INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica

ISEL

Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica

PEDRO NUNO DOS SANTOS UMBELINO PEREIRA DA COSTA

(LICENCIADO EM ENGENHARIA MECÂNICA)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre

em Engenharia Mecânica

Orientador:	Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso
Júri	
Presidente:	Doutor João Manuel Ferreira Calado
Vogais:	Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso
	Engenheiro Armando Costa Inverno

Dezembro de 2016

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica

ISEL

Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica

PEDRO NUNO DOS SANTOS UMBELINO PEREIRA DA COSTA

(LICENCIADO EM ENGENHARIA MECÂNICA)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre

em Engenharia Mecânica

Orientador:	Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso
Júri	
Presidente:	Doutor João Manuel Ferreira Calado
Vogais:	Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso
	Engenheiro Armando Costa Inverno

Dezembro de 2016

AGRADECIMENTOS

A realização do presente Trabalho de Projecto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica no ramo da Energia, Refrigeração e Climatização não seria possível sem todo o empenho e dedicação que desde cedo, no seio da família, os meus pais transmitiram. A importância do conhecimento e a noção de que o "*saber não ocupa lugar*" sempre foram pilares que me permitiram tornar naquilo que sou hoje, quer a nível profissional quer a nível pessoal.

Quero por isso agradecer aos meus pais, Álvaro Costa e Virgínia Umbelino, por me transmitirem os valores da forma mais correcta que puderam e seguramente sabiam.

A nível académico quero agradecer a todos os professores que fizeram parte da estrutura curricular do curso tendo transmitido com dedicação o conhecimento que dispunham para nos tornar melhores profissionais no futuro.

Desejo expressar um agradecimento muito especial ao Professor João Antero Nascimento dos Santos Cardoso por toda a ajuda prestada na elaboração do presente Trabalho de Projecto e quero ainda referir a excelência e o rigor com que aborda os diversos temas tanto a nível académico como a nível profissional. É um prestígio e um privilégio enorme para a instituição, I.S.E.L., poder contar com toda a experiência e conhecimento que o Professor João Antero Nascimento dos Santos Cardoso aporta à instituição, nomeadamente ao curso de Engenharia Mecânica.

Desejo ainda expressar um agradecimento muito especial aos meus colegas de mestrado mais próximos, em especial ao Diogo Pimenta, João Carvalho e António Zézola. Com eles o difícil tornou-se fácil e os objectivos foram ficando cada vez mais próximos.

Desejo por fim enviar um enorme agradecimento à minha namorada, Andreia Duarte, por todo o suporte e disponibilidade prestados nos bons e maus momentos. É um enorme privilégio e um orgulho poder ter o prazer partilhar o dia-a-dia, crescer e aprender com uma pessoa tão completa, quer a nível pessoal quer a nível profissional.

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

- *AVAC* – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- *GMP* – Good Manufacturing Practice
- *ISO* – International Organization for Standardization
- *FS* – Federal Standards
- *IEST* – Institute of Environmental Sciences and Technology
- *ISPE* – International Society for Pharmaceutical Engineering
- *ASHRAE* – American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
- *INMG* – Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica
- *USAF* – United States Air Force
- *CFU* – Colony Forming Units
- *HEPA* – High Efficiency Particulate Air (filtros com eficiência de 99.97% para partículas acima de 0.3µm)
- *ULPA* – Ultralow Penetration Air Filter (Filtros com eficiência de 99.999% para partículas acima de 0.12µm)
- *MPPS* – Most Penetrating Partcicle Size
- *RPH* – Recirculações por Hora
- *Tamanho de partícula* - diâmetro de uma esfera que, quando comparado com uma partícula, produz a mesma resposta num aparelho de medição
- *Partículas Ultrafinas* – partículas com dimensão ≤0,1 µm
- *Partículas macro* – partículas com dimensão ≥ 5 µm
- *Fibra* – partículas com um rácio de comprimento x largura superior a 10
- *UTA* – Unidade de Tratamento de Ar
- *CAV* – Constant Air Volume
- *VAV* – Variable Air Volume
- T_{BS} – Temperatura de Bolbo Seco
- T_{BH} – Temperatura de Bolbo Húmido
- *UTA* – Unidade de Tratamento de Ar
- *Chiller* – Unidade Produtora de Água Gelada
- *Bomba de Calor* – Unidade Produtora de Água Quente
- *HAP* – Hourly Analysis Program

SIMBOLOGIA

- $\mathbf{C_n}$ - Representa a concentração máxima de partículas, maiores ou iguais a um determinado tamanho. (partículas/m^3 de ar). Sendo C_n arredondado ao número inteiro imediatamente acima
- **N** - Representa a classificação ISO, máximo de 9. Poderão existir classificações intermédias aplicando incrementos de 0.1
- **D** - Tamanho da partícula em µm
- **0.1** - constante com dimensão µm
- **ΔP -** Diferencial de Pressão em Pa
- **ρ -** Densidade Relativa (Kg/m3)
- **Vdiff -** Diferença entre volume de ar insuflado e extracção/retorno (m3/h)
- **A -** Área (m2)
- **α -** Coeficiente de descarga, 0,85 no caso de portas
- **V -** Caudal de fuga em m^3/s
- **v -** Volume específico do ar nas condições da sala em m^3/kg
- **Vcont** – Volume de controlo (m3)
- **Q -** Caudal (m3/s)
- **X -** percentagem de ar recirculado (valor entre 0 e 1)
- $\boldsymbol{\eta_s}$ **-** Eficiência Filtro Ar Novo
- $\boldsymbol{\eta_{re}}$ **-** Eficiência Filtro recirculação
- $\mathbf{C_s}$ **-** concentração de partículas contaminantes provenientes do ar novo (Part./m^3)
- **q -** Infiltração (m3/s)
- $\mathbf{C_{leak}}$ **-** Concentração de contaminantes infiltração (Part./m^3)
- $\mathbf{C(t)}$ **–** Concentração de partículas (Part./m^3)
- $\mathbf{C_{exit}}$ **-** Concentração de partículas à saída do Vcont (Part./m^3)
- **ε** – Eficiência de Ventilação
- **z** - Representa o número de filtros em série
- **η** - Eficiência do elemento de filtragem
- $(\mathbf{1-\eta})$ - Eficiência Global dos z elementos de filtragem
- **s -** Concentração de partículas presentes na insuflação de ar por m^3
- **y -** Volume de ar insuflado expresso em recirculações por hora *1/h*
- **g -** Taxa de geração interna de partículas por hora. *nº partículas m^3/h*
- **x -** Concentração de partículas presentes no retorno de ar por m^3
- $\boldsymbol{vel}$ - velocidade (m/s)
- $\boldsymbol{Vol}$ - Volume (m^3)
- $\boldsymbol{RPH}$ **-** Recirculações por Hora
- $\boldsymbol{h}$ **-** Altura (m)
- $\boldsymbol{t}$ **-** Tempo de Recuperação (h)
- $\boldsymbol{d}$ **–** diâmetro interior (m)
- $\boldsymbol{Qpmin}$ **-** Caudal mínimo no primário em m3/h

- $\boldsymbol{Qpmin}$ **-** Caudal mínimo no secundário em m3/h
- **tmin –** Tempo de funcionamento mínimo do Chiller (minutos)
- $\boldsymbol{e}$ **-** coeficiente de Expansão da Água, calculado com base na diferença de temperaturas inicial e final.
- **C -** Volume total de água do sistema (volume de água nas tubagens + volume de água do volante de inércia)
- **Pi -** Pressão absoluta inicial, bar, à cota que é instalado o vaso, representada pela pressão hidrostática + 0.3 bar + Patm (1bar). Na prática é a pressão de pré carga do vaso aumentada de 1 bar.
- **Pf -** Pf – Pressão absoluta final representada pela pressão máxima de exercício da instalação + Patm. Na prática é a regulação da válvula de segurança aumentada de 1 bar.

Nota: $\mathbf{x = C_{exit}}$

RESUMO

A realização do presente Trabalho de Projecto Final de Mestrado – Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica tem como objectivo estudar uma das mais exigentes áreas a nível da qualidade de ar interior.

Sendo a indústria farmacêutica um exemplo de rigor e excelência, alvo das mais rígidas normas para a fabricação de medicamentos, cosmética, manipulação celular, entre outras, justifica-se assim a escolha do presente tema para o Trabalho de Projecto.

Neste ramo específico da indústria, ao contrário de outras áreas onde o AVAC tem um papel associado ao conforto do utilizador, a instalação de AVAC assume um estatuto crítico.

O elevado nível da qualidade de ar interior numa instalação composta por salas limpas depende directamente do sistema de AVAC. Este será responsável por garantir uma qualidade de ar interior que permita cumprir os padrões estabelecidos pela norma ISO 14644 e também pela directiva GMP – *Good Manufacturing Practice*.

O presente Trabalho de Projecto pretende elaborar um projecto de AVAC aplicado a um laboratório de preservação de células estaminais.

Esta unidade farmacêutica compreende diversas salas classificadas de acordo com a directiva GMP, classes: B, C e D bem como outros locais não classificados.

Serão também abordadas outras temáticas ligadas às salas limpas tais como: normas aplicáveis, cálculo associado à concentração de contaminantes e consequente número de recirculações horárias necessárias, origem das fontes de contaminação, tipos de escoamento de ar, estratégias para o controlo da pressão, elementos de filtração, entre outros.

Será, ainda, efectuado um pequeno enquadramento histórico avaliando as razões que levaram à criação destes ambientes controlados e sua respectiva evolução histórica.

Palavras Chave: Indústria Farmacêutica, Rigor, Fontes de Contaminação, Qualidade do Ar Interior, AVAC, ISO 14644, GMP.

ABSTRACT

The present project – HVAC Design for a Pharmaceutical Unit aims to study one of the most demanding areas of expertise regarding indoor air quality.

Being the pharmaceutical industry an example of rigor and excellence, using the strictest standards for the manufacture of drugs, cosmetics, cell manipulation, and molecular research, among others thus justified this dissertation topic.

In this particular branch of industry, unlike other areas where the HVAC plays a role in the human comfort, in this branch of industry, HVAC assumes a critical status.

The indoor air quality at laboratories is directly related to the HVAC System. It will be responsible for maintaining indoor air quality between certain parameters defined by ISO 14644 and also by GMP – *Good Manufacturing Practice* Directives

The present dissertation is intended to develop a HVAC project for a Stem Cells Preservation Laboratory which holds several laboratory rooms classified according to the GMP directive grades B, C and D.

Other issues will also be discussed within this document related to clean room design such as: concentration of contaminants, air changes per hour related directly to the maximum concentration of contaminants allowed, sources of contamination, types of air flow applied to clean rooms, pressure control strategies, filter elements, among others.

There will also be an overlook, regarding historical reasons that led to the creation and development of clean rooms.

Keywords: Pharmaceutical Industry, Rigor, Contamination Sources, Indoor Air Quality, HVAC, ISO 14644, GMP

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS v
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS vi
SIMBOLOGIA vii
RESUMO ix
ABSTRACT x
LISTA DE FIGURAS: xiii
LISTA DE TABELAS: xiv
1. SALAS LIMPAS - ENQUADRAMENTO 1
1.1. DEFINIÇÃO 1
1.2. BREVE HISTÓRIA DAS SALAS LIMPAS 2
1.3. APLICAÇÕES COMUNS DE SALAS LIMPAS 8
1.4. NORMALIZAÇÃO 9
1.4.1. NORMA ISO 14644 11
1.4.2. DIRECTIVAS GMP 14
2. SALAS LIMPAS - PROBLEMÁTICA 17
2.1. FONTES DE CONTAMINAÇÃO 17
2.1.1. FONTES INTERNAS 19
2.1.2. FONTES EXTERNAS 21
2.2. CONTROLO DA CONTAMINAÇÃO 22
2.2.1. CONTROLO DA PRESSÃO 23
2.2.2. ESTRATÉGIAS DE CONTROLO DA PRESSÃO 25
2.3. ESCOAMENTO DE AR NUMA SALA LIMPA 27
2.3.1. INSUFLAÇÃO - ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL 28
2.3.2. INSUFLAÇÃO - ESCOAMENTO NÃO UNIDIRECCIONAL 30
2.3.3. INSUFLAÇÃO - ESCOAMENTO MISTO 32
2.4. EXTRACÇÃO/RETORNO DO AR NUMA SALA LIMPA 32
2.5. ELEMENTOS DE FILTRAÇÃO 34
2.5.1. ELEMENTOS DE FILTRAÇÃO APLICADOS A SALAS LIMPAS 36
2.6. GERAÇÃO DE CONTAMINANTES NUMA SALA LIMPA 38
2.7. CONCENTRAÇÃO DE CONTAMINANTES 39
2.8. REMOÇÃO DE CONTAMINANTES 43
2.8.1. REMOÇÃO DE CONTAMINANTES PELO MÉTODO DE DILUIÇÃO 44
2.8.2. REMOÇÃO DE CONTAMINANTES PELO MÉTODO DE FLUXO UNIDIRECCIONAL 45
2.9. TEMPO DE RECUPERAÇÃO E TESTES 47
3. CÁLCULOS ASSOCIADOS À UNIDADE FARMACÊUTICA 49
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO 50
3.2. CASCATA DE PRESSÕES DO EMPREENDIMENTO 51

3.3. CÁLCULO DOS CAUDAIS DE FUGA 52
3.4. CÁLCULO DO NÚMERO DE RECIRCULAÇÕES DE AR 55
3.5. CÁLCULO DO AR NOVO 58
3.6. CAUDAIS DE FUGA VERSUS CAUDAIS DE AR NOVO 63
3.7. CÁLCULO DO TEMPO DE RECUPERAÇÃO DE CADA SALA 64
3.8. ELEMENTOS PARA O CÁLCULO TÉRMICO 65
3.8.1. CARACTERÍSTICAS DA ENVOLVENTE 65
3.9. CÁLCULO DAS CARGAS TÉRMICAS 69
3.9.1. HAP - CORRECÇÃO DE DADOS 70
3.9.2. HAP – CÁLCULO 79
3.10. OUTROS CÁLCULOS 86
3.10.1. DIMENSIONAMENTO DAS TUBAGENS 86
3.10.2. DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS CIRCULADORAS 87
3.10.3. DIMENSIONAMENTO DOS DEPÓSITOS DE INÉRCIA 87
3.10.4. DIMENSIONAMENTO DOS VASOS DE EXPANSÃO 89
3.10.5. DIMENSIONAMENTO DO SEPARADOR DE AR 90
3.10.6. DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS 91
3.10.7. DIMENSIONAMENTO DO CHILLER E BOMBA DE CALOR 91
3.10.8. DIMENSIONAMENTO DAS UTAS 91
3.10.9. DIMENSIONAMENTO DOS DIFUSORES E GRELHAS 91
4. SOLUÇÃO, ENQUADRAMENTO E RESULTADOS 93
4.1. REGULAMENTOS E NORMAS APLICADAS 95
4.2. RESUMO DOS RESULTADOS E CONDIÇÕES DE PROJECTO 96
4.3. RESULTADOS 99
4.4. LISTA DE APÊNDICES 99
4.5. LISTA DE PEÇAS DESENHADAS 100
5. CONCLUSÃO 101
6. BIBLIOGRAFIA 103
7. APÊNDICES 105

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA 1 - APLICAÇÃO DE SPRAY DE LISTER NUMA SALA DE OPERAÇÕES [5] 2
FIGURA 2 - BLOCO OPERATÓRIO EM 1900 [5] 3
FIGURA 3 - BLOCO OPERATÓRIO EM 1907 [5] 4
FIGURA 4 - EFEITO DO FLUXO DE AR NA SALA DE OPERAÇÕES DE CHARNLEY [5] 6
FIGURA 5 - SALA LIMPA DA WESTERN ELECTRIC - 1950-1960 [5] 7
FIGURA 6 - SALA LIMPA NUMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA 8
FIGURA 7 - PARTÍCULA DE PÓ NUM MICROCHIP [9] 9
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS CLASSES ISO 14644 [1] 13
FIGURA 9 - CFU NUMA PLACA DE CONTACTO 16
FIGURA 10 - PARTÍCULAS GERADAS POR SEGUNDO POR OPERADOR. [13] 19
FIGURA 11 - COMPARAÇÃO ENTRE UM CABELO E UMA PARTÍCULA DE 0.5 µM [5] 20
FIGURA 12 - DIMENSÃO DE DIVERSOS CONTAMINANTES [18] 21
FIGURA 13 - HIERARQUIZAÇÃO DE CONTAMINANTES [14] 22
FIGURA 14 - DIFERENTES SITUAÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS *AIRLOCKS* [6] 26
FIGURA 15 - ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL [5] 28
FIGURA 16 - ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL – CONFIGURAÇÃO TÍPICA [5] 29
FIGURA 17 - ESCOAMENTO NÃO UNIDIRECCIONAL OU TURBULENTO [1] 30
FIGURA 18 - ESCOAMENTO NÃO UNIDIRECCIONAL VERSUS ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL [6] 30
FIGURA 19 - SALA LIMPA COM ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL [22] 31
FIGURA 20 - SALA COM ESCOAMENTO NÃO UNIDIRECCIONAL / TURBULENTO [22] 31
FIGURA 21 - ESCOAMENTO MISTO NUMA SALA LIMPA [1] 32
FIGURA 22 - CAMPÂNULA DE EXTRACÇÃO [22] 33
FIGURA 23 - CÂMARA DE CONTENÇÃO [22] 33
FIGURA 24 - MÉTODOS DE CAPTURA DE PARTÍCULAS [18] 34
FIGURA 25 - TRADUÇÃO GRÁFICA DA FÓRMULA APLICADA NO PONTO 2.7 [11] 40
FIGURA 26 - ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL NUMA SALA LIMPA [22] 46
FIGURA 27 - HIERARQUIA DE PRESSÕES DA *UNIDADE FARMACÊUTICA* 51
FIGURA 28 - PORMENOR DE CONSTRUÇÃO DA PAREDE EXTERIOR 65
FIGURA 29 - PORMENOR DE CONSTRUÇÃO DA PAREDE INTERIOR [25] 66
FIGURA 30 - PORMENOR DE CONSTRUÇÃO DA COBERTURA 66
FIGURA 31 - *HAP* – HOURLY ANALYSIS PROGRAM 69
FIGURA 32 - CÁLCULO DA TEMPERATURA DE BOLBO HÚMIDO REFERENTE AO MÊS DE JANEIRO 72
FIGURA 33 - RECTA ENTRE PONTO 1 E PONTO 2 72
FÍGURA 34 - DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DE BOLBO HÚMIDO 73
FÍGURA 35 - DIAGRAMA DE PRINCIPIO HAP 79
FIGURA 36 - CRIAÇÃO DOS ESPAÇOS NO HAP 80
FIGURA 37 - EXEMPLO HAP DA SALA DE PROCESSAMENTO 80
FIGURA 38 - DADOS PARA A SALA DE PROCESSAMENTO 80
FIGURA 39 - SISTEMAS NO HAP 81
FIGURA 40 - SISTEMA ASSOCIADO À UTA 2 81
FIGURA 41 - COMPONENTES DOS SISTEMAS 82
FIGURA 42 - CONDIÇÕES INTERIORES DOS ESPAÇOS 83
FIGURA 43 - CONDIÇÕES INTERIORES 83
FIGURA 44 - ESTABELECIMENTO DO CAUDAL DE AR NOVO E DIFERENCIAIS TÉRMICOS 84
FIGURA 45 - ESTABELECIMENTO DO CAUDAL DE AR NOVO E DIFERENCIAIS TÉRMICOS 84
FIGURA 46 - CENTRAIS TÉRMICAS NO HAP 85
FIGURA 47 - SISTEMAS ASSOCIADOS AO *CHILLER* 85
FIGURA 48 - ÁBACO PARA CÁLCULO DO DIÂMETRO DE TUBAGENS EM AÇO 86
FIGURA 49 - BOMBA, PRESSÃO VERSUS CAUDAL 87
FIGURA 50 - COEFICIENTE DE DILATAÇÃO DA ÁGUA 89
FIGURA 51 - ÁBACO PARA SELECÇÃO DO SEPARADOR DE AR 90

LISTA DE TABELAS:

TABELA 1 - LISTA DE DOCUMENTOS - ISO 14644 [21] 11
TABELA 2 - ISO 14644-1 CLASSIFICAÇÃO [1] 12
TABELA 3 - CONCENTRAÇÃO DE CONTAMINANTES MÁXIMA PARA AS CLASSES GMP [4] 14
TABELA 4 - LIMITES MÁXIMOS CFU/CLASSE [4] 15
TABELA 5 - DIMENSÃO DE CONTAMINANTES COMUNS [5] 17
TABELA 6 - PARTÍCULAS GERADAS PELO SER HUMANO/MIN [15] 18
TABELA 7 - LIBERTAÇÃO DE CONTAMINANTES POR MINUTO POR PARTE DOS OPERADORES/MIN 20
TABELA 8 - CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES PRESENTES NO AR NOVO (PART./M3) [11] 21
TABELA 9 - QUADRO RESUMO DO FUNCIONAMENTO DOS *AIRLOCKS* [6] 26
TABELA 10 - EFICIÊNCIA DE FILTRAÇÃO PARA FILTROS NÃO ABSOLUTOS [14] 37
TABELA 11 - EFICIÊNCIA DE FILTRAÇÃO PARA OS FILTROS ABSOLUTOS [14] 37
TABELA 12 - VALORES DE EFICÁCIA DE VENTILAÇÃO (E) [11] 41
TABELA 13 - INTERVALO MÁXIMO ENTRE TESTES [1] 48
TABELA 14 - COMPOSIÇÃO DA *UNIDADE FARMACÊUTICA* 50
TABELA 15 - CÁLCULO DA ÁREA DE PASSAGEM DO AR NUMA PORTA 53
TABELA 16 - CAUDAL DE FUGA (L/S) A UM DETERMINADO ΔP (PA) 53
TABELA 17 - DIAGRAMA DE FLUXO DE AR DA *UNIDADE FARMACÊUTICA* 54
TABELA 18 - NÚMERO DE RPH EM FUNÇÃO DA SITUAÇÃO DO OPERADOR 55
TABELA 19 - RECIRCULAÇÕES HORÁRIAS A APLICAR NA *UNIDADE FARMACÊUTICA* 57
TABELA 20 - EN 15251:2008 CAUDAIS DE AR NOVO EM FUNÇÃO DOS OCUPANTES (L/S.OCUP) [21] 58
TABELA 21 - EN 15251:2008 CAUDAIS DE AR NOVO EM FUNÇÃO DA CARGA POLUENTE DO EDIFÍCIO (L/S.M2) [21] 58
TABELA 22 - VALORES DE EFICÁCIA DE VENTILAÇÃO – EN 15251:2008 [21] 59
TABELA 23 - CÁLCULO DE AR NOVO EN 15251:2008 60
TABELA 24 - DL 118/2013 CAUDAIS DE AR NOVO EM FUNÇÃO DO METABOLISMO (M^3/HORA/PESSOA) [22] 61
TABELA 25 - DL 118/2013 CAUDAIS DE AR NOVO EM FUNÇÃO DA CARGA POLUENTE DO EDIFÍCIO [22] 61
TABELA 26 - CÁLCULO DE AR NOVO SEGUNDO DL 118/2013 62
TABELA 27 - CAUDAIS DE FUGA VERSUS CAUDAIS DE AR NOVO 63
TABELA 28 - TEMPO DE RECUPERAÇÃO DAS SALAS GMP 64
TABELA 29 - COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISSÃO TÉRMICA DA PAREDE EXTERIOR 67
TABELA 30 - COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISSÃO TÉRMICA DA COBERTURA 67
TABELA 31 - COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISSÃO TÉRMICA, U, DAS PAREDES E TECTOS DOS LABORATÓRIOS [26] 68
TABELA 32 - DADOS CLIMATOLÓGICOS – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE SASSOEIROS 70
TABELA 33 - CONDIÇÕES CONHECIDAS PARA AS 9H DO MÊS DE JANEIRO 71
TABELA 34 - TEMPERATURAS DE BOLBO SECO E BOLBO HÚMIDO A APLICAR NO *HAP* 73
TABELA 35 - TEMPERATURAS EXTERIORES DE PROJECTO - VERÃO 74
TABELA 36 - TEMPERATURAS EXTERIORES DE PROJECTO - INVERNO 75
TABELA 37 - TEMPERATURAS DE PROJECTO 76
TABELA 38 - HAP DESIGN SOLAR 76
TABELA 39 - RELATÓRIO HAP SOLAR HEAT GAINS JANEIRO 77
TABELA 40 - FACTORES DE CORRECÇÃO A APLICAR NO PROGRAMA HAP 78
TABELA 41 - CONDIÇÕES EXTERIORES 96
TABELA 42 - CONDIÇÕES INTERIORES 96
TABELA 43 - TEMPERATURA DA ÁGUA FRIA 96
TABELA 44 - TEMPERATURA DA ÁGUA QUENTE 96
TABELA 45 - CARACTERISTICAS UTA 1 - TEÓRICO 97
TABELA 46 - CARACTERÍSTICAS UTA 2 - TEÓRICO 97
TABELA 47 - CARACTERÍSTICAS *CHILLER* E BOMBA DE CALOR - TEÓRICO 97
TABELA 48 - CARACTERISTICAS UTA 1 - REAL 98
TABELA 49 - CARACTERÍSTICAS UTA 2 - REAL 98
TABELA 50 - CARACTERÍSTICAS *CHILLER* E BOMBA DE CALOR - REAL 98
TABELA 51 - LISTA DE APÊNDICES 99
TABELA 52 - LISTA DE PEÇAS DESENHADAS 100

1. SALAS LIMPAS - ENQUADRAMENTO

1.1. DEFINIÇÃO

De acordo com a ***ISO 14644-1***, uma sala limpa é um local onde é obrigatório existir um controlo da concentração de partículas presentes no ar ambiente, sendo construída de forma a minimizar a introdução e a criação de agentes contaminantes e controlar a retenção dos mesmos no interior da sala. *[1]*

Consoante o processo a que se destina, existem também padrões definidos para parâmetros como temperatura, humidade e pressão.

Também a publicação ***ASHRAE, 2007 HVAC Aplications*** define uma sala limpa como uma zona com características de construção especiais, com ambiente controlado (controlo de contaminantes), controlo de organismos vivos e controlo de: temperatura, humidade, pressão, tipo de fluxo, velocidade do ar, vibrações e ruído. *[6]*

De acordo com estas duas definições pode afirmar-se que uma sala limpa é um local que minimiza a introdução, geração e retenção de contaminantes.

A elevada qualidade do ar em recirculação é garantida através do sistema de AVAC cuja função será diluir a concentração de contaminantes gerados e transportá-los para fora do local em questão.

Através da pressurização do espaço e de uma correcta filtração, conseguir-se-á impedir que os contaminantes oriundos de fontes externas penetrem no espaço.

Existem, ainda, outras situações em que se pretende que nenhum contaminante, por apresentar um elevado risco, saia do local.

Pode ainda afirmar-se que uma sala limpa apresenta um tipo de construção extremamente cuidada, utilizando materiais que não libertem contaminantes, superfícies não porosas e que sejam de fácil limpeza.

A classificação das Salas Limpas é condicionada pela concentração de contaminantes presentes por cada m^3 de volume de ar e também de acordo com o número de colónias microbiológicas formadas - *CFU*.

1.2. BREVE HISTÓRIA DAS SALAS LIMPAS

A primeira indústria que, provavelmente, encontrou problemas relativamente às partículas em suspensão no ar terá sido a indústria de fabricantes de relógios, o que é fácil de entender face ao grau de miniaturização das peças que compõem a máquina de um relógio. Em 1850, a *Boston Watch Company* estabelece uma fábrica em Roxbury, uma cidade Americana situada no Massachusetts. *[15]*

A tentativa de estabelecer uma fábrica naquela cidade verificou-se um fracasso, já que a grande movimentação da cidade aliada à não pavimentação das ruas, gerava quantidades extremamente elevadas de partículas de pó em suspensão no ar. Na altura da assemblagem do relógio, o pó em suspensão entranhava-se na máquina, causando, na melhor das hipóteses, um mau funcionamento do produto. Este problema foi resolvido mudando a fábrica para uma zona rural, onde quase não havia movimento. *[15]*

Para esta indústria foi o início da compreensão da importância de um ambiente livre de contaminantes num local de produção.

Em 1860, os avanços recentes na medicina levaram a que se formulassem hipóteses sobre as elevadas taxas de mortalidade verificadas no pós-operatório. É nesta altura que surge o conceito de sala limpa pela mão de um cientista e cirurgião Britânico, Lord Lister. *[5]*

Na *Figura 1*, pode observar-se uma cirurgia efectuada na Royal Infirmary em Edimburgo por volta de 1890. *[5]*

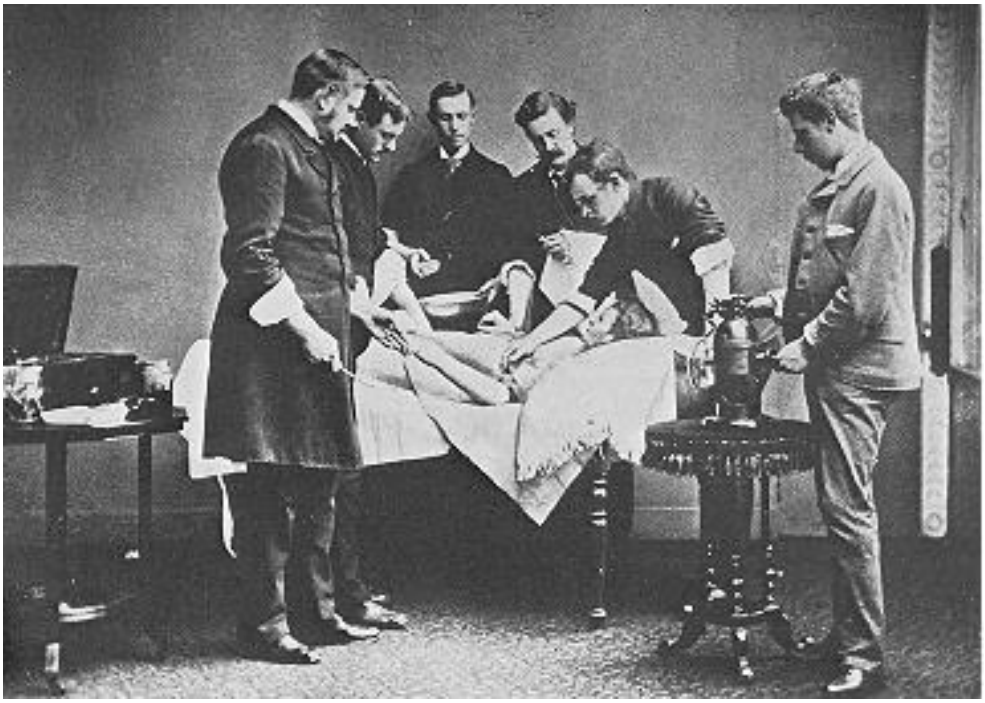


Figura 1 **- Aplicação de Spray de Lister numa Sala de Operações [5]**

Após inúmeras observações, Lister verificou que cerca de 50% dos pacientes amputados morriam devido a septicémia. *[5]*

Lister formulou então a hipótese de que as infecções verificadas após as cirurgias estavam directamente ligadas com as bactérias presentes na sala de operações.

Desta forma, eliminando as bactérias, poderia prevenir as infecções ocorridas no pós-operatório.

Lister desenvolveu uma solução antiséptica à base de Fenol que pulverizava na sala, nas mãos, nos utensílios e na área exposta do paciente.

Observando a *Figura 1*, verifica-se que poucos ou nenhuns cuidados eram tidos face à possibilidade de contaminação por parte de agentes externos o que, consequentemente, originava infecções no paciente. *[5]*

Os estudos de Lord Lister permitiram que fossem introduzidas novas técnicas para a prevenção de infecções. Por volta de 1900, foram desenvolvidas técnicas e procedimentos que passavam por lavar as mãos cuidadosamente com uma solução anti-séptica, utilização de luvas, máscaras e batas. Também os próprios instrumentos passaram a ser esterilizados previamente por meio de vapor. Este método é ainda utilizado hoje em dia mas a pressão e temperaturas mais elevadas. *[5]*

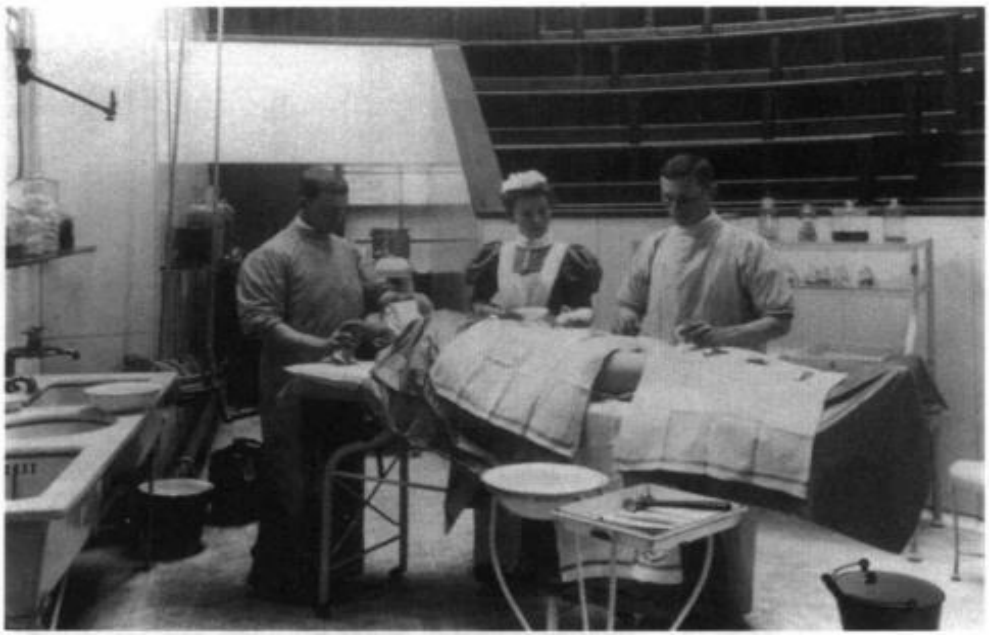


Figura 2 **- Bloco Operatório em 1900 [5]**

São bem patentes as diferenças entre a primeira abordagem de Lister, representada na *Figura 1* e o desenvolvimento dos seus estudos e novas técnicas preventivas - *Figura 2. [5]*

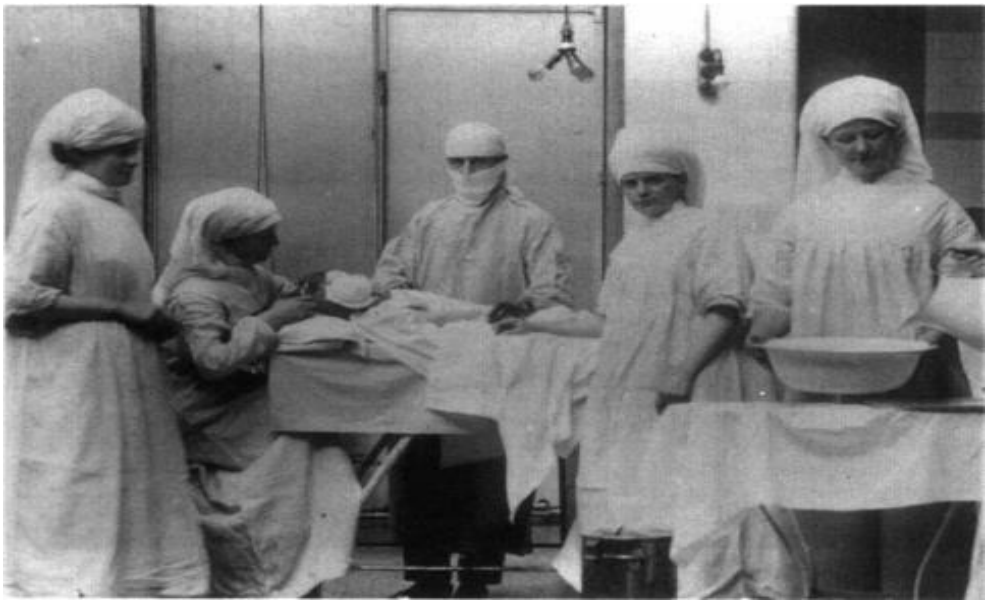


Figura 3 **- Bloco Operatório em 1907 [5]**

Alguns anos após, *Figura 3,* verifica-se uma evolução face às práticas anteriores e consequentemente, menores níveis de infecções registadas no pós-operatório.

