo das vias junto ao parque de tanques. A mesma empresa que realizou o projeto da rede de terras (Technoedif) projetou também a iluminação, conforme exemplificado nas figuras 97 e 98.

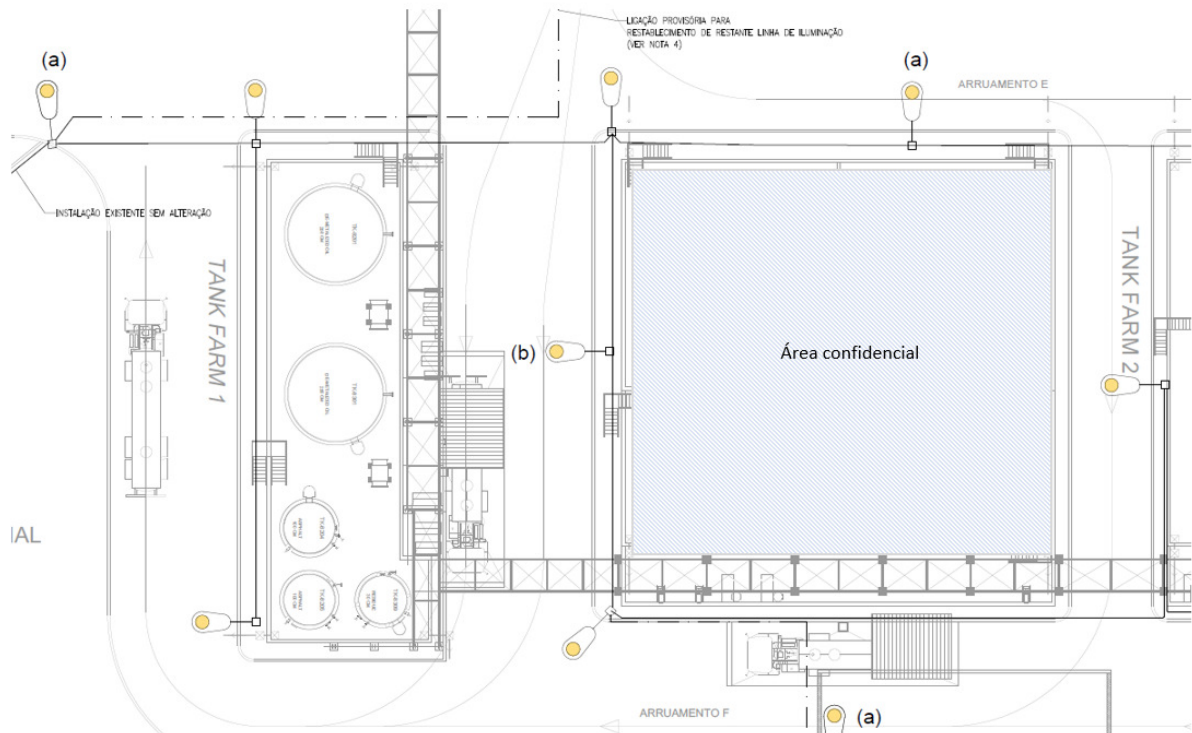


Figura 97. Layout do arranjo da iluminação dos arruamentos

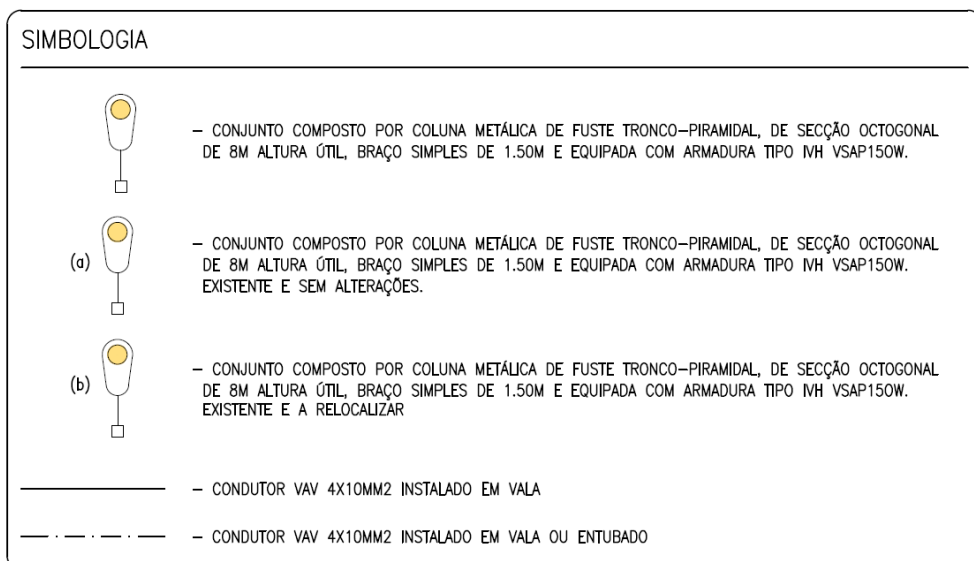


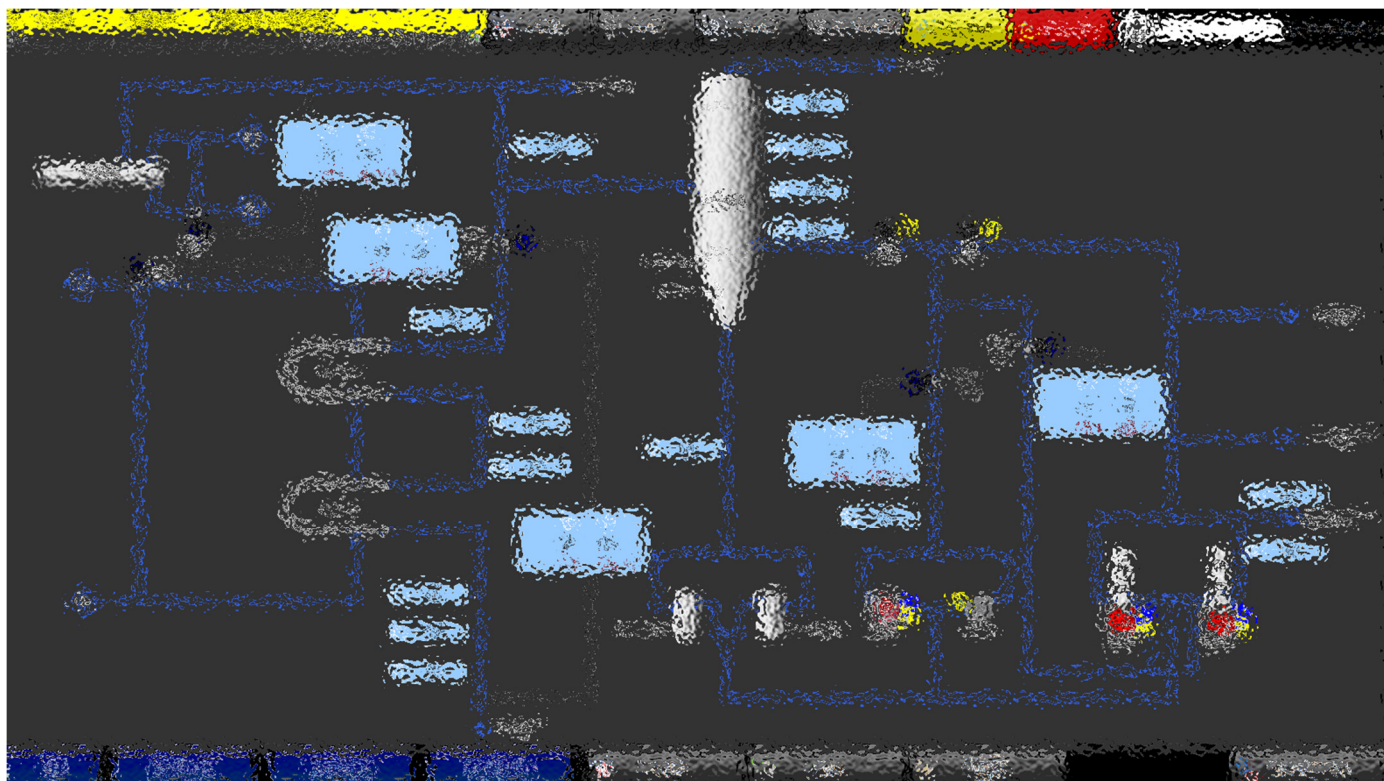
Figura 98. Simbologia para a iluminação

## 4.12. Scada e Testes de Sinais

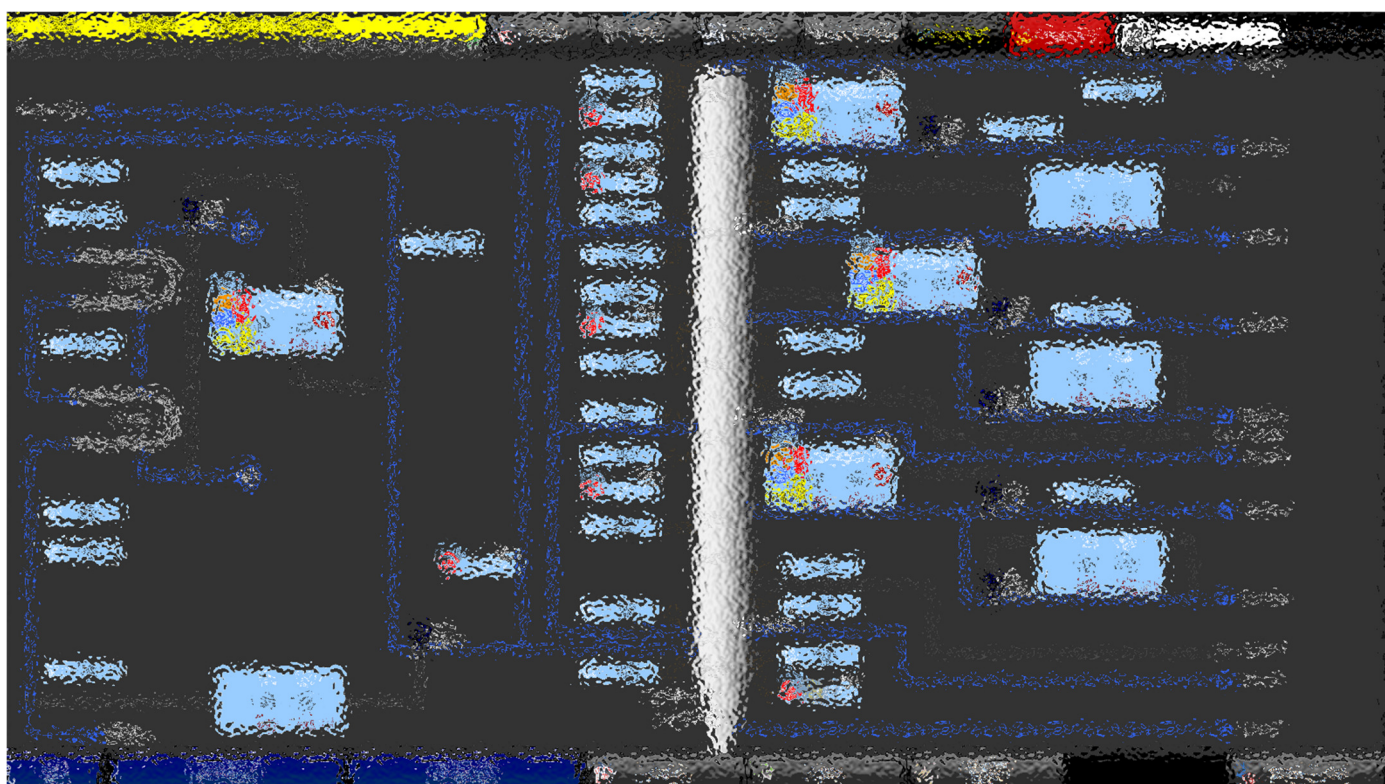
Na última fase do estágio foi ainda possível acompanhar testes do SCADA preparado pela empresa de engenharia italiana, testes iniciais para verificar a passagem de sinais entre os equipamentos no terreno, o PLC instalado no quadro elétrico e o SCADA no novo CPU. Ao testar ainda alguns motores verificou-se que os *firmware* de alguns variadores não permitiam a comunicação com o programa do SCADA. Devido a isso foi necessário alterar a programação do SCADA. Verificou-se também o design das páginas do SCADA bem como algumas ferramentas para o controlo das operações. Funções importantes para os responsáveis das instalações são a possibilidade de ver as tendências de diferentes parâmetros do processo, ter um registo claro dos alarmes existentes e conseguir ajustar parâmetros de bloqueio ou segurança, entre outros. Seguem-se, nas figuras 99 a 103, algumas imagens captadas durante a realização destes testes. Figuras 99 a 101 encontram-se desfocadas por motivos de confidencialidade.



Figura 99. Scada já instalado no CPU da sala de controlo



*Figura 100. Página do Scada referente à unidade 8200*



*Figura 101. Página do SCADA da coluna de fracionamento da unidade 8300*

94 23/03/21 10:14:20.948 00:00:07.000 TT-8103 Livello LL		77 23/03/21 10:07:47.799 00:00:00.000 PT-8102 Livello HH		ALLARMI		POWER		PLC DIAG		IMPOSTAZ											
UNITA' 8100 - Causa/Effetto																					
<b>Legenda</b> O=OPEN      FTC = CONTROLLER FORCE TO CLOSE (OUTPUT = 0%) C=CLOSE    FTO = CONTROLLER FORCE TO OPEN (OUTPUT = 100%)  S=STOP R=RUN																					
POS.	TAG	DESCRIZIONE	VALORE	THRES.	ALLARME	BYPASS	ILOCK	DESCRIZIONE													
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	LSH-8102	Sensore Alto Livello C-8101			LAH-8102	NON ATTIVO	I-8101	S	C	FTO											
2	LSL-8103	Sensore Basso Livello C-8101			LAL-8103	NON ATTIVO	I-8102		O	FTC	C	S									
3	PT-8102	Allarme Alta Pressione C-8101	44,9   bar	HH 44,0	PT-8102_FAHH	NON ATTIVO	I-8103		O	FTC	C										
4	TT-8103	Allarme Basso Temperatura C-8101	16,6   °C	15,0	RESET	NON ATTIVO	I-8104		O	FTC	C										
5	LSL (*)	Sensore Basso Livello T-812			LSL ***	NON ATTIVO	I-8105	S													
6						NON ATTIVO	I-8106														
7	LSL-8101	Sensore Basso Livello D-8120			LAL-8101	NON ATTIVO	I-8107					S	FTC								
8	LT-8104	Allarme Livello LL D-8102			LT-8104_FALL	NON ATTIVO	I-8108											S	FTC		
9	LSHH-8101	Sensore Alto Livello T-8102			LAHH-8101	NON ATTIVO	I-8109											S			
10	LSHH-8103	Sensore Alto Livello T-8103			LAHH-8103	NON ATTIVO	I-8110											S			
11																					
12																					
13																					
14																					

Figura 102. Função que permite ajustar os valores de alarme que por sua vez irão atuar em determinadas válvulas

94 23/03/21 10:14:20.948 00:00:07.000 TT-8103 Livello LL		77 23/03/21 10:07:47.799 00:00:00.000 PT-8102 Livello HH		ALLARMI		POWER		PLC		
ELENCO SEGNALAZIONE										
ID	Data	Ora	Durata	Testo segnalazione						
1	94	23/03/2021	10:14:20.948	00:00:07.000	TT-8103 Livello LL					
2	77	23/03/2021	10:07:47.799	00:00:00.000	PT-8102 Livello HH					
3										
4										
5										

Figura 103. Visualização de histórico de alarmes

## **5. CONCLUSÃO**

---

Ao olhar para tudo o que foi executado durante o estágio pode-se afirmar que foi um grande desafio dada a dinâmica das atividades realizadas. Quando se integra um departamento técnico já se prevê o contacto com vários problemas industriais. No entanto, durante este estágio o fio condutor ou a componente transversal e de maior relevância para o aluno foi a gestão de projetos, ponto que esteve sempre presente. A componente da gestão é de grande impacto numa empresa e embora os engenheiros tenham um grande interesse nas questões técnicas, cada vez mais lhes é solicitado que realizem também atividades de gestão (o que de certo modo é um elogio para os engenheiros, pois reflete que a sociedade industrial valoriza o espírito crítico e o raciocínio lógico demonstrados pelas áreas da engenharia). Gestores que entendem os processos implementados são mais eficazes no desenvolvimento e na resolução de problemas durante o avanço do projeto.