Ao longo dos anos, foi sendo constatado, que não só teriam de existir cuidados quanto aos instrumentos utilizados e as condições da sala como também cuidados a ter pelos próprios ocupantes da sala, igualmente, geradores de contaminantes.

Nesta época a utilização de ventilação mecânica não era comum. Era apenas aplicada em casos raros e ligado ao conforto humano. Não o era em termos de controlo de contaminantes, cenário que viria a mudar anos mais tarde. *[15]*

Durante as Guerras Mundiais, surgiu a necessidade de utilizar a ventilação forçada como meio de controlar contaminantes. Durante a guerra, observou-se que nos espaços que albergavam muitas pessoas, a proliferação de infecções estava a tornar-se um grave problema. Estudos concluíram que era devido à grande concentração de pessoas em espaços pequenos, nos quais não existiam renovações de ar. *[15]*

Submarinos, quartéis e bunkers foram utilizados para efectuar observações, servindo como casos de estudo que fundamentaram estas conclusões. Por outro lado, o perigo de ataques recorrendo a agentes químicos e biológicos provocou a necessidade de diluir a concentração de contaminantes nos locais. *[15]*

Bourdillon e Colebrook, dois investigadores Britânicos, desenvolveram uma teoria sengundo a qual as infecções que eram transmitidas entre pacientes vítimas de queimaduras quando estes trocavam de roupa nos balneários. Uma das fontes possíveis para estas infecções cruzadas seria a má qualidade do ar dos balneários. *[15]*

Partindo desta premissa, estes dois investigadores instalaram um sistema de ventilação que permitia renovar o ar na sala cerca de 60 vezes por hora. Este sistema insuflava pelo tecto e retornava pelo chão evitando que as partículas ficassem em suspensão. Com esta experiência, foi possível reduzir o número de infecções para praticamente zero na zona dos balneários. *[15]*

Nos anos que se seguiram, foram efectuados estudos que permitiram estabelecer os princípios de ventilação aplicados a espaços fechados. Nesta altura ainda não existia uma ideia concreta do que seria o tipo de escoamento a aplicar. Os estudos eram baseados em escoamentos do tipo turbulento. *[15]*

Em 1960, através de Robert Bowers e Beryl Crew, surge a primeira tentativa de criar um fluxo unidireccional descendente numa sala de operações. Bowers e Crew concluíram que as fontes de contaminação numa sala de operações em uso eram inúmeras pelo que era preferível ventilar a sala no seu todo e não apenas em pontos localizados. *[5]*

A experiência consistiu em criar um difusor único no tecto da sala de operações, com o objectivo de obter um fluxo de ar descendente, retornando o ar viciado pelo chão. *[5]*

Esta primeira tentativa revelou-se um fracasso, pois as correntes de ar geradas devido ao calor libertado pela iluminação da sala de operações, juntamente com o movimento das pessoas, provocavam uma disrupção no fluxo de ar. Ao existir esta perturbação no escoamento, este era incapaz de manter a velocidade constante, logo a unidireccionalidade não se verificava. *[5]*

Este primeiro passo permitiu que pouco mais tarde Sir John Charnley, pioneiro na cirurgia de substituição da anca, juntamente com a Howorth Air Conditioning desenvolvessem a ideia inicial de Blowers e Crew. *[5]*

Charnley tentou insuflar ar esterilizado na sala de operações mas verificou que era inútil despender tamanho recurso económico numa central capaz de produzir grandes quantidades de ar esterilizado quando no interior da sala, a equipa que operava produzia, continuamente, um sem número de partículas contaminantes. *[5]*

Regista-se aqui uma mudança no paradigma. A partir deste momento as equipas presentes na sala de operações usariam máscaras, vestuário adequado, luvas e toucas. Aliado às alterações anteriores, Charnley optou por circunscrever a área de trabalho. Criou uma zona crítica e conseguiu direccionar o escoamento, permitindo que este mantivesse a unidireccionalidade de forma razoável - *Figura 4*. *[5]*

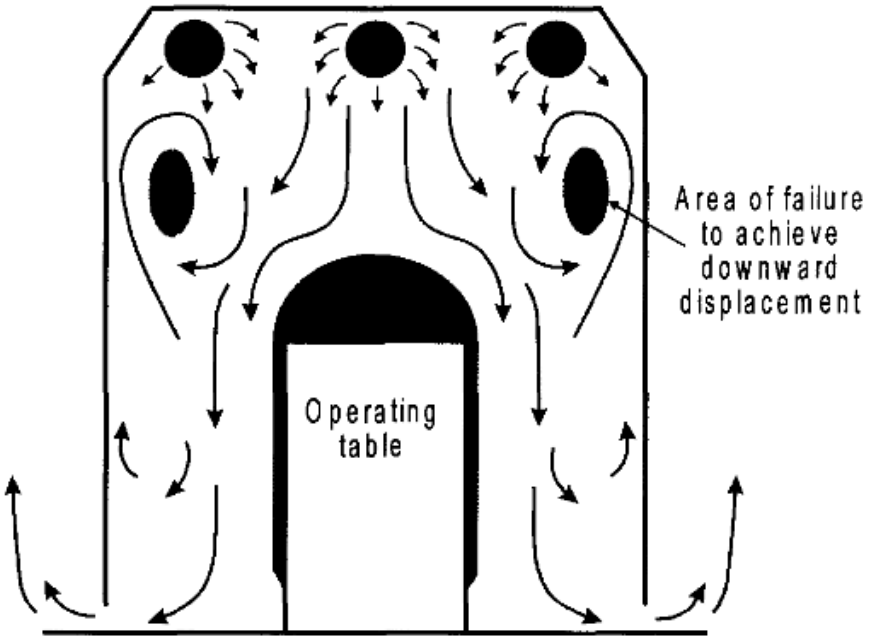


Figura 4 **- Efeito do Fluxo de Ar na Sala de Operações de Charnley [5]**

Com base em estudos previamente efectuados, principalmente nos Estados Unidos, sobre escoamentos laminares, aumentando consideravelmente o volume de ar insuflado na sala de operações e utilizando outro tipo de vestuário, Charnley constatou que os níveis de infecção registados no pós-operatório das suas cirurgias desceram de 10% em 1959 para menos de 1% em 1970. *[5]*

Os estudos de Charnley permitiram que, em 1980, o *The Medical Research Council* do Reino Unido confirmasse que a aplicação de um fluxo unidireccional juntamente com vestuário adequado permitia reduzir o número de infecções por septicémia para ¼ daquelas que se verificavam em salas com escoamentos turbulentos para o mesmo tipo de intervenção cirúrgica. *[5]*

No que respeita à indústria, foi também durante a Segunda Guerra Mundial que se construiram as primeiras salas limpas.

Estas foram criadas com o propósito de aumentar a qualidade e a fiabilidade da instrumentação utilizada na indústria do armamento.

Durante a fabricação de componentes para a indústria bélica, chegou-se à conclusão de que um ambiente livre de contaminantes produzia um resultado final superior, evitando disfunções e aumentando a vida útil, por exemplo, das miras utilizadas para largar bombas a partir dos aviões bombardeiros.

Nesta altura existiu uma transposição de ideias. Passaram a encarar-se alguns processos de fabrico como se de operações cirúrgicas se tratassem.

As pesquisas realizadas para o desenvolvimento do nuclear bem como o desenvolvimento de armas biológicas e químicas, catapultaram o desenvolvimento de elementos de filtraçãode alta eficiência, HEPA, necessários para conter estes contaminantes. Mais uma vez, é a necessidade que é responsável pelo progresso tecnológico.

Aliando estes elementos de filtração às Salas Limpas conseguiram criar-se condições de ambiente interior de elevada qualidade, reduzindo muito o nível de contaminantes presente no ar.

Segundo a *Western Electric Company*, durante a década de 50, 99 em cada 100 giroscópios de misseis eram reprovados por mau funcionamento devido a partículas de pó. *[5]*

Figura 5 **- Sala Limpa da Western Electric - 1950-1960 [5]**

Dado o fracasso na produção deste equipamento, iniciaram-se as obras para a construção de uma sala limpa. A sala limpa apresentada na *Figura 5* reflecte uma mudança de mentalidades. Os trabalhadores passaram a usar fardas feitas de materiais sintéticos para minimizar a libertação de contaminantes, tinham um local próprio para trocar de roupa e usavam toucas na cabeça. Relativamente ao tipo de construção, esta foi feita de uma forma pensada, evitando cantos no interior da sala, de modo a facilitar a limpeza e a não acumulação de partículas de pó. As bancadas eram construídas com superfícies não porosas e a iluminação encontrava-se encastrada para evitar a acumulação de pó. *[5]*

Quanto à ventilação, esta utilizava filtros absolutos, com eficiência de filtração de 99.95% do volume de ar insuflado, para partículas com tamanho ≥ 0,3 µm e pressurização positiva do espaço para evitar a entrada de contaminantes. [5]

1.3. APLICAÇÕES COMUNS DE SALAS LIMPAS

INDÚSTRIA FARMACÊUTICA/BIOTECNOLOGIA

O fabrico, preparação e manuseio de produtos médicos ou biotecnológicos exige que sejam efectuados em salas limpas. É necessário o controlo, tanto de contaminantes como de microorganismos que possam existir e desenvolverem-se no local. A qualidade final do produto, bem como a segurança dos colaboradores e do meio ambiente, está directamente ligada à qualidade do ar interior no local.

Economicamente este factor também representa um grande impacto já que o desperdício é muito menor.

Figura 6 **- Sala Limpa numa Indústria Farmacêutica**

INDÚSTRIA SEMICONDUTORES/ELECTRÓNICA/AEROESPACIAL

O ramo da electrónica é responsável por grande parte das salas limpas instaladas no mundo inteiro. É também o grande responsável pelo avanço tecnológico que as salas limpas têm apresentado nos últimos anos devido ao avanço "*exponencial*" da tecnologia ligada aos *microchips*.

As instalações mais recentes apresentam níveis ISO 14644-1 do tipo classe 5 ou superior. Na *Figura 7* pode ver-se uma partícula de pó que se depositou num *microchip* provocando um curto-circuito, inutilizando-o.

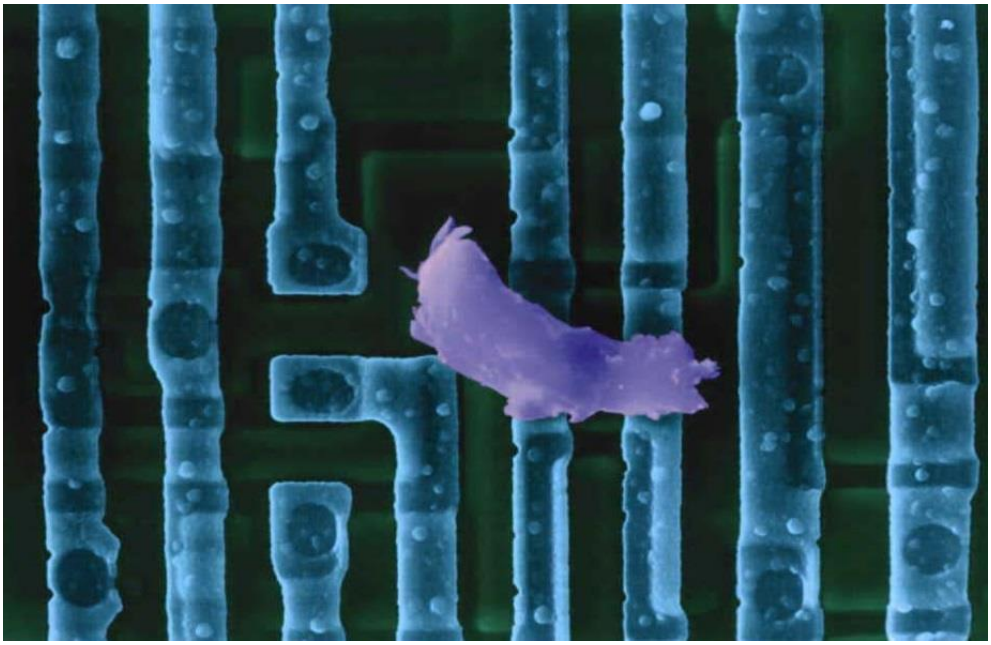


Figura 7 **- Partícula de Pó num Microchip [9]**

OUTRAS APLICAÇÕES

As salas limpas são ainda utilizadas noutras aplicações como na indústria alimentar, indústria protésica, estufas de pintura, entre outras.

Nos hospitais, os blocos operatórios podem também ser considerados como salas limpas, garantindo o controlo e remoção de contaminantes que possam ser transmitidos ao paciente durante uma intervenção cirúrgica.

1.4. NORMALIZAÇÃO

Nos Estados Unidos, durante a década de 50, a falta de uniformização que se verificava, quer na fase de construção de salas limpas, quer na fase de testes ou em fase de operação, gerava uma série de incertezas com as quais a indústria, nomeadamente a militar, não podia pactuar perante os elevados requisitos e especificidades do seu produto final. *[17]*

Num levantamento realizado na altura, entre normas federais e normas das próprias empresas, contavam-se mais de 200 documentos, o que tornava a sua aplicabilidade extremamente complexa. *[17]*

Perante este cenário houve a necessidade de uniformizar, criar critérios para estabelecer parâmetros de fabrico que fossem transversais a toda a cadeia de fornecimento envolvida. Em resposta a este problema, a *USAF* emite um documento técnico que agregava todo o

conhecimento adquirido até à data sobre salas brancas, compilando toda essa informação num único documento, *TO 00-25-203 Contamination Control Of Aerospace Facilities, U.S. Air Force*. *[17]*

Crê-se que as primeiras normas tenham sido desenvolvidas para os fornecedores de instrumentação ligados aos programas de mísseis, sistemas guiados e miras da Força Aérea Americana. *[17]*

Mais tarde, em 1963, foi criada a norma federal FS209, que regulava a classificação de salas limpas de acordo com o tamanho das partículas presente por cada pé cúbico de ar. A partir desta data, esta norma rapidamente se tornaria a referência nos Estados Unidos. *[17]*

Transversal aos diversos ramos da indústria, não apenas ao militar, esta norma era obrigatória para qualquer empresa que prestasse serviços para o governo dos Estados Unidos. A última versão desta norma, *FS209E*, foi publicada em 1992 pelo *IEST*. *[17]*

Em 1993, o comité internacional técnico ISO/TC209 começa a trabalhar numa nova norma, tornando a *FS209E* obsoleta. A nova norma relacionada com salas limpas é então criada sob o número ISO-14644 e ISO-14698 tornando-se obrigatória na União Europeia a partir de Novembro de 1999. *[17]*

Nos Estados Unidos, a FS209E é apenas obrigatória para quem seja prestador de serviços para o governo. Fora deste contexto é uma situação acordada entre o cliente e o prestador de serviços. *[17]*

Na união Europeia o cenário é diferente, pois qualquer empresa que seja certificada pela ISO-9000 e ISO 14000, prestando serviços nesta área específica, e que queira manter a certificação, necessita obrigatoriamente de cumprir com a norma ISO-14644. *[17]*

Neste documento, a norma FS209E não será alvo de abordagem para além do referido anteriormente.

No que respeita ao presente Trabalho de Projecto será importante enquadrar também as directivas *GMP - Good Manufacturing Practice* que serão a base deste projecto.

A base das directivas GMP reporta à U.S. *FDA* e à norma ISO-14644, que define claramente os procedimentos e classificações a aplicar consoante as classes pretendidas.

A classificação das salas limpas está relacionada com o nível de concentração de contaminantes presentes por cada m^3 de ar no local em questão.

Quanto menor for o número de partículas presentes por m^3 de ar e quanto menor for a sua dimensão, melhor será a classificação atribuída à sala limpa.

1.4.1. NORMA ISO 14644

A ISO desenvolveu uma série de documentos relacionados com salas limpas sob o nome: ISO 14644 - *Cleanrooms and associated controlled environments*, num total de doze documentos afectos à norma ISO 14644.

Estes documentos cobrem todas as necessidades de uma instalação composta por salas limpas, fornecendo informações e regulamentação a aplicar, que vão desde a fase de concepção até à fase de exploração das instalações. Ver *Tabela 1*.

***Tabela 1* - Lista de Documentos - ISO 14644 [21]**

Document	Title	Description
ISO 14644-1	Classification of air cleanliness by particle concentration	Covers the classification of air cleanliness in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO 14644-2	Monitoring to provide evidence of cleanroom performance related to air cleanliness by particle concentration	Specifies requirements for monitoring and periodic testing of a cleanroom or clean zone to prove its continued compliance with ISO 14644-1.
ISO 14644-3	Test methods	Specifies test methods for designated classification of airborne particulate cleanliness for characterizing the performance of cleanrooms and clean zones.
ISO 14644-4	Design, construction, and start-up	Specifies requirements for the design and construction of cleanroom installations.
ISO 14644-5	Operations	Specifies basic requirements for cleanroom operations.
ISO 14644-7	Separative devices (clean air hoods, gloveboxes, isolators, minienvironments)	Specifies the minimum requirements for the design, construction, installation, testing and approval of separative devices.
ISO 14644-8	Classification of air cleanliness by chemical concentration (ACC)	Covers the classification of airborne molecular contamination (AMC) in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO 14644-9	Classification of surface particle cleanliness	Establishes the classification of cleanliness levels on solid surfaces by particle concentration in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO 14644-10	Classification of surface cleanliness by chemical concentrations	Defines the classification system for cleanliness of surfaces in cleanrooms with regard to the presence of chemical compounds or elements.
ISO/DIS 14644-13	Cleaning of surfaces to achieve defined levels of cleanliness in terms of particle and chemical classifications	Addresses the cleaning to a specified degree on cleanroom surfaces, surfaces of equipment in a cleanroom and surfaces of materials in a cleanroom.
ISO/FDIS 14644-14	Assessment of suitability for use of equipment by airborne particle concentration	Specifies a methodology to assess the suitability of equipment for use in cleanrooms and associated controlled environments.
ISO/DIS 14644-15	Assessment of suitability for use of equipment and materials by airborne chemical concentration	Provides requirements and guidance for assessing the chemical airborne cleanliness of equipment and materials which are foreseen to be used in cleanrooms and associated controlled environments.

No âmbito deste Trabalho de Projecto, o enfâse será dado à primeira parte - *ISO 14644-1 Classification of Air Cleanliness*. Neste documento estão definidos os limites máximos de concentração de partículas por m^3 de volume de ar.

Por forma a calcular a concentração máxima de partículas permitida num determinado volume, é aplicada a fórmula de cálculo *f.1*: *[1]*

$$C_n = 10^N * \left(\frac{0.1}{D}\right)^{2,08} \quad (f.1)$$

C_n: Representa a concentração máxima de partículas, maiores ou iguais a um determinado tamanho. (partículas/m^3 de ar). Sendo C_n arredondado ao número inteiro imediatamente acima

N: Representa a classificação ISO, máximo de 9. Poderão existir classificações intermédias aplicando incrementos de 0.1

D: Tamanho da partícula em µm

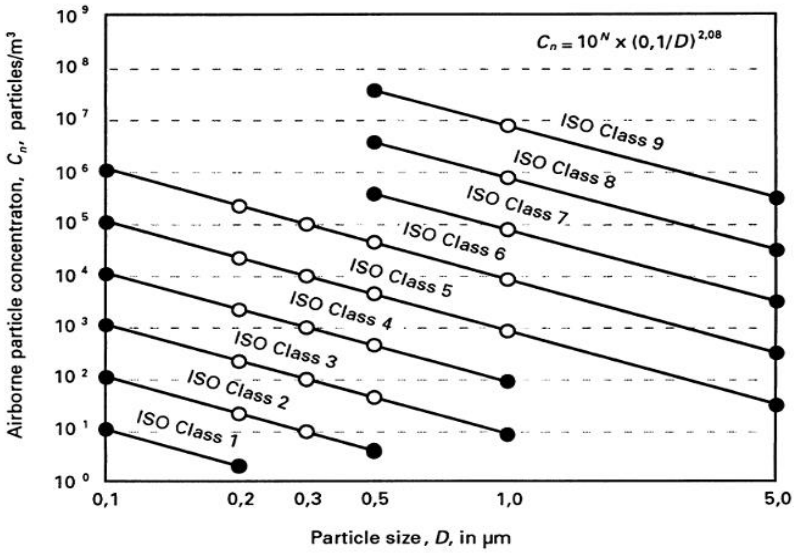
0.1: constante com dimensão µm

De acordo com a equação *f.1*, o limite máximo de partículas por unidade de volume pode ser calculado para qualquer tamanho de partícula. Na *Tabela 2* são definidos os limites impostos pela norma ISO14644-1 para as várias classificações de salas limpas.

***Tabela 2* - ISO 14644-1 Classificação [1]**

ISO classification number (*N*)	Maximum concentration limits (particles/m³ of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below [concentration limits are calculated in accordance with equation (1) in 3.2]					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000
NOTE Uncertainties related to the measurement process require that concentration data with no more than three significant figures be used in determining the classification level						

Uma outra representação dos limites impostos de acordo com cada classe pode ser expressa segundo a *Figura 8*:



NOTE 1 C_n represents the maximum permitted concentration (in particles per cubic metre of air) of airborne particles equal to and larger than the considered particle size.

NOTE 2 N represents the specified ISO class number.

Figura 8 **- Representação Gráfica das Classes ISO 14644 [1]**

No caso de uma sala limpa se encontrar vazia, a concentração de partículas dentro do local pode atingir valores muito baixos reflectindo a qualidade do ar que está a ser insuflado na sala. Caso a sala se encontre em operação, a quantidade de contaminantes libertados é muito maior tendo por este motivo existido a necessidade de diferenciar os vários estados de operação a que um local deste tipo está sujeito.

De acordo com a ISO 14644-1 existem três tipos de estados associados ao funcionamento de salas limpas. *[1]*

*"**As Built**"* – reflecte as condições da sala quando se encontra concluída, a funcionar mas sem quaisquer equipamentos de produção, materiais ou pessoal.

"***At Rest***" – Estado de repouso da sala, ocorre quando a sala se encontra em pleno funcionamento mas sem pessoal no interior.

"***Operational***" – Estado da sala quando se encontra em pleno funcionamento e com pessoal a laborar no interior da mesma.

1.4.2. DIRECTIVAS GMP

As directivas *GMP* ou *cGMP*, respectivamente, *Good Manufacturing Practice ou Current Good Manufacturing Practice* representam uma abordagem mais flexível e actual que a norma ISO-14644.

O termo "*current"* garante que cada fabricante terá a responsabilidade de promover os testes necessários, juntamente com soluções tecnológicas *up-to-date* que permitam cumprir com os regulamentos em questão.

Esta directiva tem como objectivo promover a melhoria contínua do processo e impedir a estagnação das soluções tecnológicas.

A utilização das GMP garante o controlo de qualidade de toda a cadeia de fabrico de medicamentos, desde o fornecedor, passando pelo processo, até à fase de testes. Garante a monitorização constante de todo o processo assegurando, no final, um produto de elevada qualidade.

De referir que a *GMP* define os mínimos considerados aceitáveis para o processo em questão. As empresas são livres para promover alterações que visem melhorar a qualidade do produto final.

À semelhança do que acontece com a norma ISO, esta directiva limita a concentração máxima de partículas, reportando aos limites estabelecidos pela ISO 14644.

De acordo com a ISO 14644-1 os estados de funcionamento não eram considerados. Pelas directivas GMP estes já são tidos em conta e balizados de acordo com as classes apresentadas na *Tabela 3*.

Tabela 3 **- Concentração de Contaminantes Máxima para as Classes GMP [4]**

	Maximum permitted number of particles per m^3 equal to or greater than the tabulated size			
	At rest		**In operation**	
Grade	**0.5 µm**	**5.0µm**	**0.5 µm**	**5.0µm**
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	Not defined	Not defined

Classe A: De acordo com a directiva, um local deste tipo caracteriza-se por ser um local onde decorrem processos de alto risco tais como: processos de enchimento de ampolas ou frascos, processos onde ocorra exposição de produto e outros que exijam elevados níveis de segurança.

Nestes processos aplicam-se fluxos unidireccionais, com velocidades do ar que variam entre 0.36 e 0.54 m/s. Este fluxo terá de ser demonstrado e comprovado. Poderá ser utilizado um

fluxo laminar ao longo de toda a sala, caso necessário, ou aplicá-lo pontualmente em certas zonas onde decorrem estes processos mais críticos, através de insuflação pelo tecto ou através da utilização de equipamento específico, como estações de fluxo laminar ou inseridas no próprio equipamento de produção. *[4]*

Classe B: Utilizado em preparações assépticas e em processos de enchimento. Será também a classe a garantir num local imediatamente adjacente a um local de Classe A. *[4]*

Classes C e D: Utilizado em locais que façam parte de processos considerados menos críticos que os anteriores. *[4]*

Relativamente à directiva GMP, além dos valores de concentração de contaminantes máximos presentes por cada m^3 de ar, existem também valores definidos para os limites de geração de contaminantes microbiológicos - *CFU [4]*

Estes valores estão expressos nas directivas GMP, de acordo com a *Tabela 4.*

Tabela 4 **- Limites Máximos CFU/Classe [4]**

	Recommended limits for microbial contamination (a)			
Grade	air sample cfu/m^3	settle plates (diameter 90 mm) cfu/4 hours (b)	contact plates (diameter 55 mm) cfu/plate	glove print 5 fingers cfu/glove
A	< 1	< 1	< 1	< 1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	-
D	200	100	50	-

Notes
(a) These are average values.
(b) Individual settle plates may be exposed for less than 4 hours.

Pela *Tabela 4* pode verificar-se que, para cumprir a classificação **A**, não poderá ser encontrada nenhuma colónia (1 colónia = 1 unidade) por m^3 de ar enquanto que para a classe **B** podem verificar-se 5 ocorrências.

A contagem de colónias de microorganismos poderá ser feita através de placas de contacto, colocadas no interior da sala.

As placas de contacto, *Figura 9*, são dispositivos utilizados para efectuar a contagem de *CFU*. Os microorganismos depositam-se nestas placas e desenvolvem-se, logo, obtém-se uma taxa de formação de acordo com o tempo de exposição o que leva a conclusões imediatas sobre a qualidade do ar no interior da sala limpa.

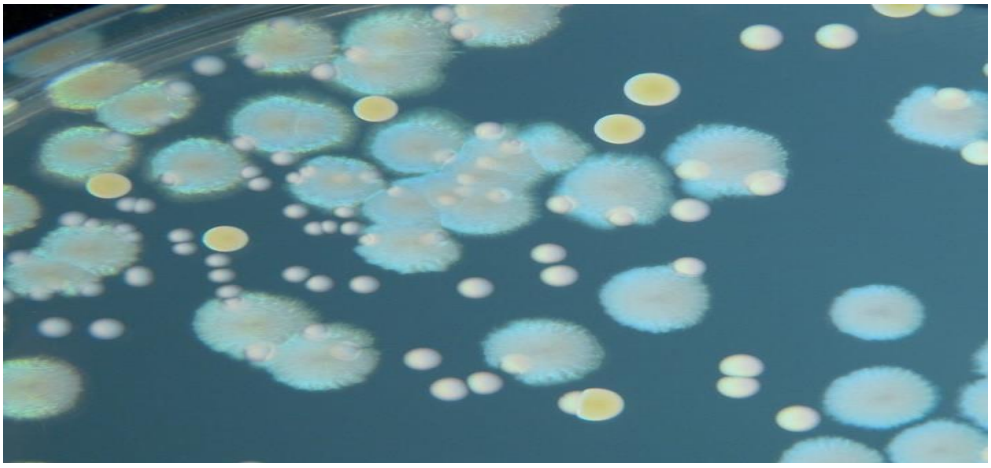


***Figura 9* - CFU numa Placa de Contacto [25]**

2. SALAS LIMPAS - PROBLEMÁTICA

2.1. FONTES DE CONTAMINAÇÃO

Existem inúmeras partículas de contaminantes que "habitam" no ar. Algumas são geradas na própria natureza, outras são produzidas pelos diversos processos industriais. Existem ainda as que são geradas pelo ser humano.

Na natureza encontram-se diversos tipos de partículas em suspensão como o pólen, organismos vivos e mortos, pó ou até *spray* de água salgada. Por outro lado, existem todas as partículas que são geradas pela indústria, provenientes de processos de combustão, vapores químicos, desgaste provocado por peças em contacto, entre outras. O ser humano não foge à regra e é, também ele, uma fonte de contaminantes. A pele, o cabelo, a roupa, a respiração e até o uso de cosméticos provocam libertações de partículas para o ar interior contaminando o ambiente.

Estas partículas variam de tamanho e podem ir sensívelmente de 0.001µm até centenas de micrómetros. Geralmente as partículas com mais de 5 µm tendem a depositar-se por gravidade. Todas estas partículas afectam os processos e têm impacto no resultado ou produto final e, por isso, necessitam de ser eliminadas da cadeia de processo. *[5]*

A *Tabela 5* apresenta a dimensão de alguns contaminantes presentes no ar.

***Tabela 5* - Dimensão de Contaminantes Comuns [5]**

Contaminante	**Tamanho** (µm)
Cabelo Humano	70 - 100
Pele Humana	0.4 - 10
Pólen	10 - 40
Bolor	0.01 - 10
Fumo	0.01 - 1
Pó	0.1 -75
Bactérias	0.4 - 20
Vapor	0.005
Gás	0.005
Vírus	0.002 – 0.05
Aerossol de Teste	0.1 – 0.7

Sendo a presença humana uma das maiores fontes de contaminação num local classificado, existem regulamentos e práticas bastante exigentes relativamente ao vestuário a utilizar.

Estas regras dependem da classificação do local e estão definidas de acordo com a directiva GMP da seguinte forma:

Classe D: Deverão encontrar-se cobertos o cabelo, barba e onde relevante. Deverá ser utilizado um fato protector incluindo calçado apropriado ou calçado coberto por um resguardo protector.

Deverão ser aplicadas medidas que impeçam que a contaminação oriunda no exterior, possa penetrar na sala. *[4]*

Classe C: Deverão encontrar-se cobertos o cabelo e a barba. Deverá ser usado um fato especial único ou dividido em duas peças, calças e casaco. Deverá possuir elástico nos pulsos e deverá possuir gola alta, também com elástico. Deverá ser utilizado calçado especial ou um resguardo protector. As fibras que compõem o fato não deverão libertar contaminantes. *[4]*

Classes A e B: Deverá ser usado equipamento protector na cabeça que proteja todo o couro cabeludo bem como barba e bigode. Esta protecção deverá encontrar-se por dentro do fato na zona do pescoço. Deverá igualmente ser utilizada uma máscara facial. Deverão ser utilizadas luvas bem como calçado especial. O ajuste das luvas e calçado deverá ser feito por cima do fato. Todo este material deverá ser esterilizado e não poderá libertar quaisquer contaminantes. *[4]*

***Tabela 6* - Partículas Geradas pelo Ser Humano/min [15]**

Tipo de Acção	Taxa de Formação (≥0.3 µm/min.)
Em repouso	100.000
Pequenos movimentos em repouso	500.000
Pequenos movimentos em andamento	1.000.000
Sentar ou levantar	2.500.000
Andar devagar	5.000.000
Andar médio	7.500.000
Andar rápido	10.000.000

A *Tabela 6* fornece informação relativamente aos contaminantes gerados pelo ser humano em situações distintas sendo que se pode imediatamente concluir que **todos os movimentos executados dentro de uma sala limpa terão de ser efectuados de forma cuidadosa, evitando movimentos bruscos.**

Quanto maior a agitação maior a libertação de partículas e maior a dificuldade em controlar o ambiente dentro da sala.

As fontes de contaminação podem classificar-se em dois grupos distintos: *[5]*

Fontes Internas

Fontes Externas

2.1.1. FONTES INTERNAS

Numa sala limpa, as partículas originárias pelo pessoal afecto ao trabalho, geradas pelos diversos equipamentos, ou até geradas pelo processo, são consideradas uma fonte interna de contaminação.

No que toca à envolvente, a geração de partículas pode ser desprezada, desde que o tipo de construção do pavimento, tecto e paredes, contemple um acabamento adequado, que não liberte partículas e que seja de fácil limpeza.

As partículas originadas pelo equipamento e pelo processo são de difícil avaliação, pelo que a forma mais correcta de tratar este problema, caso o processo ou o tipo de máquinas assim o exija, será colocar extracções localizadas no próprio equipamento ou processo.

Como condição, os operadores, são a única fonte de contaminantes para a qual se conseguem estimar valores com alguma segurança.

Definindo um correcto fluxo de ar, estes contaminantes serão arrastados para fora da zona de processo sem que se depositem no produto, evitando assim contaminar o produto final. Assim o processo de filtração é essencial para que estes contaminantes não voltem a entrar no espaço.

De acordo com a *Figura 10* retirada do anexo 1 da publicação da *ISPE – "Sterile Product Manufacturing Facilities"* podem ler-se os valores correspondentes à libertação de contaminantes por parte do operador numa sala limpa consoante a situação onde se enquadre.

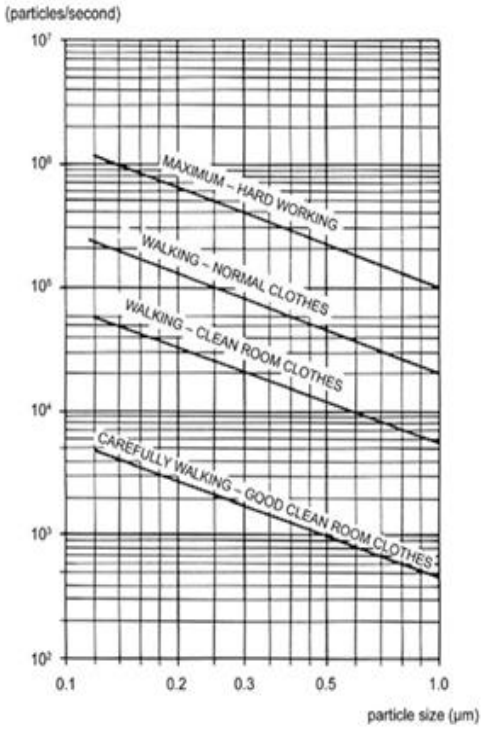


Figura 10 **- Partículas Geradas por Segundo por Operador. [13]**

Analisando o gráfico da *Figura 10* pode facilmente compreender-se a importância de uma correcta farda de trabalho que garanta a contenção da libertação de partículas por parte do operador.

Para os cálculos que serão efectuados, será assumido que os colaboradores se comportarão de acordo com as melhores práticas e serão equipados com o fardamento mais adequado, ou seja: "*Carefully Walking - Good Clean Room Clothes*".

Traduzindo a informação contida no gráfico da *Figura 10* para forma de tabela, tem-se:

***Tabela 7* - Libertação de Contaminantes por Minuto por Parte dos Operadores/min**

	Partículas superiores iguais ou > 0.5 µm	
Nível	**Por Segundo**	**Por minuto**
1-GCC - Carefully Walking	1000	60000
2 - CC - Walking	16.00	960000
3 - NC - Walking	64000	3840000
4 - Max - Hard Working	212500	12750000

Os valores presentes na *Tabela 7* serão os valores que serão utilizados para efeitos de cálculo de libertação de contaminantes.

Para se ter uma melhor percepção da dimensão que representam este tipo de partículas, a *Figura 11* compara, numa escala aumentada, a diferença entre um cabelo humano e uma partícula de 0.5 µm.

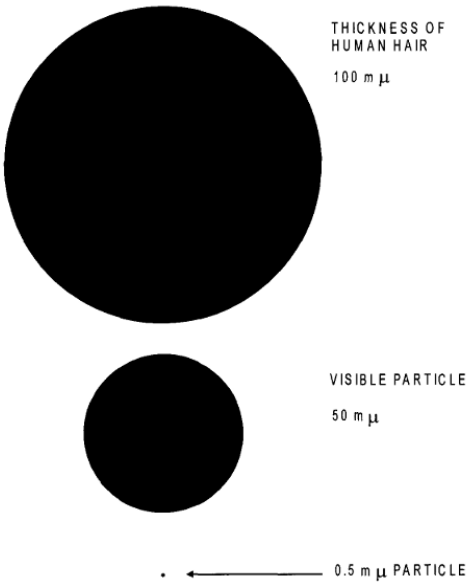


***Figura 11* - Comparação entre um Cabelo e uma Partícula de 0.5 µm [5]**

2.1.2. FONTES EXTERNAS

Tal como o nome sugere, uma fonte externa implica que o contaminante seja originado no exterior da sala limpa e depois transportado para o seu interior.

Poderá ser transportado por infiltração através de portas, janelas ou mesmo através de selagens ineficientes nas paredes.

Poderá ainda, ser introduzido através do ar novo, por deficiente eficiência de filtração.

De acordo com um guia produzido pela *CAMFIL FARR – "Clean Room Design Standards & Energy Optimization"* os valores estimados para a concentração de poluentes oriundos no ar são os definidos na *Tabela 8*:

***Tabela 8* - Concentração de Poluentes Presentes no Ar Novo (Part./m3) [11]**

Tamanho	Zona Rural	Cidade Pequena (ODA1)	Cidade Média (ODA2)	Cidade Industrial (ODA3)	Zona Industrial
≥ 0.1 µm	$5x10^8$	$5.3x10^9$	$1x10^{10}$	$2.3x10^{10}$	$8x10^{10}$
≥ 0.3 µm	$2x10^7$	$1.6x10^8$	$3x10^8$	$6.9x10^8$	$3x10^9$
≥ 0.5 µm	$1x10^6$	$1.6x10^7$	$3x10^7$	$6.8x10^7$	$3x10^8$

Apesar destes valores se encontrarem tabelados, a contaminação proveniente do ar novo pode ser considerada nula uma vez que os elementos de filtração se encarregarão de reter os contaminantes presentes no mesmo.

A contaminação proveniente de fontes externas é controlada através de elementos de filtração do tipo HEPA e ULPA, através da pressurização da sala e pela garantia da estanquicidade do local.

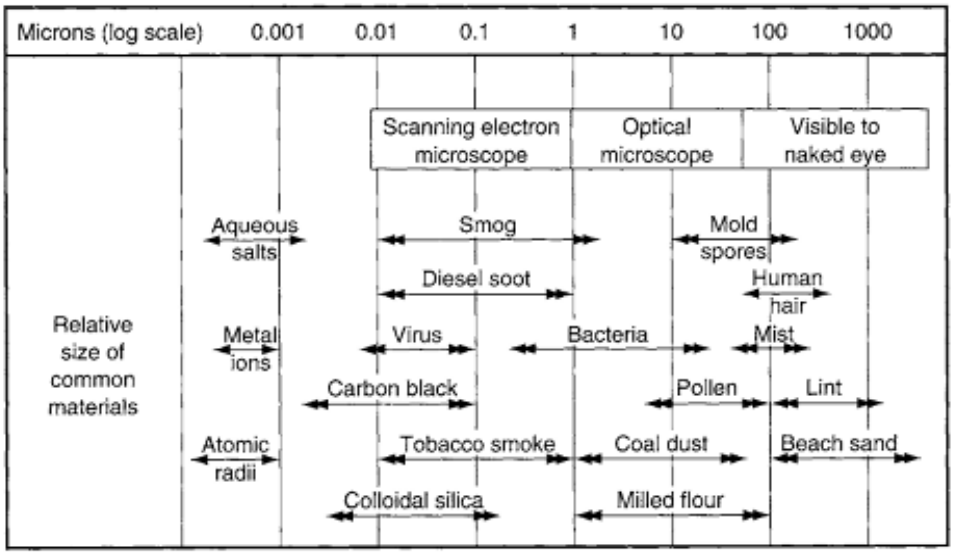


***Figura 12* - Dimensão de Diversos Contaminantes [18]**

A dimensão dos contaminantes varia muito e quanto menores forem, mais difícil será a sua retenção pelos elementos de filtração.

Existem um sem número de contaminantes, uns visíveis a olho nú, outros não e todos eles influenciam a qualidade e o resultado do produto final.

Estando a tecnologia cada vez mais evoluída, torna-se fácil de entender que o que antes não era problema, hoje será um grave problema. Se antigamente um grão de areia não traria problemas a uma linha de produção, actualmente, com a miniaturização dos componentes, um grão de pó seria catastrófico.

A *Figura 12* mostra alguns contaminantes e as diferentes dimensões que poderão assumir.

A indústria farmacêutica não foge à regra, representando um mercado de elevada exigência tanto na qualidade de produção, como na qualidade do produto dirigido ao consumidor final onde as falhas podem originar resultados catastróficos.

De outro prisma, ao nível da produção, um ambiente com elevada qualidade de fabrico origina menores perdas de produto já que a sua aceitação é maior, impedindo assim a destruição de lotes completos por rejeição nos testes de qualidade.

2.2. CONTROLO DA CONTAMINAÇÃO

Normalmente, por razões do foro económico, técnico e de exploração das instalações, limita-se a zona de maior exigência a nível de contaminantes, evitando assim sobrecustos.

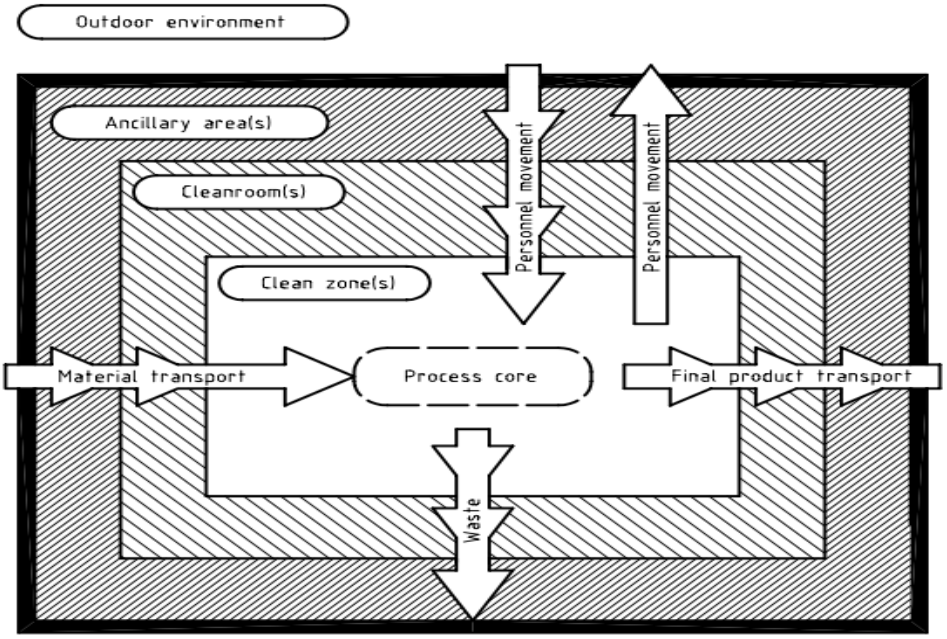


Figura 13 **- Hierarquização de Contaminantes [14]**

Pode controlar-se uma zona específica de forma independente das outras, hierarquizando o nível de contaminantes presente em cada zona.

Será importante garantir que o local onde se desenvolve uma acção crítica se encontra livre de contaminantes.

Aliado à instalação de AVAC podem e devem também criar-se soluções de arquitectura que visem limitar a circulação e migração de agentes contaminantes. Isto consegue-se através de antecâmaras que devidamente pressurizadas evitam a migração de agentes contaminantes entre salas.

Durante o processo de concepção de uma sala ou conjunto de salas brancas há que ter em conta os diversos fluxos existentes num local com estas características.

A circulação de pessoas, a entrada e saída de materiais e equipamentos, as saídas de desperdício e do produto final vão influir na concepção da instalação.

A hierarquia de pressões, o controlo do sentido do fluxo do ar e a inexistência de zonas mortas nas salas limpas são essenciais para um correcto funcionamento do sistema, garantindo os pressupostos exigidos pelo cliente.

2.2.1. CONTROLO DA PRESSÃO

Uma sala limpa deverá ser projectada para que o ar contaminado proveniente de espaços adjacentes não se infiltre na sala. A direcção do fluxo de ar deverá ser sempre do local mais limpo para o local mais "sujo". A única forma de garantir este efeito é controlar a pressão relativa dentro de cada sala, estabelecendo hierarquias de pressões entre os diversos locais.

Estas diferenças de pressão são criadas mecanicamente, através da ventilação. Quando uma sala de encontra pressurizada, significa que se está a insuflar mais volume de ar do que aquele que se está a extrair. Pela mesma ordem de ideias, uma sala encontra-se em pressão "negativa" ou depressão quando se extrai mais volume de ar do que aquele que é insuflado.

Locais com pressões positivas impedem a infiltração de contaminantes oriundos do exterior e locais com pressões "negativas", face aos restantes, garantem que existirão exfiltrações de outros locais para estes. Na realidade, estes locais, não se encontram com pressões negativas mas com pressões inferiores aos restantes locais.

O cálculo da pressão relativa dentro de cada sala efectua-se utilizando os caudais de fuga que se registam através da frestação das portas, janelas e, inclusive, defeitos na construção da sala. Quer isto dizer que a diferença de pressão entre duas salas se obtém efectuando o balanço de caudais em cada local.

A fórmula matemática que permite expressar este diferencial de pressão relativamente aos locais adjacentes é a fórmula de Bernoulli, representada pela equação *f.2*:

$$\Delta \boldsymbol{P} = \frac{\boldsymbol{\rho}}{\mathbf{2}} * \left(\frac{\boldsymbol{Vdiff}}{\boldsymbol{A} * \boldsymbol{\alpha} * \mathbf{3600}}\right) \ (f.2)$$

.

- $\Delta \boldsymbol{P}$**:** Diferencial de Pressão em Pa
- $\boldsymbol{\rho}$**:** Densidade Relativa (Kg/m3)
- $\boldsymbol{Vdiff}$**:** Diferença entre volume de ar insuflado e extracção/retorno (m3/h)
- **A :** Área de Caudal de Fuga da Sala (m2)
- $\boldsymbol{\alpha}$**:** Coeficiente de descarga, 0,85 no caso de portas

Outra forma de calcular o caudal de ar necessário por forma a garantir um diferencial de pressão num determinado local será através da fórmula do caudal de fuga. Estabelecendo a priori o diferencial de pressão requerido entre locais aplica-se a fórmula *f.3*:

$$\boldsymbol{V} = \boldsymbol{A}\ \boldsymbol{\alpha} \sqrt{\mathbf{2}\ \Delta \boldsymbol{P}\ \boldsymbol{v}}\ (\boldsymbol{f}.\mathbf{3})$$

- **V:** Caudal de fuga em m^3/s
- **A:** Área de Caudal de Fuga da Sala (m2)
- $\Delta \boldsymbol{P}$**:** Diferencial de Pressão em Pa
- $\boldsymbol{\alpha}$**:** Coeficiente de Descarga (0,85 para o caso de portas)
- $\boldsymbol{v}$**:** Volume específico do ar nas condições da sala em m^3/kg

O caudal de fuga será aquele que será infiltrado ou exfiltrado, entre salas, apenas através da frestação das portas, assumindo a estanqueidade dos elementos construtivos.

Este é um ponto fulcral para o correcto funcionamento da instalação. Na fase de concepção e durante a fase de instalação, há que garantir que a frestação nas portas é o mais aproximada possível àquela que foi tida em conta para os cálculos dos caudais de fuga.

Nota: **Segundo a *ISPE,* A diferença de pressão aconselhável entre locais com classificações diferentes deverá ser 10 a 15 Pa. [13]**

2.2.2. ESTRATÉGIAS DE CONTROLO DA PRESSÃO

As estratégias para definir a pressão a que está sujeita uma determinada sala são escolhidas em função do processo que nela ocorre.

Idealmente deveriam ser criadas antecâmaras para impedir de forma eficiente a transmissão de contaminantes entre ambientes de classes distintas. A existência destas antecâmaras é essencial para impedir que a diferença de pressões caia abruptamente aquando da abertura de portas. *[13]*

Desta forma a pressão sofre uma variação menor no interior da sala mantendo a hierarquização das pressões estabelecidas. As antecâmaras funcionam também como local de transição, onde poderão ocorrer trocas de vestuário, descontaminação e passagens de material.

Estabelece-se então a definição de uma antecâmara como sendo um local fechado com duas ou mais portas, instalada entre dois ou mais locais de diferentes classificações ISO, ou seja, instalada entre locais com exigências distintas a nível de qualidade do ar. *[6]*

As antecâmaras ou *airlocks* têm a função de controlar o diferencial de pressão e consequente fluxo de ar entre locais quando são acedidos. Existem dois tipos de antecâmaras: antecâmaras de pessoal e antecâmaras de materiais (*PAL: Personnel Airlocks* e *MAL: Material Airlocks*)

Tal como referido anteriormente, o valor de diferença de pressão entre locais de classes diferentes que terá ser garantido, de acordo com a publicação da *ISPE - Heating, Ventilation And Air Conditioning*, deverá ser 10 a 15 Pa. *[13]*

A *Figura 14* permitirá analisar melhor as diferentes configurações possíveis dos airlocks.

Na primeira situação, A, a antecâmara está instalada em cascata impedindo a contaminação de ar proveniente do corredor ou outros locais adjacentes. Neste caso a sala limpa encontra-se a uma pressão superior à antecâmara e a antecâmara a uma pressão superior ao corredor. Esta situação ocorre quando não existe necessidade de contenção dentro da sala limpa. Utiliza-se quando não existe perigosidade no processo. *[6]*

Na situação B, a antecâmara encontra-se a fazer de tampão entre o corredor e a sala limpa. O processo na sala limpa será um processo potencialmente perigoso onde poderão ocorrer produção de gases, vapores nocivos ou, inclusive, contaminação através de agentes biológicos. É por isso uma solução de contenção que visa impedir a fuga de quaisquer contaminantes da sala limpa. *[6]*

A situação C aplica-se, à semelhança da situação anterior, quando existe necessidade de conter os contaminantes gerados no processo na sala limpa. Não será um processo tão crítico como o anterior, caso contrário o fluxo de ar não poderia migar para fora da sala limpa. *[6]*

Neste caso tanto a sala limpa como a antecâmara estão em situação de pressão "negativa". Não existe contaminação do ar do corredor para a sala limpa.

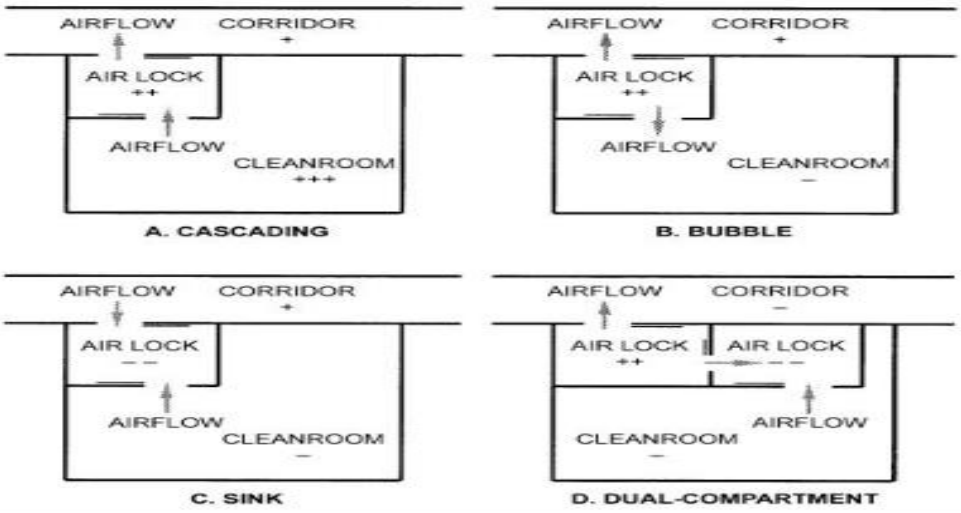


Figura 14 **- Diferentes Situações de Funcionamento dos *Airlocks* [6]**

No último quadro, *Figura 14*-D, encontra-se representado a situação mais crítica de uma sala limpa. A dupla compartimentação indica que o processo executado na sala limpa é de alto risco. Neste caso, a antecâmara com pressão positiva encarrega-se de compartimentar a sala limpa impedindo a transmissão de contaminantes. *[6]*

A *Tabela 9* resume as quatro situações.

Tabela 9 **- Quadro Resumo do Funcionamento dos *Airlocks* [6]**

Type of Cleanroom	Air Lock Type	Purpose of Air Lock	Relative Pressure Relationship
• Positive pressure • No fume or bio agent • No containment needed	Cascading	• Prevent cleanroom being contaminated by dirty corridor air • Prevent cleanroom being contaminated from surrounding spaces through cracks	Cleanroom: +++ Air lock: ++ Corridor: +
• Negative pressure • Has fume or bio agent contamination • Containment needed	Bubble	• Prevent cleanroom being contaminated by dirty corridor air • Prevent cleanroom fume or bio agent releasing to corridor	Cleanroom: – Air lock: ++ Corridor: +
• Negative pressure • Has fume or bio agent contamination • Containment needed	Sink	• Prevent cleanroom being contaminated by dirty corridor air • Allow cleanroom fume or bio agent releasing to air lock. No personal protective equipment is needed	Cleanroom: – Air lock: – – Corridor: +
• Negative pressure • Has toxic fume or hazardous bio agent contamination, or has potent compound substances • Containment needed • Personal protection needed	Dual-Compartment	• Prevent cleanroom being contaminated by dirty corridor air • Prevent cleanroom fume or bio agent releasing to corridor • Personal protective equipment (such as pressurized suit and respirator) is required	Cleanroom: – Neg. Air lock: – – Pos. Air lock: ++ Corridor: –

Notes:
1. Excessive negative pressure in cleanroom is not recommended. If it is not surrounded by other clean spaces, untreated dirty air can infiltrate through cracks into cleanroom
2. A cleanroom service corridor often must be designed slightly positive or neutral pressure. Do not design for negative pressure unless a dual-compartment lock is used.

2.3. ESCOAMENTO DE AR NUMA SALA LIMPA

Outro dos factores chave numa sala limpa é o tipo de escoamento que é aplicado ao ar.

O ar é forçado, através de meios mecânicos, a escoar através da secção da sala. Como já visto anteriormente, a ventilação é o agente responsável por retirar os contaminantes da sala limpa, ficando estes retidos nos elementos de filtração da unidade de tratamento de ar ou nos elementos de filtração terminal.

O ar que é insuflado numa sala limpa traduz-se num número de recirculações horárias que serão aplicadas à sala limpa consoante a classe a que se destina. Quanto mais alta a classe pretendida, maior o número de recirculações horárias aplicadas à sala limpa.

Estas recirculações horárias poderão ser efectuadas de maneiras distintas consoante a classificação pretendida no local.

Essencialmente existem dois tipos de escoamento que poderão ser aplicados às salas limpas:

Escoamento Unidireccional *[1]*

Escoamento Não-Unidireccional *[1]*

Estas questões serão abordadas nos pontos 2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3.

2.3.1. INSUFLAÇÃO - ESCOAMENTO UNIDIRECCIONAL

O escoamento unidireccional parte de duas premissas. Deverá apresentar uma velocidade constante e deverá desenvolver-se ao longo de linhas paralelas causando um efeito de varrimento ao longo da secção da sala. *[1]*

Deverá aplicar-se quando se pretendem classes ISO de nível 5 ou superior, ou seja, com níveis de contaminantes muito reduzidos.

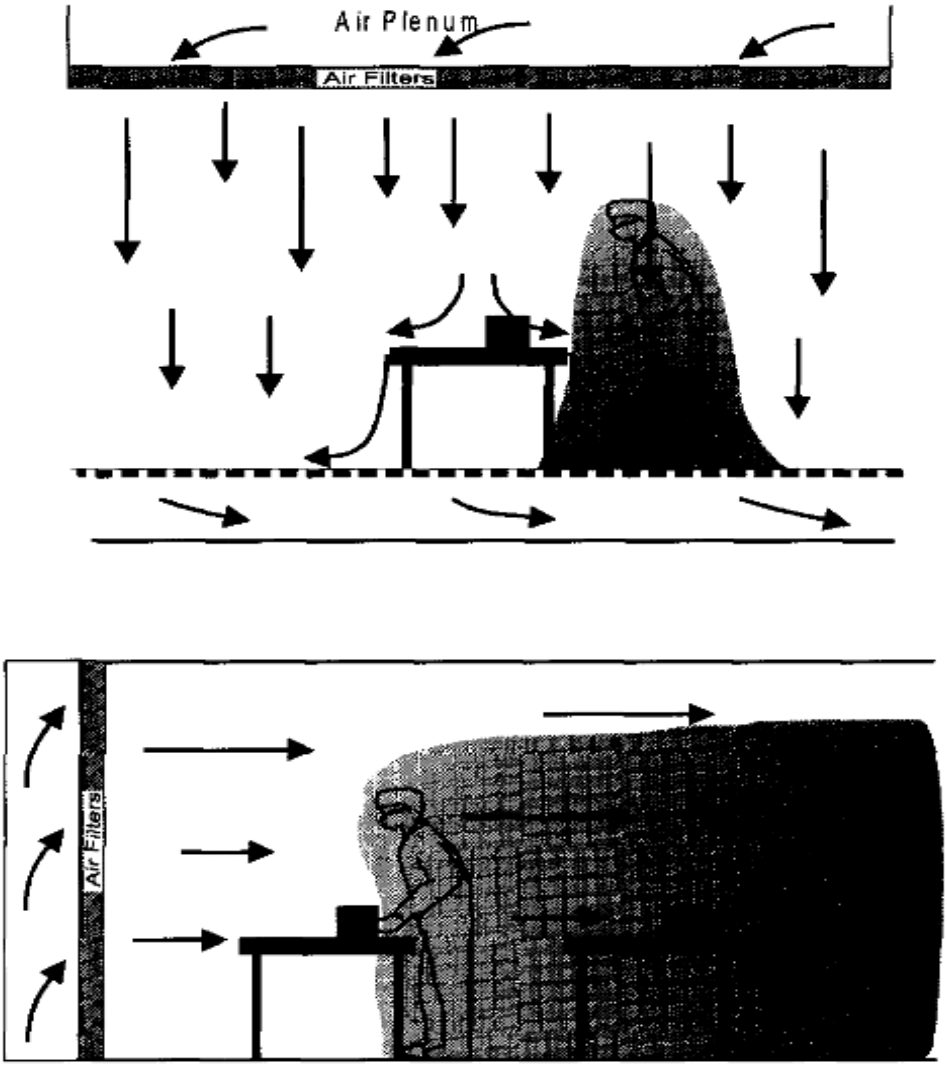


Figura 15 **- Escoamento Unidireccional [5]**

No caso de se efectuar uma insuflação vertical, todas as zonas em torno do núcleo do processo apresentam o mesmo nível de contaminantes. Existe um varrimento vertical que provoca o arrastamento dos contaminantes para fora da zona crítica.

Neste caso a probabilidade de contaminação do produto é menor do que utilizando a insuflação horizontal. *[1]*

No caso da insuflação horizontal, olhando para a *Figura 15*, percebe-se claramente qual o posicionamento do trabalhador face ao processo por forma a não existir contaminação do produto embora não seja garantida de forma tão eficiente como na insuflação vertical.

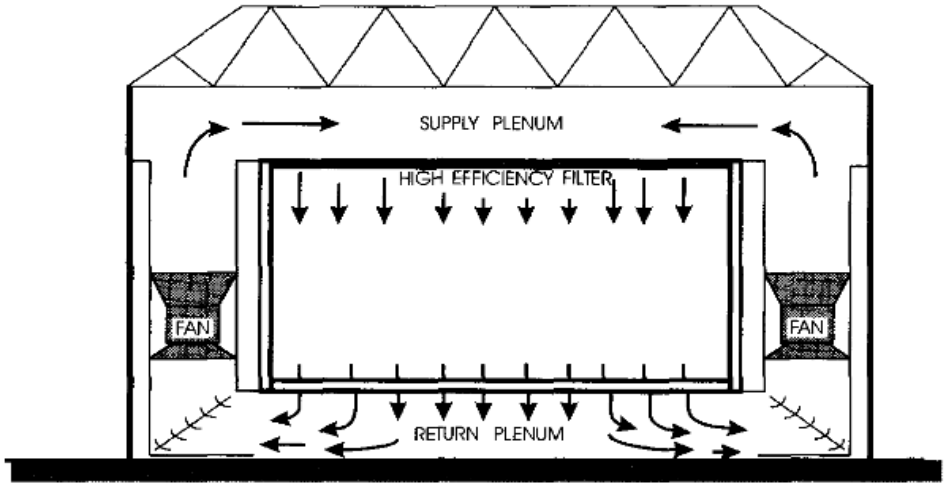


Figura 16 **- Escoamento Unidireccional – Configuração Típica [5]**

Com este tipo de configuração, utilizando fluxo unidireccional, é aconselhável ter velocidades de insuflação compreendidas entre 0.3 e 0.5 m/s. *[5]* Velocidades mais baixas do ar, podem implicar perturbações no escoamento causadas pelo *layout* da sala e movimentação das pessoas, e consequentemente, comprometendo a unidireccionalidade. Velocidades mais elevadas geram outros problemas como a separação do escoamento junto dos obstáculos. *[1]*

A *Figura 16* representa a configuração típica de uma sala limpa utilizando fluxo unidireccional com insuflação vertical. O ar é insuflado através de filtros de alta eficiência, preenchendo praticamente a totalidade da área do tecto, atravessando a sala unidireccionalmente, com velocidade constante, arrastando os contaminantes segundo a direcção do escoamento. O ar retorna pelo chão e é insuflado novamente na sala após os contaminantes ficarem retidos nos filtros absolutos.

Comparativamente com uma solução tradicional de diluição de contaminantes por escoamento não unidireccional ou turbulento, a quantidade de ar insuflada para uma solução deste tipo é 10 a 100 vezes superior, tornando este tipo de salas muito mais dispendiosas tanto na instalação como na exploração ao longo da vida útil da instalação. No entanto, tal como referido acima, é única maneira de garantir que se atingem as concentrações máximas admissíveis nas classes ISO mais exigentes. *[5]*

2.3.2. INSUFLAÇÃO - ESCOAMENTO NÃO UNIDIRECCIONAL

O princípio de funcionamento em salas onde é aplicado o escoamento não unidireccional ou turbulento é semelhante ao utilizado na maior parte das aplicações de conforto afectas à ventilação.

Ao invés do escoamento unidireccional, que cria linhas de escoamento ordenadas ao longo da sala, este tipo de escoamento é turbulento. Quando insuflado, o ar mistura-se com o ar da sala diluindo os contaminantes. Não gera um efeito de arrasto e como tal, torna mais difícil a remoção dos contaminantes no local. Contudo, como explicado no ponto anterior, é suficiente para garantir níveis até ISO-6 tornando a instalação e a sua exploração menos dispendiosa.

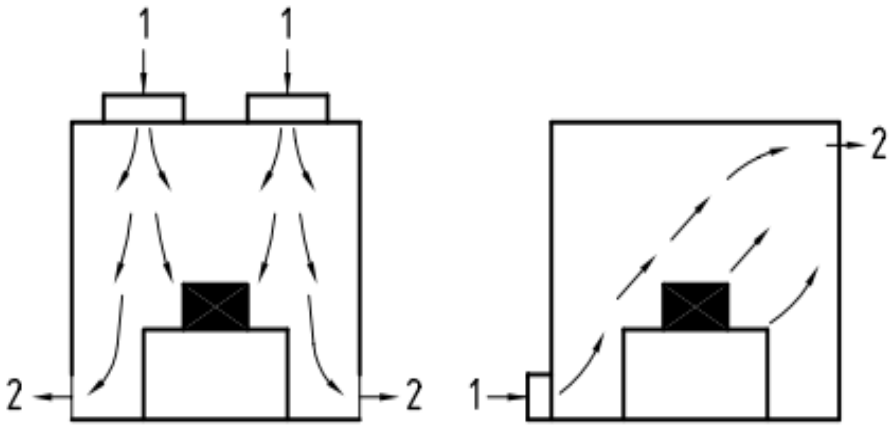


Figura 17 **- Escoamento Não Unidireccional ou Turbulento [1]**

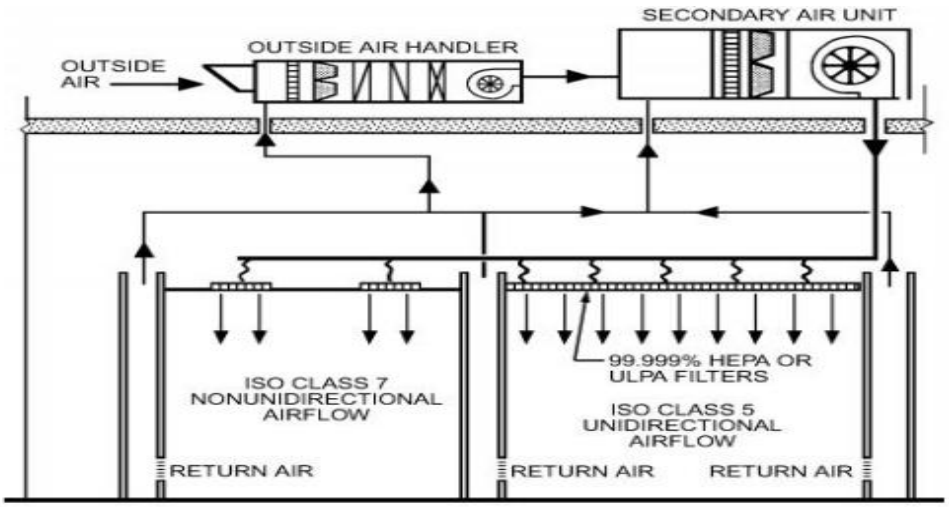


Figura 18 **- Escoamento Não Unidireccional versus Escoamento Unidireccional [6]**

Ao analisar a *Figura 18*, entendem-se as diferenças entre os dois tipos de escoamentos e as diferenças provocadas na configuração da sala. Um cria um escoamento ordenado, outro gera uma desordem no escoamento.

Figura 19 **- Sala Limpa com Escoamento Unidireccional [22]**

Na prática, visualizando duas instalações que à partida parecem semelhantes em que ambas são de insuflação vertical mas tanto a insuflação como o retorno são efectuados de forma distinta. Na primeira, representado na *Figura 19*, a insuflação e o retorno são efectuadas ao longo do tecto e chão da sala. Esta configuração criará um efeito semelhante ao representado na figura 16. Esta sala estará classificada como ISO-Classe 5 ou superior ou de acordo com a GMP, classe A.

Na *Figura 20* a insuflação é efectuada pelo tecto da sala mas apenas em pontos localizados. A extracção é efectuada nas paredes criando um efeito não unidireccional no escoamento. A sala estará classificada até ISO Classe 6, não conseguindo obter uma melhor classificação devido ao tipo de escoamento utilizado. Neste caso será necessário ter uma atenção especial quanto à distribuição das grelhas de retorno pela sala pois existirão zonas mortas, as quais deverão ser minimizadas.

Figura 20 **- Sala com Escoamento Não Unidireccional / Turbulento [22]**

2.3.3. INSUFLAÇÃO - ESCOAMENTO MISTO

Num escoamento misto, tal como o próprio nome sugere, coexistirão no mesmo local os dois tipos de escoamento. De notar que na mesma sala poderão existir vários níveis de classes. Desta forma restringe-se o processo mais exigente a uma zona e as restantes zonas são operadas de uma forma diferente da zona crítica. Ver *Figura 13*.

Este tipo de abordagem permite uma poupança energética considerável já que apenas será aplicado um escoamento de características unidireccionais a uma zona específica e não a toda a sala.

Neste caso, o retorno deverá ser efectuado na zona mais "suja" da sala, afastado da zona crítica do processo - *Figura 21*. Nalguns casos, dependendo dos processos, onde exista grande libertação de contaminantes o retorno deverá estar próximo da fonte de libertação dos mesmos.

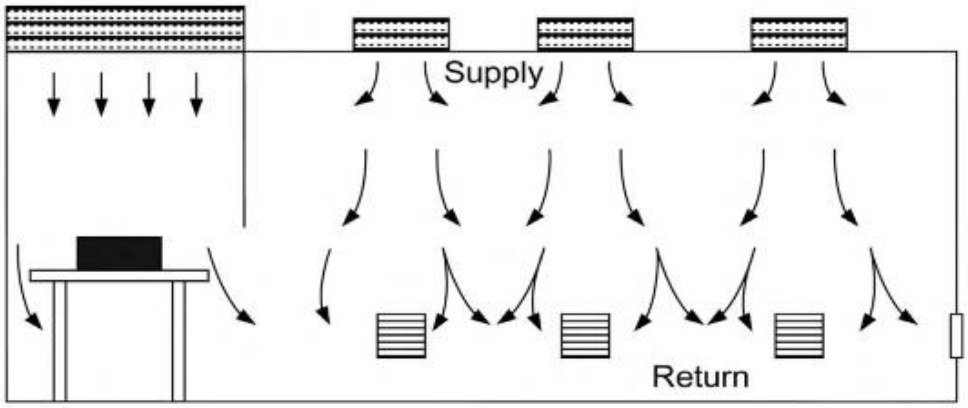


Figura 21 **- Escoamento Misto numa Sala Limpa [1]**

Esta situação, na prática, é bastante utilizada pois por vezes só existem certas zonas do processo que necessitam de estar sujeitas a um fluxo laminar. Ao aplicar esta solução consegue-se reduzir bastante os custos pois representa um volume de ar em recirculação bastante menor quando comparado com a utilização quase total da área de tecto para insuflação com fluxo unidireccional.

2.4. EXTRACÇÃO/RETORNO DO AR NUMA SALA LIMPA

Quanto à forma como se efectua o retorno/extracção numa sala limpa existem três abordagens possíveis, dependendo todas elas do grau de perigo dos contaminantes.

LIBERTAÇÃO E DILUIÇÃO DOS CONTAMINANTES

A situação mais comum para absorver os contaminantes que são libertados no local, quando se trata de substâncias não perigosas, é a sua diluição no ar que está em recirculação no local. Serão arrastados através do fluxo de ar e ficarão retidos nos elementos de filtração.

CAPTURAR OS CONTAMINANTES JUNTO À FONTE POLUENTE

Este método é utilizado no caso de se estarem a manusear substâncias de elevado grau de perigo que, libertadas no meio ambiente, poderão causar problemas de saúde, problemas de segurança (inflamabilidade do produto).

Nestes casos, utilizam-se tipicamente campânulas de extracção que trabalham com velocidades de ar elevadas por forma a permitir uma captura mais fácil dos agentes químicos perigosos.

Figura 22 **- Campânula de Extracção [22]**

CONTENÇÃO NA FONTE E CAPTAÇÃO ISOLADA DOS CONTAMINANTES

No caso de perigo extremo por parte dos produtos que estão a ser manuseados utiliza-se um método mais seguro. Câmaras totalmente fechadas, com ventilação própria para minimizar ao máximo a possibilidade de serem libertados no meio ambiente. Ver *Figura* 23

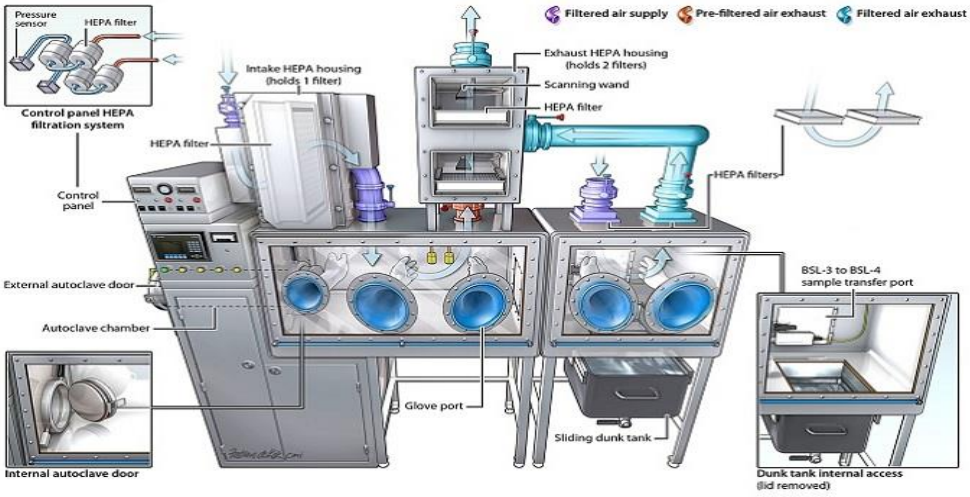


Figura **23 - Câmara de Contenção [22]**

2.5. ELEMENTOS DE FILTRAÇÃO

A remoção de partículas por meio mecânico acontece quando os contaminantes presentes no escoamento, ao atravessarem o elemento filtrante, aderem à superfície das fibras que compõem o filtro.