Pela experiência adquirida durante o estágio verifica-se que um gestor de projetos tem de interligar uma grande variedade de especialidades, de forma a promover o desenvolvimento de atividades que irão resultar em ativos industriais funcionais para a empresa. Por esse motivo é que a função de gestão de projetos é tão importante para as empresas. O mercado está cada vez mais competitivo. As tecnologias, em constante desenvolvimento, obrigam as empresas a investir em processos mais eficientes. Portanto, as empresas precisam de projetos inteligentes e sustentáveis para continuarem a crescer.

Uma das principais tarefas desenvolvidas no estágio foi elaborar planeamentos dos trabalhos, com um encadeamento lógico das atividades. Um cronograma é uma forma de mostrar que as atividades estão controladas, coordenadas e que existe um plano para a execução do projeto. É do conhecimento geral que uma das melhores ferramentas (e por isso também uma das mais utilizadas pelas empresas) é o Microsoft Project. Foi necessário pesquisar bastante e explorar este software para aprender a utilizar algumas das suas funcionalidades (tais como a alocação de recursos humanos e financeiros ou a calendarização automática de tarefas). Se o Excel é uma das principais ferramentas de um engenheiro, o Project começa a ser uma ferramenta muito recorrente no seu quotidiano. Neste sentido, seria benéfico que disciplinas como “Gestão Industrial” pudessem treinar os formandos não só para o uso de Excel, mas também de Project.

Um dos maiores desafios foi lidar com a pressão para cumprir com o planeamento. Alguns prazos não foram cumpridos, por motivos de diversas ordens: falta de materiais, atrasos na entrega de equipamentos, erros de engenharia que obrigaram a correções em obra, falta de recursos humanos para a realização dos trabalhos ou até mesmo condições meteorológicas. Circunstâncias como a pandemia da COVID-19 e a guerra entre a Ucrânia e Rússia afetaram grandemente os produtores e transformadores de muitas matérias e equipamentos. Como consequência, verificou-se falta de matéria-prima, prazos de entrega de equipamentos muito alargados e transportes com recorrentes atrasos. Além disso, o contexto socioeconómico atual motiva a população mais jovem a procurar empregos que não sejam manuais e que não exijam muitos esforços físicos. Isso resulta na falta de serralheiros, tubistas, soldadores, eletricitas, pedreiros, etc. e de pessoas que queiram aprender esses ofícios. Assim, as empresas sofrem com a falta de mão-de-obra qualificada e por vezes isso leva ao incumprimento dos prazos assumidos. Para acompanhar o planeamento e controlar os avanços e atrasos dos trabalhos foram realizados *briefings* diários com os empreiteiros. Esse tipo de reuniões fez parte de uma rotina muito importante para garantir as linhas de comunicação entre todas as partes envolvidas no projeto. Semanalmente, nessas reuniões foi avaliado o progresso “percentual” dos trabalhos e partilhadas as dificuldades que podiam atrasar a obra. Perante esses cenários foram discutidas opções para recuperar os atrasos tais como: “se o atraso se deve a falta de materiais, pode-se encontrar outro fornecedor com stock de material para entrega imediata? Pode-se estender o horário de trabalho para recuperar o atraso, talvez trabalhando até mais tarde ou ao sábado? Existe outra forma de realizar o trabalho ou escolher outra matéria-prima para simplificar tarefas e “ganhar” tempo? É possível aumentar o número de elementos da equipa para recuperar atrasos? É possível reorganizar os trabalhos em curso de forma que permita antecipar o início dos próximos trabalhos e executar tarefas em simultâneo?” Foi necessário realizar este tipo de análise constantemente durante o estágio para pressionar os fornecedores a cumprirem com os prazos previstos. O trabalho realizado permitiu ter uma boa noção do tempo envolvido em trabalhos de diferentes especialidades (desenho, engenharia civil, mecânica, eletricidade, etc.).

Apesar da experiência dos projetistas italianos verificaram-se vários erros de engenharia durante a obra. Por exemplo: (1) várias linhas de tubagem não podiam ser instaladas conforme o desenho de construção pois entravam em conflito com zonas onde

já se encontravam outros equipamentos ou estruturas; (2) alguns equipamentos escolhidos pelo projetista tinham conexões diferentes das que estavam nos desenhos da tubagem; (3) alguns materiais necessários não estavam contemplados nas listas de materiais a comprar; (4) para o correto funcionamento do processo, algumas válvulas tinham de ser retiradas, adicionadas ou alteradas em relação ao que estava no desenho. Foi necessário contactar inúmeras vezes o projetista para expor esses erros e transmitir aos empreiteiros as possíveis soluções. Isso também complicou e atrasou as atividades. Comunicar em inglês foi de grande utilidade para dialogar tais assuntos com o projetista italiano. Nesse sentido verifica-se que, não raro, a documentação incluída na engenharia de detalhe carece de muita verificação, validação e aprovação de quem projeta, antes do seu envio para o cliente. Aconteceu que por falta dessa verificação foi necessário refazer trabalho, o que atrasou e aumentou os custos da obra. Portanto, num próximo projeto a empresa deverá, com mais tempo de antecedência, receber toda a documentação, analisá-la cuidadosamente e só depois partilhar com os fornecedores. Quando os desenhos são preparados de forma rigorosa o trabalho é realizado de forma mais rápida e económica. Projetos de grandes dimensões devem ter equipas dedicadas a validar a engenharia durante várias semanas. Durante o estágio, receber, partilhar e aceder à documentação da engenharia foi uma das constantes do trabalho desenvolvido. Manter a documentação organizada (ou seja, separar desenhos, *datasheets*, manuais, isométricos, especificações da instalação elétrica, dados do processo, P&IDs e outros) foi muito útil no dia a dia em que era necessário consultar essa documentação.

A gestão de projetos é uma componente de apoio à decisão por parte da gestão de topo de uma empresa. É especialmente importante para que se tomem decisões relacionadas com “o que” comprar e “onde” comprar. Para isso são necessários dados concretos, se possível sempre quantificados para que essas decisões sejam tomadas. Uma atividade que teve bastante peso durante o estágio foi a de aquisição de bens e serviços. Em primeiro lugar foi importante procurar vários fornecedores pois isso permitiu: (1) optar por fornecedores com menor preço e prazo de entrega e (2) ter valores de mercado para aumentar o poder de negociação com os fornecedores preferenciais. Nesse sentido, foi realizada uma busca exaustiva no mercado para os diferentes conjuntos de equipamentos. Embora tenha sido privilegiado o mercado nacional (dada a facilidade e rapidez do transporte) alguns equipamentos e serviços foram adjudicados a empresas externas. Foram elaboradas folhas de cálculo para comparação de preços e prazos de

entrega. Um conceito cada vez mais comum nas empresas é o de CAPEX, ou seja, o valor global expectável associado ao projeto. Para melhor controlo do investimento foi utilizada uma folha de dados para “mapear” os preços estimados, com os preços finais, bem como planejar os pagamentos da obra (por motivos de confidencialidade não foi partilhada essa lista). Também nesta área existiram alguns “deslizes”, principalmente devido a dois fatores: (1) aumento do custo das matérias-primas; (2) necessidade de aplicar mais material que o que estava identificado nos mapas de quantidades. Conforme referido, conseguiram-se baixar alguns preços através de negociação (dado termos preço de vários fornecedores) e também se recorreu a alguns equipamentos usados da antiga unidade de regeneração de óleos para redução de custos. No final, foi necessário poupar em alguns itens para compensar os gastos extra em outros itens. Estar envolvido na aquisição de serviços e equipamentos envolve verbas elevadas. Isso acabou por trazer algum stress pois aumenta a responsabilidade sobre aquilo em que se está a trabalhar. Lidar com esse stress não foi fácil.

Tanto os custos como a realização de trabalhos segundo o planeamento tiveram acompanhamento por parte da gestão de topo, o que também foi interessante para ganhar experiência na apresentação e justificação de resultados e lidar com a pressão que advém dessas apresentações.

O facto de comunicar com técnicos, chefes de equipa, comerciais, técnicos de qualidade e segurança e gestão de topo deu oportunidade de melhorar as qualidades de comunicação, diálogo e trabalho de equipa, entre outras *softskills*.

Quem tem interesse em gestão e desenvolvimento de projetos encontra neste relatório um quadro bastante real das diferentes etapas e dificuldades.

É ainda de referir que nos trabalhos relacionados com a instalação elétrica, instrumentos, quadros elétricos de potência e quadros de campo para comunicação foi possível ver e aplicar conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado. Outra componente bastante importante da instalação é o sistema de controlo. Nesse sentido, os conceitos aprendidos relacionados com sistemas distribuídos de controlo ou controlo digital, em que são explicados os *loops* de controlo, tipos e arquitetura de comunicação, foram muito úteis para entender melhor o projeto e fazer uma melhor análise e acompanhamento.

No final deste estágio a unidade da Regeneração de Óleos Usados ficou praticamente pronta a trabalhar faltando terminar o parque de tanques, o qual é essencial para arrancar com a unidade.



## REFERÊNCIAS:

---

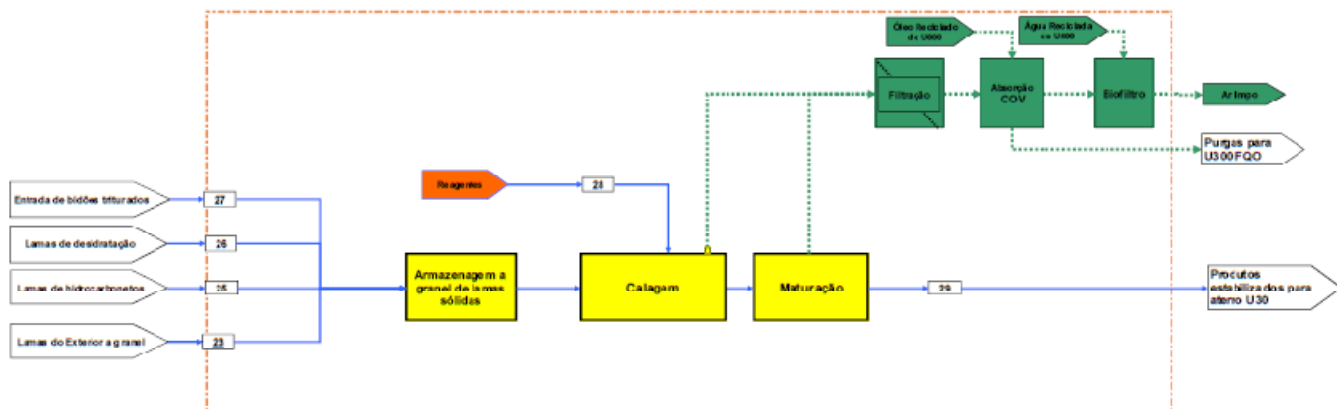
- [1] TUA, Título único ambiental CIRVER SISAV;
- [2] <https://www.egeo.pt/> (Online);
- [3] <https://www.ambientemagazine.com> (Online);
- [4] <https://egeosolventes.wordpress.com/empresa/> (Online);
- [5] <https://www.infoescola.com/quimica/destilacao-simples/> (Online);
- [6] Cursos de Formação Aprendizagem Programa, Destilação Vol.1, Petrolgal;
- [7] <https://www.enquimicasantosp.com> (Online)
- [8] <http://hidrocarbonetos10b.no.comunidades.net/hidrocarbonetos> (Online)
- [9] <https://www.premixgroup.com/where-to-use/atex-ex-environments/> (Online)
- [10] <https://acessopercon.com.br/percon/area-classificada-com-risco-de-explosao/> (Onl.)
- [11] <https://texvyn.wordpress.com/2015/09/26/epc-engineering-procurement-construction/> (Online)
- [12] *Detailed engeneering produced by Project Designer* (conjunto de documentação que inclui Engenharia de base e detalhe produzida pela Projetista, propriedade da EGEO).
- [13] <https://grabcad.com/library/rotary-vane-pump-2> (Online)
- [14] [https://www.researchgate.net/figure/Parametric-3D-model-of-the-gear-pump\\_fig2\\_337451537](https://www.researchgate.net/figure/Parametric-3D-model-of-the-gear-pump_fig2_337451537) (Online)
- [15] <https://idealmakina.com/en/products/industrial-pumps/rotary-lob-pumps/>
- [16] <https://www.picuino.com/es/control-pid.html> (Online)
- [17] <https://www.pt.endress.com/pt/produtos> (Online)
- [18] <https://www.dp-flow.co.uk/products/level/244ld-intelligent-buoyancy-level-interface-and-density> (Online)
- [19] <https://www.vega.com/products> (Online)
- [20] <https://www.conaut.com.br/blog/102-como-funciona-um-medidor-tipo-vortex> (Onl)
- [21] <https://www.emerson.com/pt-pt/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/coriolis-flow-meters> (Online)
- [22] [https://en.wikipedia.org/wiki/Orifice\\_plate](https://en.wikipedia.org/wiki/Orifice_plate) (Online)
- [23] <https://www.superlokworld.com/blog/what-is-an-instrumentation-manifold-and-why-do-i-need-one> (Online)
- [24] Product Report RTAF 355 HE, fornecido pela Trane;

- [25] <https://drb-m.org/PEP-notadeaulas/6-Dimensionamentodecondutores.pdf> (Online);
- [26] General Cable CelCat, Cabbler App;