Um processo aparentemente simples mas que está sujeito a diversas formas e métodos consoante, essencialmente, o tamanho da partícula.

A *Figura* 24 exemplifica os diversos métodos utilizados pelos elementos de filtração para a captura das partículas.

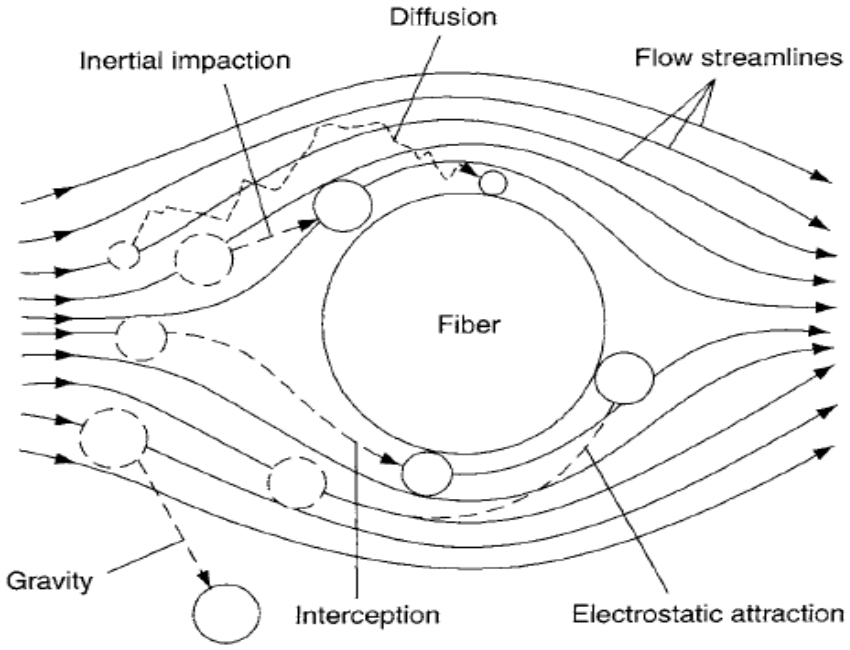


***Figura* 24 - Métodos de Captura de Partículas [18]**

As partículas mais pequenas apresentam um movimento aleatório (conhecido como *Brownian Motion*) ao longo do fluxo, sendo a sua captura efectuada através do método de difusão. As partículas maiores contêm maior inércia e têm maior probabilidade de descolar do fluxo e serem fixadas através da inércia. *[18]*

Existe ainda uma gama de partículas, situadas entre os 0.04 µm e os 0.4 µm, que sendo demasiado grandes para serem capturadas pelo método de difusão e demasiado pequenas para serem retidas pelo método inercial, se apresentam como o grande desafio dos elementos de filtração. *[18]*

Estas partículas são conhecidas como *MPPS – Most Penetrating Particle Size.* Esta definição é importante para se entender a classificação dos elementos de filtração localizado no ponto 2.5.1 deste documento.

Os testes efectuados, através da norma Europeia EN1822-1, aos elementos de filtração absolutos entram em conta com a dimensão destas partículas sendo a classificação dos filtros HEPA e ULPA, atribuídos de acordo com a eficiência dos mesmos reterem estas partículas.

No interior da malha dos filtros, como visto anteriormente, a captura das partículas pode efectuar-se das seguintes maneiras: *[18]*

- *Straining*
- *Interception*
- *Diffusion*
- *Inertial Seperation*
- *Electrostatic Attraction*

Os primeiros 4 aplicam-se a filtros puramente mecânicos, o último dos casos acontece quando se carrega electricamente o elemento de filtração fazendo com que as partículas se sintam atraídas por este. *[18]*

- *Straining:* ocorre quando a partícula sofre um estrangulamento entre duas fibras ficando depositada à superfície destas, ou seja, o diâmetro da partícula é superior ao espaçamento entre as fibras do filtro.
- *Intercepcion:* dá-se aquando da passagem da partícula junto à fibra em que a distância da partícula à fibra é menor do que o diâmetro da partícula em si.
- Diffusion: ocorre aproveitando o movimento aleatório da partícula no escoamento indo a partícula ao encontro do elemento filtrante.
- *Intertial Impaction:* acontece quando existe uma mudança brusca no sentido do escoamento. A partícula deixa de seguir o escoamento e é impelida contra a fibra do filtro. Utiliza-se essencialmente na pré-filtração em que as partículas são maiores e contêm maior massa. Funciona melhor quanto maior for a dimensão da partícula.
- *Electrostatic Atraction:* é um outro método de filtração em que o elemento de filtração é carregado electricamente. As moléculas têm uma carga negativa e são atraídas para este elemento, carregado positivamente.

A eficiência na captação das partículas está relacionada com o tamanho, o tipo e estrutura que compõem o núcleo do elemento filtrante e a velocidade de passagem no filtro.

A velocidade de passagem não foi alvo de análise pois existem diversas teorias que nem sempre estão alinhadas nas suas conclusões.

2.5.1. ELEMENTOS DE FILTRAÇÃO APLICADOS A SALAS LIMPAS

Num sistema de ar aplicado a uma sala limpa, existem 3 níveis de filtração. O nível 1 e 2 destinam-se à unidade de tratamento de ar e correspondem respectivamente à pré filtração e filtração do ar antes de entrar na UTA, tal como num sistema comum. O 3º nível de filtração, dependendo da classe pretendida, poderá ser executado de duas formas. À saída da UTA ou como elemento terminal aplicado nos difusores de insuflação. Neste último nível de filtração, 3º, são aplicados os filtros absolutos ou filtros de alta eficiência garantindo assim a remoção de contaminantes antes da insuflação. *[14]*

***Nível 1*:** é um tipicamente um filtro G4, utilizado como pré filtro, que capta as partículas de maior dimensão ≥ 3 µm, tipicamente encontradas no ar novo. Este pré filtro, além de ter um custo associado baixo, prolonga também a vida útil do filtro de nível 2 localizado a seguir. Estima-se que cerca de 90% das partículas presentes no ar exterior têm menos de 0.5 µm e representam menos de 1% da massa. Por outro lado apenas cerca de 2% das partículas têm dimensão acima de 1 µm, estas representam cerca de 97% da massa de contaminantes. *[14]*

***Nível 2*:** é normal utilizar-se um filtro da classe F8, com eficiência para reter partículas com dimensão ≥ 0.3 µm. Este filtro impede a colmatação dos diversos componentes da UTA tais como as baterias de arrefecimento, baterias de reaquecimento e interior da unidade. *[14]*

***Nível 3*:** surge na descarga da UTA e poderá usar-se novamente um filtro do tipo F7/F8 ou uma filtro do tipo HEPA dependendo da classificação que se pretende obter na sala limpa. Este filtro impede que contaminantes que tenham sido gerados no interior da UTA, especialmente na bateria de arrefecimento e respectivo tabuleiro de condensados, contaminem a rede de distribuição de ar a jusante. Serve ainda para prolongar a vida útil do filtro terminal que fica localizado na insuflação da sala, caso a classificação assim exija. *[14]*

***Filtro Terminal*:** Em alternativa ao nível 3, este último nível de filtração é exigido quando se pretendem classes ISO superior ao nível 8 ou de acordo com a GMP, níveis B e C e A. Este tipo de filtração, além de ser aplicado na insuflação, poderá também ser aplicado no retorno ou extracção dependendo do grau de perigosidade dos contaminantes produzidos dentro da própria sala. No caso de ser aplicado no retorno é necessário um especial cuidado com o controlo associado por forma a manter a pressão desejada no interior da sala. *[14]*

As *Tabela*s *10 e 11* fornecem informação sobre as classes de filtração e eficiência de cada tipo de filtro, de acordo com diversas entidades: Europeia e Norte Americana.

***Tabela* 10 - Eficiência de Filtração para Filtros não Absolutos [14]**

ASHRAE 52.2 MERV Composite Average Particle Size Efficiency, % in Size Range, µm			ASHRAE 52.2	EU type	EN 779
E1 – Range 1 0.30 – 1.0	E2 – Range 2 1.0 – 3.0	E3 – Range 3 3.0 – 10.0	MERV Designation	Designation	Designation
n/a	n/a	$E_3 < 20$	1	EU 1	G 1
n/a	n/a	$E_3 < 20$	2	EU 2	G 2
n/a	n/a	$E_3 < 20$	3	EU 2	G 2
n/a	n/a	$E_3 < 20$	4	EU 2	G 2
n/a	n/a	$20 \leq E_3 < 35$	5	EU 3	G 3
n/a	n/a	$35 \leq E_3 < 50$	6	EU 4	G 4
n/a	n/a	$50 \leq E_3 < 70$	7	EU 4	G 4
n/a	n/a	$70 \leq E_3$	8	EU 5	F 5
n/a	$E_2 < 50$	$85 \leq E_3$	9	EU 5	F 5
n/a	$50 \leq E_2 < 65$	$85 \leq E_3$	10	EU 5	F 5
n/a	$65 \leq E_2 < 80$	$85 \leq E_3$	11	EU 6	F 6
n/a	$80 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	12	EU 6	F 6
$E_1 < 75$	$90 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	13	EU 7	F 7
$75 \leq E_1 < 85$	$90 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	14	EU 8	F 8
$85 \leq E_1 < 95$	$90 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	15	EU 9	F 9
$95 \leq E_1$	$95 \leq E_2$	$95 \leq E_3$	16	EU 9	F 9
					EN 1822*
			16	EU 10	H10
*All EN 1822 tests at MPPS		H = HEPA; U = ULPA			

Tabela 10 fornece uma visão geral da classificação de filtros não absolutos e respectiva eficiência de cada um deles. Podem também visualizar-se as diferentes nomenclaturas e classes atribuídas por cada instituição e diferenças na classificação que cada uma considera.

Na Tabela 11 podem visualizar-se as eficiências e classificações dos filtros absolutos.

***Tabela* 11 - Eficiência de Filtração para os Filtros Absolutos [14]**

EU Type	EN 1822 HEPA/ULPA*		IEST Type (RP-CC001.4)	
Designation	Designation	Efficiency	Efficiency	Designation
EU 10	H10	85% @ MPPS		
EU 11	H11	95% @ MPPS		
EU 12	H12	99.5% @ MPPS		
			99.97% @ 0.3 mm**	A, B, E
EU 13	H13	99.95% @ MPPS	99.99% @ 0.3 mm**	C
EU 14	H14	99.995% @ MPPS	99.999% @ 0.3 mm**	D, K
	U15	99.9995% @ MPPS	99.999% @ 0.1 – 0.2 mm**	F
	U16	99.99995% @ MPPS	99.9999% @ 0.1 – 0.2 mm**	G
	U17	99.999995% @ MPPS		

*All EN 1822 tests at MPPS H = HEPA; U = ULPA
HEPAs = H10-H14, A, B, E, C, D, K; ULPA = U15-17, F, G
**All tested with thermally generated DOP aerosol (0.3 mm MMD; i.e., CMD is near MPPS). F, G and K type filters are tested at either 0.1 – 0.2 or 0.2 – 0.3 mm. K type filters are 99.995%.

Nota 1: *MPPS* – MOST PENETRATING PARTICLE SIZE – Representa o número de partículas que conseguem atravessar o filtro na sua menor dimensão. Para um H13 significa que 99.97% das partículas com 0,3 mm diâmetro ou maior ficam retidas passando apenas 0.03% das mesmas.

Nota 2: *MERV* – MINIMUM EFFICIENCY REPORTING VALUE

A comparação efectuada nestas *Tabela*s não é exacta, é uma comparação possível entre as várias entidades já que os mecanismos de teste não são semelhantes.

2.6. GERAÇÃO DE CONTAMINANTES NUMA SALA LIMPA

Tal como referido anteriormente, a maior fonte de contaminação de uma sala limpa provém dos próprios operadores.

De acordo com W. Whyte no livro *Cleanroom Technology – Fundamentals of Design Testing and Operation*, estudos efectuados pelo mesmo revelaram que um operador médio utilizando fardas de menor qualidade gera taxas de contaminação de 2000000 para partículas com tamanho de ≥ 0.5 μm/min, cerca de 300000 partículas com tamanho ≥ 5 μm/min e ainda cerca de 160 partículas de células vivas por minuto. *[5]*

A utilização de fardas de qualidade superior permite controlar mais eficazmente a libertação de contaminantes para o espaço conseguindo-se reduções na casa dos 50% para partículas não vivas, e cerca de dez vezes menos para contaminantes microbiológicos.

Outra publicação relevante para este assunto foi apresentada no jornal da ASHRAE em Setembro de 2004 e designa-se por "*Understanding Pharmaceutical Cleanroom Design"*.

Nesta publicação surge um estudo mais objectivo para a determinação do número de recirculações de ar necessárias num determinado espaço. Muitas vezes incorre-se no erro de definir as classes e associar essas classes a um número fixo de recirculações. As recirculações dependem da taxa de geração de poluentes face às dimensões da sala.

Existe toda a conveniência numa análise o mais correcta possível desta problemática, pois quanto menos volume de ar for necessário insuflar para garantir o mesmo nível de qualidade de ar, menos custos estarão associados à instalação dos equipamentos e o custo de exploração da Unidade Farmacêutica também será, logicamente, mais baixo.

Quanto aos contaminantes provenientes da insuflação de ar, estes são facilmente controlados através dos filtros HEPA ou ULPA. Com eficiências mínimas de 99.97% na retenção de contaminantes com dimensão ≥ 0.3 μm. Imaginando uma taxa de 100000 contaminantes presentes em cada m^3 de ar retorno, após passagem pelas diversas secções de filtração culminando, numa filtração final com uma eficiência mínima de 99.97%, este seria insuflado contendo apenas 3 partículas de contaminantes. *[8]*

Pode por isso considerar-se que a insuflação de ar é "*isenta"* de contaminantes.

Considerando partículas que se infiltrem no local, esta problemática é facilmente resolvida recorrendo à hierarquia de pressões entre locais. Uma pressão superior a 2.5 Pa é suficiente para impedir a passagem de contaminantes entre locais. *[8]*

Tendo isto presente, pode olhar-se para uma sala limpa como um local onde dificilmente existirá contaminação oriunda do exterior. Resta então olhar para o interior da sala limpa como local de fonte de contaminantes.

No interior de uma sala limpa, como abordado anteriormente, a contaminação pode ser originada pelos materiais de construção, pelo funcionamento dos equipamentos, pelo processo e pelos próprios operadores.

Relativamente aos materiais utilizados, esta geração de contaminantes pode ser minimizada utilizando materiais com superfícies que não promovam a libertação de contaminantes, quanto aos equipamentos e processo, como visto anteriormente, estes poderão ser alvos de extracções localizadas minimizando a libertação de contaminantes para o volume de controlo.

Resta por isso, à semelhança do que já havia sido concluído por W. WHYTE, concluir que a grande fonte de produção de contaminantes são os próprios operadores. *[5]*

2.7. CONCENTRAÇÃO DE CONTAMINANTES

Ainda relativamente ao cálculo sobre a concentração de partículas num determinado volume de controlo existe uma outra publicação, já referida anteriormente, produzida pelo fabricante de elementos de filtração *CAMFIL – "Clean Room Design Standards & Energy Optimization"[11]*

O nível de concentração de contaminantes presentes num determinado local é determinado pela quantidade de partículas que entram e saem do volume de controlo.

De acordo com esta publicação é possível, através de uma relação matemática, expressar a relação entre o sistema de ventilação, a origem das partículas e os sistemas de filtração, obtendo o resultado em função da concentração de partículas, c(t).

A *Figura* 25, representa o balanço de massa e de partículas num determinado volume de controlo $\boldsymbol{Vcont}$ (m^3).

A insuflação é representada por $\boldsymbol{Q}$ (m^3/s) e a recirculação de ar é representada por $\boldsymbol{X} * \boldsymbol{Q}$ (m^3/s) em que $\boldsymbol{X}$ é a percentagem de ar recirculado (valor entre 0 e 1).

A quantidade de ar que sai do volume de controlo é dada por $(\mathbf{1} - \boldsymbol{X}) * \boldsymbol{Q}$ (m^3/s). Este modelo é composto por dois filtros de ar, um para o ar novo (filtro s) e outro para a recirculação (filtro re) cujas eficiências são dadas por η_s e η_{re}, respectivamente.

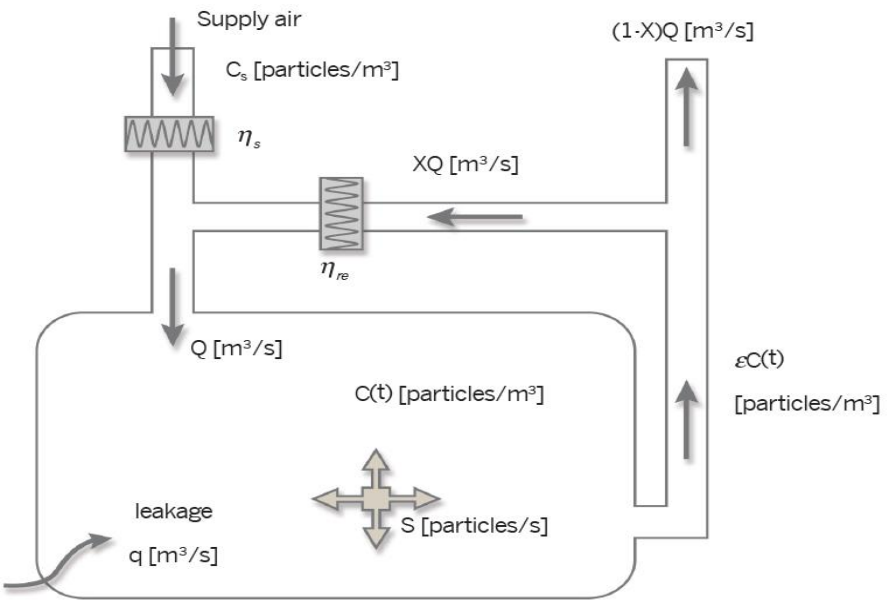


***Figura* 25 - Tradução Gráfica da Fórmula Aplicada no ponto 2.7 [11]**

Neste modelo, a concentração de partículas provenientes do ar novo é dada por $\boldsymbol{C_s}$ (Part./m^3) cujas partículas são "fornecidas" através de um aerossol de teste que irá testar o filtro S.

Existe ainda uma infiltração denominada por $\boldsymbol{q}$ (m^3/s) sendo representada pela respectiva concentração de contaminantes $\boldsymbol{C_{leak}}$ (Part./m^3).

De notar que a concentração de partículas $\boldsymbol{C(t)}$ que sai do volume de controlo é afectada por um factor $\boldsymbol{\varepsilon}$**.** Este factor representa o factor de eficiência da ventilação que fornece informação qualitativa sobre a remoção as partículas contaminantes presentes no ar. A fórmula matemática que traduz a eficácia de ventilação é dada pela equação *f.4*:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\boldsymbol{C_{exit}} - \boldsymbol{C_s}}{\boldsymbol{C_{(t)}} - \boldsymbol{C_s}} \; (f.4)$$

Em que $\boldsymbol{C_{exit}}$ representa a concentração de contaminantes por m^3 de ar à saída do volume de controlo. A concentração de partículas presentes por m^3 de ar na insuflação é dada por $\boldsymbol{C_s}$ e a concentração de partículas no volume de controlo é dada por $\boldsymbol{C_{(t)}}$**.**

Normalmente, $\boldsymbol{\varepsilon}$, terá um valor situado entre 0 e 1 mas também poderá ser superior a 1 em situações específicas. Estes valores podem ser observados na *Tabela* 12:

Tabela 12 - **Valores de Eficácia de Ventilação (ε) [11]**

ε	Quando Ocorre	Exemplo
ε → ∞	Contaminantes são aspirados através duma extracção localizada não influenciando o volume de controlo	Canópia de extracção
ε = 1	Diluição completa. A fonte de contaminação não influencia no volume de controlo.	Situação de Fluxo Unidireccional
ε = 0.7	Boa remoção dos contaminantes	Situação de Fluxo não unidireccional com colocação correcta da insuflação e extracção.
ε = 0.3	Nível médio de remoção de contaminantes	Situação típica numa sala normalmente ventilada
ε → 0	Fonte de contaminação na recirculação, by-pass à insuflação.	Fonte de contaminação em "curto-circuito" praticamente sem diluição no ar. Insuflação incapaz de reduzir a concentração de contaminantes no volume de controlo.

Este factor depende do tipo de equipamento instalado e da sua posição no volume de controlo. A propagação dos contaminantes ao longo do volume de controlo, a dimensão das partículas, a localização da fonte de contaminantes e o tipo de processo que ocorre na sala limpa são factores que também influenciarão o factor $\boldsymbol{\varepsilon}$.

A análise deste factor, através da *Tabela* 12, é bastante complexa pelo que se recorre à fórmula matemática *f.4* para se calcular o valor de $\boldsymbol{\varepsilon}$.

Analisando novamente a *Figura* 25, podem estabelecer-se imediatamente relações no que diz respeito ao balanço de partículas no interior do volume de controlo.

Do ponto de vista do "fornecimento" de partículas ao volume de controlo surgem quatro equações distintas:

$$Ar\ Novo = (\mathbf{1} - \boldsymbol{X}) * (\mathbf{1} - \boldsymbol{\eta_s}) * \boldsymbol{Q} * \boldsymbol{C_s}\ (Part./s)(f.5)$$
$$Ar\ de\ Recirculação = \boldsymbol{X} * (\mathbf{1} - \boldsymbol{\eta_{re}}) * \boldsymbol{Q} * \boldsymbol{C(t)}(Part./s)(f.6)$$
$$Infiltração = \boldsymbol{q} * \boldsymbol{C_{leak}}\ (Part./s)(f.7)$$
$$Fontes\ de\ Contaminação\ Internas = \boldsymbol{S}\ (Part./s)(f.8)$$

Do ponto de vista da remoção de partículas do volume de controlo, existe apenas a extracção ou retorno que é representado por:

$$Extracção = (\boldsymbol{Q} + \boldsymbol{q}) * \boldsymbol{\varepsilon} * \boldsymbol{C(t)}(Part./s)(f.9)$$

A diferença entre o número de partículas que são removidas e insufladas no espaço ao longo de um espaço temporal $\boldsymbol{\Delta t}$ fará variar a concentração de contaminantes $\boldsymbol{\Delta C}$ durante essa janela temporal.

A variação $\boldsymbol{VcontΔC}$, pode ser expressa por:

$$\boldsymbol{VcontΔC} = \left|(\mathbf{1}-\boldsymbol{X})*(\mathbf{1}-\boldsymbol{\eta_s})*\ \boldsymbol{Q}*\boldsymbol{C_s}+\ \boldsymbol{X}*(\mathbf{1}-\boldsymbol{\eta_{re}})*\boldsymbol{Q}*\ \boldsymbol{\varepsilon}*\boldsymbol{C(t)}+\ \boldsymbol{q}*\boldsymbol{C_{leak}}+\boldsymbol{S}-\left((\boldsymbol{Q}+\boldsymbol{q})*\ \boldsymbol{\varepsilon}*\boldsymbol{C(t)}\right)\right|\boldsymbol{\Delta t}\ (f.10)$$

$$\boldsymbol{K_1} = \boldsymbol{\varepsilon}*\boldsymbol{Q}*(\mathbf{1}+\frac{\boldsymbol{q}}{\boldsymbol{Q}}-\boldsymbol{X}*(\mathbf{1}-\boldsymbol{\eta_{re}}))\ \ (f.11)$$

$$\boldsymbol{K_2} = \boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{1}-\mathbf{X})*(\mathbf{1}-\boldsymbol{\eta_s})*\mathbf{Q}*\boldsymbol{C_s}+\boldsymbol{q}*\boldsymbol{C_{leak}}\ \ (f.12)$$

Se se considerar que $\mathbf{\Delta t} \rightarrow 0$ nas equações *f.10, f.11 e f.12*, segundo a equação *f.13*, fica:

$$\boldsymbol{VdC} = (\boldsymbol{S}-\boldsymbol{K_1}*\boldsymbol{C(t)}+\boldsymbol{K_2})\boldsymbol{dt}\ \ (f.13)$$

Integrando a equação anterior, *f.13, resulta:*

$$V\int\frac{C}{C_0}dC = \int_{t_0}^{t}(S-\boldsymbol{K_1}*\boldsymbol{C(t)}+\boldsymbol{K_2})\boldsymbol{dt}\ \ (f.14)$$

$$V\int_{c_0}^{c}\left(\frac{dC}{S-\boldsymbol{K_1}*\boldsymbol{C(t)}+\boldsymbol{K_2}}\right) = \int_{t_0}^{t}dt\ \ (f.15)$$

Impondo $t_0 = 0\ e\ C = C_0$ obtém-se:

$$t = \frac{V}{K_1}ln\frac{S+K_2-K_1*C}{S+K_2-K_1*C_0}\ \ (f.16)\ \ \text{ou}$$

$$C = \left(-\frac{S}{K_1}-\frac{K_2}{K_1}+C_0\right)e^{\left(\frac{K_1*t}{V}\right)}+\frac{S}{K_1}+\frac{K_2}{K_1}\ \ (f.17)$$

Como se pode observar a equação afecta à concentração das partículas é composta por duas partes distintas. Uma delas depende do tempo e outra é independente deste.

Isto significa que ao longo do tempo, a concentração de contaminantes vai diminuindo pelo que quando se coloca $t \rightarrow \infty$, este termo irá aproximar-se do zero, tornando-se desprezável ao longo do tempo.

Posto isto, para um processo estacionário ao longo do tempo a equação fica reduzida à seguinte forma:

$$\boldsymbol{C_\infty} = \frac{\boldsymbol{S}}{\boldsymbol{K_1}}+\frac{\boldsymbol{K_2}}{\boldsymbol{K_1}}\ (f.18)$$

Com K_1 e K_2, respectivamente:

$$\boldsymbol{K_1 = \varepsilon * Q * \left(1 + \frac{q}{Q} - X * (1 - \eta_{re})\right)}$$

$$\boldsymbol{K_2 = \varepsilon(1 - X) * (1 - \eta_s) * Q * C_s + q * C_{leak}}$$

$$\boldsymbol{S = Taxa\ de\ gera\text{ção}\ de\ part\text{ículas}\ por\ segundo}$$

Com esta abordagem em que existem termos que estão directamente associados aos elementos de filtração, $\boldsymbol{\eta_{re}, \eta_s,}$ é necessário, no caso de existirem vários níveis de filtração, associar estes mesmos filtros.

A associação de elementos de filtração em série é dada pela fórmula *f.19*:

$$\boldsymbol{(1 - \eta) = (1 - \eta_1) * (1 - \eta_2) * (1 - \eta_3) \ldots * (1 - \eta_z)}\ (f.19)$$

$$z = Representa\ o\ n\acute{u}mero\ de\ filtros\ em\ s\acute{e}rie$$

$$\eta = Representa\ a\ eficiência\ do\ elemento\ de\ filtragem$$

$$(1 - \eta) = Representa\ a\ Eficiência\ Global\ dos\ N\ elementos\ de\ filtragem$$

2.8. REMOÇÃO DE CONTAMINANTES

A remoção de contaminantes numa sala limpa, como verificado anteriormente, poderá ser efectuada aplicando um escoamento de fluxo unidireccional ou um regime de fluxo turbulento.

Caso se aplique um fluxo não unidireccional significa que se trata de um local classificado até ISO 6 (GMP B, C e D) pelo que se aplicará o princípio da diluição (regime turbulento).

Caso de trate de um local com classificação entre ISO 5 e ISO 1 (GMP A) a remoção de partículas do espaço será efectuada através da aplicação de um fluxo unidireccional.

No ponto 2.8.1 serão abordadas as formas de cálculo para a remoção de contaminantes de acordo com a classificação dos locais. De referir que as equações utilizadas no ponto 2.8.1, (método de diluição) não são aplicáveis às salas limpas classificadas de ISO 5 até ISO 1. Para estes casos, o método utilizado será descrito no ponto 2.8.2 (fluxo unidireccional).

2.8.1. REMOÇÃO DE CONTAMINANTES PELO MÉTODO DE DILUIÇÃO

ASHRAE – "Understanding Pharmaceutical Cleanroom Design"

Segundo o artigo da *ASHRAE – "Understanding Pharmaceutical Cleanroom Design"* um operador típico de uma sala limpa liberta 353000 partículas com dimensão superior a ≥ 0.5 µm/min. Este valor será observado imediatamente num local adjacente ao operador, considerando uma diluição perfeita do ar que circula na sala poderá considerar-se que cada operador libertará, para o volume de controlo, 177000 partículas/min com dimensão superior a ≥ 0.5 µm/min. *[8]*

Assumindo que não existe infiltração no local e que o ar apresenta uma mistura homogénea ao longo de toda a sala, pode calcular-se a taxa de geração de contaminantes da seguinte forma:

$$\boldsymbol{dx = (s - x) * y * dt + g * dt} \; (f.20)$$

s: Concentração de partículas presentes na insuflação de ar por m^3

y: Volume de ar insuflado expresso em recirculações por hora *1/h*.

g: Taxa de geração interna de partículas por hora. *nº partículas* m^3/h

x: Concentração de partículas presentes no retorno de ar por m^3.

Assumindo que a concentração inicial do local será X_0 e desprezando a geração de contaminantes ao longo do tempo, $\boldsymbol{g * dt}$, fica:

$$\boldsymbol{x = (X_0 - s - \frac{g}{y})^{-vt} + s + \frac{g}{y}} \; (f.21)$$

À medida que o tempo passa, o sistema atinge um regime estacionário e a concentração da sala passa a poder expressar-se através da fórmula:

$$\boldsymbol{x = s + \frac{g}{y} \; ou \; y = \frac{g}{(x - s)}} \; (f.22)$$

A segunda expressão, em função de **y**, apresenta uma forma prática de calcular o número de recirculações necessárias no local tal como demonstrado na equação *f.23*

$$\boldsymbol{y = \frac{g}{(x - s)} = \frac{\frac{P}{m^3 * h}}{\frac{P}{m^3}} = \frac{P * m^3}{m^3 * h * P} = \frac{1}{h}} \; (f.23)$$

W. WHYTE – "Cleanroom Technology: Fundamentals of Design, Testing and Operation"

Também o guia elaborado por *W. WHYTE – "Cleanroom Technology: Fundamentals of Design, Testing and Operation"* fornece informação relativamente ao cálculo da quantidade de ar a insuflar em função da concentração máxima de contaminantes permitida consoante a classe da sala. *[5]*

$$\boldsymbol{Concentra}\text{ção}\ \boldsymbol{Part.}(\boldsymbol{valor/m3}) = \frac{\boldsymbol{Valor\ Part.Geradas/min}}{\boldsymbol{Volume\ Ar}\ (\boldsymbol{m3/min}\ )} \quad (f.24)$$

$$\boldsymbol{Volume\ de\ Ar}\ (\boldsymbol{m3/min}) = \frac{\boldsymbol{Valor\ Part.Geradas/min}}{\boldsymbol{Concentra}\text{ção}\ \boldsymbol{Part.}\ (\boldsymbol{valor/m^3})} \quad (f.25)$$

Nota 1: a fórmula considera nula a contaminação proveniente do ar novo.

Nota 2: o Volume de Ar inclui o volume de ar insuflado através das eventuais estações de trabalho de fluxo unidireccional. Representa o volume total de ar a insuflar no espaço.

O cálculo teórico para o número de recirculações, a aplicar em cada sala classificada, será efectuado aplicando a fórmula ***f.23***

2.8.2. REMOÇÃO DE CONTAMINANTES PELO MÉTODO DE FLUXO UNIDIRECCIONAL

Para a remoção de contaminantes num local classificado a partir de ISO 5 até ISO 1 não é possível aplicar o princípio da diluição.

Para estes locais a forma de remoção dos contaminantes presentes no ar será a aplicação de um fluxo unidireccional, vertical ou horizontal, ao longo de toda a secção do espaço, seja ele uma sala, uma câmara ou outro espaço confinado.

Este método garante a remoção eficaz dos contaminantes permitindo atingir níveis de concentração de poluentes extremamente reduzidos.

Nesta situação deverá ser garantida uma velocidade do ar entre 0.3 m/s e 0.5 m/s ao longo de toda a secção do local. Caso não existissem obstruções à passagem do ar, os operadores, as máquinas de processo, o mobiliário, etc, esta velocidade poderia ser mais baixa, o que na prática não é possível. Uma velocidade do ar compreendida entre 0.3 e 0.5 m/s garante um fluxo unidireccional sem disrupções no escoamento. *[1]*

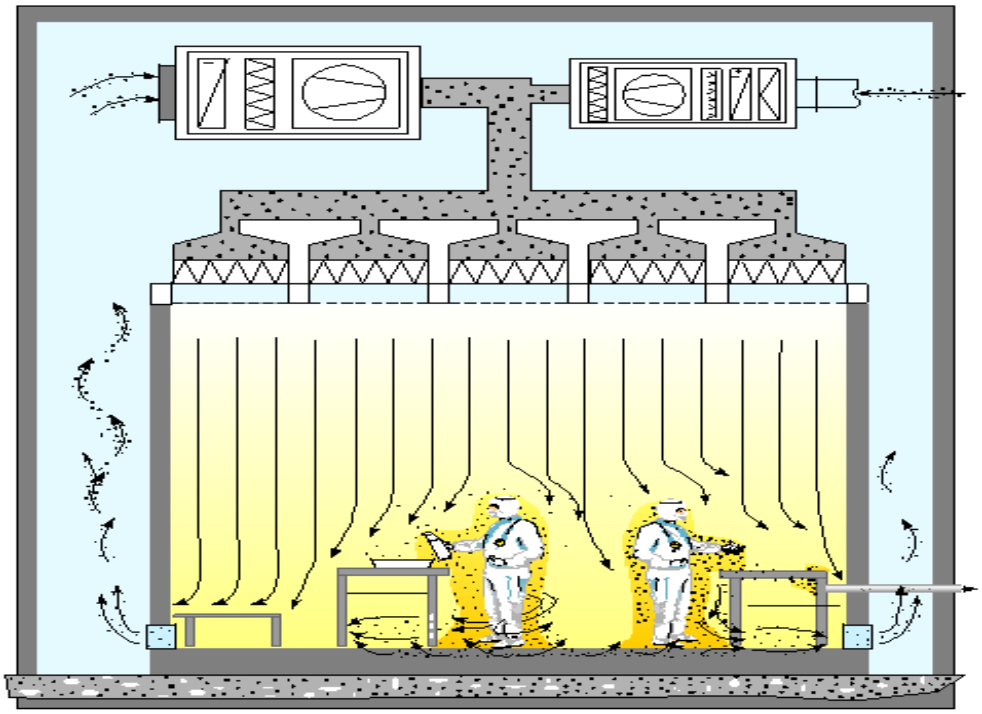


***Figura* 26 - Escoamento Unidireccional numa Sala Limpa [22]**

De referir, que o uso de retorno pelas laterais da sala, nestes tipos de casos, está condicionado pelas dimensões da sala. No livro *Cleanroom Technology por W. Whyte* é sugerido que a dimensão máxima da sala (largura) não deverá exceder os 6 metros. *[5]*

Uma distância maior, entre retornos, poderá originar zonas mortas e consequentemente uma maior dificuldade na remoção dos contaminantes do local.

Para locais de maior dimensão, tal como visto anteriormente, é aconselhável o retorno pelo chão, em pleno. Desta forma garante-se uma remoção eficaz dos contaminantes.

Sob o ponto de vista do número de recirculações horárias numa sala deste género pode imaginar-se uma sala limpa com uma área de 10m2 em que a difusão será efectuada em toda a área do tecto. Sabe-se que a velocidade terá de ser 0.5 m/s, logo o caudal será:

$$Q = vel * A = 0.5 * 10 = 5\, m^3/s \ = 18000\, m^3/h \ \ (f.26)$$

Considerando uma altura média da sala de 2.5 m, o volume da sala será de:

$$Vol = A * h = 10 * 2.5 = 25m^3 \ (f.27)$$

Logo,

$$RPH = \frac{Q}{Vol} = \frac{18000}{25} = 720 \ (f.28)$$

Numa sala classificada até ISO 6, recorrendo ao método da diluição de contaminantes, as recirculações horárias poderão rondar um valor máximo de 200 por hora, em casos excepcionais. Numa situação de fluxo unidireccional as recirculações por hora são substancialmente mais elevadas. ***Recorde-se que não se deve olhar para as salas de fluxo unidireccional na perspectiva de recirculações horárias, serve apenas para ter uma ideia das diferenças entre os dois métodos***.