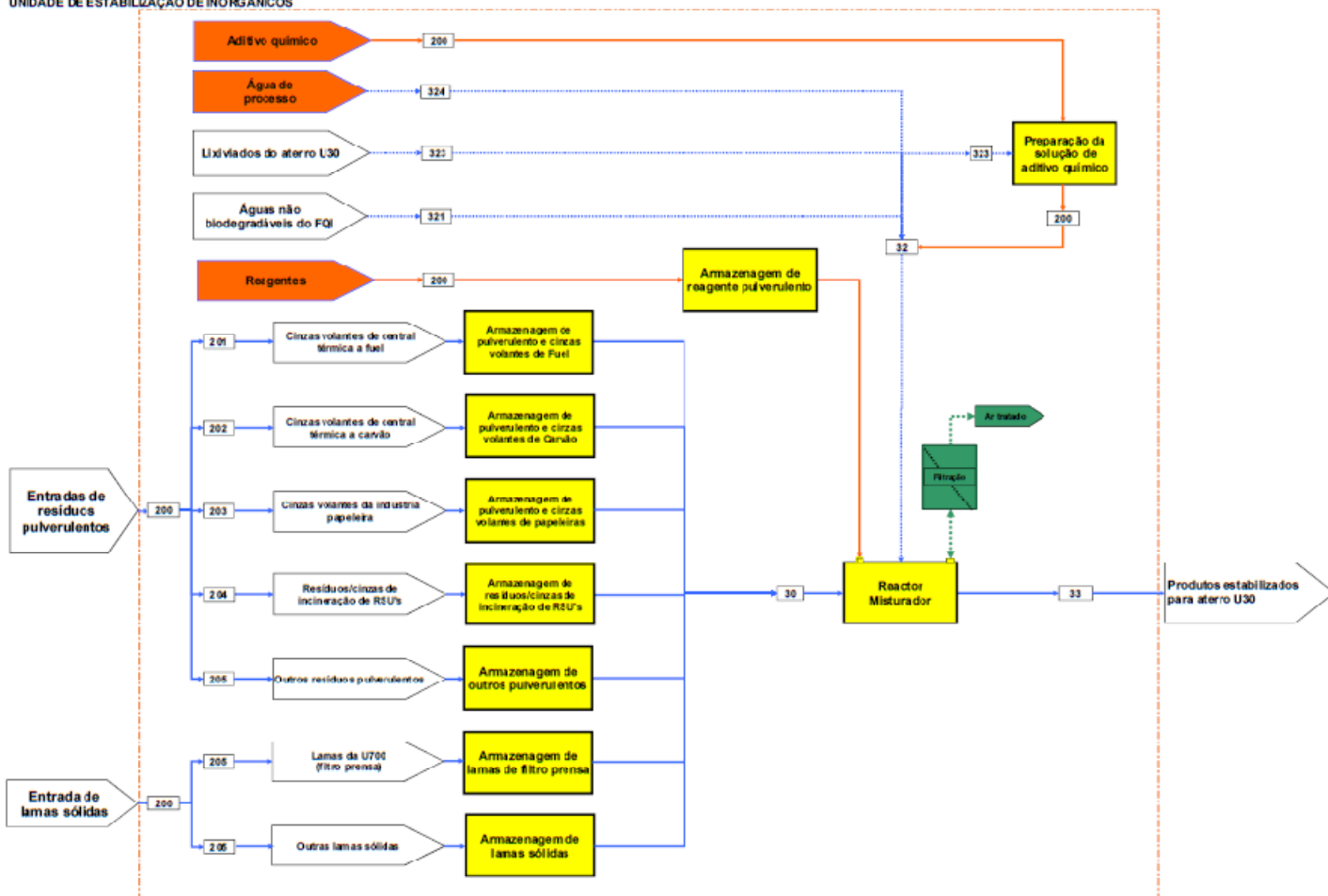


U20

UNIDADE DE ESTABILIZAÇÃO

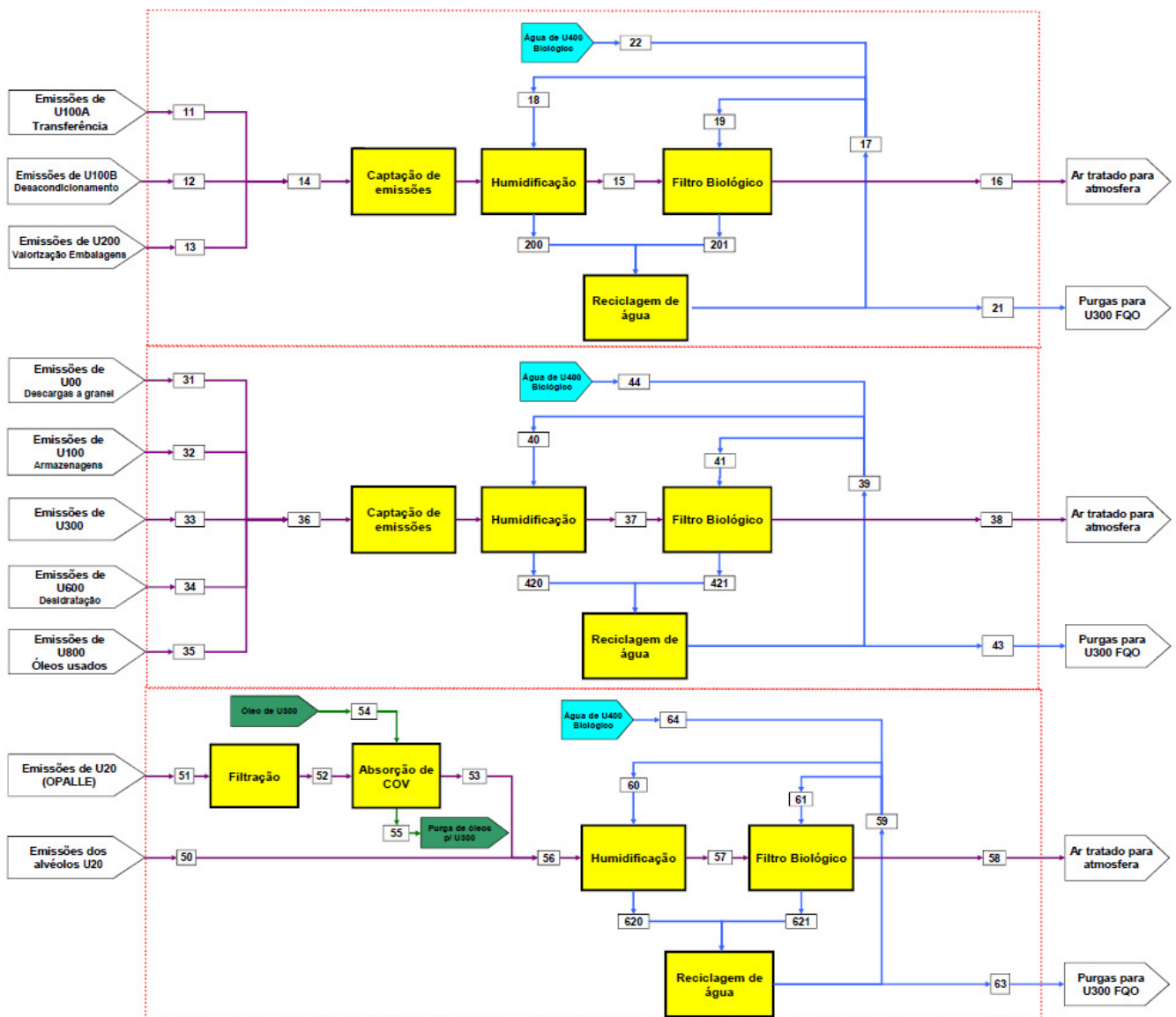


UNIDADE DE ESTABILIZAÇÃO DE INORGÂNICOS



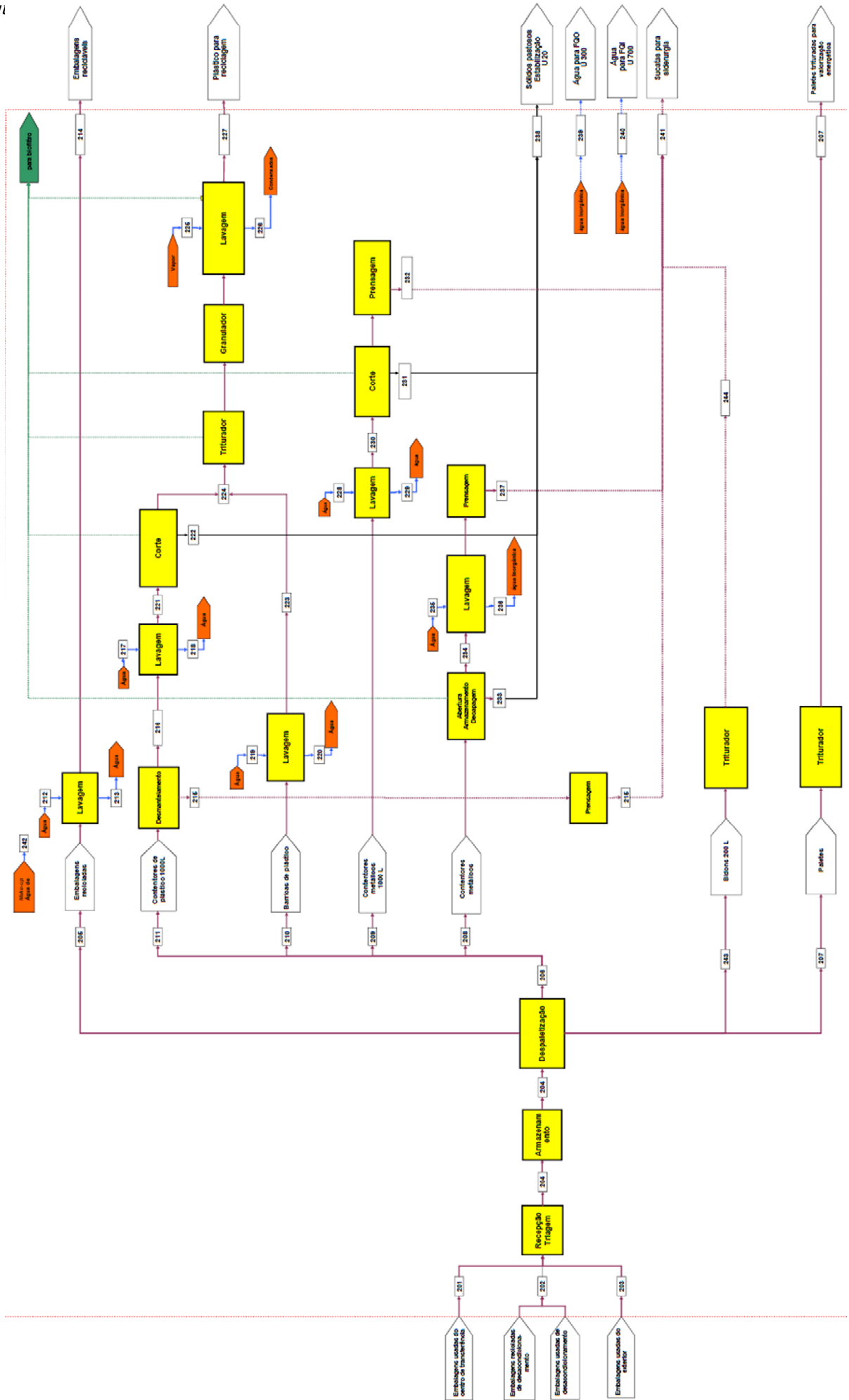
U40

UNIDADE DE TRATAMENTO DE EMISSÕES GASOSAS (UNIDADE DE APOIO)

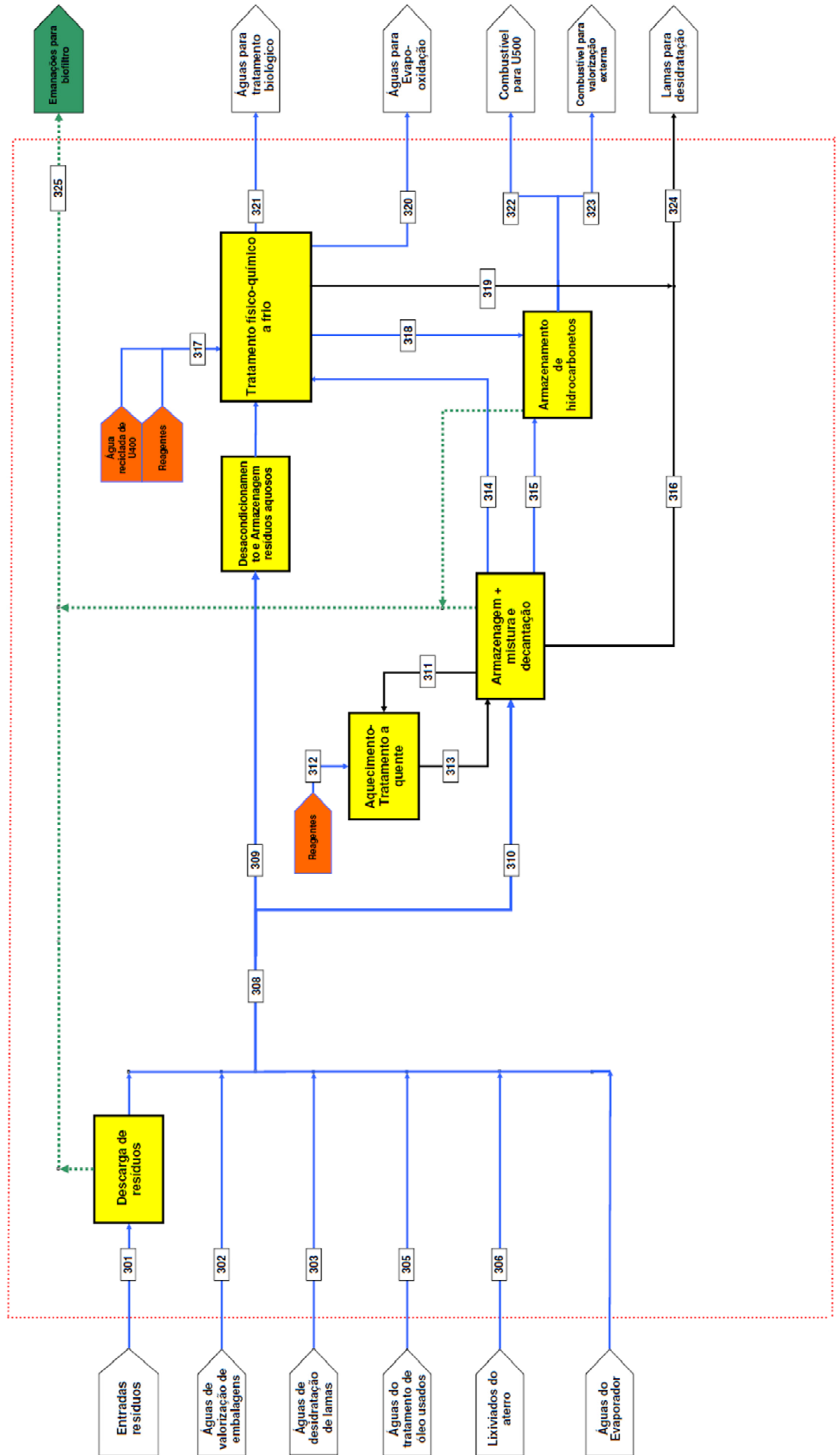




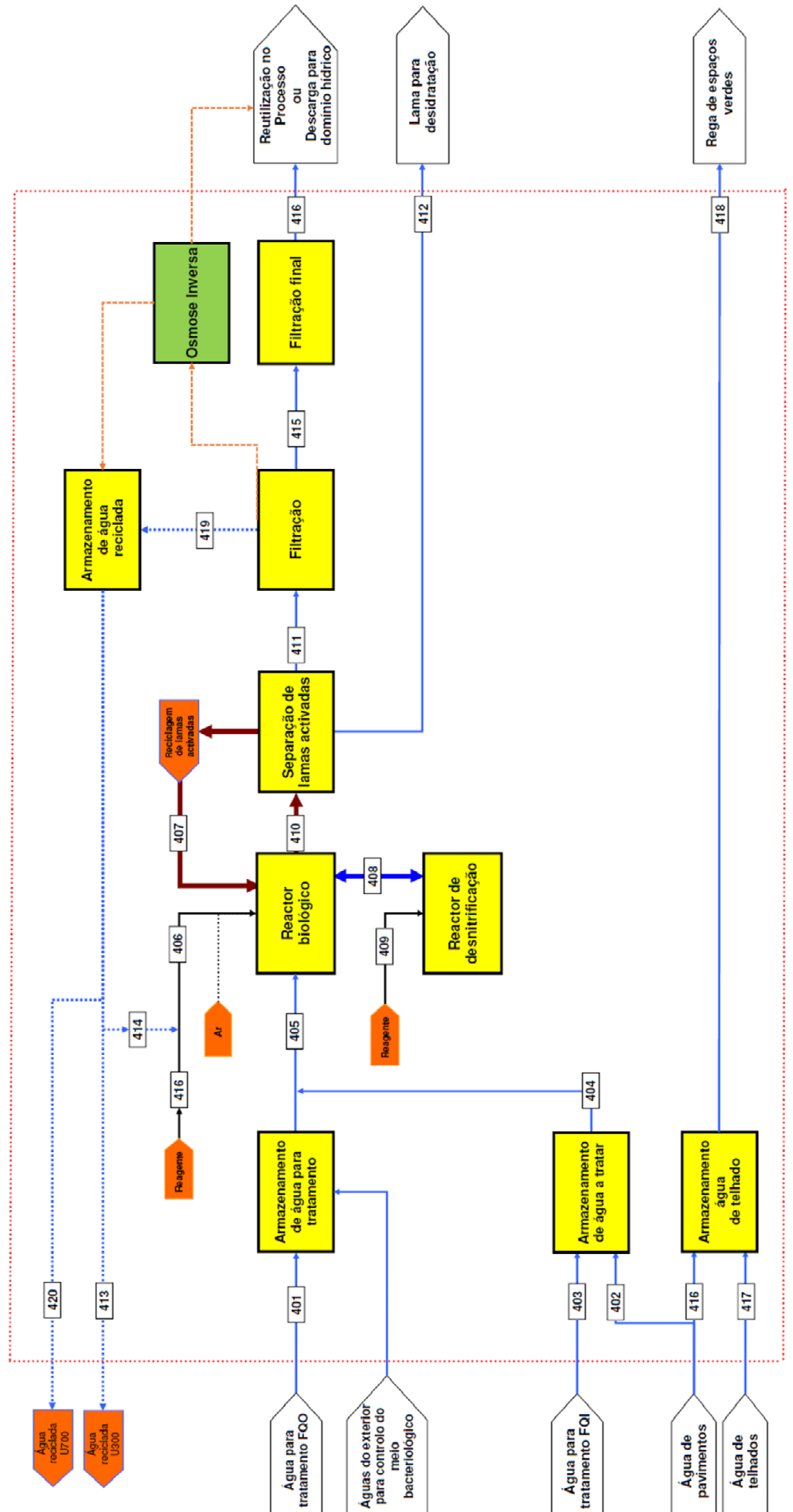
U200 - VALORIZAÇÃO DE EMBALAGENS



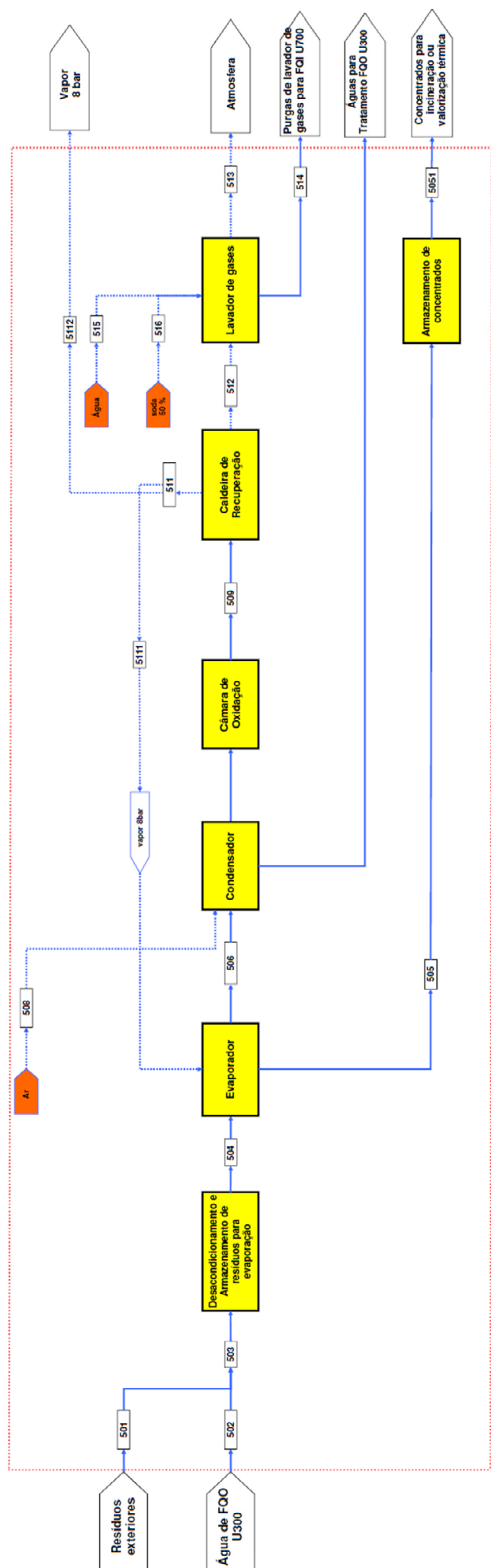
**U300 - UNIDADE DE TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO ORGÂNICO**



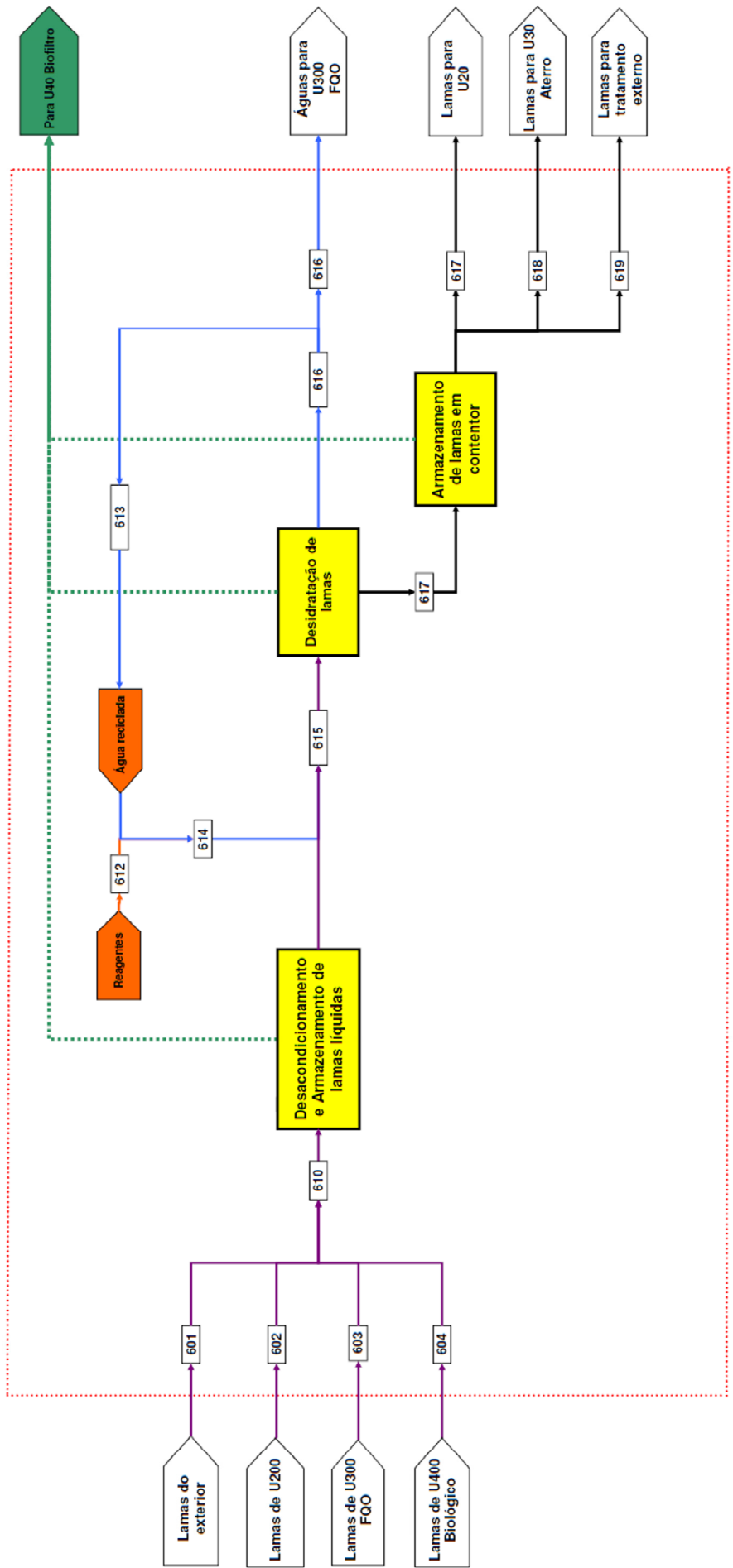
**U400 - UNIDADE DE TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTES / OSMOSE INVERSA**



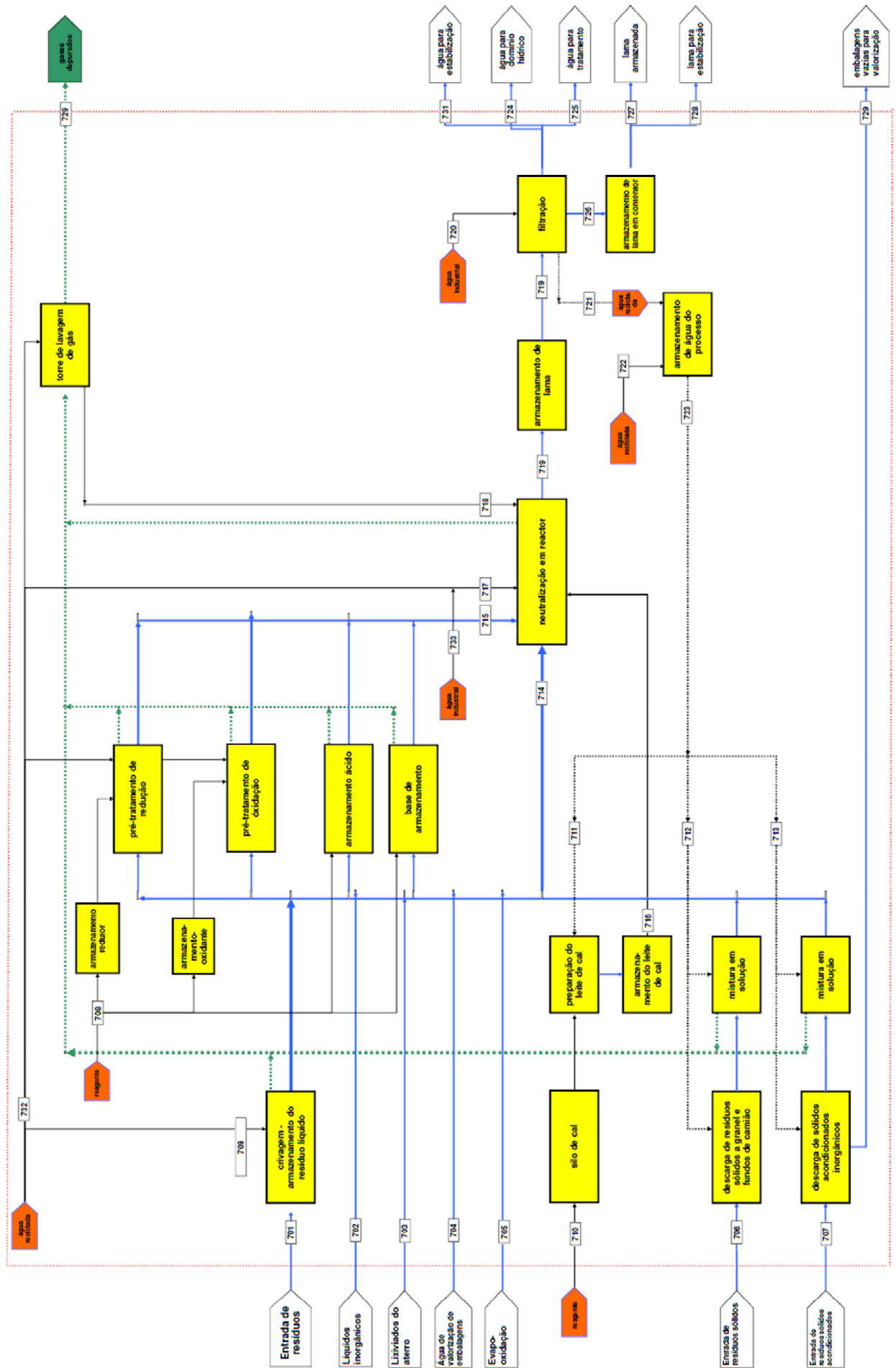
**U500 - UNIDADE DE EVAPO-OXIDAÇÃO**



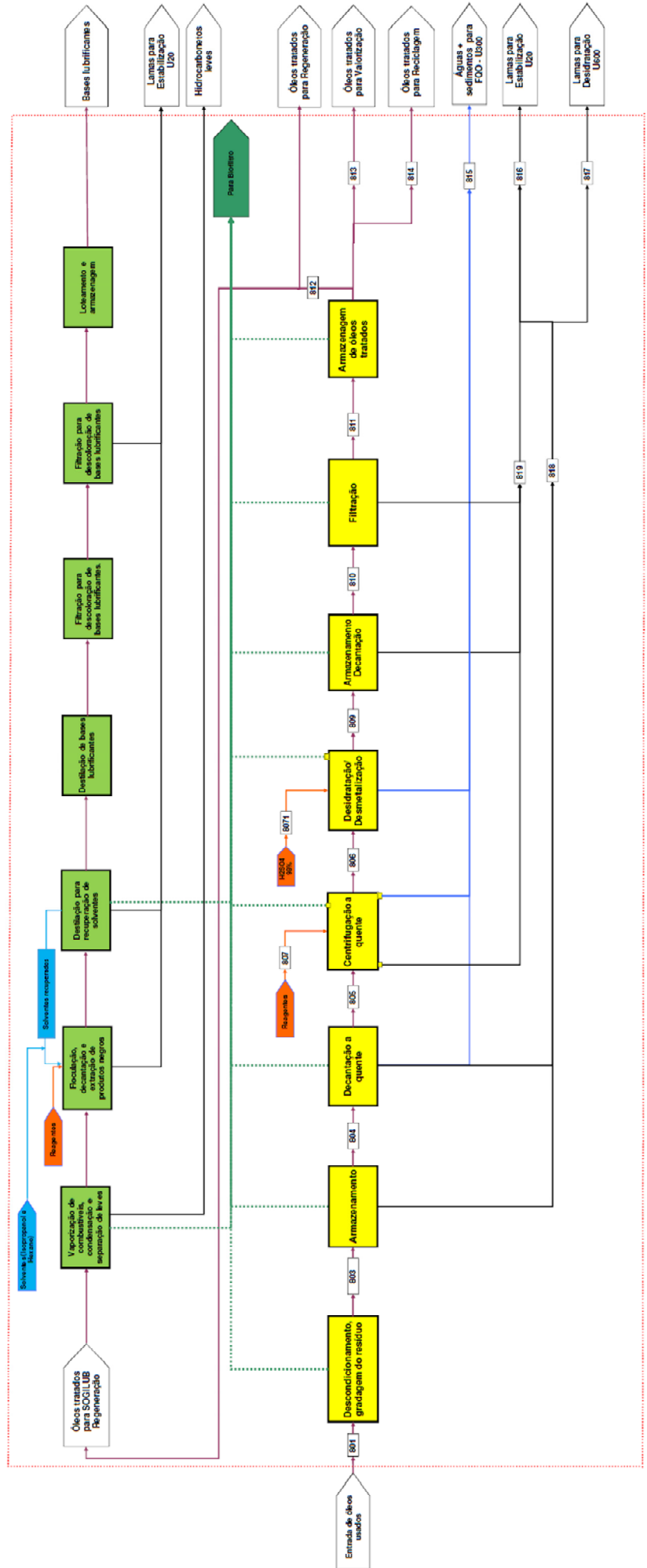
**U600 - UNIDADE DE DESIDRATAÇÃO DE LAMAS**



**U700 - UNIDADE DE TRATAMENTO FÍSICO - QUÍMICO INORGÂNICO**



**U800 - UNIDADE TRATAMENTO DE ÓLEOS USADOS**



**Anexo B**

Service: RECIRCULATION PUMP TO C-201				TAG NR: P-8203 A/B	
Manufacturer: GOULDS or equivalent pump				Quantity: 1+1	
OPERATING CONDITIONS					
Liquid: DEHYDRATED USED OIL (3)			Flow rate:	normal	max.
Density: 950/729 (kg/m3) at 15/356°C				6,1	6,7 (1)
Solids: ~ 2% - Abrasive			Delivery pressure:	4,5 (barA)	
			Suction pressure:	0,25 (barA)	
Temperat.:	normal	max.	Differential pressure:	4,3 (bar)	
	356	380	(°C)		
Viscosity:	3,28 / 10,3 (cP) at 356/100°C		NPSH available:	2,5 - 3,0 (mt.)	
DESIGN DATA					
Pump type: centrifugal			NPSH requested:	(mt.water)	
Max. flow rate:			Design pressure:	(bar)	
Actual differential pressure:			Design temperature:	(°C)	
Round per minutes:			Impeller diameter:	(mm)	
			Seal: MECHANICAL		
Heating:			Absorbed power:	(kWh)	
jacket			traced		
MATERIALS					
Body: DUCTILE IRON			Shaft:		
Impeller: DUCTILE IRON (OPEN IMPELLER)			Sleeve:		
Internals: DUCTILE IRON			Seal:		
Supports: STANDARD			Shaft sleeve:		
NOZZLES					
Suction:			Ø	TYPE	FACE
			3"	ANSI 150#	RF-SF
Delivery:			2"	ANSI 150#	RF-SF
Cooling:			HEAT EXCHANGER		
Heating:			-		
DRIVING					
Estim. installed power:			4 (kW)	Flame-proof class: EExd-IIB-13	
Round per minutes:			(RPM)	Manufacturer:	
Volt/Hertz:			380/50	Type:	
Number of poles:			2	DIRECT	VARIATOR
Protection:			IP-55	GEAR	
Connection			X		
OPTIONALS					
Base plate:			YES   X	NO	Studs: YES   X NO
Flexible coupling:			YES   X	NO	Motor included: YES   X NO
Coupling:			YES   X	NO	
Notes:					
(1) 10% of overdesign					
(2) ambient temperature: max. +45°C; min. -4°C					
(3) The de-hydrated used oil is recirculated in the column C-201 from its bottom till C-202 starts to distill. The de-hydrated used oil properties are conservative for pump design. It is not yet an asphaltic residue till C-202 starts to distill. In normal operation P-204 is used.					
4)-Motor has to be rated for end of curve. Impeller has not be greater than 90% of MAX. Shutoff head= 110-120 % of operating head.					