Outra conclusão que estes valores permitem entender é a de que os custos de instalação e de exploração são substancialmente mais elevados.

Caudais mais elevados implicam: unidades de tratamento de ar de maior dimensão, maiores e mais elementos de filtração, potência eléctrica disponível e consumida mais elevada, custos de manutenção mais elevados, custos de exploração mais elevados, entre outros. Deve por isso ser efectuada uma cuidada análise às reais necessidades do cliente numa tentativa de optimizar, os gastos energéticos duma instalação deste género.

2.9. TEMPO DE RECUPERAÇÃO E TESTES

Um dos parâmetros mais importantes para uma sala limpa é o tempo de recuperação. O tempo de recuperação representa a rapidez com que a sala limpa recupera a sua classificação quando sujeita a uma contaminação severa.

O tempo de recuperação numa sala limpa é inversamente proporcional ao número de recirculações horárias. Quanto maior o número de recirculações horárias, menor o tempo de recuperação da sala. A fórmula *f.29* expressa o tempo de recuperação em horas. *[1]*

Imaginando uma situação onde serão aplicadas 30 recirculações horárias, o tempo de recuperação, aplicando a equação *f.29,* será de:

$$t = \frac{2.5}{RPH}\ (h)\ (f.29) \rightarrow\ t = \frac{2.5}{30} = 0.083\ (h)$$

Multiplicando por 60, obtém-se cerca de 5 minutos. Facilmente se entende que ao duplicar o número de recirculações horárias para 60, o tempo necessário para recuperação já será de cerca de 2.5 minutos. Este é um dos parâmetros que condiciona a concepção duma sala limpa.

Por forma a conseguirem garantir-se os elevados padrões de qualidade, é necessário testar as instalações periodicamente.

Os intervalos entre testes bem como os parâmetros que deverão ser testados são publicados na norma ISO 14644. De acordo com a norma, para a concentração máxima de partículas presente

por m^3 de ar, dependendo da classe da sala, os testes deverão ocorrer uma ou duas vezes por ano em função da classe a que se destina.

***Tabela* 13 - Intervalo Máximo entre Testes [1]**

Classification	Maximum time interval	Test method
⩽ ISO Class 5	6 months	Annex B in ISO 14644-1:1999
> ISO Class 5	12 months	Annex B in ISO 14644-1:1999
NOTE Particle count tests will normally be performed in the operational state, but may also be performed in the at-rest state in accordance with the designated ISO classification.		

A *Tabela* 13, publicada na norma ISO 14644-2 fornece informação sobre a periodicidade máxima a que as salas deverão ser sujeitas para demonstrar que cumprem os parâmetros de concentração de contaminantes definidos na norma ISO 14644-1.

Os testes e validações a aplicar a uma sala limpa encontram-se descritos na norma pelo que a sua consulta é fundamental para cumprir os requisitos e procedimentos exigidos.

3. CÁLCULOS ASSOCIADOS À UNIDADE FARMACÊUTICA

Efectuado o enquadramento teórico bem como a problemática associada à complexidade do dimensionamento para locais com estas características inicia-se a partir deste ponto a fase de cálculo do projecto da Unidade Farmacêutica.

As diversas fases de cálculo passarão por efectuar um enquadramento do edifício, ou seja, a sua caracterização (orientação solar da Unidade Farmacêutica, envolvente, cargas térmicas internas e ocupação). A partir desta caracterização podem representar-se as necessidades do cliente nas peças desenhadas bem como nas folhas de cálculo associadas. (Classes GMP, Cascata de Pressões)

Com os parâmetros e necessidades definidas efectuar-se-á o cálculo do ar novo associado a cada espaço tendo em conta "o jogo" entre o ar novo necessário pela envolvente do edifício e ocupantes vs. ar novo necessário para se garantirem os diferenciais de pressão através dos caudais de fuga.

Tendo-se efectuado a caracterização total do edifício, será possível iniciar os cálculos associados às cargas térmicas de cada espaço. Estes cálculos serão realizados recorrendo ao programa *HAP*.

Serão verificadas diferenças entre os cálculos realizados pelo HAP e as selecções dos fabricantes. Serão válidas as selecções dos fabricantes em detrimento do cálculo do HAP. As selecções dos fabricantes são uma situação real, enquanto que no HAP representam uma situação teórica.

Após a conclusão dos cálculos serão seleccionados os equipamentos bem como produzidas as peças desenhadas que acompanharão o projecto.

Para uma melhor compreensão do que representa um investimento deste género, será produzida uma lista de quantidades e preços unitários associada ao projecto.

O preço final será um preço composto, ou seja, é a composição entre o valor de mão de obra associada à montagem do equipamento, somada ao valor dos equipamentos.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

A Unidade Farmacêutica que será objecto de estudo no presente Trabalho de Projecto é um edifício onde será instalado um laboratório de preservação de células estaminais.

A Unidade Farmacêutica será localizada em Sassoeiros e é composta por 15 espaços interiores, definidos de acordo com a *Tabela* 14.

É um edifício térreo composto por diversas salas, classificadas de acordo com as directivas GMP, incluindo ainda alguns locais não classificados.

Tabela* 14 - Composição da *Unidade Farmacêutica

Sala	Área Útil (m^2)	Pé Direito (m)	Volume (m^3)	Classe GMP
Biologia Molecular	9,64	3	28,9	S/C
Microbiologia	4,92	3	14,8	S/C
Airlock 1	7,28	2,7	19,7	D
Airlock 2	3,64	2,7	9,8	C
Laboratório de Análises	18,53	2,7	50	B
Airlock 3	3,52	2,7	9,5	C
Processamento	12,81	2,7	34,6	C
Congelamento	15,09	2,7	40,7	D
Resíduos	4,19	2,7	11,3	S/C
Recepção	11,15	3	33,5	D
Airlock 5	2,57	2,7	6,9	D
Airlock 4	2,57	2,7	6,9	C
Sala Técnica	10	3	30	S/C
Sala de Criopreservação	36,35	3	109,1	D
Corredor	7,68	3	23	S/C

Nota: S/C – Sem Classificação GMP

Analisando a *Tabela* 14 pode verificar-se que existem diversas classes de exigência GMP, entre os diversos espaços que compõem a Unidade Farmacêutica.

A classe GMP é definida pelo cliente, consoante o processo que ocorre em cada espaço. Após reunir esta informação é possível começar a definir hierarquias de pressões, que serão responsáveis pelo fluxo de ar, infiltrações e exfiltrações, entre salas.

No ponto 3.2 é apresentada esta informação sob a forma de um diagrama. Esta informação encontra-se também nas peças desenhadas.

3.2. CASCATA DE PRESSÕES DO EMPREENDIMENTO

A hierarquia de pressões entre locais reflecte as necessidades da produção de acordo com os *inputs* recebidos pelo cliente.

Para se ter uma percepção clara da cascata de pressões a visualização do seguinte diagrama permite compreender o sentido do fluxo de ar que ocorre neste empreendimento, fruto da hierarquia de pressões imposta.

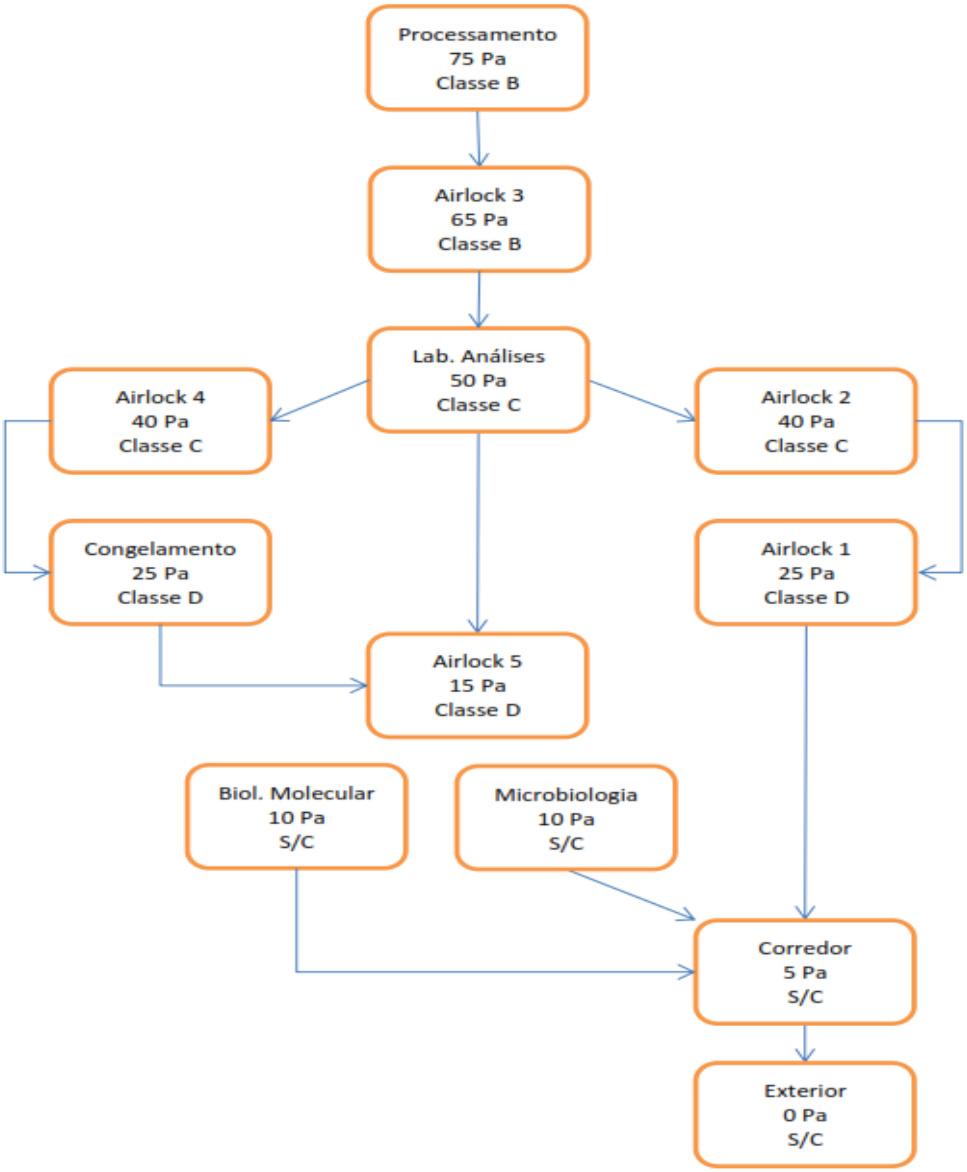


Figura* 27 - Hierarquia de Pressões da *Unidade Farmacêutica

A sala de processamento é a mais importante na hierarquia de pressões, trabalhando em sobrepressão relativamente a todos os espaços. Desta forma garante-se que não existe contaminação oriunda do exterior para o interior da sala.

O fluxo de ar deste espaço será sempre para fora da sala e não no sentido contrário. De acordo com o exposto na *Figura* 14 (funcionamento dos Airlocks), verifica-se que o funcionamento do Airlock 3 se pode classificar como estando numa situação de "*cascade*" ou cascata. A função deste Airlock será a de garantir que a pressão na sala de processamento não sofre uma diminuição de pressão demasiado acentuada aquando da abertura da porta de acesso. As duas portas do airlock estão encravadas não podendo as duas encontrarem-se abertas ao mesmo tempo.

Se se quiser traçar o restante perfil dos fluxos, juntamente com as peças desenhos, este diagrama torna a percepção mais facilitada.

3.3. CÁLCULO DOS CAUDAIS DE FUGA

Recuando ao ponto 2.2.1, a forma de estabelecer um diferencial de pressão entre dois locais será através do cálculo do caudal de fuga.

Recuperando a equação *f.3* tem-se:

$$\boldsymbol{V = A\,\alpha\,\sqrt{2\,\Delta P\,v}}\ (f.3)$$

V: Caudal de fuga em m^3/s

A: Área de Passagem do Ar em metros

$\boldsymbol{\Delta P}$**:** Diferencial de Pressão em Pa

$\boldsymbol{\alpha}$**:** Coeficiente de Descarga (0,85 para o caso de portas)

v: Volume específico do ar nas condições da sala em m^3/kg

Para se efectuar este cálculo será necessário definir uma área de passagem do ar. Esta área de passagem representa o espaço existente entre a moldura da porta e a própria porta.

Desta forma, considerando que existe uma diferença de 2 mm entre a porta e cada lado da moldura e considerando também que existe uma altura livre de 6mm entre a porta e o chão tem-se, de acordo com a *Tabela* 15:

***Tabela* 15 - Cálculo da Área de Passagem do Ar numa Porta**

Porta			**Área de Passagem (m^2)**
Largura	0,930	m	$A_{moldura}$-A_{porta}
Altura	2,040	m	
Área	1,897	m^2	
Moldura Porta			**0,016**
Largura	0,934	m	
Altura	2,048	m	
Área	1,913	m^2	

Para uma porta do tipo da especificada na *Tabela* 15, aplicando a fórmula *f.3*, obtém-se para uma diferença de pressão de 15Pa:

$$\boldsymbol{V = A\,\alpha\,\sqrt{2\,\Delta P\,v} = 0.016 * 0.85 * \sqrt{2\ * 15 * 0.85}\ = 0.069\,m^3/s \simeq 70l/s}$$

De acordo com a área de passagem de ar estabelecida, para diversas diferenças de pressão, pode construir-se a *Tabela* 16:

***Tabela* 16 - Caudal de Fuga (l/s) a um Determinado ΔP (Pa)**

ΔP (Pa)	**2,5**	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**
Caudal (l/s)	30	40	55	70	80	90	95	105

Esta é uma das grandes dificuldades verificadas em obra. Garantir que estas tolerâncias são respeitadas, o que nem sempre é possível, pelo que em obra terão obrigatoriamente de ser feitos ajustes de modo a que se garantam estes pressupostos. Numa situação destas não há vantagens em dimensionar o sistema "à pele", pelo que as condutas como as unidades de ventilação correspondentes terão de ser sobredimensionadas por forma a permitirem ajustes que garantam as condições pretendidas.

Com os valores de caudais de fuga necessários para garantir o diferencial de pressão necessário entre locais pode construir-se a *Tabela 17*.

Estes valores estão definidos também nas peças desenhadas onde se pode ver o que realmente acontece na instalação.

Tabela* 17 - Diagrama de Fluxo de Ar da *Unidade Farmacêutica

Sala	Classe GMP	Pressão (Pa)	ΔP (Pa)	Infiltra de:	Exfiltra para:	Caudal (l/s)
Biologia Molecular	-	10	5		Corredor	-40
Microbiologia	-	10	5		Corredor	-40
Airlock 1	D	25	-15	Airlock 2		70
			10		Recepção	-55
Airlock 2	C	40	-10	Lab. Análises		55
			15		Airlock 1	-70
Laboratório De Análises	C	50	-15	Airlock 3		70
			10		Airlock 2	-55
			10		Airlock 4	-55
Airlock 3	B	65	-10	Processamento		55
			15		Lab. Análises	-70
Processamento	B	75	10		Airlock 3	-55
Congelamento	D	25	-15	Airlock 4		70
			10		Airlock 5	-55
Resíduos	-	0	-	-	-	-
Recepção	D	15	-10	Airlock 1		55
			10		Corredor	-55
Airlock 5	D	15	-10	Congelamento		55
Airlock 4	C	40	-10	Lab. Análises		55
			15		Congelamento	-70
Sala Técnica	-	0	-	-	-	-
Sala Criopreservação	D	15	-	-	-	-
Corredor	D	5	5		Exterior	-40
			-5	Biologia Molecular		40
			-5	Microbiologia		40
			10	Recepção		55

Nota: os valores positivos significam infiltrações, os negativos representam exfiltrações.

3.4. CÁLCULO DO NÚMERO DE RECIRCULAÇÕES DE AR

Para efectuar o cálculo teórico do número de recirculações horárias necessário para garantir os parâmetros definidos pela norma ISO 14644 e pela directiva GMP, recorrer-se-á à fórmula $f.23$ presente no ponto 2.8.1 deste documento, à *Figura* 10, que fornece os valores de libertação de contaminantes consoante a situação em que o operador se encontra e aos valores referência máximos de concentração de contaminantes estipulados pela directiva *GMP*, *Tabela* 3.

A *Tabela 18* efectua uma comparação referente ao número de recirculações horárias necessárias em função do tipo de comportamento e fardamento do operador.

***Tabela* 18 - Número de RPH em Função da Situação do Operador**

Sala	Opera-dores	GMP	Concentração Máx. Partículas/m^3	Situação Dos Operadores – RPH			
				1-GCC - Carefully Walking	2 - CC - Walking	3 - NC - Walking	4 - Max - Hard Working
Biologia Molecular	2	S/C	-	-	-	-	-
Microbiologia	1	S/C	-	-	-	-	-
Airlock 1	1	D	3520000	1	16	65	217
Airlock 2	1	C	352000	10	164	655	2173
Laboratório de Análises	3	C	352000	31	491	1964	6520
Airlock 3	1	C	352000	10	164	655	2173
Processamento	2	B	3520	20	327	1309	4347
Congelamento	2	D	3520000	2	33	131	435
Resíduos	1	S/C	-	-	-	-	-
Recepção	1	D	3520000	1	16	65	217
Airlock 5	1	D	3520000	1	16	65	217
Airlock 4	1	C	352000	10	164	655	2173
Sala Técnica	0	S/C	-	-	-	-	-
Sala Criopreservação	1	D	3520000	1	16	65	217
Corredor	0	S/C	-	-	-	-	-

Analisando o exposto na Tabela 18 consegue compreender-se na perfeição a importância do comportamento e de um fardamento correcto por parte do colaborador no interior da sala limpa. Na primeira situação – "GCC – Carefully walking" o número de recirculações horárias é incomparavelmente inferior quando comparado com as outras situações. Quanto mais intensa a actividade dentro do local, maior libertação de partículas existirá.

Do mesmo modo que a utilização de fardamento de pior qualidade permitirá uma libertação de contaminantes maior por parte do operador.

Quanto menor for o nível de contaminantes libertado, menos dispendioso será o custo de instalação e exploração de uma instalação deste tipo.

Analisando a Sala de Processamento, considera-se que a sala representa uma classe B. Na realidade é uma classe híbrida, pois em operação é classificada como sendo classe C e *em repouso* é considerada como sendo uma classe A.

Nas condições "*At Rest*" significa que a sala se encontra em funcionamento mas sem operadores no interior da mesma, logo para as considerações de cálculo não são contabilizados operadores no interior da sala. Neste caso a concentração de contaminantes é praticamente nula o que resultaria num número de recirculações horárias de zero, o que na prática não faz sentido para realizar o cálculo.

Na situação da sala *em operação*, foram considerados 2 operadores. Desta forma chega-se às 31 recirculações horárias apresentadas na *Tabela 18* para um limite máximo de concentração de contaminantes que é semelhante a uma classe C *em repouso*. Todos estes cálculos serão apresentados em apêndice.

Apesar de se terem atingido estes valores a nível teórico, os valores que serão aplicados às recirculações horárias das salas limpas serão valores obtidos junto do cliente, como exigência para as suas instalações.

Nota: *Para efeitos de cálculo de número de recirculações horárias foram considerados operadores nos airlocks, o que na realidade não é verdade pois é um local de passagem e não de trabalho. Tiveram de ser tidos em conta senão não existiria forma de estimar o número de contaminantes libertados.*

De acordo com o **exigido pelo cliente** os valores de recirculações horárias a aplicar aos diversos locais serão os seguintes:

- ***Classe B – 60 Recirculações por hora***
- ***Classe C – 30 Recirculações por hora***
- ***Classe B – 20 Recirculações por hora***

Partindo da premissa anterior, a *Tabela 19* reflecte estas alterações.

Tabela* 19 - Recirculações Horárias a Aplicar na *Unidade Farmacêutica

Sala	Classe GMP	Concentração máx. part./m^3	RPH
Biologia Molecular	S/C	-	-
Microbiologia	S/C	-	-
Airlock 1	D	3520000	20
Airlock 2	C	352000	30
Laboratório de Análises	C	352000	30
Airlock 3	C	352000	30
Processamento	B	3520	60
Congelamento	D	3520000	20
Resíduos	S/C	-	-
Recepção	D	3520000	20
Airlock 5	D	3520000	20
Airlock 4	C	352000	30
Sala Técnica	S/C	-	-
Sala de Criopreservação	D	3520000	20
Corredor	S/C	-	-

Para o cálculo a efectuar no *HAP*, os valores de RPH nas salas classificadas como GMP B, C e D serão impostos ao programa.

Poderia dar-se o caso do valor de RPH não ser suficiente para vencer a carga térmica mas regra geral, não é isso que acontece. O valor de RPH imposto pela classificação, geralmente, será sempre superior ao valor de recirculações necessárias para vencer a carga térmica.

Para os locais não classificados, o caudal a recircular será calculado pelo próprio programa em função da carga térmica associada a cada local.

3.5. CÁLCULO DO AR NOVO

Para efectuar o cálculo do ar novo associado a cada local recorreu-se **à EN15251:2008** e ao **SCE DL 118/2013**.

De acordo com a **EN 15251:2008** o cálculo de ar novo é efectuado segundo dois parâmetros distintos: o edifício e os ocupantes.

O tipo de ocupante é caracterizado de 1 a 4, *Tabela* 20 onde cada categoria representa um valor em l/s por ocupante.

***Tabela* 20 - EN 15251:2008 Caudais De Ar Novo em Função dos Ocupantes (l/s.Ocup) [21]**

Categoria	% De Insatisfeitos	l/s.Ocup.
1	15	10
2	20	7
3	30	4
4	>30	<4

Quanto ao edifício, *Tabela* 21, também se encontra dividido por categorias sendo atribuído valores de acordo com o tipo de emissões libertadas pelos elementos de construção do mesmo.

***Tabela* 21 - EN 15251:2008 Caudais de Ar Novo em Função da Carga Poluente do Edifício (l/s.m2) [21]**

Categoria	Very Low	Low	Non Low
1	0,5	1	2
2	0,35	0,7	1,4
3	0,3	0,4	0,8

Existe ainda um outro parâmetro, necessário, para efectuar o cálculo segundo a **EN 15251:2008** que é a eficácia de ventilação.

A eficácia de ventilação quantifica a qualidade com que o ar é insuflado e distribuído pela sala. Ver *Tabela* 22.

$$Q = \frac{(Ocup.* \, l/s.Ocup) + Área * l/s.m^2}{Efic.Ventilação} \quad (f.30)$$

***Tabela* 22 - Valores de Eficácia de Ventilação – EN 15251:2008 [21]**

Configuração da Distribuição de Ar na Zona	Insuflação	Extracção/Retorno	Tipo De Fluxo De Ar	Eficácia De Ventilação
1	Pelo Tecto	-	-	1
2	Pelo Tecto	Junto Ao Pavimento	-	1
3	Junto Ao Tecto De Ar Quente Pelo Menos 8ºc Acima Da Temperatura Do Local	Junto Ao Tecto	-	0,8
4	Junto Ao Tecto De Ar Quente Pelo Menos 8ºc Acima Da Temperatura Do Local Com Velocidade Superior A 0,8 M/S E Alcance Até 1,4 M	Junto Ao Tecto	-	1
5	Junto Ao Pavimento De Ar Frio Com Velocidade De 0,8 M/S E Alcance De 1,4m Ou Mais	Junto Ao Tecto	-	1
6	Junto Ao Pavimento De Ar Frio Com Baixa Velocidade	Junto Ao Tecto	Ventilação Tipo Deslocamento, Com Fluxo Unidireccional E Estratificação Térmica	1,2
7	Junto Ao Pavimento	Junto Ao Pavimento	Insuflação E Extracção Em Lados Opostos	1
8	Junto Ao Pavimento	Junto Ao Tecto	-	0,7
9	Admissão Natural Junto Ao Tecto Ou Junto Ao Pavimento	Extracção Mecânica Juto Ao Tecto Ou Junto Ao Pavimento	Insuflação E Extracção Em Lados Opostos	0,8
10	Admissão Natural Junto Ao Tecto Ou Junto Ao Pavimento	Extracção Mecânica Juto Ao Tecto Ou Junto Ao Pavimento	Insuflação E Extracção No Mesmo Lado	0,5
11	Junto Ao Pavimento De Ar Quente	Junto Ao Tecto	Insuflação E Extracção No Mesmo Lado Ou Em Localização Próxima	0,5
12	Junto Ao Tecto De Ar Frio	Junto Ao Pavimento	Insuflação E Extracção No Mesmo Lado Ou Em Localização Próxima	0,5

Tendo em conta os parâmetros anteriores e efectuando a cálculo segundo a **EN 15251:2008** para o ar novo, obtêm-se a *Tabela* 23:

***Tabela* 23 - Cálculo de Ar Novo EN 15251:2008**

Sala	A (m^2)	Ocup.	Ef.Vent.	Valor	Cat.	Em.Ed.	Caudal de Ar Novo		
							l/s.ocup.	l/s.m^2	**l/s**
Biologia Molecular	9,64	2	1	1	3	Very Low	4	0,3	**11**
Microbiologia	4,92	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**5**
Airlock 1	7,28	2	1	1	3	Very Low	4	0,3	**10**
Airlock 2	3,64	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**5**
Laboratório de Análises	18,53	3	1	1	3	Very Low	4	0,3	**18**
Airlock 3	3,52	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**5**
Processamento	12,81	2	1	1	3	Very Low	4	0,3	**12**
Congelamento	15,09	2	1	1	3	Very Low	4	0,3	**13**
Resíduos	4,19	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**5**
Recepção	11,15	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**7**
Airlock 5	2,57	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**5**
Airlock 4	2,57	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**5**
Sala Técnica	10	0	1	1	3	Very Low	4	0,3	**3**
Sala de Criopreservação	36,35	1	1	1	3	Very Low	4	0,3	**15**
Corredor	7,68	0	1	1	3	Very Low	4	0,3	**2**

Na última coluna da *Tabela* 23 estão representados os valores de ar novo que se calcularam recorrendo à norma **EN 15251:2008.**

Efectuando o cálculo através da informação recolhida no **DL 118/2013** os resultados serão um pouco diferentes já que os pressupostos de cálculo também o são.

Tendo em mente os ocupantes, o **DL 118/2013** entra em conta com o funcionamento metabólico associado à actividade. Quanto mais elevado se encontrar o nível metabólico, maior consumo de oxigénio irá ocorrer – *Tabela* 24

Quanto ao edifício, também este regulamento leva em conta a carga poluente derivada dos materiais aplicados na sua construção. Esta situação está representada na *Tabela* 25.

***Tabela* 24 - DL 118/2013 Caudais de Ar Novo em Função do Metabolismo (m^3/hora/Pessoa) [22]**

	Tipo de Actividade	Taxa de metabolismo dos ocupantes - M (met)	Exemplos de tipos de espaços	Caudal de ar novo (m3/hora/pessoa)
1	Sono	0,8	Quartos, dormitórios e similares.	16
2	Descanso	1	Salas de repouso, salas de espera, salas de conferência, auditórios e bibliotecas.	20
3	Sedentário Baixo	1,2	Escritórios, gabinetes, secretarias, salas de aula, cinemas, salas de espetáculo, salas de refeições, lojas, museus, galerias, salas de convívio.	24
4	Sedentário Alto		Salas de jardin de infância, e pré-escolar e salas de créches.	28
5	Moderado	1,4 a 2,0	Laboratórios, ateliers, salas de desenho, salas de trabalhos oficinais, cafés, bares e salas de jogos.	35
6	Ligeiramente Alta	2,0 a 3,0	Pistas de dança e salas de ballet.	49
7	Alta	3,0 a 9,0	Ginásio, salas de musculação, pavilhões desportivos.	98

***Tabela* 25 - DL 118/2013 Caudais de Ar Novo em Função da Carga Poluente do Edifício [22]**

Tipo	Situação do edifício	Exemplos de tipos de espaços	Caudal de ar novo (m^3/hora/m^2)
1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	2
2	Sem actividade de emissão de poluentes específicos	-	3
3	Com actividade de emissão de poluentes específicos	Lavandarias, perfumarias, farmácias, salões de beleza, lojas de animais, salas de artes, laboratórios e estabelecimentos comerciais de mobiliário e de madeiras.	5
4	Piscinas	A área de referência para este caso é a área do plano de água	20

Aplicando os parâmetros do **DL 118/2013** e efectuando o cálculo, os valores a que se chega são os apresentados na *Tabela 26*.

***Tabela* 26 - Cálculo de Ar Novo Segundo DL 118/2013**

Sala	Área Útil (m^2)	Ocup	Tipo de Actividade	Caudal (m3/h/ocup.)	Caudal (l/s)	Sit. do Ed.	Caudal (m3/h/m2)	Caudal (l/s)	Caudal Final (l/s)
Biol.Mol.	9,64	2	5	35	19	3	5	13	19
Micro.	4,92	1	5	35	10	3	5	7	10
Airlock 1	7,28	2	5	35	19	3	5	10	19
Airlock 2	3,64	1	5	35	10	3	5	5	10
Lab. Anál.	18,53	3	5	35	29	3	5	26	29
Airlock 3	3,52	1	5	35	10	3	5	5	10
Proc.	12,81	2	5	35	19	3	5	18	19
Cong.	15,09	2	5	35	19	3	5	21	21
Resí.	4,19	1	5	35	10	3	5	6	10
Recep.	11,15	1	5	35	10	3	5	15	15
Airlock 5	2,57	1	5	35	10	3	5	4	10
Airlock 4	2,57	1	5	35	10	3	5	4	10
S.Téc.	10	0	5	35	0	3	5	14	14
S.Criop.	36,35	1	5	35	10	3	5	50	50
Corr.	7,68	0	5	35	0	3	5	11	11

Comparando os resultados apresentados na *Tabela* 23 com os resultados da *Tabela 26*, os valores mais desfavoráveis são os apresentados na *Tabela 26*, referente ao método explicitado no **DL 118/2013**. Seriam estes valores que, à partida iriam no entanto, há ainda que considerar outros parâmetros quando a problemática são salas limpas.

A necessidade de garantir diferenciais de pressão entre locais obriga à injecção de ar novo. Da mesma forma que se compararam os métodos para calcular o ar novo, agora existe a necessidade de comparar os valores de ar novo que se calcularam com os necessários para garantir os diferenciais de pressão.

Na maior parte dos casos, quando se fala de salas limpas, o caudal de ar novo necessário para garantir o diferencial de pressão entre salas será sempre superior ao calculado através do **DL118/2013** ou **EN 15251:2008.**

A comparação entre estes dois valores será efectuada no ponto 3.6.

3.6. CAUDAIS DE FUGA VERSUS CAUDAIS DE AR NOVO

Comparando o caudal de ar novo que se atingiu através do **DL118/2013** e o caudal de fuga necessário para garantir o diferencial de pressão tem-se:

Tabela 27 **- Caudais de Fuga versus Caudais de Ar Novo**

Sala	Balanço dos Caudais de Fuga (l/s)	Caudal de Ar Novo - Folha de Cálculo (l/s)	Caudal de Ar Novo Adoptado (l/s)
Biologia Molecular	40	20	**40**
Microbiologia	40	10	**40**
Airlock 1	15	20	**20**
Airlock 2	15	10	**15**
Laboratório de Análises	40	30	**40**
Airlock 3	15	10	**15**
Processamento	55	20	**55**
Congelamento	15	20	**20**
Resíduos	0	10	**10**
Recepção	0	15	**15**
Airlock 5	0	10	**10**
Airlock 4	15	10	**15**
Sala Técnica	0	14	**14**
Sala de Criopreservação	0	***50***	**50**
Corredor	0	10	**10**

Analisando a *Tabela 27*, por exemplo na sala de criopreservação em que o caudal de fuga é nulo, logicamente, o valor que vigorará será o valor calculado pelo ar novo.

Já no corredor, apesar de migar um volume de ar considerável para este local, considerou-se que o mesmo não seria isento de contaminantes e optou-se pela injecção de ar novo neste espaço, ou seja, adicionou-se 10 l/s de ar novo a este local.

Quanto à sala técnica, pelas características do espaço, optou-se por não se injectar qualquer caudal de ar novo bem como não climatizar o local.

Como facilmente se pode verificar, os caudais de fuga são, regra geral, bastante superiores aos caudais de ar novo calculados previamente.

3.7. CÁLCULO DO TEMPO DE RECUPERAÇÃO DE CADA SALA

Recorrendo à equação *f.29*, a *Tabela 28* representa o tempo de recuperação em minutos de cada local classificado da Unidade Farmacêutica.

***Tabela* 28 - Tempo de Recuperação das Salas GMP**

Sala	Classe GMP	RPH	Tempo de Recuperação (min)
Biologia Molecular	S/C	-	-
Microbiologia	S/C	-	-
Airlock 1	D	20	7,5
Airlock 2	C	30	5
Laboratório De Análises	C	30	5
Airlock 3	C	30	5
Processamento	B	60	2,5
Congelamento	D	20	7,5
Resíduos	S/C	-	-
Recepção	D	20	7,5
Airlock 5	D	20	7,5
Airlock 4	C	30	5
Sala Técnica	S/C	-	-
Sala Criopreservação	D	20	7,5
Corredor	S/C	-	-

3.8. ELEMENTOS PARA O CÁLCULO TÉRMICO

Recolhidas as informações referentes à envolvente que compõe o empreendimento, número de ocupantes, densidade de iluminação por espaço, cargas térmicas internas e número de recirculações horárias a aplicar em cada local, pode dar-se início ao cálculo térmico associado a cada local.

Os valores que serão inseridos no *HAP* relativamente à envolvente estão presentes no ponto 3.8.1.

3.8.1. CARACTERÍSTICAS DA ENVOLVENTE

ENVOLVENTE OPACA

Por forma a poder iniciar-se o cálculo referente à transmissão térmica associada à envolvente opaca tomou-se em consideração o seguinte tipo de construção da mesma:

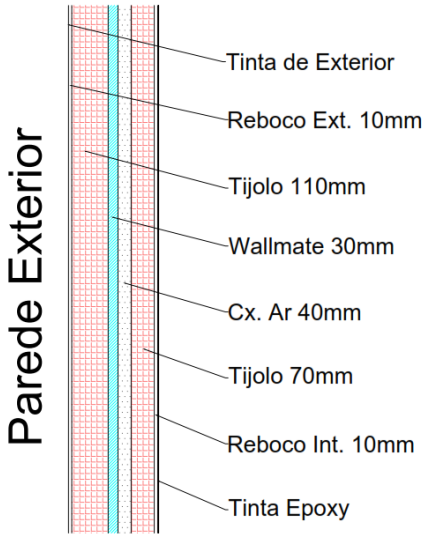


***Figura* 28 - Pormenor de Construção da Parede Exterior**

O corte da *Figura* 28 mostra a composição da envolvente exterior opaca. É uma parede dupla composta por tinta para exteriores, reboco exterior, tijolo cerâmico furado, placa de espuma rígida de poliuretano (Wallmate), caixa de ar, tijolo cerâmico furado, reboco interior revestido a epoxy.

O cálculo da transmissão térmica será realizado de acordo com estes elementos construtivos.

As paredes interiores e tectos das salas limpas, como se trata de um laboratório, estes serão executados em painéis PIR de espessura de 100mm, *Figura* 29, tipicamente utilizados na construção de salas limpas.