Anexo C

GENERAL	Q.TY	REV	TAG Nº			1	0	CV-8101		1	0	CV-8102	
	SERVICE		P & ID			I-8201/2/3/4		8100-15-2017		I-8201/2/3/4		8100-15-2017	
	LINE Nº	SIZE	SCHEDULE			8124	2"		150#	8116	2"		150#
BODY	BODY TYPE			GLOBE VALVE - FLANGED TYPE				GLOBE VALVE - FLANGED TYPE					
	BODY SIZE & CONN.		PORT SIZE		(*)				(*)				
	BODY MTL.		BALL MTL.		C.S.		AISI 316		C.S.		AISI 316		
	FLANGES MTL.		YOKE MTL.		CARBON STEEL				CARBON STEEL				
	BONNET TYPE		PACKING MTL.				PTFE				PTFE		
	TRIM FORM		TRIM MTL.				AISI 316				AISI 316		
	REQUIRED SEAT TIGHTNESS			CL. VI				CL. VI					
ACTUATOR	TYPE OF ACTUATOR		SPRING RANGE		SINGLE ACTION		(*)		SINGLE ACTION		(*)		
	SUPPLY		CONNECTION		(1)		1/4" NPT-F		(1)		1/4" NPT-F		
	FAIL VALVE POSITION		HANDWHEEL		CLOSED				CLOSED				
POSTIONER	TYPE	SUPPLY	CONNECTION										
	RLT REG	GAGES	BYPASS		YES	YES			YES	YES			
	INPUT SIGNAL		OUTPUT SIGNAL										
OPTIONS	SOLENOID VALVE		TYPE		24 Vdc		I.S.		24 Vdc		I.S.		
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER			IP 65				IP 65					
	EL. CONSTR.:	ZONE	GROUP	CAT.									
	LIM. SWITCHES	TYPE		RATING		N.2	I.S.		2A 24VAC	N.2	I.S.		2A 24VAC
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER			IP 65				IP 65					
	ELECTRIC CONSTRUCTION			Eex-ia-IIC-T6				Eex-ia-IIC-T6					
PROCESS DATA	FLUID		STATE		DEFUELED OIL		LIQUID		DEFUELED OIL		LIQUID		
	MAX. FLOW	DELTA P	CV CALC.		(2)	(2)			(2)	(2)			
	NORM. FLOW	DELTA P	CV CALC.		(2)	(2)			(2)	(2)			
	MIN. FLOW	DELTA P	CV CALC.		(2)	(2)			(2)	(2)			
	VALVE FL.		CV SELECTED										
	OPERATING PRESS. (Barg)		DESIGN PRESSURE (Barg)		3		4		3		4		
	OPERATING TEMP. (°C)		DESIGN TEMP. (°C)		100		120		100		120		
	DENSITY (Kg/m <sup>3</sup> )	STD. SP. GR.	MOL. WT.		825				825				
	% SUPERHEAT	% FLASH	% SOLIDS										
	VAR. PRESS.	CRIT. PRESS.	OPER. VISC. (cp)					8,3				8,3	
	CP/CV RATIO	COMPR. FCT.	SOUND LEV.Db										
	MANUFACTURER			MODEL NUMBER									

Notes :

(\*) BY VENDOR AT QUOTATION STAGE

## Anexo D

GENERAL	Q.TY	REV.	TAG Nº	1	0	LV-8101	1	0	LV-8102			
	SERVICE		P & ID	P-8102A/B		8100-15-2017-P&ID	P-8103A/B		8100-15-2017-P&ID			
	LINE Nº	SIZE	SCHEDULE	8115	2"	150 #	8142	1"	150#			
BODY	BODY TYPE			PARABOLIC PLUG			PARABOLIC PLUG					
	BODY SIZE & CONN.		PORT SIZE	CARBON STEEL		-	CARBON STEEL		-			
	MTL : BODY & BONNET		YOKE MATERIAL	-		-	-		-			
	LUBRICATOR		ISOL VALVE	-		-	-		-			
	BONNET TYPE		PACKING /MTL	STD		PTFE	STD		PTFE			
	TRIM FORM		TRIM /MTL	AISI-316		AISI-316	AISI-316		AISI-316			
	REQUIRED SEAT TIGHTNESS			CL. IV			CL. IV					
ACTUATOR	TYPE OF ACTUATOR		SPRING RANGE		PNEUM. DIAPHR		(*)		PNEUM. DIAPHR		(*)	
	SUPPLY		CONNECTION		(*)		1/4" NPT-F		(*)		1/4" NPT-F	
	FAIL VALVE POSITION		HANDWHEEL		CLOSE		-		CLOSE		-	
POSITIONER	TYPE	SUPPLY	CONNECTION	POSITIONER	PNEUM. AIR	1/4" NPT-F	POSITIONER	PNEUM. AIR	1/4" NPT-F			
	FILT REG	GAGES	BYPASS	YES	YES		YES	YES				
	INPUT SIGNAL		OUTPUT SIGNAL		4-20 mA		3-15 psi		4-20 mA		3-15 psi	
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER				IP-65				IP-65			
	ELECTRICAL CONSTRUCTION				Eex-ia-IIC-T4				Eex-ia-IIC-T4			
	CERTIFICATION				-				-			
OPTIONS	LIM. SWITCHES		TYPE	RATING								
	HOUSING TYPE: WATER PROOF / OTHER											
	EL. CONSTR.:	ZONE	GROUP	CAT.								
PROCESS DATA	FLUID		STATE		DFU		LIQUID		WW		LIQUID	
	MIN FLOW (Kg/h)	DELTA P (Barg)	CV CALC.	324,0	0,2	(*)	289,1	0,2	(*)			
	OPER FLOW (Kg/h)			2.700,0	(*)	(*)	2.409,5	(*)	(*)			
	MAX FLOW (Kg/h)			3.240,0	0,5	(*)	2.891,4	0,5	(*)			
	SHUT OFF PRESS. (Barg)		CV SELECTED		3,8		(*)		3,8		(*)	
	OPERATING PRESS. (Barg)		DESIGN PRESSURE (Barg)		3,0		3,8		3,0		3,8	
	OPERATING TEMP. (°C)		DESIGN TEMP. (°C)		120		145		48		75	
	DENSITY (Kg/m <sup>3</sup> )	STD. SP. GR.	MOL. WT.	809,8	-	-	976,6	-	-			
	% SUPERHEAT	% FLASH	% SOLIDS	-	-	-	-	-	-			
	VAP. PRESS.	CRIT. PRESS.	OPER. VISC. (cp)	-	-	5,6	-	-	0,57			
	CP/CV RATIO	COMPR. FCT.	SOUND LEV.Db	-	-	<85 dBA at 1 m (*)	-	-	<85 dBA at 1 m (*)			
	MANUFACTURER		MODEL NUMBER		(*)		(*)		(*)		(*)	

General Notes: **MATERIAL HAS TO BE SUITABLE FOR FLUID AT DESIGN CONDITIONS**

(\*) BY VENDOR AT QUOTATION STAGE

## Anexo E

TYPE	IND. + TRASM.	ELEMENT TYPE	DIAPHRAM (*)
TECHNOLOGY	SMART TYPE	ELEMENT MATERIAL	AISI-316L
INDICATOR	YES - LCD	WETTED PARTS MATERIAL	SEE LIST
INDICATOR SCALE	ENG UNIT RANGE	TRANSMISSION TYPE	4-20 mA
MOUNTING	YOKE	TECHNOLOGY	2 WIRES
ENCLOSURE	IP-65	ZERO / SPAN SCREW	REQUIRED
<b>ELECTRICAL CONSTRUCTION</b>	<b>Eex-ia-IIC-T6</b>	ACCURACY	(*)
CERTIFICATION	-	FACTORY CALIBRATION	REQUIRED
ELECTRICAL CONNECTION	M20 CABLE GLAND	SEPARATOR:	
PROCESS CONNECTION	1/2" NPT M	BODY MATERIAL	AISI 316L
HOUSING COVER	DUBLE ALLUMINIUM	WETTED PARTS	SEE LIST
LABEL ITEM	YES	FILLING LIQUID	SUITABLE FOR MAX TEMP.
MANUFACTURER	(*)	PROCESS CONNECTION	1/2" NPT M
MODEL	(*)		

TAG	SERVICE	FLUID	PHASE	MAX TEMP. (°C)	PRESSURE ENG.		U.M.	RANGE	WETTED PARTS MATERIAL	SPAN MIN/MAX	NOTES
					OPERATIVE	DESIGN					
PT-8101	PICR-8101	DEHYDRATED OIL	LIQUID	120	7,2	9	Bar	0÷15	AISI-316	(*)	(2)
PT-8102	PICR-8102	VAPOURS	GAS	150	260 mbara	500 mbara	mbara	0÷1000	AISI-316	(*)	(2)
PT-8103	PIR-8103	VAPOURS	GAS	150	270 mbara	500 mbara	mbara	0÷1000	AISI-316	(*)	(2)
PT-8104	PICR-8104	DEHYDRATED OIL	LIQUID	160	7	9	Bar	0÷15	AISI-316	(*)	(2)
PT-8105	PIR-8105	VAPOURS	GAS	65	10	40	mbarg	-40 ÷+40	AISI-316	(*)	(2)

Anexo F

THERMOCOUPLE					HEAD						
TYPE AND WIRES MATERIAL -					COVER HINGED						
CODE -					CASE MATERIAL ALLUMINIUM ALLOY						
THERMORESISTANCE					ELECTRICAL CONSTRUCTION STD						
TYPE PT-100 Ohm at 0°C					ENCLOSURE IP-65						
CLASS CL.A					TERMINALS STD						
CONSTRUCTION STD DIN 43740					SPRING YES INSIDE SENSOR						
ELEMENT Q.TY SINGLE					EXTENSION NPPLE YES WITH 3 PIECE JOINT						
WIRES NUMBER 3 WIRES FROM SENSOR TO CONVERTER					CHAIN YES						
SHEATH MATERIAL 316L SS					ELECTR. CONNECTION M20						
DIAMETER 8 mm					MANUFACTURER (*)						
CONNECTION TO WELL 1/2" NPT-M											
THERMOWELL											
CONSTRUCTION DRILLED BAR STOCK					PROCESS CONNECTION SEE LIST (2)						
MATERIAL SEE LIST (1)					IMMERION LENGTH SEE LIST (3)						
INTERNAL CONNECTION 1/2" NPT-F					MANUFACTURER (*)						
TEMPERATURE TRANSMITTER											
CONVERTER RESISTENCE / CURRENT					ELECTRIC CONNECTION TERMINALS						
TYPE ELECTRONIC CAPSULE					INPUT PT-100 Ohm 3 WIRES						
MOUNTING INTO RTD HEAD					OUTPUT 4-20 mA						
HOUSING IP-55					BURNOUT UPSCALE						
<b>ELECTRICAL CONSTRUCTION SAFE ZONE</b>					LOCAL INDICATOR YES-LCD						
CERTIFICATION (*)					MANUFACTURER (*)						
					MODEL (*)						
TAG	SERVICE	FLUID	PHASE	MAX PRESS (Barg)	TEMPERATURE (°C)		RANGE (°C)	THERMOWELLS MATERIAL (1)	THERMOWELLS PROCESS CONNECTION (2)	THERMOWELLS IMMERSION LENGTH (mm) (3)	NOTES
					OPERATIVE	DESIGN					
TT-8323	C-8301	HEAVY LUBE OIL	GAS	10 mbara	342	370					
TT-8324	8331	HEAVY LUBE OIL	LIQUID	2.5	60	80					
TT-8325	8334	LIGHT LUBE OIL	LIQUID	3.5	245	300					
TT-8326	8337	LIGHT LUBE OIL	LIQUID	3	245	290					
TT-8327	C-8301	LIGHT LUBE OIL	GAS	8 mbara	300	340					
TT-8328	C-8301	LIGHT LUBE OIL	GAS	9 mbara	300	340					
TT-8329	C-8301	LIGHT LUBE OIL	GAS	9 mbara	320	350					
TT-8330	8343	LIGHT LUBE OIL	LIQUID	2.5	60	80					
TT-8332	8346	SPINDLE LUBE OIL	LIQUID	3.5	130	160					
TT-8333	8349	SPINDLE LUBE OIL	LIQUID	3	98	130					
TT-8334	C-8301	VAPOURS	GAS	6 mbara	98	130					
TT-8335	C-8301	VAPOURS	GAS	8 mbara	110	140					
TT-8336	C-8301	VAPOURS	GAS	8 mbara	330	360					
TT-8337	8355	SPINDLE LUBE OIL	LIQUID	2.5	60	80					
TT-8339	8359	VAPOURS	GAS	6 mbara	110	140					
General Notes: <b>MATERIAL HAS TO BE SUITABLE FOR FLUID AT DESIGN CONDITIONS</b>											
(*) BY VENDOR AT QUOTATION STAGE											

## Anexo G

	Q.TY	REV.	TAG Nº	1	0	LT-8101	1	0	LT-8102		
	SERVICE		P & I	C-8101		8100-15-2017	D-8120		8100-15-2017		
GENERAL	TANK DIMENS.	DIAM.	HIGHT								
	AGITATOR ON TANK			NO			NO				
	CORROSIVE COMPOUNDS			NO			NO				
	SOLIDS			NO			NO				
	OPERAT. TEMPERATURE (°C)			120			48				
	OPERAT. PRESSURE (barg)			260 mb-ara			1,045				
	UPPER FLUID	FLUID									
STATE											
DENSITY AT CONDITIONS											
VISCOSITY AT CONDITIONS											
LOWER FLUID	FLUID			DFU			WW				
	STATE			LIQUID			LIQUID				
	DENSITY AT CONDITIONS (kg/m³)			810			998				
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)			0,01			0,57				
SENSING ELEMENT	INSTRUMENT TYPE			TORQUE TUBE TYPE			MAGNETIC TYPE				
	MOUNTING			ON TOP	<input type="checkbox"/>	BYPASS	<input checked="" type="checkbox"/>	ON TOP	<input type="checkbox"/>	BYPASS	<input checked="" type="checkbox"/>
	PROCESS INSTR. CONNECTION SIZE AND RATING			3/4 NPT M	<input type="checkbox"/>	DN40-PN16	<input type="checkbox"/>	3/4 NPT M	<input type="checkbox"/>	DN50-PN16	<input checked="" type="checkbox"/>
	ELEMENT TYPE (COAXIAL)			ROD	<input checked="" type="checkbox"/>	ROPE	<input type="checkbox"/>	ROD	<input type="checkbox"/>	ROPE	<input type="checkbox"/>
	ELEMENT MATERIAL			AISI-316			AISI-316				
	CALIBRATION RANGE (mm)			600			600				
	UPPER & LOWER DEAD BAND (mm)			UPPER		LOWER		UPPER		LOWER	
	TOTAL ELEMENT LENGTH			600			600				
	ACCURACY			-			-				
	FLANGE MATERIAL			C.S.			C.S.				
	EXTENSION			STD			STD				
ANCHORING OPTIONS			-			-					
CHAMBER	CHAMBER MATERIAL			-			-				
	DIMENSIONS			-			-				
	VESSEL CONNECTION SIZE AND RATING			-			-				
	DISTANCE			-			-				
	ACCESSIBILITY			-			-				
	STEAM JACKET	COOLING EXT.		-		-		-		-	
	DRAIN CONNECTION			-			-				
	VENT CONNECTION			-			-				
ASSOCIATED INSTRUMENT	FUNCTION			IND + TRANSM			IND + TRANSM				
	LOCAL INDICATOR			YES - LCD			YES - LCD				
	INDICATOR SCALE			0-100%			0-100%				
	TRANSMITTER OUTPUT			4-20 mA			4-20 mA				
	POWER SUPPLY			(*)			(*)				
	HOUSING COVER			ALUMINIUM			ALUMINIUM				
	ENCLOSURE			IP-65			IP-65				
	ELECTRICAL CONSTRUCTION			Eex-ia-IIC-T6			Eex-ia-IIC-T6				
	CERTIFICATION			-			-				
	MOUNTING			REMOTE (YOKE) (1)			REMOTE (YOKE) (1)				
	SIGNAL CABLE LENGTH			10			10				
	ELECTR. CONNECTION			M20 x 1,5 CABLE GLAND			M20 x 1,5 CABLE GLAND				
	SCALE RANGE	ACCURACY		0-100%		0,001		0-100%		0,001	
FACTORY CALIBR.	CALIBR. PROCEDURE		YES		YES (2)		YES		YES (2)		
MANUFACTURER			(*)			(*)					
MODEL NUMBER			(*)			(*)					

General Notes: **MATERIAL HAS TO BE SUITABLE FOR FLUID AT DESIGN CONDITIONS** **Instrument Installed in ATEX ZONE Eex-ia-IIC-T6**

(\*) BY VENDOR AT QUOTATION STAGE

(1) COMPLETE OF 2" YOKE MOUNTING KIT

(2) PUSH BUTTON ON INSTRUMENT AND INTERFACE HARDWARE + SOFTWARE FOR CONFIGURATION

(3) FOR METER TO CONVERTER UNIT CONNECTION

Anexo H

GENERAL	TAG Nº			LS-HH-8211		LSIL-8212		
	SERVICE			C-8201		C-8201		
	LINE Nº							
	TYPE OF LOOP							
	CORROSIVE COMPOUNDS			NO		NO		
	SOLIDS			NO		NO		
	TEMPERATURE (°C)		OPERAT.	DESIGN	356,0	380,0	356,0	390,0
	PRESSURE (Bara)		OPERAT.	DESIGN	0,012	0,015	0,012	0,015
UPPER FLUID	FLUID			VAPOURS		VAPOURS		
	STATE			GAS		GAS		
	DENSITY AT CONDITIONS (Kg/m <sup>3</sup> )							
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)							
LOWER FLUID	FLUID			AS		AS		
	STATE			LIQUID		LIQUID		
	DENSITY AT CONDITIONS (Kg/m <sup>3</sup> )			729		729		
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)			3,28		3,28		
INSTRUMENT	TYPE			TUNING FORK		TUNING FORK		
	MATERIAL			AISI 316		AISI 316		
	PROCESS CONNECTION			1" NPT M		1" NPT M		
	EXTENSION (mm)			(*)		(*)		
	IMMERSION LENGTH (mm)			115		115		
	LOCATION			ATEX ZONE		ATEX ZONE		
ACCESSORIES								
HOUSING	MATERIAL			STD		STD		
	ELECTRICAL CONNECTION			M20 x 1,5 CABLE GLAND		M20 x 1,5 CABLE GLAND		
	ENCLOSURE			IP-66		IP-66		
	EL. CONSTRUCTION							
ELECTRONICS	CONSTRUCTION			ELECTRONIC INSERT		ELECTRONIC INSERT		
	SIGNAL TYPE			SPDT		SPDT		
	RATING		LOAD					
	POWER SUPPLY			24 Vdc 2 WIRES		24 Vdc 2 WIRES		
	ACTION (ADJUSTABLE IN FIELD)			FALLING		FALLING		
	DIFFERENTIAL			FIXED		FIXED		
	<b>ELECTRICAL CONSTRUCTION</b>			<b>Eex-ic-IIC-T6</b>		<b>Eex-ia-IIC-T5</b>		
CERTIFICATION			-		-			
SWITCHING UNIT	TYPE			-		-		
	LOCATION							
	MOUNTING							
	POWER SUPPLY							
	OUTPUT SIGNAL							
	SWITCH QUANTITY		FORM					
	RATING		LOAD					
	HOUSING							
EL. CONSTRUCTION								
MANUFACTURER								
MODEL NUMBER								

Notes:

R200-1ST-1.52017-INS-R EV 1

(\*) BY VENDOR AT QUOTATION STAGE

Anexo I

Rev.	GENERAL CHARACTERISTICS										
1											
2											
3	ORIFICE PLATE	<input checked="" type="checkbox"/>	FLOW NOZZLE	<input type="checkbox"/>	VENTURI TUBE	<input type="checkbox"/>	PITOT TUBE	<input type="checkbox"/>			
4	CALCULATION ACCORDING TO : ISO 5167.2.2003										
5	UNI <input checked="" type="checkbox"/> METER RUN <input type="checkbox"/>										
6											
7											
8	Quantity	Tag N°	1		FT-8301						
9	Piping identif. N°	DN	Material	8302		3"		C.S.			
10	Section	Service					Outlet P-8301				
11	P&ID Drawings		Title dwg.	8300-15-2017							
12	OPERATING CONDITIONS	Fluid	Type	State	DMZ		LIQUID				
13		Flow :	Min.	Normal	Max	Kg/h	768	6400	7680		
14		Flow full scale					Kg/h	7700			
15		Inlet pressure					Barg	4			
16		Differential pressure					mmH2O	1250			
17		Temperature					°C	195			
18		Liquid specific weight					Kg/m3	761			
19		Steam specific weight					Kg/m3				
20		Gas S.W. 0° and 760 mmHg ABS					Kg/m3				
21		Viscosity					cP	1,23			
22	Compressibility factor										
23	Specific heat ratio					K					
24	Gas relative humidity					j					
25	Internal pipe diameter at 20 °C				mm	(NOTE 2)					
26	Orifice bore		d/ D			20,52	0,391				
27	Plate :	Thickness	Ident. Tag N°.			3 mm	FT-8301				
28	Flanges :	Type	Ident. Tag N°.		Rating	Welding-Neck	FE-8301		ANSI 150 RF		
29	Quantity	Flange Face Finish				2	63±1.25 AARH				
30	PRESS. TAPS	Couple number		Dimensions		2	1/2" NPT-F				
31		Type	Assembly				Flanges Tap	Yes			
32		Couples location						DIAMETER OPPOSED	<input checked="" type="checkbox"/>		
33							90 °C	<input type="checkbox"/>			
34	MATERIAL	Orifice plate				AISI 316L					
35		Holding ring									
36		Flanges		Gaskets		C.S.		According to standard TA 50.5/29 - G5N			
37		Studbolts				ASTM A193 GR. B7 - 2H GALVANIZED					
38		Nuts				ASTM A193 GR. B7 - 2H GALVANIZED					
39	Ring spacer										
40	Purge										
41	Seal fluid	Specific weight		Kg/dm3		SIMPLE		<input type="checkbox"/>			
42	PITOT TUBE	Type				DOUBLE DINAMICS TAGS		<input type="checkbox"/>			
43						VENTURI AMPLIFIER		<input type="checkbox"/>			
44											
45		Amplifier coefficient									
46		Dimensions of the taps									
47	Nozzle for the connection to the pipe										
48	Lenght	Material									
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											
Remarks						Purchasing data					
THE ORIFICE SHALL BE SUPPLIED COMPLETE WITH :						Manufacturer :					
1) CALCULATION SHEET						Supplier :					
2) NOMINAL PIPE THICKNESS : 3.91mm.						Model :					
						Order number :					

Anexo J

METERING ELEMENT	Q.I.Y		REV.	IAG Nº	I	U	FT-8316	I	U	FT-8321	
	SERVICE			P & ID	C-8301		8300-15-2017	J-8301		8300-15-2017	
	LINE Nº	SIZE	SCHEDULE	8381	3/4"	150 #	8379	3'	150 #		
FLUID DATA	FLUID				SS			MPS			
	STATE				GAS			GAS			
	CORROSIVE COMPOUNDS				NO			NO			
	SOLIDS				NO			NO			
	OPERAT. TEMPERATURE (°C)				380			162			
	OPERAT. PRESSURE (Bara)				7,5			6,5			
	MIN - OPER. - MAX (Kg/h)				3,6	30,0	36,0	112,1	934,0	1.120,8	
LIQUID DATA	DENSITY AT 15°C				-			-			
	DENSITY AT CONDITIONS (kg/m <sup>3</sup> )				2,51			3,42			
	VISCOSITY AT CONDITIONS (cp)				0,0235			0,0144			
VAPOR DATA	MOLECULAR WEIGHT				-			-			
	COMPR. FACTOR AT CONDITIONS				-			-			
METER	TYPE OF PRIMARY ELEMENT				VORTEX FLOW METER			VORTEX FLOW METER			
	WETTED PARTS MATERIAL				AISI 316			AISI 316			
	STEAM JACKET				NO			NO			
	STEAM JACKET CONNECTION				-			-			
	ELECTRICAL CONNECTION				(*)			(*)			
	ENCLOSURE CLASS				IP-65			IP-65			
	METER SIZE				(*)			(*)			
	PROCESS CONNECTION SIZE & RATING				DN (*) - 150# RF/SF			DN (*) - 150# RF/SF			
	MAX. ALLOWABLE ΔP (Barc)				0,1			0,1			
MAX ΔLTA P				(*)			(*)				
ASSOCIATED INSTRUMENT	FUNCTION				IND + TRANSM			IND + TRANSM			
	MOUNTING										
	SIGNAL CABLE LENGTH (mt)				10			10			
	SPAN ADJUSTMENT				YES			YES			
	POWER SUPPLY				(*)			(*)			
	ENCLOSURE CLASS				IP-65			IP-65			
	ELECTRICAL CONSTRUCTION				Eex-ia-IIC-T6			Eex-ia-IIC-T6			
	CERTIFICATION				-			-			
	TRANSM.	TRANSMITTER OUTPUT				4-20 mA			4-20 mA		
		ELECTRICAL CONNECTION				M20 CABLE GLAND			M20 CABLE GLAND		
		ACCURACY				0,1%			0,1%		
		FACTORY CALIBRATION				YES			YES		
	DISPLAY	RANGE				(*)			(*)		
		TYPE				LCD			LCD		
ALARM	CONTACT	FORM			-	-	-	-			
	RATING	ELEC. CODE			-	-	-	-			
	ACTION				-			-			
MANUFACTURER				(*)							
METER MODEL NUMBER				(*)							
TRANSMITTER MODEL NUMBER				(*)							

General Notes: **MATERIAL HAS TO BE SUITABLE FOR FLUID AT DESIGN CONDITIONS**

**Instrument installed in ATEX ZONE: Eex-ia-IIC-T6**

(\*) BY VENDOR AT QUOTATION STAGE

Anexo K

POS.	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT. NEC. COM. JUNTINHOS/BOX	QUANT. MFC	QUANT. RFO	FORNECEDOR 1			FORNECEDOR 2			FORNECEDOR 3			FORNECEDOR 4			PREÇO GLOBAL		
						QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. PROVISÓRIA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. PROVISÓRIA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. PROVISÓRIA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. PROVISÓRIA	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO QUANT. PROVISÓRIA
2	<b>Fornecimento e instalação, Cabos de potência: (CLASS AREA), des. N.º 15-2017-PCL-ELE-REV.2</b>																			
2.1	4G2,5 + Arm	m	261	710	710	3,44 €	2 442,40 €	710	3,18 €	2 255,08 €	710	3,87 €	2 747,70 €	710	5,39 €	3 828,17 €				
2.2	4G2,5+Sh + Arm	m	369	1168	1168	4,11 €	4 800,48 €	1168	3,61 €	4 212,60 €	1168	4,16 €	4 856,88 €	1168	6,76 €	7 895,32 €				
2.3	4G 4 + Arm	m	305	460	460	4,07 €	1 872,20 €	460	4,06 €	1 860,73 €	460	4,66 €	2 143,60 €	460	7,06 €	3 248,70 €				
2.4	4G 4 +Sh. + Arm	m	156	235	235	4,95 €	1 163,25 €	235	4,89 €	1 103,24 €	235	5,33 €	1 252,55 €	235	9,17 €	2 155,73 €				
2.5	4G6 + Arm	m	0	140	140	4,91 €	687,40 €	140	5,19 €	727,15 €	140	5,88 €	823,20 €	140	9,34 €	1 307,67 €				
2.6	4G6 + Sh. Arm	m	73	265	265	6,12 €	1 621,80 €	265	5,04 €	1 572,86 €	265	6,87 €	1 820,65 €	265	11,70 €	3 124,83 €				
2.7	3x(4x50)+PE(4x25)+ Arm	m	0	120	120	22,83 €	2 715,60 €	120	23,52 €	2 822,14 €	120	28,64 €	3 220,80 €	120	42,69 €	5 123,36 €				
2.8	CONDUT TYPE TA725 6Fx1 25mm	m	320	320	320	6,77 €	2 166,40 €	320	5,92 €	1 893,60 €	320	9,43 €	3 017,60 €	320	14,91 €	4 770,93 €				
2.9	CONDUT TYPE TA232 6Ex1 32mm	m	200	200	200	11,48 €	2 296,00 €	200	6,11 €	1 221,30 €	200	11,24 €	2 248,00 €	200	16,10 €	3 238,60 €				
2.10	Termination cable 4G2,5 + Arm	un	11	11	11	25,52 €	324,72 €	11	36,80 €	402,80 €	11	18,74 €	206,14 €	11	22,07 €	242,72 €				
2.11	Termination cable 4G2,5+Sh + Arm	un	19	19	19	35,17 €	668,23 €	19	41,82 €	794,58 €	19	17,09 €	324,71 €	19	22,07 €	419,24 €				
2.12	Termination cable 4G4 + Arm	un	7	7	7	31,64 €	221,48 €	7	47,04 €	329,28 €	7	17,07 €	119,49 €	7	22,51 €	157,56 €				
2.13	Termination cable 4G4 + Sh. + Arm	un	4	4	4	35,17 €	140,68 €	4	52,26 €	209,04 €	4	18,69 €	74,76 €	4	22,51 €	90,03 €				