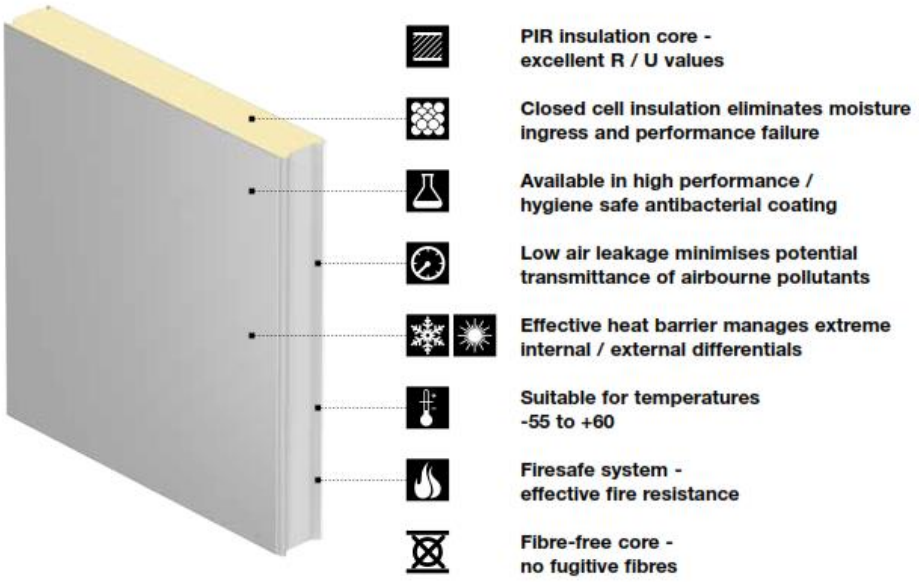


***Figura* 29 - Pormenor de Construção da Parede Interior [25]**

Por fim, relativamente à cobertura do empreendimento, esta será executada de acordo com o pormenor representado na *Figura* 30:

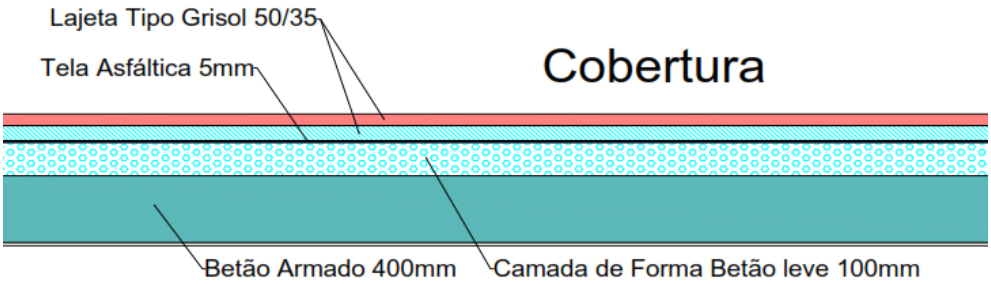


***Figura* 30 - Pormenor de Construção da Cobertura**

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Dada a natureza do edifício não serão considerados vãos envidraçados uma vez que não aparecem representados nas plantas. Será assumido que o empreendimento apenas terá janelas para o interior do complexo, nas paredes interiores, não contribuindo assim para os ganhos térmicos provenientes da exposição solar.

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO GLOBAL DA ENVOLVENTE

Para o cálculo do coeficiente de transmissão térmica global das envolventes, será utilizada a publicação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil – *Coeficientes de Transmissão Térmica dos Elementos da Envolvente dos Edifícios* – que contém informações sobre diversos materiais que compõem as mais diversas envolventes.

A *Tabela 29* e *Tabela 30* resumem o cálculo efectuado para se obter o valor global do coeficiente de transmissão térmica U, que servirá para calcular o comportamento térmico do edifício através do programa *HAP*.

***Tabela* 29 - Coeficiente Global de Transmissão Térmica da Parede Exterior**

#	Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.k)	R (m2.K/W)	U (W/m^2.k)
1	Resistência Exterior			0,040	**0,337**
2	Reboco Exterior 10mm	1,00E-02	1,300		
3	Tijolo 110 mm	1,10E-01	0,407	0,270	
4	Wallmate 30 mm	3,00E-02	0,040		
5	Cx. De Ar 40 mm	4,00E-02	0,025		
6	Tijolo 70 mm	7,00E-02	0,368	0,190	
7	Reboco Interior 10mm	1,00E-02	1,300		
10	Resistência Interior			0,100	

***Tabela* 30 - Coeficiente Global de Transmissão Térmica da Cobertura**

#	Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.k)	R (m2.K/W)	U (W/m^2.k)
1	Resistência Exterior			0,040	**0,244**
2	Lajeta Tipo Grisol Ext (betão) 35mm	3,50E-02	1,300		
3	Lajeta Tipo Grisol Int (Wallmate) 50mm	5,00E-02	0,040		
4	Tela asfáltica 5mm	5,00E-03	0,700		
5	Camada de Forma 100mm	1,00E-01	0,040		
6	Betão Armado 400mm	4,00E-01	2,300		
7	Reboco Interior 10mm	1,00E-02	1,300		
10	Resistência Interior			0,100	

Relativamente aos painéis que compõem as paredes interiores do laboratório bem como os tectos das salas, estes terão uma espessura de 100mm e coeficientes globais de transmissão térmica de acordo com os dados do fabricante presentes na *Tabela* 31:

Dimensions and Weights

Panel Thickness (mm)	50	75	100	125	150	200
R Value (m^2K/W)	2.65	3.90	5.15	6.40	7.65	10.15
U Value (w/m^2K)	.38	.26	.19	.16	.13	.10
Weight Kg/m^2 0.5/0.5 Steel	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	16.00

***Tabela* 31 - Coeficiente Global de Transmissão Térmica, U, das Paredes e Tectos dos Laboratórios [26]**

Os valores U serão inseridos no *HAP*, no separado afecto ao tipo de construção da envolvente. Serão inseridos os valores para cada tipo de envolvente nos separadores "*Walls" e "Roof"*.

3.9. CÁLCULO DAS CARGAS TÉRMICAS

Para efectuar o cálculo térmico associado ao edifício, será utilizado o programa de cálculo desenvolvido pela *CARRIER - HAP - Figura* 31

Antes de se iniciarem os cálculos no programa será necessário efectuar uma série de correcções aos dados climatológicos.

A correcção destes parâmetros é essencial para o cálculo correcto das necessidades energéticas de uma instalação.

A correcção ir-se-á efectuar ao nível das temperaturas referência para o cálculo horário das cargas térmicas e no factor de incidência solar, que será diferente consoante a zona do país onde se estiver a projectar a instalação.

A zona escolhida para a localização da instalação será a zona dos Sassoeiros, em Oeiras, adjacente a Lisboa.

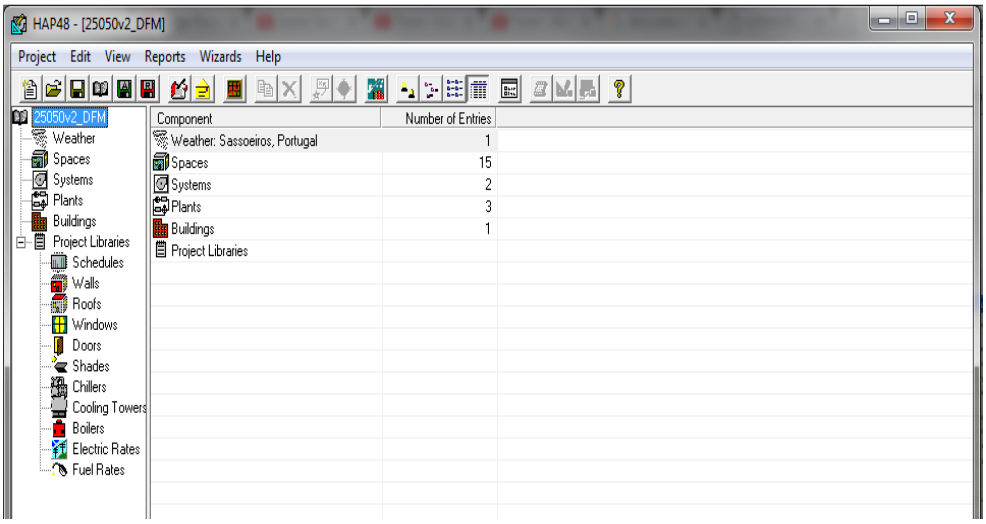


***Figura* 31 - *HAP* – Hourly Analysis Program**

3.9.1. HAP - CORRECÇÃO DE DADOS

CORRECÇÃO DAS TEMPERATURAS

Para a alteração deste parâmetro no programa de cálculo *HAP*, o primeiro passo será a criação da *Tabela* 34 a partir dos dados recolhidos na *Tabela* 32 referentes aos dados climatológicos registados na estação meteorológica dos Sassoeiros.

***Tabela* 32 - Dados Climatológicos – Estação Meteorológica de Sassoeiros**

ESTAÇÃO SASSOEIROS/OEIRAS — MÉDIAS DE 1955 / 1980

$\phi = 38^{\circ}42'N$; $\lambda = 9^{\circ}19'W$; $g = 9{,}8005\ m/s^2$; $\Delta G = 0$ h; $H_e = 50$ m; $H_b =$ — m; $h_1 = 1{,}5$ m; $h_2 = 4{,}0$ m; $h_3 = 4{,}0$ m; $h_4 = 1{,}5$ m

Pressão atmosférica $\bar{P}$ (mb)		Temperatura do ar								Mês
		1955-73 $\bar{T}$ (°C)					1955-75 $\bar{T}$ (°C)			
No local	Red. ao nível do mar	9 h	— h	18 h	Mensal	$\overline{Max}$	$\overline{Min}$	Max	Min	
–	–	10,4	–	12,4	11,2	14,3	7,7	24,0	– 1,1	Janeiro
–	–	10,9	–	12,7	11,4	15,0	7,9	22,5	– 3,7	Fevereiro
–	–	12,3	–	13,8	12,4	16,0	8,8	25,2	1,5	Março
–	–	14,4	–	15,4	14,0	18,2	9,8	29,0	2,4	Abril
–	–	16,9	–	17,9	16,5	21,1	11,9	35,0	4,4	Maio
–	–	19,4	–	20,4	19,0	23,8	14,2	38,0	7,2	Junho
–	–	21,2	–	22,6	21,2	26,4	15,9	38,0	8,0	Julho
–	–	21,2	–	22,8	21,4	26,5	16,3	38,5	9,0	Agosto
–	–	20,0	–	21,4	20,2	25,7	15,1	38,6	6,5	Setembro
–	–	17,2	–	18,9	18,9	21,0	13,9	34,8	5,0	Outubro
–	–	13,2	–	14,6	13,7	17,6	9,8	27,0	0,0	Novembro
–	–	10,8	–	12,7	11,5	15,0	8,0	21,2	– 1,0	Dezembro
–	–	15,7	–	17,1	16,0	20,1	11,6	38,6	– 3,7	Ano

Humidade relativa do ar $\bar{U}$ (%)			Nebulosidade $\bar{N}$ (0-10)			Insolação I		Precipitação R (mm)		Evaporação (mm)	Mês
1955-1973						1956-68		1956-80			
9 h	— h	18 h	9 h	— h	18 h	Total (h)	Percent. (%)	Total	Max (diário)	1956-73	
84	–	81	6	–	5	123,8	41	103,3	58,5	89,8	Janeiro
81	–	77	7	–	5	145,5	48	94,7	53,0	105,9	Fevereiro
79	–	75	5	–	5	180,3	48	84,1	53,0	135,9	Março
74	–	71	4	–	4	236,3	58	48,2	44,0	149,0	Abril
75	–	72	3	–	3	305,9	69	43,2	34,0	185,6	Maio
74	–	70	3	–	3	309,7	70	17,8	35,8	217,1	Junho
72	–	66	2	–	1	351,0	78	2,6	7,0	280,0	Julho
74	–	67	2	–	1	318,1	75	7,7	29,0	305,0	Agosto
78	–	71	3	–	3	240,4	65	21,4	31,0	217,7	Setembro
79	–	73	4	–	3	205,6	59	75,9	53,5	173,0	Outubro
81	–	77	5	–	4	153,1	50	105,8	155,0	135,0	Novembro
83	–	79	5	–	4	79,3	27	101,0	50,5	105,9	Dezembro
78	–	73	4	–	3	2649,0	57	705,7	155,0	2099,9	Ano

Os valores a utilizar da *Tabela* 32 serão os valores das temperaturas médias máximas e médias mínimas.

A diferença entre estes dois valores traduz-se na *amplitude térmica* correspondente ao mês em causa. Será ainda necessário recorrer às temperaturas definidas para as 9 horas e 18 horas e correspondentes valores de humidade.

O método de cálculo a utilizar é o das temperaturas médias. Poderia, também, efectuar-se o cálculo recorrendo às temperaturas máximas e mínimas que, logicamente, originaria resultados um pouco diferentes nomeadamente ao nível das temperaturas mínimas e máximas que seriam consideravelmente diferentes. São dois métodos diferentes que originam resultados diferentes. O primeiro será, porventura, um método mais equilibrado e por essa razão será o escolhido.

Para estabelecer as condições de bolbo húmido é necessário saber dois pontos sendo que, os únicos valores disponíveis são para a temperatura de bolbo seco e humidade relativa.

Interpretando a *Tabela* 32 pode afirmar-se que a temperatura mínima corresponderá às 9h e a temperatura máxima será registada às 18h.

Assim, para o mês de Janeiro, retiram-se os seguintes valores presentes na *Tabela 33.*

***Tabela* 33 - Condições Conhecidas para as 9h do Mês de Janeiro**

Mês	Hora	Temperatura Média Mín. (^{o}C)	Temperatura Bolbo Seco (^{o}C)	Humidade Relativa (%)	Humidade Específica g/Kg
Janeiro	9	7,7	*10,4*	*84*	6,6

Aplicando estes valores na carta psicrométrica, *Figura* 32 e *Figura* 33, obtém-se também a humidade específica correspondente às condições em questão.

Para se calcular a temperatura de bolbo húmido traça-se uma recta entre o ponto 1, e o ponto 2 em que se conhece:

- Ponto 1:
  - Temperatura bolbo seco – 10,4 ^{o}C
  - Humidade relativa – 84%
  - Humidade específica correspondente 6,6 g/Kg
- Ponto 2:
  - Temperatura bolbo seco – 7,7 ^{o}C

Recorrendo à carta Psicométrica, a partir do ponto 1 determina-se humidade específica. A leitura efectuada foi de 6.6 gramas de água por Kg de ar.

Tendo a humidade específica determinada, traça-se uma recta com origem em 6.6g/Kg e que passe pelo ponto 1 até atingir a linha de saturação.

Com o valor obtido para a temperatura média mínima, ponto 2, traça-se uma recta vertical que intersecte a recta previamente traçada.

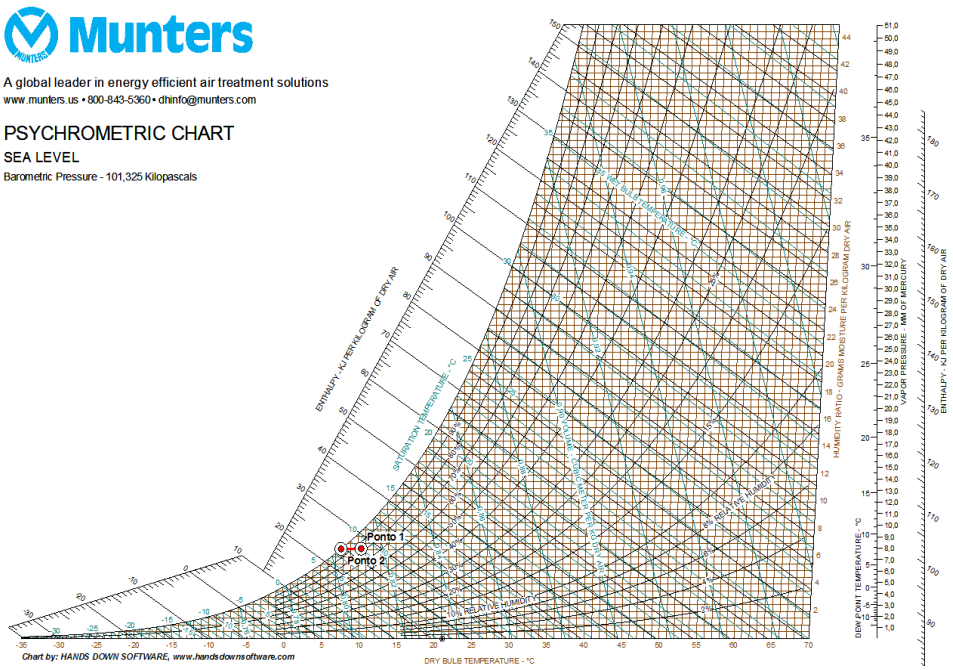


***Figura* 32 - Cálculo da Temperatura de Bolbo Húmido Referente ao Mês de Janeiro**

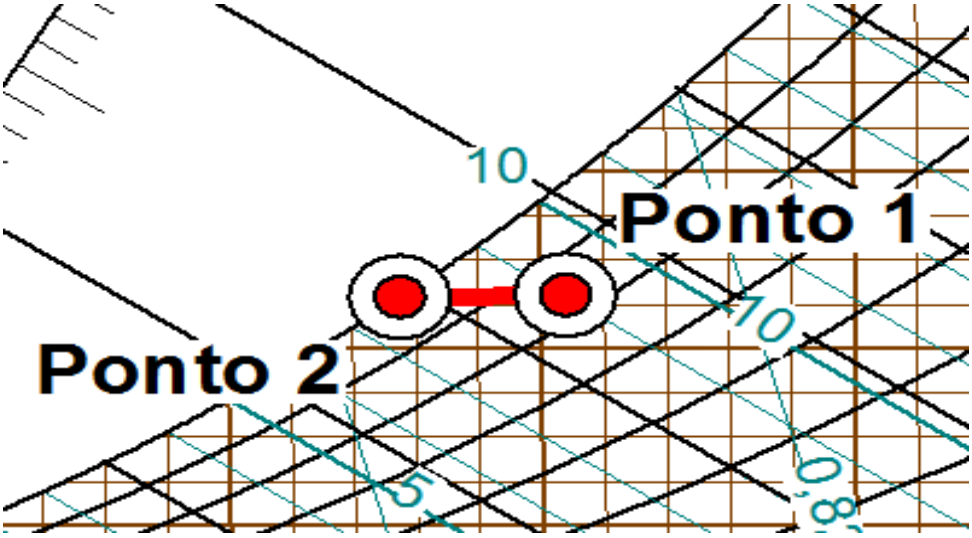
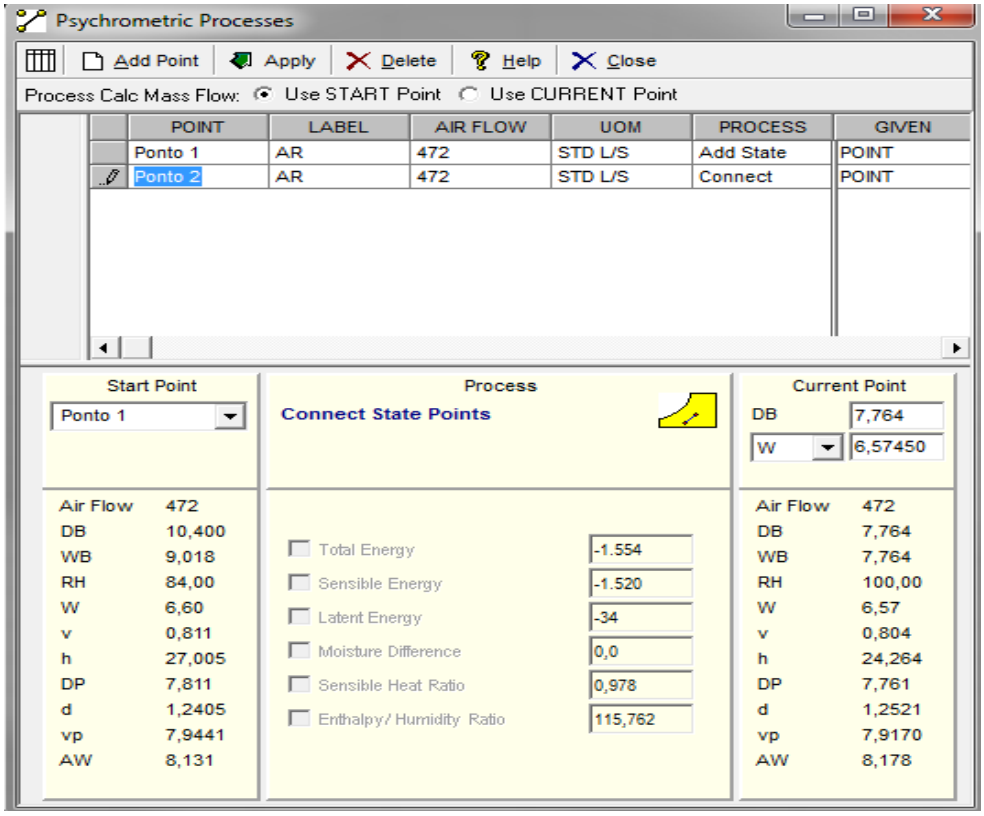


***Figura* 33 - Recta entre Ponto 1 e Ponto 2**

Para o cálculo das restantes tesmperaturas, o procedimento é exactamente o mesmo.

Recorrendo ao programa da *MUNTERS – Hdpsychart 7.5.0* é possível determinar com exactidão todos os pontos da carta - *Fígura 34*



Fígura 34 **- Determinação da Temperatura de Bolbo Húmido**

A *Tabela* 34 representa as correcções efectuadas no programa *HAP* para se poderem iniciar os cálculos.

Tabela **34 - Temperaturas de Bolbo Seco e Bolbo Húmido a Aplicar no *HAP***

	Bolbo Seco °C			**Hora e Humidade Relativa**				**Bolbo Húmido °C**	
Mês	$T_{máx\ (média)}$ Normais	Amplitude Térmica ($T_{méd.máx}$ - $T_{méd.min}$)	T_{min}	9h°C	9h %	18h°C	18h %	$T_{máx}$	T_{min}
Jan	14,5	6,8	7,7	10,4	84	12,4	81	11,5	7,7
Fev	15	7,1	7,9	10,9	81	12,7	77	11,5	7,7
Mar	16	7,2	8,8	12,3	79	13,8	75	12,2	8,8
Abr	18,2	8,4	9,8	14,4	74	15,4	71	13,5	9,8
Mai	21,1	9,2	11,9	16,9	75	17,9	72	16	11,9
Jun	23,8	9,6	14,2	19,4	74	20,4	70	18,1	14,2
Jul	26,4	10,5	15,9	21,2	72	22,6	66	19,5	15,9
Ago	26,5	10,2	16,3	21,2	74	22,8	67	19,9	16,3
Set	25,7	10,6	15,1	20	78	21,4	71	19,2	15,1
Out	21	7,1	13,9	17,2	79	18,9	73	16,5	13,6
Nov	17,6	7,8	9,8	13,2	81	14,6	77	13,5	9,8
Dez	15	7	8	10,8	83	12,7	79	11,7	8

TEMPERATURAS DE PROJECTO

Para ajustar este parâmetro utilizar-se-ão as *Tabela*s dos Graus Dia, *Tabela* 35 e *Tabela* 36.

Neste caso foi escolhida a localização mais próxima que é Lisboa, Portela. No caso em questão e sendo um laboratório optou-se pela probabilidade de 99% para Verão e correspondente 1% para Inverno.

***Tabela* 35 - Temperaturas Exteriores de Projecto - Verão**

Quadro II.A - 1 (cont.)

TEMPERATURAS EXTERIORES DE PROJECTO DE VERÃO

(PROBABILIDADES ACUMULADAS DE OCORRÊNCIA DE 90, 95, 97.5 e 99%)

E AMPLITUDE TÉRMICA DIÁRIA DO MÊS MAIS QUENTE

REGIAO	NUM. DE ORDEM	LOCAL	T TERM.SECO				TW TERM.MOLHADO COINCIDENTE COM T				TW TERM.MOLHADO				AMPLITUDE TERMICA DIARIA
			99%	97.5%	95%	90%	99%	97.5%	95%	90%	99%	97.5%	95%	90%	
CONTINENTE	30	MONTEMOR-O-VELHO	32.3	30.0	27.7	25.5	22.0	21.1	20.2	19.6	22.9	21.8	21.0	20.1	10.5
	31	FUNDAO	34.8	33.5	32.1	30.1	20.5	19.9	19.6	18.9	22.3	21.1	20.1	19.2	15.0
	32	ZEBREIRA	36.4	34.9	33.5	31.7	19.8	19.5	19.2	18.6	21.3	20.6	20.0	19.1	14.8
	33	CASTELO BRANCO	36.2	34.9	33.6	31.7	21.5	21.1	20.7	19.9	24.1	22.3	21.3	20.3	14.1
	34	MARINHA GRANDE	31.5	28.7	26.2	24.3	20.3	19.6	19.4	19.0	21.7	20.8	20.2	19.4	10.5
	35	ALCOBACA	33.1	30.5	28.0	25.6	21.5	20.6	19.9	19.2	22.2	21.3	20.5	19.7	11.8
	36	TANCOS/B.AEREA	36.1	34.2	32.4	30.2	21.9	21.3	20.9	20.1	22.7	21.9	21.3	20.5	15.1
	37	ALVEGA	36.9	35.0	33.3	31.2	23.2	22.2	21.8	21.0	24.4	23.4	22.6	21.7	17.1
	38	MARVAO	31.8	30.4	29.2	27.4	18.5	18.2	17.9	17.3	20.9	19.7	18.9	18.0	10.1
	39	CABO CARVOEIRO	23.9	22.2	21.4	20.6	18.8	18.5	18.5	18.0	19.8	19.3	18.8	18.4	4.1
	40	RIO MAIOR	34.5	32.3	30.0	27.6	22.1	21.5	20.7	20.0	23.1	22.2	21.5	20.6	13.2
	41	PORTALEGRE	33.6	32.2	30.7	29.1	18.4	17.8	17.4	17.1	19.5	19.1	18.5	17.8	13.5
	42	SANTAREM	35.6	33.6	31.9	29.7	21.9	21.3	20.8	20.1	22.8	22.0	21.4	20.6	15.5
	43	FONTE BOA	35.7	33.6	31.8	29.4	22.6	21.9	21.3	20.5	24.0	22.7	21.8	20.8	14.3
	44	OTA/BASE AEREA	34.8	37.8	30.9	28.6	22.1	21.2	20.6	19.9	22.7	21.9	21.2	20.4	11.9
	45	BENAVILA	37.0	35.3	33.7	31.6	22.6	21.9	21.3	20.5	23.7	22.7	21.9	20.9	16.5
	46	DOIS PORTOS	32.8	30.7	28.5	26.0	21.6	20.8	20.2	19.8	22.6	21.6	20.8	19.9	11.3
	47	SALVATERRA DE MAGOS	34.0	32.2	30.3	28.2	22.7	21.8	21.3	20.4	24.1	22.7	21.9	21.0	13.9
	48	MORA	36.3	34.4	32.8	30.8	22.5	21.8	21.2	20.5	23.8	22.8	22.0	21.0	15.9
	49	ELVAS	37.0	35.7	34.3	32.4	21.8	21.7	21.1	20.4	23.5	22.5	21.8	20.8	17.2
	50	SINTRA/GRANJA	31.6	29.3	26.9	24.7	20.5	19.6	19.3	18.8	21.4	20.6	20.0	19.3	9.9
	51	CABO DA ROCA	27.6	25.1	23.1	21.4	19.4	18.7	18.1	17.9	20.6	19.5	19.0	18.4	5.9
	52	LISBOA/PORTELA	33.3	31.4	29.4	27.0	22.2	21.2	20.4	19.6	23.0	22.0	21.0	20.0	11.2
	53	LISBOA/GEOFISICO	32.9	31.2	29.7	27.8	20.8	20.3	19.9	19.5	21.9	21.2	20.6	19.9	10.5
	54	PEGOES	35.5	33.7	32.0	29.8	22.0	21.4	21.0	20.4	23.1	22.3	21.6	20.9	16.1
	55	EVORA	35.4	33.7	32.0	30.2	19.9	19.3	19.1	18.6	21.0	20.3	19.8	19.0	13.8
	56	SETUBAL	34.4	32.5	30.9	28.8	21.8	21.3	20.7	20.1	23.8	22.2	21.4	20.6	13.4
	57	EVORA/CUARAIS	36.9	35.2	33.7	31.7	22.5	21.9	21.3	20.4	24.1	22.9	22.0	20.9	17.6
	58	SETUBAL/SETENAVE	34.0	32.1	30.4	28.3	21.8	21.3	20.7	19.9	23.1	22.0	21.3	20.5	12.2

Tabela **36 - Temperaturas Exteriores de Projecto - Inverno**

Quadro I.A - 1 (cont.)

TEMPERATURAS EXTERIORES DE PROJECTO DE INVERNO

(PROBABILIDADES ACUMULADAS DE OCORRÊNCIA DE 1, 2.5, 5 e 10%)

REGIAO	NUMERO DE ORDEM	LOCAL	PROB.(%) 1.0	2.5	5.0	10.0
CONTINENTE	30	MONTEMOR-O-VELHO	-1.6	-0.1	1.5	3.5
	31	FUNDAO	-2.5	-1.2	0.1	1.7
	32	ZEBREIRA	-1.9	-0.4	1.4	3.0
	33	CASTELO BRANCO	0.1	1.4	2.7	4.0
	34	MARINHA GRANDE	-1.9	-0.8	0.6	2.2
	35	ALCOBACA	-1.9	-0.2	1.4	3.3
	36	TANCOS/BASE AEREA	-1.8	-0.5	0.8	2.6
	37	ALVEGA	-3.0	-1.4	0.1	2.0
	38	MARVAO	-1.7	-0.2	0.9	2.3
	39	CABO CARVOEIRO	4.6	6.0	7.1	8.4
	40	RIO MAIOR	-2.7	-1.3	0.1	2.2
	41	PORTALEGRE	0.2	1.5	2.8	4.3
	42	SANTAREM	-0.2	1.2	2.6	4.3
	43	FONTE BOA	1.1	2.4	3.6	5.2
	44	OTA/BASE AEREA	0.3	1.7	3.0	4.8
	45	BENAVILA	0.0	1.3	2.5	4.2
	46	DOIS PORTOS	0.5	2.0	3.4	5.0
	47	SALVATERRA DE MAGOS	-1.8	-0.5	0.9	3.0
	48	MORA	-0.8	0.6	1.9	3.6
	49	ELVAS	-1.6	-0.2	1.1	3.0
	50	SINTRA/GRANJA	-0.3	1.1	2.5	4.4
	51	CABO DA ROCA	4.9	6.1	7.1	8.5
	52	LISBOA/PORTELA	3.2	4.4	5.4	6.6
	53	LISBOA/GEOFISICO	4.3	5.5	6.4	7.6
	54	PEGOES	-0.2	1.1	2.5	4.1
	55	EVORA	1.2	2.7	3.9	5.2
	56	SETUBAL	-0.3	1.1	2.4	4.3
	57	EVORA/CUKRAIS	-1.7	-0.2	1.1	2.7
	58	SETUBAL/SETENAVE	2.0	3.1	4.5	6.1

De acordo com os dados apresentados na *Tabela* 35 e *Tabela* 36 as temperaturas consideradas para projecto serão as apresentadas na *Tabela* 37:

***Tabela* 37 - Temperaturas de Projecto**

Projecto Mínima	
T_{BS}: 3.2	T_{BH}: 3.2
Projecto Máxima	
T_{BS}: 33.3 ºC	T_{BH}: 22.2
Amplitude Térmica	
11,2	

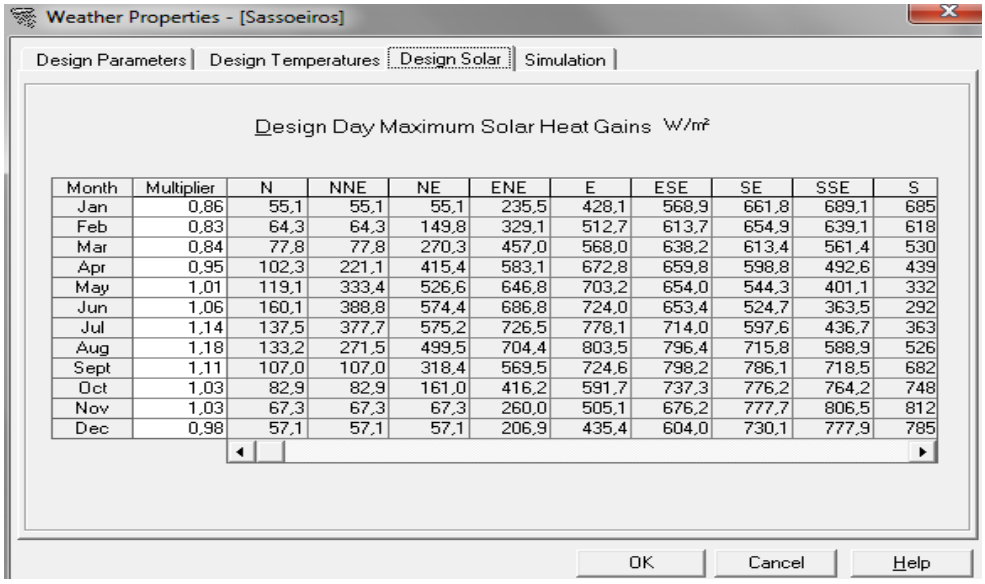
FACTOR DE INCIDÊNCIA SOLAR

O parâmetro que falta afinar para se dar início ao cálculo é a correcção do factor de incidência solar.

Para tal é necessário produzir os relatórios do programa referentes aos diversos meses em questão, *Tabela 39*, e efectuar o somatório para a componente horizontal por forma a poder ser feita uma comparação entre os valores que o *HAP* por defeito produz e os valores medidos nas cartas de incidência solar – "*INMG - Mapas Radiação Solar*".

Dividindo o valor obtido nos mapas de radiação solar (para o mês correspondente) pelo valor do HAP obtém-se um rácio que será aplicado na coluna "Multiplier", *Tabela* 38, no programa HAP (separador *Design Solar*) para acertar os valores.

***Tabela* 38 - Hap Design Solar**



Month	Multiplier	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
Jan	0,86	55,1	55,1	55,1	235,5	428,1	568,9	661,8	689,1	685
Feb	0,83	64,3	64,3	149,8	329,1	512,7	613,7	654,9	639,1	618
Mar	0,84	77,8	77,8	270,3	457,0	568,0	638,2	613,4	561,4	530
Apr	0,95	102,3	221,1	415,4	583,1	672,8	659,8	598,8	492,6	439
May	1,01	119,1	333,4	526,6	646,8	703,2	654,0	544,3	401,1	332
Jun	1,06	160,1	388,8	574,4	686,8	724,0	653,4	524,7	363,5	292
Jul	1,14	137,5	377,7	575,2	726,5	778,1	714,0	597,6	436,7	363
Aug	1,18	133,2	271,5	499,5	704,4	803,5	796,4	715,8	588,9	526
Sept	1,11	107,0	107,0	318,4	569,5	724,6	798,2	786,1	718,5	682
Oct	1,03	82,9	82,9	161,0	416,2	591,7	737,3	776,2	764,2	748
Nov	1,03	67,3	67,3	67,3	260,0	505,1	676,2	777,7	806,5	812
Dec	0,98	57,1	57,1	57,1	206,9	435,4	604,0	730,1	777,9	785

Tabela 39 - Relatório Hap Solar Heat Gains Janeiro

Location: Sassoeiros, Portugal

Design Total Solar Heat Gains for January

(Values for each exposure are expressed in W/m²)

Hour	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	
0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0800	9,7	10,3	50,8	159,0	235,2	271,4	267,0	220,1	
0900	33,6	33,6	43,7	273,8	497,8	635,6	670,5	605,4	
1000	49,3	49,3	51,1	150,9	448,7	661,5	769,6	758,0	
1100	59,4	59,4	59,4	63,4	269,9	553,4	734,0	801,2	
1200	64,0	64,0	64,0	64,0	87,7	361,4	616,6	765,7	
1300	63,1	63,1	63,1	63,1	64,8	141,1	440,7	667,3	
1400	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	59,9	226,7	519,8	
1500	44,9	44,9	44,9	44,9	44,9	44,9	64,4	331,8	
1600	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	28,6	132,0	
1700	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,3	
1800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1900	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Hour	**S**	**SSW**	**SW**	**WSW**	**W**	**WNW**	**NW**	**NNW**	**HOR**
0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	135,8	28,2	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	20,8
0900	441,3	193,4	36,1	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	142,3
1000	627,7	395,5	102,2	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	287,3
1100	744,0	571,8	295,6	64,4	59,4	59,4	59,4	59,4	394,2
1200	796,9	704,7	502,8	205,9	66,9	64,0	64,0	64,0	444,5
1300	786,9	784,6	661,0	430,6	132,3	64,6	63,1	63,1	434,9
1400	713,7	796,8	756,2	598,1	336,1	71,1	56,8	56,8	365,8
1500	576,6	723,7	756,2	672,7	482,3	199,0	47,5	44,9	243,3
1600	361,5	519,8	591,9	575,3	466,6	279,4	54,1	27,1	96,4
1700	15,7	27,4	34,3	35,5	31,6	22,3	8,5	1,2	1,9
1800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

***Tabela* 40 - Factores de Correcção a Aplicar no Programa HAP**

Hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	19	76,6	90,8	58,5	15,4	0	0	0	0
7	0	0	45,8	167,2	253,9	267,1	225,1	157,9	80,4	24,4	0	0
8	20,8	84,9	220	367,7	444,8	452,5	414,5	352,8	263,8	167,8	62,3	17,3
9	142,3	259,8	415,4	544,7	607,3	611,3	578,7	527	444,7	341,6	203,4	125,2
10	287,3	422,7	569,8	681,4	734,3	737	709,3	662,7	581,6	477,4	336,1	254,5
11	394,2	534,2	672,9	771,5	815,5	818,5	796,6	753,6	667,8	558,3	420	347,5
12	444,5	587,6	719,9	807,1	845,1	850,1	833,4	791,7	698,3	581,3	445,7	385,1
13	434,9	580,9	706,8	786,5	825	835,3	821,6	775,2	670,4	545,2	412	363,5
14	365,8	514,5	634,9	710,4	753,5	771,8	759,9	704,7	586,4	451,6	320,6	284,8
15	243,3	390,7	509,2	585,2	634,2	660,4	649,8	585,6	451,7	304,8	183,4	161,6
16	96,4	219,6	334,4	418,6	478,1	512,6	502	426,2	272,3	129,4	47,1	39,8
17	1,9	54,4	135,5	219,9	291,1	335,2	323,1	234,3	87,1	7	0	0
18	0	0	5,4	47,6	105,2	148,1	135,4	59,6	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0,8	16,2	9,1	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2431,4	3649,3	4970	6126,8	6865,4	7107	6817	6046,7	4804,5	3588,8	2430,6	1979,3
Dias / Mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Total W/Mês HAP	75373	102180	154070	183804	212827	213210	211327	187448	144135	111253	72918	61358,3
Total Mês Mapas	65000	85000	130000	175000	215000	225000	240000	222000	160000	115000	75000	60000
Rácio	***0,86***	***0,83***	***0,84***	***0,95***	***1,01***	***1,06***	***1,14***	***1,18***	***1,11***	***1,03***	***1,03***	***0,98***

Como se pode verificar pelo valor apresentado na linha rácio, da *Tabela* 40 existem diferenças substanciais face aos valores definidos inicialmente na base de dados do programa.