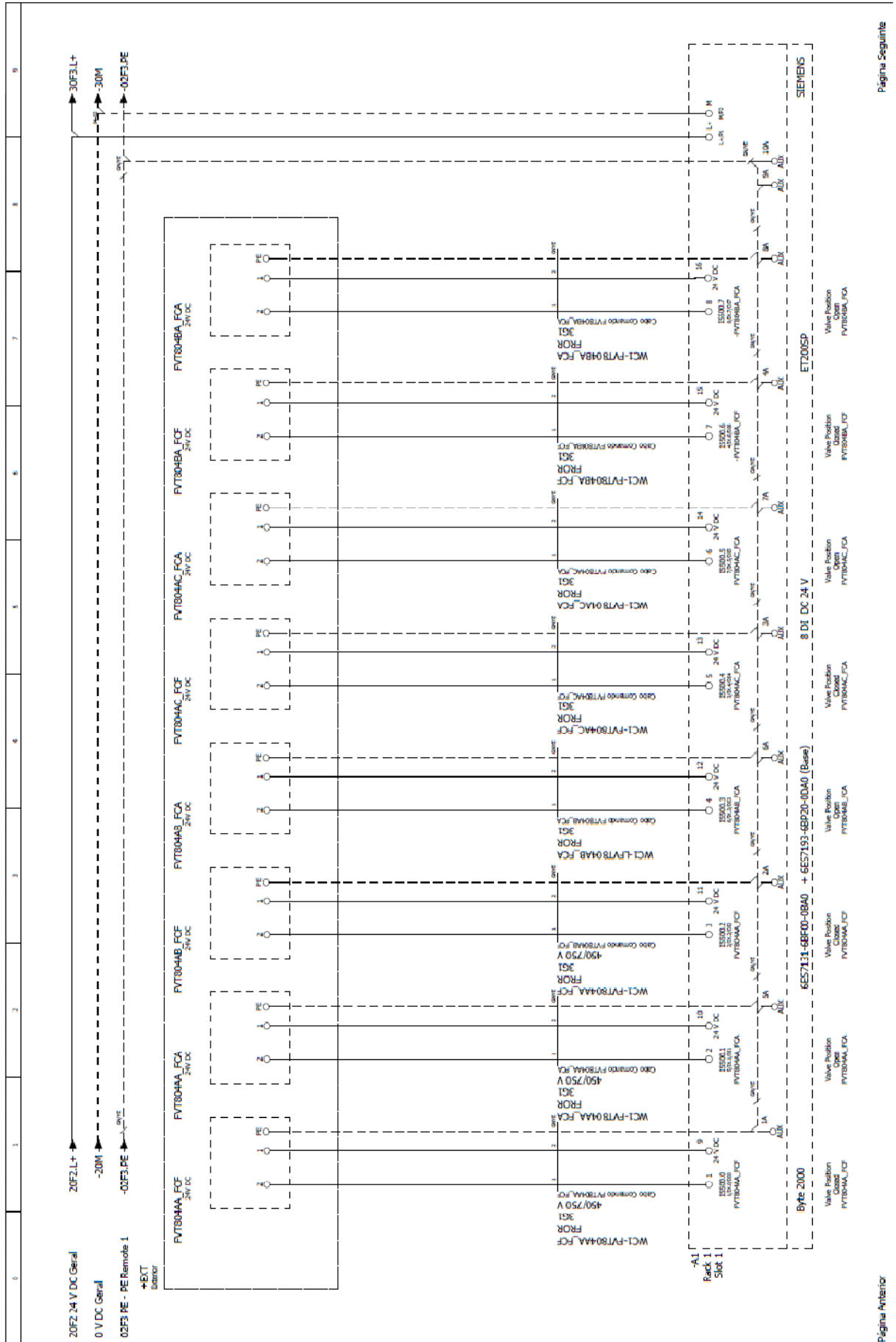
Anexo L

VECCHIO PROGETTO										NUOVO PROGETTO NOSTRO									
ITEM	TIPO	POT (L)	SALV	COMT	INV/SOFT	CAVO	ITEM	TIPO	POT	SALV	COMT	INV/SOFT	CAVO	NOTE					
P8402	INV	3	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 70mt	EA-8205E	INV	2,2	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1							
P8403	INV	1,1	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 72mt	EA-8307	INV	0,55	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1							
P8404	INV	3	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68mt	P-8304B	INV	2,2	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE18-8AF1							
P8405	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 74mt	EA-8309	INV	1,5	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1		CAMBIARE SALVAMOTORE IN 3RV2011-1FA10					
P8406	INV	1,1	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68mt	EA-8305	INV	0,55	3RV2011-1DA10	3RT2015-1BB41	6SL3210-1KE14-3AF1							
P8407	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68mt	P-8206B	INV	0,25	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1		CAMBIARE SALVAMOTORE IN 3RV2011-0JA10					
P8408	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 66mt	P-8206A	INV	0,25	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1		CAMBIARE SALVAMOTORE IN 3RV2011-0JA10					
P8409	INV	1,5	3RV2011-1FA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE15-8AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 64mt	P-8303B	INV	1,5	3RV2011-1FA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE15-3AF1							
P8410	DOL	3	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40		N2XCH 4G2,5 RE/2,5 68mt	P-8103A	DOL	2,2	3RV2011-1HA10	3RT2024-1BB40								
P8402.1	INV	11	3RV2021-4CA10	3RT2027-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1	N2XCH 4G6 RE/6 74mt	P-8205A	INV	11	3RV2021-4CA10	3RT2027-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1		INVERTER SETTATO 50HZ FISSI SU SCADA DEVO AVERE LA POSSIBILITA' DI IMPOSTARE LA VELOCITA'					
P8402.2	DOL	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40		N2XH 4G2,5 74mt	VP-8101	DOL	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40								
P8402.3	INV	7,5	3RV2011-4AA10	3RT2025-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1	N2XCH 4G6 RE/6 74mt	P-8201	INV	7,5	3RV2011-4AA10	3RT2025-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1		INVERTER SETTATO 50HZ FISSI SU SCADA DEVO AVERE LA POSSIBILITA' DI IMPOSTARE LA VELOCITA'					
P8411	DOL	0,37	3RV2011-0KA10	3RT2024-1BB40		N2XH 4G6 50mt	P-8305B	DOL	7,5	3RV2021-4AA10	3RT2026-1BB40			USATA DOL DA 1,5KW, CAMBIARE SALVAMOTORE IN 3RV2021-4AA10 E CONTATTORE IN 3RT2025-1BB40 - VERIFICARE CAVI					
P8501	INV	4	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1	N2XCH 4G2,5 RE/2,5 76mt	P-8203B	INV	2,2	3RV2011-1JA10	3RT2024-1BB40	6SL3210-1KE21-3AF1							
P8502	INV	11	3RV2021-4DA10	3RT2027-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1	N2XCH 4G6 RE/6 79mt	P-8205B	INV	11	3RV2021-4DA10	3RT2027-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1		INVERTER SETTATO 50HZ FISSI SU SCADA DEVO AVERE LA POSSIBILITA' DI IMPOSTARE LA VELOCITA'					
P8503	INV	11	3RV2021-4DA10	3RT2027-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1	N2XCH 4G6 RE/6 78mt	VP-8201	INV	11	3RV2021-4DA10	3RT2027-1BB40	6SL3210-1KE23-2AF1		INVERTER SETTATO 50HZ FISSI SU SCADA DEVO AVERE LA POSSIBILITA' DI IMPOSTARE LA VELOCITA'					
P8504	DOL	1,5	3RV2011-1FA10	3RT2024-1BB40		N2XH 4G2,5 82mt	P-8207A	DOL	5,5	3RV2011-1KA10 <sup>M</sup>	3RT2024-1BB40			USATA DOL DA 1,5KW, CAMBIARE SALVAMOTORE IN 3RV2011-1KA10 - VERIFICARE CAVI					
P8505	DOL	2,2	3RV2011-1GA10	3RT2024-1BB40		FR-N1X1G1 4G2,5 84mt	P-8101A	DOL	2,2	3RV2011-1GA10	3RT2024-1BB40								

Anexo M

POWER CABLE TYPE "A"										
1										
3	1 - TIPO Type	- CAVI NORMALI STD. Cables <input type="checkbox"/>		- CAVI AUTOESTINGUENTI Self extinguishing cables CEI 20.35/IEC 332-1 Or equivalent VDE <input checked="" type="checkbox"/>		- NON PROPAGANTI INCENDIO Not propagating fire CEI 20.22 II/IEC 332-3A Or equivalent VDE <input checked="" type="checkbox"/>				
4										
5										
6	2 - MATERIALI Materials	<input checked="" type="checkbox"/> GUAINA ESTERNA IN PVC RZ RESISTENTE AGLI OLI E GRASSI INDUSTRIALI <i>External jacket in PVC RZ oil and industrial grease resistant</i>								
7		<input checked="" type="checkbox"/> ISOLAMENTO CONDUTTORE IN GOMMA ALTO MODULO (PVC o G7) <i>Conductor insulation, high module rubber HEPR type</i>								
8		<input checked="" type="checkbox"/> ARMATURA: ACCIAIO AL CARBONIO ZINCATO A NASTRO O A FILI <i>Armouring: Galvanized carbon steel band or single wire</i>								
9		<input checked="" type="checkbox"/> CONDUTTORE: CAVI FLESSIBILI IN RAME ROSSO Elettrolitico NON STAGNATO <i>Conductor: Red electrolytic copper wire unfinned; stranded type</i>								
10		<input checked="" type="checkbox"/> COLORAZIONE A NORME UNEL 00722-74 <i>Colours as per UNEL 00722-74 code</i>								
11		<input checked="" type="checkbox"/> CONFORME A STD. CEI/IEC <i>As per STD.</i>								
12	3 - CARATTERISTICHE Characteristics	- BASSA EMISSIONE HCL / HCL low emission <input checked="" type="checkbox"/>				SI / Yes <input type="checkbox"/>	NO / No <input type="checkbox"/>			
13		- GUAINA CONDUTTORE / Conductor sheet <input type="checkbox"/>				PVC R2	G7 <input checked="" type="checkbox"/>			
14		- TENSIONE DI ESERCIZIO (Uo/U) / Operating voltage <input checked="" type="checkbox"/>				600/1000 V	450/750 V <input type="checkbox"/>			
15		- GRADO DI ISOLAMENTO / Insulation class <input checked="" type="checkbox"/>				4	3 <input type="checkbox"/>			
16		- ARMATURA / Armouring <input checked="" type="checkbox"/>				SI	NO <input type="checkbox"/>			
17		- SCHERMATURA / Shielding <input type="checkbox"/>				SI / Yes	NO / No <input checked="" type="checkbox"/>			
18	4 - DESCRIZIONE E QUANTITA' (Metri) Description and quantity (mts)	Cavo / Cable 4G2.5 mm <sup>2</sup>		Cavo / Cable 4G4 mm <sup>2</sup>		Cavo / Cable 4G6 mm <sup>2</sup>		Cavo / Cable 1x50mm <sup>2</sup>		
19		LUNGHENZA STIMATA Estimated length		LUNGHENZA ORDINATA Order length		LUNGHENZA STIMATA Estimated length		LUNGHENZA ORDINATA Order length		
20		0	710 m	925 m	460 m	600 m	140 m	185 m	360 m	470 m
21		1								
22		2								
23		Cavo / Cable 1x25mm <sup>2</sup>		Cavo / Cable G mm <sup>2</sup>		Cavo / Cable G mm <sup>2</sup>		Cavo / Cable G mm <sup>2</sup>		
24		LUNGHENZA STIMATA Estimated length		LUNGHENZA ORDINATA Order length		LUNGHENZA STIMATA Estimated length		LUNGHENZA ORDINATA Order length		
25		0	120 m	160 m	m	m	m	m	m	m
26		1								
27		2								
28	NOTE / Remarks:									
29	(1) IL FORNITORE ENTRO 15 GG DALL'ORDINE DOVRA' COMUNICARE I DIAMETRI ESTERNI DEI CAVI / Vendor to inform of the overall diameter within 15 days from the order.									
30	(2) SISTEMA DI CODIFICA CEI UNEL 35011 / Coding system CEI UNEL 35011.									
31	(3) NORME DI RIFERIMENTO "CEI", "IEC" O EQUIVALENTI "VDE" / Reference standard "CEI", "IEC" or equivalent "VDE".									

Anexo N





Anexo P

POSITION	Consumer / Device number	Consumer / Device designation	MONTAGEM Motores, Instrumentos, ESTERIAS, ELÉTRICO, TUBINGS	PASSAGEM DE CABOS	Calibração e teste de instrumentos e VSDs	SENTIDO DE ROTAÇÃO MOTORES	START UP	AVANÇO INSTRUMENTAÇÃO		OBSERVAÇÕES
								AVANÇO ELÉTRICA	32,6%	
22	FT-8104	FLOW TRANSMITTER (P-8102A/B - LINE 2"-8115-DFU-1110-H1) + FE-8104	X			N/A		20%	-	
23	FT-8105	FLOW TRANSMITTER (P-8103A/B - LINE 1"-8142-WW-1105)	X	X		N/A		60%	-	
24	FT-8106	FLOW TRANSMITTER (P-8104A/B - LINE 1/2"-8143-LE-1110)	X	X		N/A		60%	-	
25	LG-8101	LEVEL GAUGE (D-8120)	X	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	-	
26	LG-8102	LEVEL GAUGE (D-8120)	X	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	-	
27	LG-8103	LEVEL GAUGE (D-8120)	X	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	-	
28	LDT-8103	LEVEL TRANSMITTER (D-8120)	X	X		N/A		60%	-	
29	LIT-8102	LEVEL TRANSMITTER (D-8120)	X	X		N/A		60%	-	
30	LIT-8104	LEVEL TRANSMITTER (D-8120)	X	X		N/A		60%	-	
31	LSH-8102	LEVEL SWITCH HIGH (2º Piso - C-8101)	X	X		N/A		60%	-	
32	LSL-8101	LEVEL SWITCH LOW (D-8120)				N/A		0%	-	
33	LSL-8103	LEVEL SWITCH LOW (2º Piso - C-8101)	X	X		N/A		60%	-	
34	LSL-8115	LEVEL TRANSMITTER (VP-8101)	X	X		N/A		60%	-	
35	LT-8101	LEVEL TRANSMITTER (2º Piso - C-8101)	X	X		N/A		60%	-	
36	LV-8101	LEVEL VALVE (LINE 2"-8116-DFU-1110-H1)	X	X		N/A		60%	-	
37	LV-8102	LEVEL VALVE (LINE 1"-8142-WW-1105)	X	X		N/A		60%	-	
38	PI-8101A	PRESSURE INDICATOR 0/16 Barg (LINE 2"-8104-DHY-3110-H1)		N/A	N/A	N/A	N/A	0%		
39	PI-8101B	PRESSURE INDICATOR 0/16 Barg (LINE 2"-8104-DHY-3110-H1)		N/A	N/A	N/A	N/A	0%		
40	PI-8102A	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 2"-8113-DFU-1110-H1)		N/A	N/A	N/A	N/A	0%		

Anexo Q

Item	Eng.Group	Equipment	Description	Action	By	Priority	Status	Comments
38	INSTR	FV-8305	FLOW VALVE (LINE 2"-8316-BR-3110-H3)	RELIGAR INSTRUMENTO		1	0%	INVERTER A INSTALAÇÃO DA VALVULA, POIS ESTA MONTADA NO SENTIDO CONTRARIO AO FLUXO
39	INSTR	LG-8101	LEVEL GAUGE (D-8120)	REINSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	INSTALAR 2 VALVULAS φ 1"
40	INSTR	LG-8102	LEVEL GAUGE (D-8120)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	INSTALAR CARRETESE 2 VALVULAS φ 3/4"
71	PIPING	LT-8313	LEVEL TRANSMITTER (C-8301)	INSTALAR 2 VALVULAS φ 1"		1	0%	ALIAR PIPING INFERENCIA COM INSTRUMENTO, APÓS INSTALAÇÃO DAS VALVULAS
72	ELE	P-8101A	FLOODING PUMP A	LIGAR MOTOR		1	0%	T-312 AREA
97	PIPING	PI-8103A	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 1"-8142-WW-1105)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
98	PIPING	PI-8103B	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 1"-8142-WW-1105)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
120	PIPING	PI-3225	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8205A - LINE 4"-8225-DMZ-1110-H2)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
121	PIPING	PI-3226	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8205B - LINE 4"-8225-DMZ-1110-H2)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
122	PIPING	PI-3228	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (LINE 4"-8228-DMZ-1110-H2)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	
123	PIPING	PI-3234	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8207A - LINE 3"-8234-GO-1110)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
124	PIPING	PI-3235	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8207B - LINE 3"-8234-GO-1110)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	100%	CONCLUÍDO
125	INSTR	PI-3247	PRESSURE INDICATOR (-1/3) Barg (D-8205)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	INSTALAR VALVULA φ 1/2" COM FLANGE φ 1"
126	PIPING	PI-3248	PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8206A - LINE 1/2"-8256-CA-1110-H1)	INSTALAR INSTRUMENTO		1	0%	
			PRESSURE INDICATOR 0/6 Barg (P-8206B - LINE 1/2"-8256-CA-1110-H1)	INSTALAR INSTRUMENTO				