O programa encontra-se agora perfeitamente configurado a nível de parâmetros de projecto. O próximo passo será começar a configurar os diversos espaços que compõem o projecto inserindo os inputs necessários ao programa para se iniciar a fase de cálculo.

3.9.2. HAP – CÁLCULO

Tendo as correcções efectuadas é agora necessário criar no *HAP* os *inputs* referentes à *Unidade Farmacêutica.*

De maneira a facilitar a compreensão dos *inputs* atribuídos ao *HAP*, analise-se a *Fígura 35*.

***Fígura* 35 - Diagrama de Principio HAP**

Além das correcções efectuadas, para o programa gerar resultados há que definir horários de utilização. Neste projecto foram considerados duas situações distintas, uma para operadores e outra para uma situação permanente, visto o empreendimento funcionar 24h/24h, 365 dias por ano.

Começa-se por se criar os espaços referentes ao projecto, *Figura* 36, e inserir as características de cada um como: área, pé direito, ar novo aplicado ao espaço e a densidade de construção do edifício que foi mantida por definição, num valor médio.

Há ainda que definir as cargas internas aplicadas a cada local bem como a composição das paredes e da cobertura. Neste caso como se trata de uma estrutura dentro de um edifício, as salas foram consideradas como partições do próprio edifício. Na prática significa que o laboratório não terá contacto directo com as paredes nem com a cobertura do edifício, encontrando-se a

nave climatizada, com temperatura e humidade relativa constantes ao longo de todo o ano. - *Figura* 37 e *Figura* 38.

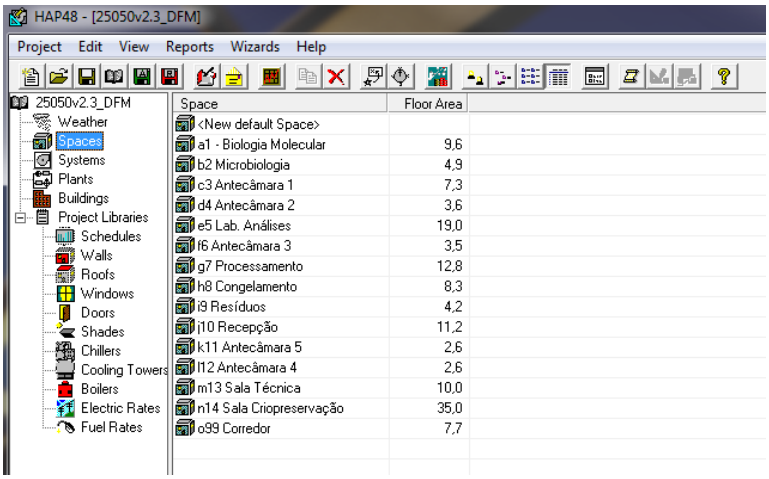


***Figura 36* - Criação dos Espaços no HAP**

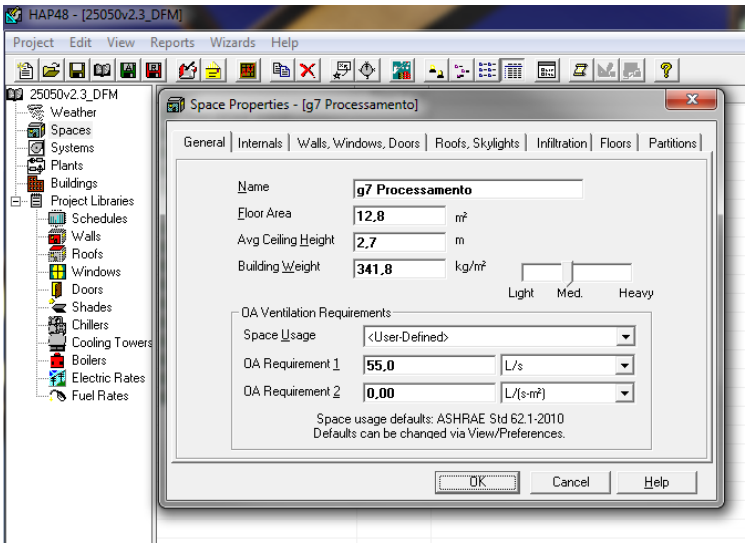


***Figura* 37 - Exemplo HAP da Sala de Processamento**

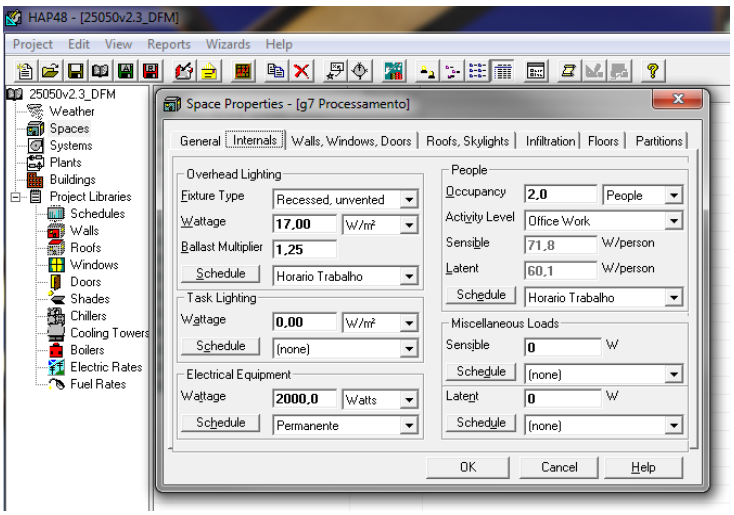


***Figura* 38 - Dados para a Sala de Processamento**

Estando todos os espaços caracterizados quanto às cargas térmicas associadas bem como definidos todos os restantes parâmetros de cálculo será necessário associar os espaços a sistemas.

Para este projecto serão considerados dois sistemas distintos. A cada sistema corresponderá uma unidade de tratamento de ar cuja divisão é efectuada, tendo em conta a classe das salas a que se destina. A *Figura* 39 mostra os dois sistemas criados no programa.

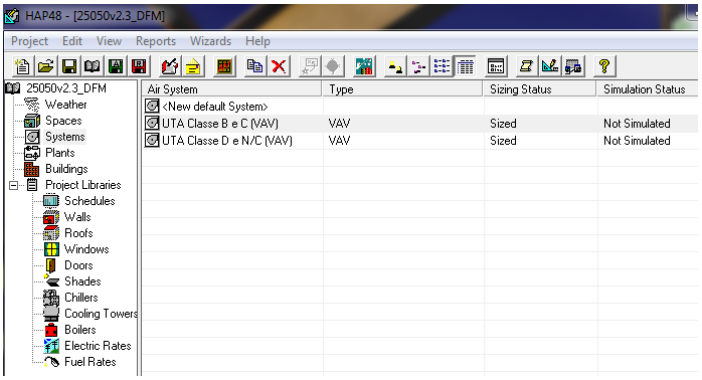


***Figura* 39 - Sistemas no HAP**

À semelhança do que foi feito nos espaços, será também necessário caracterizar os sistemas. Neste projecto para se poder ter acesso à informação sobre as condições interiores (temperatura) de cada espaço foi utilizado um artifício de cálculo no programa.

Apesar de se estar a trabalhar com caudal de ar constante, *CAV*, foi efectuado o cálculo partindo da premissa que seria um sistema de caudal de ar variável, *VAV*.

Com esta premissa conseguem visualizar-se as temperaturas individualmente por local. Olhando para o exemplo da UTA 2 associada à classe B - *Figura* 40.

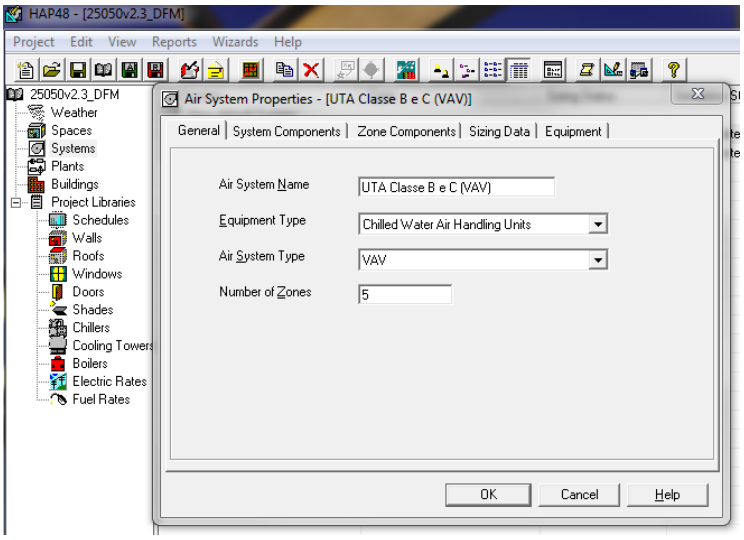


***Figura* 40 - Sistema Associado à UTA 2**

Para as unidades de tratamento de ar deste projecto não foram considerados recuperadores de calor contrariamente ao exigido pelo regulamento.

Esta opção justifica-se pelo tipo de aplicação e quantidade de ar novo que se está a inserir no sistema. A quantidade ar em recirculação é muito elevada quando comparada com a quantidade de ar novo. No momento em que o ar novo é admitido na UTA, o ponto de mistura dos dois caudais representa praticamente as condições da sala, não sendo por isso necessário o uso de recuperação de calor. Existe ainda a questão económica associada a este factor. A utilização de recuperação neste caso teria de ser efectuada segundo um sistema de *run round coil* o que iria encarecer bastante as unidades, desnecessariamente.

Posto isto, os elementos considerados para ambas as UTAS foram: Bateria de arrefecimento, Bateria de reaquecimento, humidificação, desumidificação, ventilador de insuflação, ventilador de retorno e sistema de condutas associado - *Figura* 41.

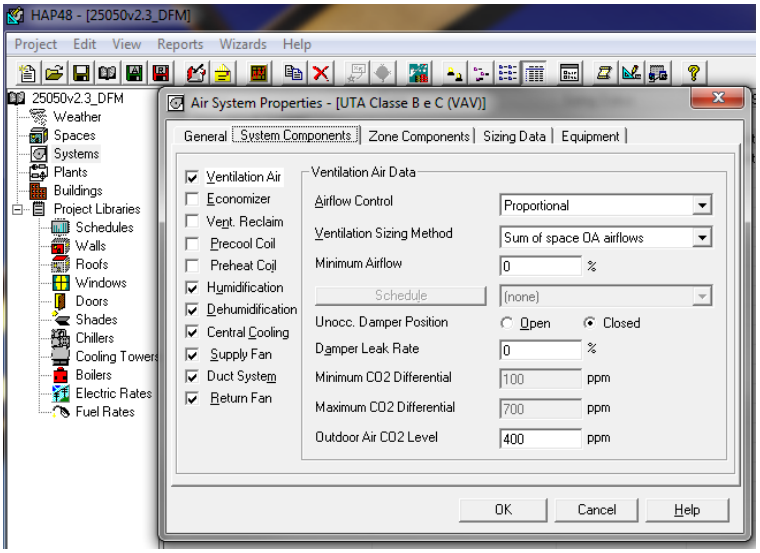


***Figura* 41 - Componentes dos Sistemas**

É também no sistema que se definem as condições interiores do sistema.

Em arrefecimento foram considerados 21°C de temperatura interior com uma margem de 1^{O}C, ou seja, quando forem detectados 22°C de temperatura no ar de retorno, a válvula de controlo da água fria, situada na UTA, regulará o caudal de água, de modo a iniciar-se o arrefecimento do ar e estabelecerem-se novamente as condições pretendidas - *Figura* 42.

O mesmo raciocínio aplica-se para a situação de aquecimento aquecimento mas para 20°C.

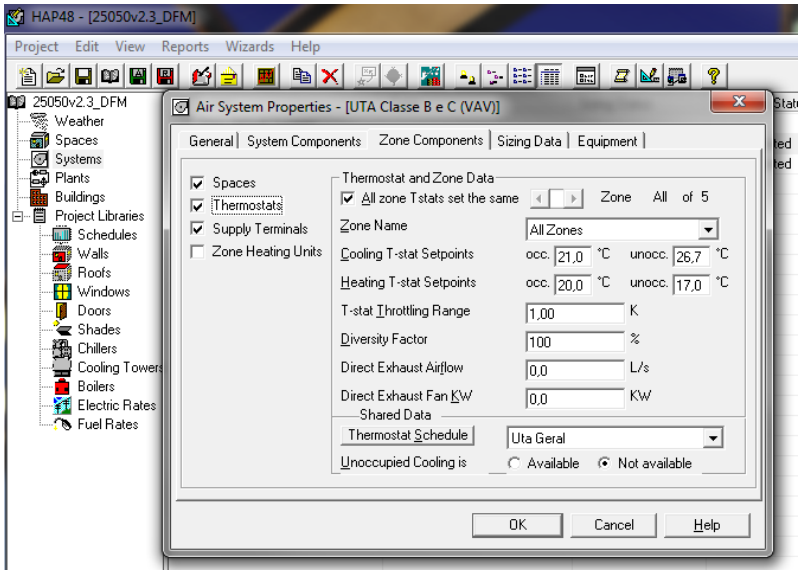


Figura **42 - Condições Interiores dos Espaços**

É também no separador afecto aos sistemas que serão fixados os valores referentes às recirculações horárias definidas na *Tabela 19*.

Com os valores de recirculações horárias fixados para os locais em questão, o programa efectuará os cálculos de acordo com as necessidades impostas - *Figura* 43.

À semelhança do que foi verificado anteriormente para a situação do ar novo, as recirculações horárias costumam ser muito superiores ao caudal necessário, numa situação normal, para vencer a carga térmica. Esta situação foi também ensaiada e constatada.

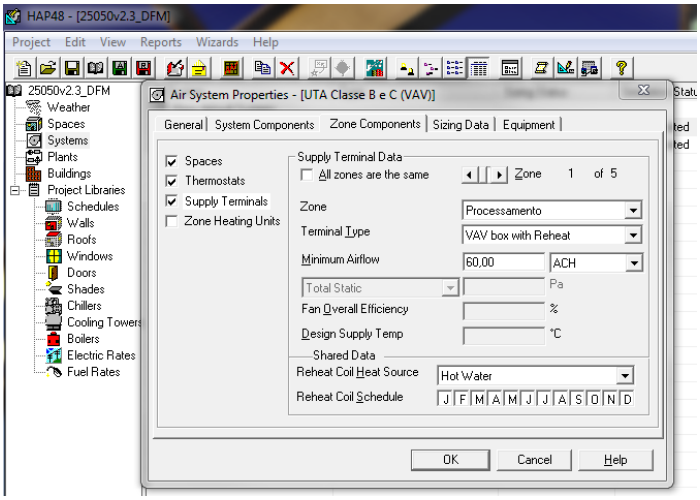


Figura **43 - Condições Interiores**

Será necessário também definir a quantidade de ar novo a insuflar nos espaços afectos a esta unidade de tratamento de ar.

O somatório dos caudais de ar novo necessário será definido pelo utilizador no separador *"Ventilation Airflow Rate"* - *Figura* 44 .

Será também necessário definir o diferencial térmico com que o *Chiller* e *Bomba de Calor* vão operar. Considerou-se uma diferencial de 5°C entre ida e retorno para ambos os casos.

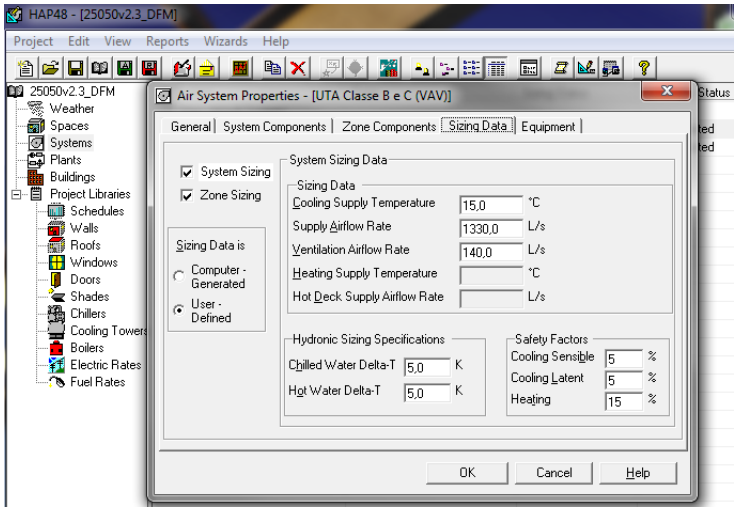


***Figura* 44 - Estabelecimento do Caudal de Ar Novo e Diferenciais Térmicos**

Tendo todos os parâmetros definidos é efectuada uma primeira simulação.

Com os valores obtidos na primeira simulação, corrigem-se neste momento os valores obtidos para voleres exactos. Por exemplo, numa situação de ser necessário 122 l/s são considerados 125 l/s. Os valores foram definidos como sendo múltiplos de 5.

O ajuste dos caudais efectuados na primeira simulação é efectuado no separador "*Zone Sizing*" – *"User Defined"* onde é possível ajustar os valores previamente calculados. - *Figura* 45

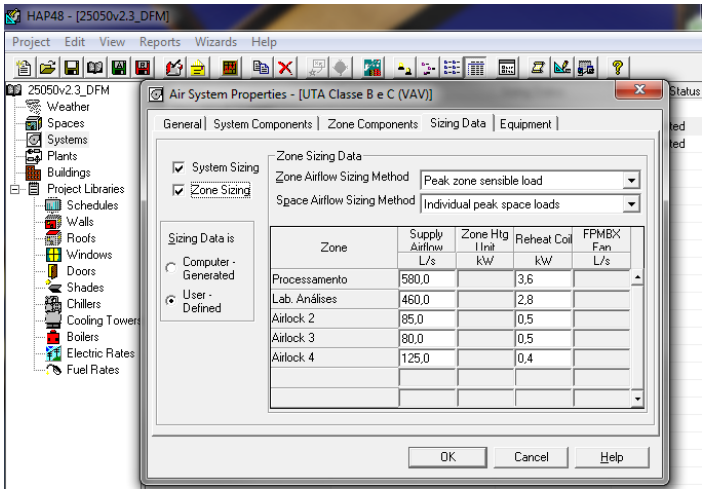


***Figura 45* - Estabelecimento do Caudal de Ar Novo e Diferenciais Térmicos**

Para se calcular o *Chiller* e Bomba de Calor recorre-se ao separador "*Plants*". Neste separador, *Figura* 46, serão criadas as centrais térmicas associadas à instalação.

Às centrais térmicas será necessário associar os sistemas criados anteriormente. A *Figura* 47 representa os sistemas associados ao chiller.

Neste ponto, o programa encontra-se totalmente configurado e pronto a gerar os relatórios associados ao projecto.

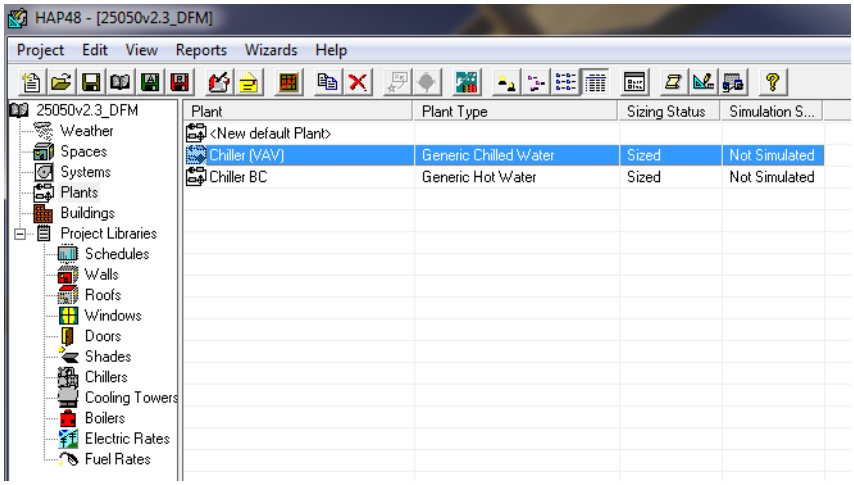


Figura 46 **- Centrais Térmicas no HAP**

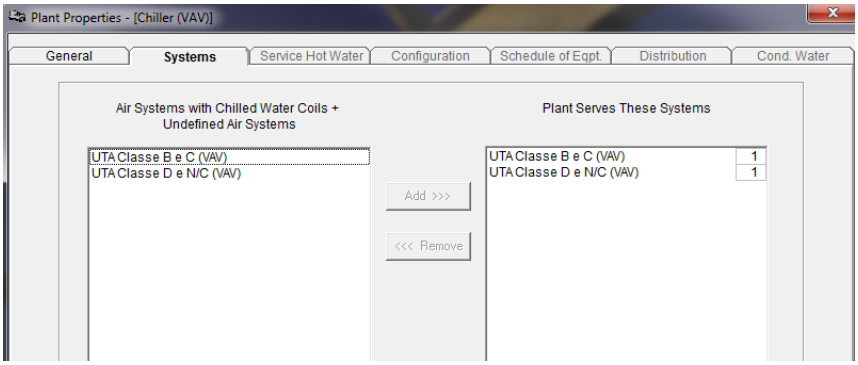


Figura 47 **- Sistemas Associados ao *Chiller***

Os relatórios gerados pelo *HAP* serão apresentados em apêndice.

3.10. OUTROS CÁLCULOS

3.10.1. DIMENSIONAMENTO DAS TUBAGENS

O diâmetro das tubagens foi efectuado tendo em conta que a velocidade máxima recomendada é de 1,5 m/s nos troços principais e 1,0 m/s nos troços secundários, de acordo com a seguinte expressão *f.31*:

$$Q = \pi * \frac{d^2}{4} * vel \ (f.31)$$

Q: Caudal em m^3/s

d: Diâmetro interior do tubo em m

vel: Velocidade de passagem em m/s.

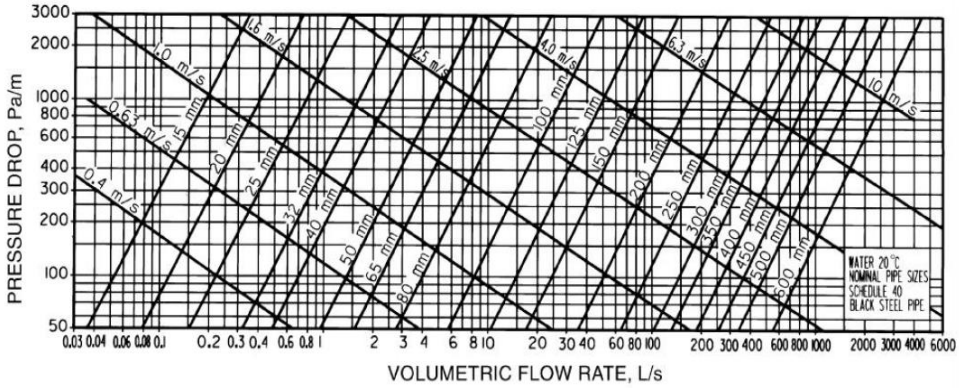


***Figura* 48 - Ábaco para Cálculo do Diâmetro de Tubagens em Aço**

O cálculo do diâmetro da tubagem foi efectuado recorrendo ao ábaco da Figura 48 presente na publicação da ASHRAE, referente a tubagens de Aço.

A perda de carga, como regra geral, não deve ultrapassar os 40 mm de coluna de água por metro linear de tubo.

3.10.2. DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS CIRCULADORAS

A movimentação dos fluidos faz-se coma a ajuda de bombas circuladoras (grupos de pressão accionados por um motor eléctrico), que fornecem ao fluido a energia necessária para o poder transportar a uma determinada pressão.

Esta energia deve vencer a resistência que opõe o fluido à sua passagem pela tubagem e seus componentes, de acordo com a *Figura* 49:

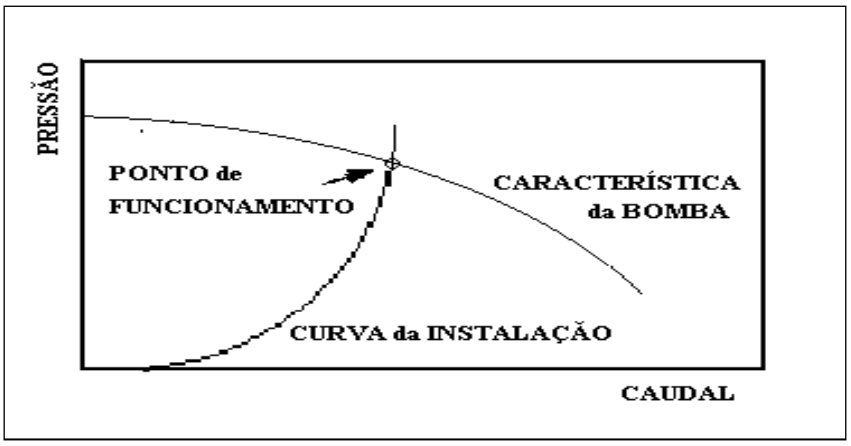


***Figura* 49 - Bomba, Pressão versus Caudal**

O ponto de funcionamento corresponde à intersecção entre a curva da instalação e a característica da bomba. As bombas foram seleccionadas para que o ponto de funcionamento se situe na zona central da sua curva característica.

Os cálculos serão apresentados em apêndice.

3.10.3. DIMENSIONAMENTO DOS DEPÓSITOS DE INÉRCIA

O dimensionamento dos depósitos de inércia é um ponto extremamente importante no dimensionamento das instalações hidráulicas.

Este depósito de inércia irá actuar como volante de inércia da instalação permitindo cobrir picos de potência necessária bem como arranques desnecessários por parte do *Chiller* / Bomba de Calor.

Na prática a instalação deste “banco de energia” permitirá um regime de funcionamento mais favorável quer para a instalação quer para a unidade produtora de água fria ou água quente.

Existem diversas formas de se calcular este volante de inércia. De uma forma mais prática pode utilizar-se as recomendações do fabricante dos Chillers / Bombas de Calor que para situações de potências baixas, nomeadamente para o chiller seleccionado, recomendam 2,5 l por cada kW de

potência frigorífica/calorífica. Para equipamentos de maiores potências costuma aplicar-se cerca de 5 l por kW.

Neste caso o depósito de inércia será calculado recorrendo a uma publicação do fabricante *Grundfos – Flow Thinking* que aborda o tema dos depósitos de inércia e a importância que representam numa instalação hidráulica.

De acordo com a *Grundfos*, a fórmula de cálculo para um depósito de inércia é a representada pela equação *f.32*:

$$Vol = \frac{Qpmin - Qsmin}{\frac{60}{tmin}} \quad (f.32)$$

Qpmin: Caudal mínimo no primário em m3/h

Qsmin: Caudal mínimo no secundário em m3/h

$\boldsymbol{tmin}$**:** tempo de funcionamento mínimo do chiller em minutos

Por vezes é difícil determinar o ponto mínimo de funcionamento das bombas. Por razões de funcionamento, a frequência das mesmas não deverá descer abaixo dos 30 Hz. Dado o chiller selecionado possuir módulo hidráulico incorporado com variação de caudal, será considerado que o caudal mínimo que circulará no circuito primário corresponderá a 40% do caudal nominal do chiller.

Para as bombas do circuito secundário considerou-se que, de acordo com a selecção efectuada, estas iriam até 25% do caudal nominal de funcionamento da instalação.

Desta forma:

Q nominal do chiller:2.84 l/s, logo:

$$Qpmin = 2.84 * 3.6 * 0.4 = 4\ m3/h$$

Q nominal do secundário:2.84 l/s, logo:

$$Qsmin = 2.84 * 3.6 * 0.25 = 2.55\ m3/h$$

Os cálculos serão apresentados em apêndice para um tempo de funcionamento mínimo, do Chiller, de 20 minutos.

O mesmo raciocínio foi aplicado para o circuito de água quente.

3.10.4. DIMENSIONAMENTO DOS VASOS DE EXPANSÃO

O dimensionamento dos vãos de expansão será realizado de acordo com um documento do fabricante *CALEFFI – 01079/02P – Vasos de Expansão.*

A função de um vaso de expansão será absorver o aumento e diminuição do volume da água na instalação. Numa instalação de arrefecimento com água a 7°C, no momento de arranque da instalação a água encontra-se, regra geral, a uma temperatura superior ocupando desta forma um volume maior. A água, ao ser arrefecida, ocupará um volume menor, ainda que ligeiro, e a alteração de volume provocada no sistema será compensado pelo vaso de expansão. O mesmo raciocínio deverá ser tido em conta para a questão da água quente, mas de forma inversa.

A *Figura* 50 representa o coeficiente de dilatação da água em função da sua temperatura, para água inicialmente a 4 ^{o}C.

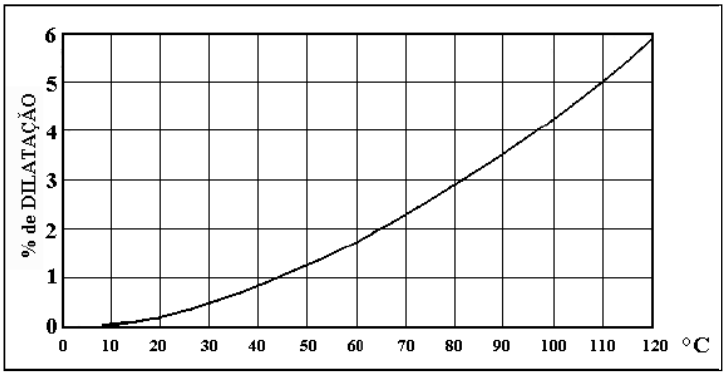


***Figura* 50 - Coeficiente de Dilatação da Água**

O volume útil do vaso de expansão será calculado recorrendo à seguinte fórmula *f.33*:

$$Vol = \frac{e * C}{1 - \frac{Pi}{Pf}} \ (f.33)$$

***Vol*:** Volume útil em m^3

***e*:** coeficiente de Expansão da Água, calculado com base na diferença de temperaturas inicial e final.

C: Volume total de água do sistema (volume de água nas tubagens + volume de água do volante de inércia)

Pi: Pressão absoluta inicial, bar, à cota que é instalado o vaso, representada pela pressão hidrostática + 0.3 bar + Patm (1bar). Na prática é a pressão de pré carga do vaso aumentada de 1 bar.

Pf: Pf – Pressão absoluta final representada pela pressão máxima de exercício da instalação + Patm. Na prática é a regulação da válvula de segurança aumentada de 1 bar.

Sendo que:

Coef. Expansão Água: Coeficiente de Expansão da água: Será utilizado um valor médio correspondente a uma diferença de temperatura de 20 graus, tanto para arrefecimento como para aquecimento: 0.0018

Pressão Inicial: 1 bar + 0.5 bar = 1.5 bar

Pressão Final: 3.5 bar + 1 bar = 4.5 bar

Os cálculos serão apresentados em apêndice.

3.10.5. DIMENSIONAMENTO DO SEPARADOR DE AR

O separador de ar é uma peça essencial em qualquer instalação de climatização. Este dispositivo é utilizado para eliminar de forma contínua o ar presente no circuito hidráulico. Uma instalação que contenha ar nas tubagens produzirá ruído, corrosão, sobreaquecimentos localizados e avarias mecânicas dos equipamentos que fazem parte da cadeia da rede hidráulica. Por estes motivos é essencial a instalação de um dispositivo deste género em qualquer instalação hidráulica aplicada à climatização (e não só).

De acordo com o fabricante *CALEFFI*, o separador de ar será dimensionado em função do ábaco da *Figura* 51:

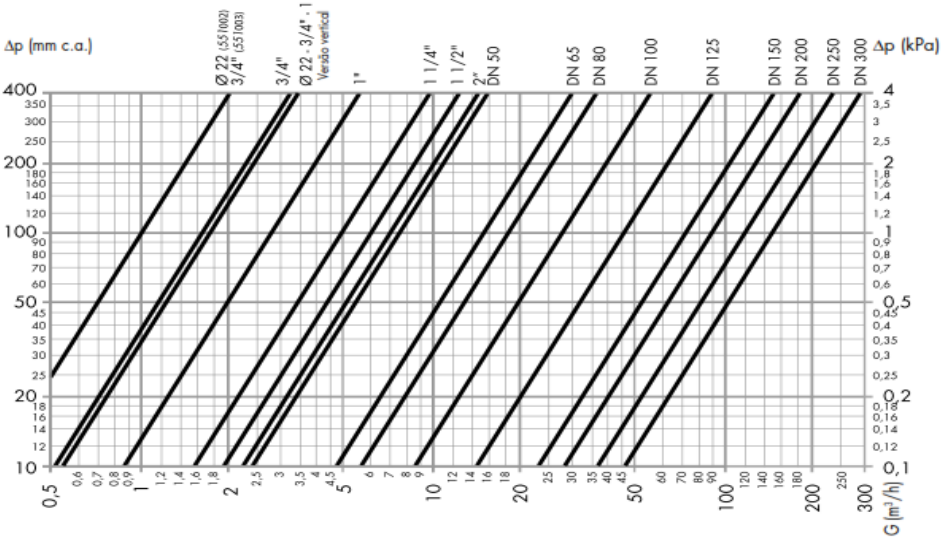


***Figura* 51 - Ábaco para Selecção do Separador de Ar**

As selecções de ambos os separadores de ar foram efectuadas tendo em conta o ábaco da *Figura* 51 e serão apresentadas em apêndice.

3.10.6. DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS

A rede de condutas foi calculada utilizando o método de perda de carga constante utilizando as réguas de cálculo disponibilizadas pelos vários fabricantes como por exemplo a *France Air*.

De referir ainda que os limites de velocidade nas condutas, numa rede de distribuição de ar, deverão ser os seguintes:

Troços Principais:	máximo de 7,0 m/s
Troços Intermédios:	máximo de 5,0 m/s
Insuflação:	máximo de 2,5 m/s
Retorno:	mínimo de 3,0 m/s

3.10.7. DIMENSIONAMENTO DO CHILLER E BOMBA DE CALOR

O *Chiller* e a Bomba de Calor serão dimensionados recorrendo ao cálculo resultante do programa *HAP*. A selecção será apresentada em apêndice.

3.10.8. DIMENSIONAMENTO DAS UTAS

As UTAS serão dimensionadas e seleccionadas de acordo com os resultados originados pelo *HAP*. As selecções serão apresentadas em apêndice.

3.10.9. DIMENSIONAMENTO DOS DIFUSORES E GRELHAS

A selecção das grelhas e difusores será efectuada de acordo com as necessidades de cada espaço. A selecção será apresentada em apêndice.