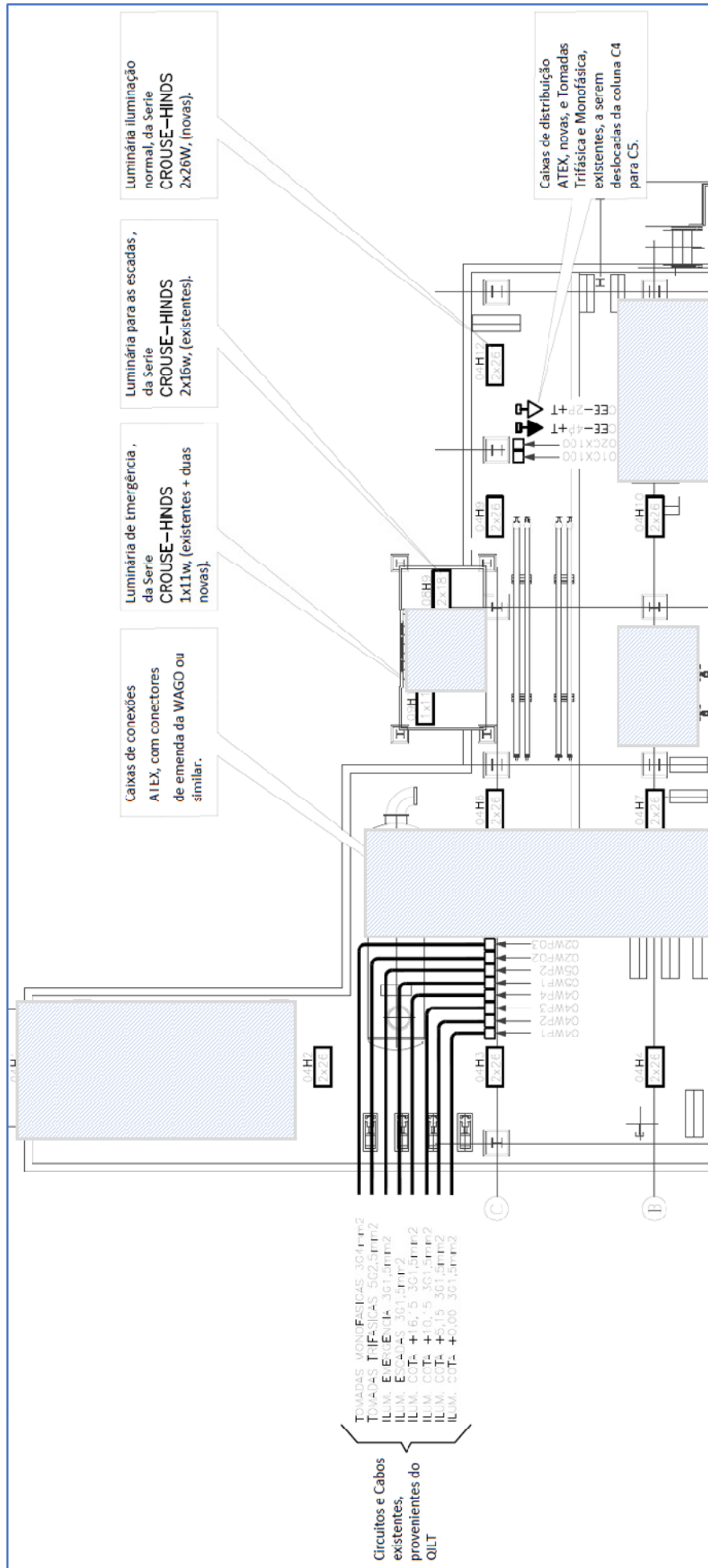
Anexo R

Q.G.B.T - 400V (Alimentado pelos Transformadores TF-1 e TF-2)														
IDENTIFICAÇÃO	FUNÇÃO	POT. BkW	POT. INSTAL. kW	%	REND.	FATOR NT.	F.P.	kW NORMAL	kVAr NORMAL	kW ESSENC.	kVAr ESSENC.	kW EMERG.	kVAr EMERG.	OBS.
U-00	Posto de Carga/Descarga	9,79	12,24	1,000	0,960	1,00	0,920	10,20	4,34					
U-10	Tratamento de Solos Dessorção Térmica e Biopilha	42,56	48,94	1,000	0,960	1,00	0,920	44,33	18,89					
U-20 ECOFIX	Estabilização ECOFIX	42,56	48,94	1,000	0,960	1,00	0,920	44,33	18,89					
U-20 OPALLE	Estabilização OPALLE	7,83	9,79	1,000	0,960	1,00	0,920	8,16	3,48					
M-EA-8202	CHILLER	385,05	423,56	1,000	0,960	1,00	0,920	401,10	170,87					
U-40A	U-40A	9,79	12,24	1,000	0,960	1,00	0,920	10,20	4,34					
U-40B	U-40B	6,17	7,71	1,000	0,960	1,00	0,920	6,42	2,74					
U-100 FOSSAS PAST.	U-100 FOSSAS PAST.	15,66	19,58	1,000	0,960	1,00	0,920	16,31	6,95					
U-100B	U-100B	70,08	77,09	1,000	0,960	1,00	0,920	73,00	31,10					
U-200	U-201	7,83	9,79	1,000	0,960	1,00	0,920	8,16	3,48					
BACIA ENCHURRADAS	BACIA ENCHURRADAS	1,96	2,45	1,000	0,960	1,00	0,920	2,04	0,87					
BO MBA COMBUSTIVEL	BOMBA COMBUSTIVEL	9,79	12,24	0,800	0,960	1,00	0,920	10,20	4,34					
U-30	Aterro de Resíduos Industriais	12,24	15,30	0,800	0,960	1,00	0,920	12,75	5,43					
U-300	Armazenagem	42,56	48,94	0,870	0,960	1,00	0,920	44,33	18,89					
U-500	Armazenagem	42,56	48,94	0,870	0,960	1,00	0,920	44,33	18,89					
U-600	Tratamento Orgânico	26,60	30,59	0,870	0,960	1,00	0,920	27,71	11,80					
U-800	Regeneração de Óleos Usados	218,82	240,70	0,909	0,960	1,00	0,920	227,94	97,10					
U-400 TRAT. BIOLOG.	Tratamento Biológico	15,66	19,58	0,800	0,960	1,00	0,920	16,31	6,95					
U-700 F.Q.I.	Tratamento Inorgânico	26,60	30,59	0,870	0,960	1,00	0,920	27,71	11,80					
U-900 BALNEÁRIO	U-900 BALNEÁRIO	9,79	12,24	0,800	0,960	1,00	0,920	10,20	4,34					
U-900 CALDEIRA	U-900 CALDEIRA	9,79	12,24	0,800	0,960	1,00	0,920	10,20	4,34					
U-900 COMPRESSOR	U-900 COMPRESSOR	21,28	24,47	0,870	0,960	1,00	0,920	22,17	9,44					
Q. ESCRITORIOS	ESCRITORIOS	12,24	15,30	0,800	0,960	1,00	0,920	12,75	5,43					
U-50 LABORATÓRIO	LABORATÓRIO	7,83	9,79	0,800	0,960	1,00	0,920	8,16	3,48					
ILUMINAÇÃO	ILUMINAÇÃO	3,13	3,92	0,800	0,960	1,00	0,920	3,26	1,39					
ILUMINAÇÃO	ILUMINAÇÃO	3,13	3,92	0,800	0,960	1,00	0,920	3,26	1,39					
POTÊNCIA INSTALADA			1 201,05 kW	IPARCIAL				1 105,52 kW	470,95 kVar					
POTÊNCIA DEMANDADA			1 105,52 kW											
POTÊNCIA REATIVA			470,95 kVar											
POTÊNCIA APARENTE			1 201,65 kVA											
FATOR DE POTÊNCIA			0,920											

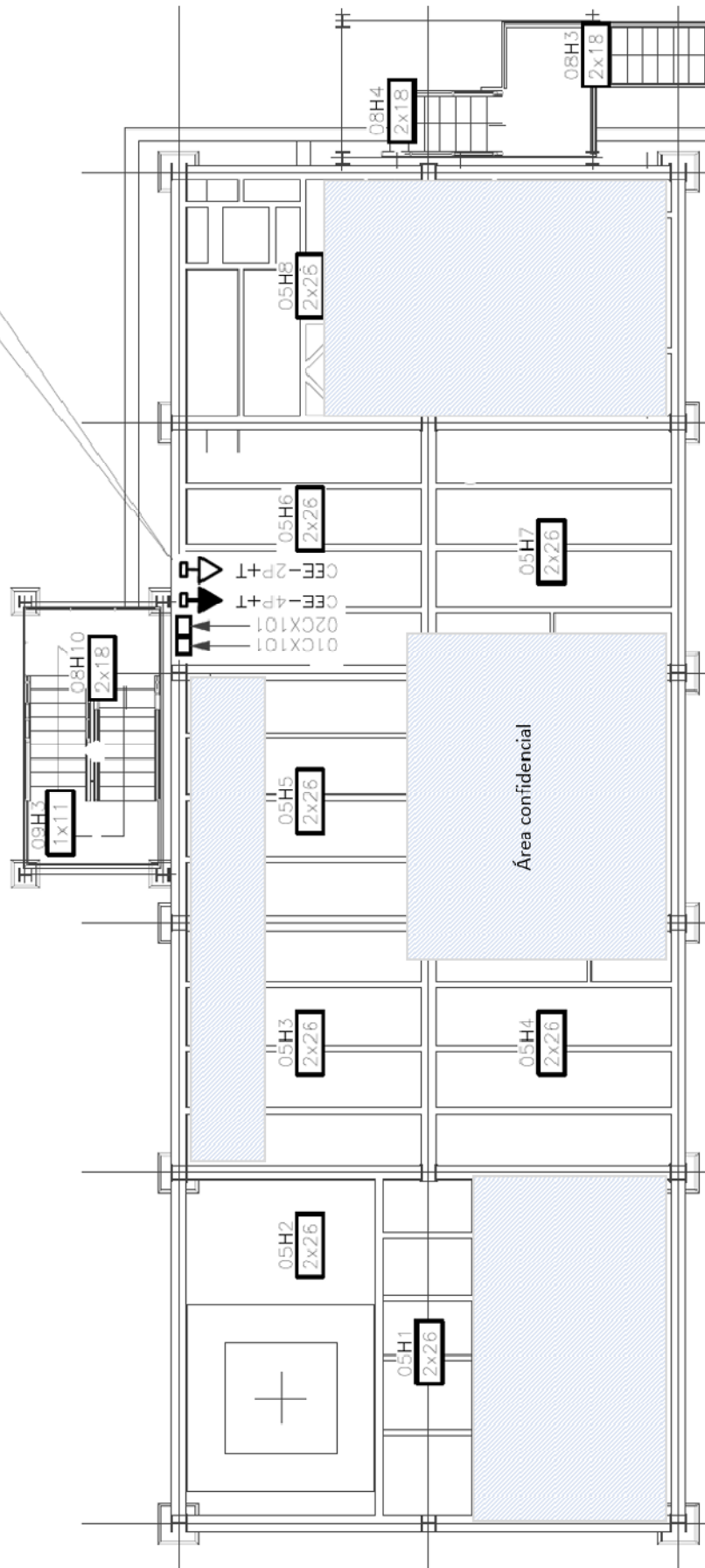
Anexo S

DE	PARA	TENSÃO (Volts)	NÚMERO DE FASES	POTÊNCIA (KW)	POTÊNCIA (KVA)	FATOR DE POTÊNCIA (%)	COMP. DO CIRCUITO (m)	FATOR AGRUPAMENTO E1	FATOR TEMPERATURA E2	FATOR SOBRECARGA E3	I <sub>atc</sub> (Amp)	I <sub>atc</sub> / I <sub>atc</sub> / I <sub>atc</sub>	CABO UTILIZADO		IMPED. (OHM/KM)		Queda de Tensão			Queda de Tensão na partida dos motores			TEMPO t(S)	Isc kA			
													(mm <sup>2</sup> )	CK	RCA	XL	MAX(%)	OBTDO(%)	CE	MAX(%)	OBTDO(%)	CK		MAX(%)	OBTDO(%)	CK	Isc LOC
<b>Q.G.B.T.</b>																											
Q.G.B.T.	CHILLER	400	3	423,96	460,39	0,920	150	0,85	0,91	1	665,31	860	2 x 150	OK	0,075	0,050	4,00	3,89	OK	OK	15	7,21	OK	120	426,0	OK	
<b>MCC U-800</b>																											
MCC	M-EA-8205A	400	3	2,2	2,49	0,920	87	0,85	0,91	1	3,60	5	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	1,20	OK	OK	15	7,21	OK	0,010	0,3	3,6	OK
MCC	M-EA-8205B	400	3	2,2	2,49	0,920	89	0,85	0,91	1	3,60	5	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	1,23	OK	OK	15	7,38	OK	0,010	0,3	3,6	OK
MCC	M-EA-8305	400	3	0,55	0,62	0,920	80	0,85	0,91	1	0,90	1	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	0,28	OK	OK	15	1,66	OK	0,010	0,3	3,6	OK
MCC	M-EA-8306/8/10-A	400	3	5,5	6,23	0,920	70	0,85	0,91	1	9,00	12	1 x 4	OK	5,520	0,140	4,00	1,50	OK	OK	15	9,03	OK	0,010	0,6	5,7	OK
MCC	M-EA-8306/8/10-B	400	3	5,5	6,23	0,920	70	0,85	0,91	1	9,00	12	1 x 4	OK	5,520	0,140	4,00	1,50	OK	OK	15	9,03	OK	0,010	0,6	5,7	OK
MCC	M-EA-8307	400	3	0,55	0,62	0,920	79	0,85	0,91	1	0,90	1	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	0,27	OK	OK	15	1,64	OK	0,010	0,3	3,6	OK
MCC	M-EA-8309	400	3	1,5	1,70	0,920	77	0,85	0,91	1	2,45	3	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	0,73	OK	OK	15	4,35	OK	0,010	0,3	3,6	OK
MCC	M-P-8101A	400	3	2,2	2,49	0,920	96	0,85	0,91	1	3,60	5	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	1,66	OK	OK	15	9,94	OK	0,010	0,2	3,6	OK
MCC	M-P-8101B	400	3	2,2	2,49	0,920	96	0,85	0,91	1	3,60	5	1 x 2,5	OK	8,870	0,150	4,00	1,66	OK	OK	15	9,94	OK	0,010	0,2	3,6	OK
MCC	M-P-8102A	400	3	5,5	6,23	0,920	71	0,85	0,91	1	9,00	12	1 x 4	OK	5,520	0,140	4,00	1,53	OK	OK	15	9,16	OK	0,010	0,6	5,7	OK

Anexo T



Caixas de distribuição  
ATEX, novas e Tomada  
Trifásica e Monofásica  
existentes.



Anexo U