4. SOLUÇÃO, ENQUADRAMENTO E RESULTADOS

A solução a implementar para o projecto de AVAC do presente empreendimento contempla a utilização de duas unidades de tratamento de ar (UTA), instaladas na cobertura do edifício, que servirão duas zonas distintas, a saber:

- Zona 2: Salas de Classe B e C
- Zona 1: Salas de Classe D e restantes zonas não classificadas

As UTAS efectuarão a insuflação e o retorno do ar através duma rede de condutas que se desenvolve ao longo de 3 níveis do edifício:

- Cobertura
- Piso Intermédio
- Tecto dos Laboratórios

Esta solução é justificada pelas características que o edifício apresenta. Desta forma cria-se espaço para se poder trabalhar e efectuar operações de manutenção mais facilmente no futuro.

A Zona 2 será servida pela UTA 2 e equipada com difusores e filtração terminal nos mesmos.

A Zona 1 será servida pela UTA 1 e terá filtração absoluta na UTA.

O retorno do ar será efectuado através de grelhas de retorno com registo situadas a nível baixo nas diversas salas que compõem o empreendimento.

As UTAS serão alimentadas através duma central técnica localizada na cobertura que contemplará um CHILLER e uma BOMBA DE CALOR.

Tanto o CHILLER como a BOMBA DE CALOR serão instalados na cobertura, concentrando assim os equipamentos “pesados” na mesma zona facilitando o trabalho da manutenção.

A regulação e controlo dos caudais de ar em jogo para os diversos espaços será efectuada através de registos do tipo VAV tanto na insuflação como no retorno.

Desta forma consegue controlar-se os caudais e efectuar os ajustes necessários de forma a manter o número de recirculações previstas bem como a hierarquia de pressões estabelecida.

Por fim estes registos comunicarão com a GTC na qual se poderá monitorizar e alterar as condições de funcionamento dos mesmos.

Quanto aos materiais de uso corrente como suportagem, condutas e rede de tubagem, estes serão executados de acordo com o seguinte:

- CONDUTA RECTANGULAR E SPIRO

Construídas em chapa de aço galvanizado do tipo rectangular e SPIRO, serão montadas utilizando acessórios próprios para cada tipo de conduta. A suspensão das mesmas será efectuada por meio de abraçadeiras ou perfil em aço galvanizado, com borracha, suspensas por varão roscado em aço galvanizado sendo este fixado à estrutura através de bucha adequada.

- ISOLAMENTO CONDUTA RECTANGULAR E SPIRO

Para isolamento das condutas utilizar-se-á manta isolante de lã de rocha com 30mm de espessura do tipo ISOAIR ARENA com 30 mm de espessura.

- TUBAGEM DA REDE HIDRÁULICA

Para a rede hidráulica pretende-se que seja instalada tubagem do DIN2440, ferro preto com costura executada em *Pressfit* até diâmetro 54mm e *Ranhurada* nos diâmetros superiores. A tubagem será isolada com isolamento do tipo Armacell ou equivalente de acordo com as espessuras recomendadas no regulamento.

A tubagem será suportada recorrendo a abraçadeiras e perfil metálico, sendo este assente na cobertura. Não se efectuarão furações na cobertura, excepto nos atravessamento da conduta e onde absolutamente necessário.

Todas as especificações encontram-se em apêndice nas fichas de especificações de materiais e equipamentos.

4.1. REGULAMENTOS E NORMAS APLICADAS

Durante a elaboração do presente projecto foram consultados e adoptadas as recomendações e especificações dos seguintes documentos (regulamentação em vigor em Portugal):

- Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de Julho (aprova o conteúdo obrigatório do programa e do projecto de execução, bem como os procedimentos e normas a adoptar na elaboração e faseamento de projectos de obras públicas);
- Normas referentes à Segurança e Higiene no Trabalho. (Dec. Lei nº 441/91, 26/94, 7/95 e 155/95);
- Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE - Dec. Lei nº 78/2006 de 4 de Abril);
- Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE — Dec. Lei nº 79/2006 de 4 de Abril);
- Regulamentação aplicável de Segurança Contra Incêndios: Dec. Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro; Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro.
- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio, com as alterações expressas no Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho).
- Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 310/2002, de 18 de Dezembro e Portaria 138/2005 de 2 de Fevereiro, com as alterações expressas no Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro).
- EN 15251:2008 de 2007 (Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics);
- EN 13779 de 2007 (Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems).
- International Standard ISO 14644-1 Cleanroom and associated controlled environments – Part 1 : Classification of air cleanliness. May 1, 1999.
- International Standard ISO 14644-2 Cleanroom and associated controlled environments – Part 2 : Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with ISO 14644-1. September 15, 2000
- International Standard ISO 14644-3 Cleanroom and associated controlled environments – Part 3 : Metrology and test methods. April 23, 2002
- Eudralex - The Rules Governing Medicinal Products in the European Union – Volume 4 – Good Manufacturing Practice – Medicinal Products for Human and Veterinary Use. 25 November, 2008

4.2. RESUMO DOS RESULTADOS E CONDIÇÕES DE PROJECTO

CONDIÇÕES EXTERIORES

***Tabela* 41 - Condições Exteriores**

Temperatura De Projecto Verão Bolbo Seco	33.9 ^{O}C
Temperatura De Projecto Verão Bolbo Húmido	22.6 ^{O}C
Temperatura De Projecto Inverno Bolbo Seco	3.2 ^{O}C
Temperatura De Projecto Inverno Bolbo Húmido	3.2 ^{O}C

CONDIÇÕES INTERIORES

***Tabela* 42 - Condições Interiores**

Temperatura Interior Verão	21 ºC +/- 2 ºC
Temperatura Interior Inverno	20 ºC +/- 2 ºC
Humidade Relativa Mínima	45%
Humidade Relativa Máxima	55%

TEMPERATURA DA ÁGUA

***Tabela* 43 - Temperatura da Água Fria**

Temperatura da Água Ida	7 ^{O}C
Temperatura da Água Retorno	12 ^{O}C

***Tabela* 44 - Temperatura da Água Quente**

Temperatura da Água Ida	35 ^{O}C
Temperatura da Água Retorno	30 ^{O}C

UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR – CÁLCULO TEÓRICO

***Tabela* 45 - Caracteristicas UTA 1 - Teórico**

	Insuflação	**Retorno**
Recuperação	N/A	
Ar Novo (l/s)	215	
Caudal Total (l/s)	2095	2195
Pot. Bateria Frio Total	26.9 KW	
Pot Bateria Frio Sensível	24.2 KW	
Potência Bateria Calor	8KW	
Filtro 1	G4	F5
Filtro 2	F9	
Filtro 3	H14	
Controlo	SIM	

***Tabela* 46 - Características UTA 2 - Teórico**

	Insuflação	**Retorno**
Recuperação	N/A	
Ar Novo (l/s)	140	
Caudal Total (l/s)	1330	1190
Pot. Bateria Frio Total	18.0 kW	
Pot Bateria Frio Sensível	16.3 kW	
Potência Bateria Calor	7kw	
Filtro 1	G4	F5
Filtro 2	F9	
Controlo	Sim	

CHILLER E BOMBA DE CALOR - CÁLCULO TEÓRICO

***Tabela* 47 - Características *Chiller* e Bomba de Calor - Teórico**

Chiller	45 kW
Bomba De Calor	16 kW

UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR – CÁLCULO REAL

***Tabela* 48 - Caracteristicas UTA 1 - Real**

	Insuflação	Retorno
Recuperação	N/A	
Ar Novo (l/s)	215	
Caudal Total (l/s)	2095	2195
Pot. Bateria Frio Total	40.1 kW	
Potência Bateria Calor	11.5 kW	
Filtro 1	G4	F5
Filtro 2	F9	
Filtro 3	H14	
Controlo	Sim	

***Tabela* 49 - Características UTA 2 - Real**

	Insuflação	Retorno
Recuperação	N/A	
Ar Novo (l/s)	140	
Caudal Total (l/s)	1330	1190
Pot. Bateria Frio Total	30.2 kW	
Potência Bateria Calor	5 kw	
Filtro 1	G4	F5
Filtro 2	F9	
Controlo	Sim	

CHILLER E BOMBA DE CALOR - CÁLCULO REAL

***Tabela* 50 - Características *Chiller* e Bomba de Calor - Real**

Chiller	70 kW
Bomba De Calor	16 kW

4.3. RESULTADOS

Os resultados dos cálculos bem como todas as peças desenhadas realizadas para o presente Trabalho de Projecto serão apresentados sob a forma de apêndices.

Como se pode ver nas *Tabelas* 48, 49 e 50, há diferenças entre o cálculo teórico efectuado pelo HAP e a selecção real por parte dos fabricantes. Esta situação é normal pois cada fabricante tem o próprio programa de selecção, o qual efectua o cálculo aplicando considerações que não são aplicadas no HAP.

Nos apêndices, estarão todos os cálculos efectuados bem como as selecções dos equipamentos.

Foi também efectuada uma lista de quantidades e referente valorização da empreitada.

A lista de apêndices que compõem o documento é a seguinte:

4.4. LISTA DE APÊNDICES

***Tabela 51* - Lista de Apêndices**

Apêndice A	Lista de Salas e Cálculos Associados
Apêndice B	Relatório *HAP* – Zona 1 - Salas Classe D e N/C
Apêndice C	Relatório *HAP* – Zona 2 - Salas Classe B e C
Apêndice D	Relatório *HAP* Chiller
Apêndice E	Relatório *HAP* Bomba de Calor
Apêndice F	Fichas Técnicas
Apêndice G	Selecção Chiller
Apêndice H	Selecção Bomba de Calor
Apêndice I	Selecção UTA 1
Apêndice J	Selecção UTA 2
Apêndice K	Cálculo e Selecção Depósito de Inércia
Apêndice L	Cálculo e Selecção Vaso de Expansão
Apêndice M	Cálculo e Selecção Separador de Ar
Apêndice N	Cálculo e Selecção da Bomba 1 e 2
Apêndice O	Cálculo e Selecção da Bomba 3 e 4
Apêndice P	Selecção de Difusores
Apêndice Q	Selecção de Grelhas de Retorno
Apêndice R	Selecção de Registos de Caudal de Ar
Apêndice S	Lista de Quantidades e Preços Unitários

4.5. LISTA DE PEÇAS DESENHADAS

***Tabela 52* - Lista de Peças Desenhadas**

TFM_01	Identificação dos Espaços
TFM_02	Cascata de Pressões e Caudais de Fuga
TFM_03	Rede Aerólica Laboratório
TFM_04	Rede Aerólica do Piso Intermédio
TFM_05	Rede Aerólica da Cobertura
TFM_06	Pormenor de Montagem
TFM_07	Traçado da Tubagem e Implantação dos Equipamentos
TFM_08	Mapa de Registos de Caudal de Ar
TFM_09	Mapa Difusão, Depósitos e UTAS
TFM_10 (10.1 a 10.4)	Diagrama P&ID Zona 1 – UTA 1 (1 a 4)
TFM_11 (11.1 a 11.3)	Diagrama P&ID Zona 2 – UTA 2 (1 a 3)
TFM_12	Esquema de Princípio e P&ID
TFM_13	Simbologia

5. CONCLUSÃO

A realização do presente Trabalho de Projecto visou o estudo de uma das áreas mais complexas ligadas à área da climatização. A realização de um projecto afecto a salas limpas requer sensibilidade e conhecimentos críticos acerca do funcionamento de uma instalação deste tipo. A realização deste projecto permitiu uma abordagem científico-prática a uma problemática real e de elevado grau de especialização e especificidade.

A abordagem efectuada neste documento permitiu aprofundar os conhecimentos aplicados às salas limpas bem como as razões que estiveram na génese da sua criação e sucessivos melhoramentos.

Regra geral, a evolução está sempre ligada a um estado de necessidade e o caso das salas limpas não foge a esta regra. Se por um lado existiram motivações relacionadas com a preservação da vida humana, basta recordar os problemas que afectavam os pacientes no pós-operatório, por outro lado a indústria da guerra e mais recentemente a indústria electrónica e dos semiconductores fizeram com que o desenvolvimento deste tipo de salas fosse possível e de uma forma extremamente rápida.

A importância do cumprimento das normas e directivas impostas pela indústria é essencial para o sucesso de uma instalação com estas características.

No actual contexto empresarial, num mercado cada vez mais competitivo, a exigência é cada vez maior e inversamente proporcional ao número de erros ou falhas.

A qualidade do ar interior, através do número de recirculações de ar, é o elemento chave para manter as condições pretendidas e reguladas de acordo com a norma ISO 14644 e pelas directivas GMP.

Sendo as pessoas a grande fonte de contaminação, foi interessante constatar as diferenças que representam um correcto comportamento e fardamento por parte dos operadores na libertação de contaminantes. Se for efectuado um investimento na formação dos operadores e no seu fardamento, o grau de libertação de contaminantes baixa consideravelmente.

Uma menor libertação de contaminantes permitirá imediatamente aplicar um número de recirculações horárias menor o que se reflecte em ganhos económicos tanto a nível de instalação como de exploração das instalações.

Há que ter atenção relativamente à eficiência dos equipamentos a utilizar. Geralmente, este tipo de instalações funciona 24h/24h/365dias pelo que um correcto dimensionamento e selecção dos equipamentos trará benefícios económicos a curto prazo.

De referir ainda o elevado custo que uma instalação destas representa. A instalação de resgistos do tipo VAV juntamente com o controlo associado representam uma percentagem grande do

valor desta empreitada. Poderia optar-se pela instalação de registos de caudal constante, do tipo automáticos, mas a calibração da instalação seria bem mais complexa e qualquer ajuste seria mais difícil de executar.

Esta solução permite uma maior flexibilidade da instalação, já que se torna muito mais fácil de adaptar qualquer sala a condições de funcionamento diferentes, dentro das possibilidades e limitações existentes.

6. BIBLIOGRAFIA

[1]. International Standard ISO 14644-1(May 1, 1999) ***Cleanroom and associated controlled environments – Part 1 : Classification of air cleanliness***

[2]. International Standard ISO 14644-2, (September 15, 2000) ***Cleanroom and associated controlled environments – Part 2 : Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with ISO 14644-1***

[3]. International Standard ISO 14644-3, (April 23, 2002) ***Cleanroom and associated controlled environments – Part 3 : Metrology and test methods***

[4]. European Commission, (2008) ***Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use***

[5]. W. Whyte. John Wiley & Sons. (October 1999) ***Cleanroom Technology - Fundamentals of Design, Testing and Operation*** *, Second Edition. Edited by Publication.*

[6]. ASHRAE. (2007) ***Clean Spaces,*** **HVAC APLICATIONS,** SI Edition Chapter 16

[7]. ASHRAE. (2003) ***Room Pressure for Critical Environments,*** ASHRAE Journal

[8]. ASHRAE. (2004) ***Understanding Farmaceutical Cleanroom Design,*** ASHRAE Journal

[9]. Bhatia, A., (2012) ***A Basic Design Guide for Clean Room Applications***, PDH Online Course M143 (4PDH)

[10]. Grondzik, Walter T., ***Air Conditioning System Design Manual***, Second Edition.

[11]. *CAMFIL FARR– (2012)* ***Clean Room Design Standards & Energy Optimization***

[12]. C. Santos e L. Matias, (2009) ***Coeficientes de Transmissão Térmica Dos Elementos da Envolvente dos Edifícios***, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa

[13]. ISPE, (2011) ***Sterile Product Manufacturing Facilities*** *Volume 3, Second Edition*

[14]. ISPE, (2009) ***Heating Ventilation and Air conditioning****, HVAC*

[15]. Holbrook, D, *(2010)* ***Controlling Cotamination: The Origins of Clean Room Technology***

[16]. Kapoor and Gupta, J.C. and M., (2003) ***Elements os Clean-Room Technology and Contamination Control***, Defence Science Journal, Vol. 53, No. 3, pp. 249-258

[17]. Chyan, L. H., ***Federal Standard 209e For Cleanroom - An Obsolete Document!***

[18]. *Hutten, I. M.,* (2007) ***Handbook of Non-Woven Filter Media****,* Elsevier Science & Technology Books, ISBN 1856174417

[19]. Health Sciences Authority, (January 2013) ***Guidance Notes on Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) Systems for Manufacturer of Oral Solid Dosage Forms***, Health Products Regulation Group Guide-MQA-023-004

[20]. World Health Organization, (June 2010) ***Supplementary Guidelines On Good Manufacturing Practices For Heating, Ventilation And Air-Conditioning Systems For Non-Sterile Pharmaceutical Dosage Forms***, QAS/10.342/REV1

[21]. EN 15251, (2008), **Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics**;

[22]. EN 13779 (2007) **Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems**.

[23]. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, RSECE - Dec. Lei nº 79/2006 de 4 de Abril);

[24]. *http://www.iest.org/Standards-RPs/ISO-Standards/ISO-14644-Standards*

[25]. *https://www.terrauniversal.com/*

[26]. http://www.kingspanpanels.co.uk/

7. APÊNDICES

APÊNDICE A

Trabalho Final de Mestrado

Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica

Lista de Salas e Cálculos Associados

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
1	26-11-2015	Caracterização Espaços da Unidade Farmacêutica
2	25-02-2016	Inserção de Dados e Correções
3	14-10-2016	Versão Final

Sala Nº	Piso	Designação	Área Útil (m²)	Pé Direito (m)	Volume (m³)	Iluminação (W)	Observações
1	Piso 0	Biologia Molecular	9,64	3,0	28,9	216,0	
2	Piso 0	Microbiologia	4,92	3,0	14,8	108,0	
3	Piso 0	Airlock 1	7,28	2,7	19,7	216,0	
4	Piso 0	Airlock 2	3,64	2,7	9,8	108,0	
5	Piso 0	Laboratório de Análises	18,53	2,7	50,0	432,0	
6	Piso 0	Airlock 3	3,52	2,7	9,5	108,0	
7	Piso 0	Processamento	12,81	2,7	34,6	216,0	
8	Piso 0	Congelamento	15,09	2,7	40,7	324,0	
9	Piso 0	Resíduos	4,19	2,7	11,3	108,0	
10	Piso 0	Recepção	11,15	3,0	33,5	216,0	
11	Piso 0	Airlock 5	2,57	2,7	6,9	432,0	
12	Piso 0	Airlock 4	2,57	2,7	6,9	432,0	
13	Piso 0	Sala Técnica	10,00	3,0	30,0	432,0	
14	Piso 0	Sala de Criopreservação	36,35	3,0	109,1	432,0	
99	Piso 0	Corredor	7,68	3,0	23,0	432,0	
		Total	**149,94**		**429**		

Sala Nº	Designação	Dens. Ilum. (W/m^2)	Dens. de Ocup. (m^2/Pessoa)	Designação Equipamento	Dissipação Equipamento						Condições		Pressão Absoluta (Pa)	Pressão Sonora (dBA)	Ar Novo (l/s)	Extracção		Obs.
					Equip. (W)	Total Equip. (W)	Coef. Pot. (%)	Coef. Extr. (%)	Coef. Simult. (%)	Carga (W)	Temp. (ºC)	Hum. (%)				Nº Pontos	Caudal (l/s)	
1	Biologia Molecular	23	9,64	Cobas Apliprep; Cobas Taqman 96; Hamilton Star	2800	2800	0,5	1	1	1400	22±2ºC	50±5%	10	≤ 30 dB	40	-	-	Classe - S/C
2	Microbiologia	22	4,92	Bactec	1000	1000	0,5	1	1	500	22±2ºC	50±5%	10	≤ 30 dB	40	-	-	Classe - S/C
3	Airlock 1	30	7,28	Estimado					1	500	22±2ºC	50±5%	25	≤ 30 dB	20	-	-	Classe D
4	Airlock 2	30	3,64	Estimado					1	500	22±2ºC	50±5%	40	≤ 30 dB	15	-	-	Classe C
5	Laboratório de Análises	24	18,53	Proc. Sangue; coolmix; Proc Sangue; hermle Z400; bomba infusora	2450	2450	0,7	1	1	1715	22±2ºC	50±5%	50	≤ 30 dB	40	-	-	Classe C
6	Airlock 3	31	3,52	Estimado					1	500	22±2ºC	50±5%	65	≤ 30 dB	15	-	-	Classe B
7	Processamento	17	12,81	Echo; Citómetro; Cont. Hem.; Balança; vortex; Selador	2900	2900	0,7	1	1	2030	22±2ºC	50±5%	75	≤ 30 dB	55	-	-	Classe B
8	Congelamento	22	15,09	Congelador	2000	2000	0,7	1	1	1400	22±2ºC	50±5%	25	≤ 30 dB	25	-	-	Classe D
9	Resíduos	26	4,19	Estimado					1	500	22±2ºC	50±5%	0	≤ 30 dB	10	-	-	Classe - S/C
10	Recepção	20	11,15	Estimado					1	1000	22±2ºC	50±5%	15	≤ 30 dB	15	-	-	Classe D
11	Airlock 5	169	2,57	Estimado					1	500	22±2ºC	50±5%	15	≤ 30 dB	10	-	-	Classe D
12	Airlock 4	169	2,57	Estimado					1	500	22±2ºC	50±5%	40	≤ 30 dB	15	-	-	Classe C
13	Sala Técnica	44	10						1		22±2ºC	50±5%	0	≤ 30 dB	0	-	-	Classe - S/C
14	Sala de Criopreservação	12	36,35	Estimado					1	4000	22±2ºC	50±5%	15	≤ 30 dB	50	-	-	Classe D
99	Corredor	57	7,68						1		22±2ºC	50±5%	5	≤ 30 dB	10	-	-	Classe - S/C
									1						-			
	Totais	-	-		**11.150**	**11.150**	-	-	-	**15.045**	-	-	-	-	**360**	**0**	**0**	

Sala Nº	Designação	Equipamento	Caudal de Ar Tratado em Recirculação			Ar Novo	TRA in (l/s)	TRA out (l/s)	ETA (l/s)	EHA (l/s)	Nº de Renovações Final (RPH)	Observações
			Mínimo para vencer a carga térmica (Cálculo HAP)	Exigido pelo Cliente (l/s)	Adoptado (l/s)	ODA (l/s)						
1	Biologia Molecular		320	320	320	40	0	40	280	0	40	
2	Microbiologia		135	135	135	40	0	40	95	0	33	
3	Airlock 1		115	160	160	20	70	55	175	0	20	
4	Airlock 2		57	85	85	15	55	70	70	0	30	
5	Laboratório de Análises		340	460	460	40	70	110	420	0	30	
6	Airlock 3		57	80	80	15	55	70	65	0	30	
7	Processamento		340	580	580	55	0	55	525	0	60	
8	Congelamento		247	300	300	25	70	55	315	0	20	
9	Resíduos		125	125	125	10	0	0	125	0	40	
10	Recepção		179	250	250	15	55	55	250	0	20	
11	Airlock 5		140	160	160	10	55	0	215	0	20	
12	Airlock 4		106	125	125	15	55	70	110	0	30	
13	Sala Técnica		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	Sala de Criopreservação		71	525	525	50	0	0	525	0	20	
99	Corredor		73	120	120	10	135	40	215	0	19	
	Vista Geral do Sistema		**2.305**	**3.425**	**3.425**	**360**	**620**	**660**	**3.385**	**0**		**Soma de Controlo**
									0			
1	Biologia Molecular	UTA 1	320	320	320	40	0	40	280	0	40	
2	Microbiologia	UTA 1	135	135	135	40	0	40	95	0	33	
3	Airlock 1	UTA 1	115	160	160	20	70	55	175	0	20	
8	Congelamento	UTA 1	247	300	300	25	70	55	315	0	20	
9	Resíduos	UTA 1	125	125	125	10	0	0	125	0	40	
10	Recepção	UTA 1	179	250	250	15	55	55	250	0	20	
11	Airlock 5	UTA 1	140	160	160	10	55	0	215	0	20	
14	Sala de Criopreservação	UTA 1	71	525	525	50	0	0	525	0	20	
99	Corredor	UTA 1	73	120	120	10	135	40	215	0	19	
	Sub-Total do sistema UTA Classe D+N/C		**1.405**	**2.095**	**2.095**	**220**	**385**	**285**	**2.195**	**0**		**Soma de Controlo**
7	Processamento	UTA 2	340	580	580	55	0	55	525	0	60	
5	Laboratório de Análises	UTA 2	340	460	460	40	70	110	420	0	30	
4	Airlock 2	UTA 2	57	85	85	15	55	70	70	0	30	
6	Airlock 3	UTA 2	57	80	80	15	55	70	65	0	30	
12	Airlock 4	UTA 2	106	125	125	15	55	70	110	0	30	
	Sub-Total do sistema UTA Classe D+N/C		**900**	**1.330**	**1.330**	**140**	**235**	**375**	**1.190**	**0**		**Soma de Controlo**

Cálculo do Ar Novo

Sala N.º	Nome da Sala	Área Útil (m²)	Ocupação			Eficácia de Ventilação		EN 15251 : 2008					SCE . DL118/2013						
			Ocup.	m²/Ocup.	Ocup./m²	Tipo	Valor	Categoria	Emissões do Edifício	Caudal de Ar Novo			Tipo de Actividade	Caudal (m³/h/ocup.)	Caudal (l/s)	Situação do Edifício	Caudal (m³/h/m²)	Caudal (l/s)	Caudal Final (l/s)
										l/s.ocup.	l/s.m²	l/s							
1	Biologia Molecular	9,64	2	4,8	0,21	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	11	5	35	19	3	5	13	19
2	Microbiologia	4,92	1	4,9	0,20	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	5	5	35	10	3	5	7	10
3	Airlock 1	7,28	2	3,6	0,27	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	10	5	35	19	3	5	10	19
4	Airlock 2	3,64	1	3,6	0,27	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	5	5	35	10	3	5	5	10
5	Laboratório de Análises	18,53	3	6,2	0,16	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	18	5	35	29	3	5	26	29
6	Airlock 3	3,52	1	3,5	0,28	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	5	5	35	10	3	5	5	10
7	Processamento	12,81	2	6,4	0,16	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	12	5	35	19	3	5	18	19
8	Congelamento	15,09	2	7,5	0,13	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	13	5	35	19	3	5	21	21
9	Resíduos	4,19	1	4,2	0,24	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	5	5	35	10	3	5	6	10
10	Recepção	11,15	1	11,2	0,09	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	7	5	35	10	3	5	15	15
11	Airlock 5	2,57	1	2,6	0,39	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	5	5	35	10	3	5	4	10
12	Airlock 4	2,57	1	2,6	0,39	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	5	5	35	10	3	5	4	10
13	Sala Técnica	10,00				1	1,0	3	Very Low	4	0,30	3	5	35		3	5	14	14
14	Sala de Criopreservação	36,35	1	36,4	0,03	1	1,0	3	Very Low	4	0,30	15	5	35	10	3	5	50	50
99	Corredor	7,68				1	1,0	3	Very Low	4	0,30	2	5	35		3	5	11	11
Totais		**150**	**19**	**7,9**	**0,13**		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**121**	**-**	**-**		**-**	**-**	**208**	**257**

						ASHRAE UNDERSTANDING PHARMACEUTICAL CLEANROOM DESIGN				
						Fórmula Para o Cálculo do número de Renovações Horárias Necessárias em função dos contaminantes da sala (v) ***v= q / (x - s)***				
Sala Nº	**Designação**	**Classe Sala GMP**	**Limite máximo de concentração/m3 para partículas iguais ou > 0.5 um**	**Nível de libertação de partículas por parte dos operadores (ISPE)**	**Taxa de libertação de contaminantes por minuto por parte dos operadores por segundo**	**g geração Part./m3*h iguais ou > 0.5**	**x (Concentração máx. de Partículas Presentes no retorno) Part./m3**	**s (Concentração de Partículas Presentes na insuflação) Part./m3**	**v Renovações por hora (1/h)**	**Caudal em Recirculação (m3/h)**
1	Biologia Molecular	S/C	-		-	-	-	-	-	-
2	Microbiologia	S/C	-		-	-	-	-	-	-
3	Airlock 1	D	3.520.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	3.520.000	176,000	1	21
4	Airlock 2	C	352.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	352.000	17,600	10	103
5	Laboratório de Análises	C	352.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	10.800.000	352.000	17,600	31	1.535
6	Airlock 3	C	352.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	352.000	17,600	10	103
7	Processamento	C	352.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	7.200.000	352.000	17,600	20	716
8	Congelamento	D	3.520.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	7.200.000	3.520.000	176,000	2	84
9	Resíduos	S/C	-	1-GCC - Carefully Walking	-	-	-	-	-	-
10	Recepção	D	3.520.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	3.520.000	176,000	1	34
11	Airlock 5	D	3.520.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	3.520.000	176,000	1	8
12	Airlock 4	C	352.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	352.000	17,600	10	72
13	Sala Técnica	S/C	-	1-GCC - Carefully Walking	-	-	-	-	-	-
14	Sala de Criopreservação	D	3.520.000	1-GCC - Carefully Walking	1.000	3.600.000	3.520.000	176,000	1	112
99	Corredor	S/C	-	1-GCC - Carefully Walking	-	-	-	-	-	-

Sala	Classe GMP	Concentração máx. part./m^3	RPH
Biologia Molecular	S/C	-	-
Microbiologia	S/C	-	-
Airlock 1	D	3520000	20
Airlock 2	C	352000	30
Laboratório de Análises	C	352000	30
Airlock 3	C	352000	30
Processamento	B	3520	60
Congelamento	D	3520000	20
Resíduos	S/C	-	-
Recepção	D	3520000	20
Airlock 5	D	3520000	20
Airlock 4	C	352000	30
Sala Técnica	S/C	-	-
Sala de Criopreservação	D	3520000	20
Corredor	S/C	-	-

APÊNDICE B

Air System Sizing Summary for Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C

Project Name: TFM_25050_Final 10-15-2016
Prepared by: isel 05:26

Air System Information

Air System Name	**Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C**		Number of zones	**9**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**90,8**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**Sassoeiros, Portugal**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Jan to Dec**		Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**	
Sizing Data	**User-Modified**		Space L/s Sizing	**Individual peak space loads**	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**26,9**	kW	Load occurs at	**Aug 1000**	
Sensible coil load	**24,2**	kW	OA DB / WB	**20,8 / 17,9**	°C
Coil L/s at Aug 1000	**2002**	L/s	Entering DB / WB	**22,7 / 16,2**	°C
Max block L/s	**2100**	L/s	Leaving DB / WB	**12,6 / 12,0**	°C
Sum of peak zone L/s	**2095**	L/s	Coil ADP	**11,4**	°C
Sensible heat ratio	**0,902**		Bypass Factor	**0,100**	
m²/kW	**3,4**		Resulting RH	**53**	%
W/m²	**296,2**		Design supply temp.	**15,0**	°C
Water flow @ 5,0 °K rise	**1,29**	L/s	Zone T-stat Check	**4 of 9**	OK
			Max zone temperature deviation	**1,6**	°K

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load	**1,8**	kW	Load occurs at	**May 2100**	
Coil L/s at May 2100	**1597**	L/s	W/m²	**19,5**	
Max coil L/s	**2100**	L/s	Ent. DB / Lvg DB	**12,2 / 13,2**	°C
Water flow @ 5,0 °K drop	**0,08**	L/s			

Humidifier Sizing Data

Max steam flow at Des Htg	**0,03**	kg/hr	Air mass flow	**4682,06**	kg/hr
Airflow Rate	**1089**	L/s	Moisture gain	**,00001**	kg/kg

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	**2100**	L/s	Fan motor BHP	**8,27**	BHP
Standard L/s	**2088**	L/s	Fan motor kW	**6,56**	kW
Actual max L/(s-m²)	**23,13**	L/(s-m²)	Fan static	**1500**	Pa

Return Fan Sizing Data

Actual max L/s	**2100**	L/s	Fan motor BHP	**3,86**	BHP
Standard L/s	**2088**	L/s	Fan motor kW	**3,06**	kW
Actual max L/(s-m²)	**23,13**	L/(s-m²)	Fan static	**700**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**215**	L/s	L/s/person	**17,92**	L/s/person
L/(s-m²)	**2,37**	L/(s-m²)			

Zone Sizing Summary for Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C

Project Name: TFM_25050_Final 10-15-2016
Prepared by: isel 05:26

Air System Information

Air System Name ..... **Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C**
Equipment Class ..... **CW AHU**
Air System Type ..... **VAV**

Number of zones **9**
Floor Area ..... **90,8** m²
Location ..... **Sassoeiros, Portugal**

Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec**
Sizing Data ..... **User-Modified**

Zone L/s Sizing ..... **Peak zone sensible load**
Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m²)	Zone L/(s-m²)
Biol. Molecular	1,9	320	40	Jan 1700	0,0	9,6	33,33
Microbiologia	0,7	135	40	Jan 1700	0,0	4,9	27,55
Airlock 1	0,8	160	110	Jan 1700	0,0	7,3	21,92
Congelamento	1,8	300	125	Aug 1700	0,1	8,3	36,14
Resíduos	0,7	125	10	Aug 1700	0,0	4,2	29,76
Recepção	1,3	250	187	Aug 1700	0,1	11,2	22,32
Airlock 5	1,0	160	43	Jan 1700	0,0	2,6	61,54
Sala Criopreservação	0,5	525	525	Aug 1700	0,3	35,0	15,00
Corredor	0,5	120	10	Aug 1700	0,1	7,7	15,58

Zone Terminal Sizing Data

Zone Name	Reheat Coil Load (kW)	Reheat Coil Water L/s @ 5,0 °K	Zone Htg Coil Load (kW)	Zone Htg Water L/s @ 5,0 °K	Mixing Box Fan Airflow (L/s)
Biol. Molecular	0,3	0,01	0,0	0,00	0
Microbiologia	0,3	0,01	0,0	0,00	0
Airlock 1	0,7	0,03	0,0	0,00	0
Congelamento	0,8	0,04	0,0	0,00	0
Resíduos	0,1	0,01	0,0	0,00	0
Recepção	1,3	0,06	0,0	0,00	0
Airlock 5	0,3	0,01	0,0	0,00	0
Sala Criopreservação	3,6	0,17	0,0	0,00	0
Corredor	0,2	0,01	0,0	0,00	0

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m²)	Space L/(s-m²)
Biol. Molecular							
a1 - Biologia Molecular	1	1,9	Jan 1700	320	0,0	9,6	33,33
Microbiologia							
b2 Microbiologia	1	0,7	Jan 1700	135	0,0	4,9	27,55
Airlock 1							
c3 Antecâmara 1	1	0,8	Jan 1700	160	0,0	7,3	21,92
Congelamento							
h8 Congelamento	1	1,8	Aug 1700	300	0,1	8,3	36,14
Resíduos							
i9 Resíduos	1	0,7	Aug 1700	125	0,0	4,2	29,76
Recepção							
j10 Recepção	1	1,3	Aug 1700	250	0,1	11,2	22,32
Airlock 5							
k11 Antecâmara 5	1	1,0	Jan 1700	160	0,0	2,6	61,54
Sala Criopreservação							
n14 Sala Criopreservação	1	0,5	Aug 1700	525	0,3	35,0	15,00
Corredor							
o99 Corredor	1	0,5	Aug 1700	120	0,1	7,7	15,58

System Psychrometrics for Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C

Project Name: TFM_25050_Final 10-15-2016
Prepared by: isel 05:26

August DESIGN COOLING DAY, 1000

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	20,8	0,01177	205	400	-511	1885
Vent - Return Mixing	Outlet	22,7	0,00895	2002	780	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	12,6	0,00850	2002	780	24249	2643
Central Heating Coil	Outlet	12,6	0,00850	2002	780	0	-
Supply Fan	Outlet	15,0	0,00850	2002	780	5861	-
Humidifier	Outlet	15,0	0,00850	2002	780	-	0
Cold Supply Duct	Outlet	15,0	0,00850	2002	780	-	-
Zone Air	-	21,7	0,00863	2002	823	14045	757
Return Plenum	Outlet	21,7	0,00863	2002	823	0	-
Return Fan	Outlet	22,9	0,00863	2002	823	2735	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,200 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2930,1 W/(L/s)
Site Altitude = 50,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Biol. Molecular	1858	Cooling	2938	22,6	320	825	0	0
Microbiologia	716	Cooling	1390	23,6	135	831	0	0
Airlock 1	767	Cooling	938	21,3	125	880	0	0
Congelamento	1743	Cooling	2720	22,6	300	827	0	0
Resíduos	678	Cooling	1247	23,3	125	835	0	0
Recepção	1260	Cooling	2344	22,8	250	812	0	0
Airlock 5	927	Cooling	1189	21,8	145	829	0	0
Sala Criopreservação	451	Heating	663	19,4	525	800	2119	0
Corredor	467	Cooling	616	21,6	78	862	0	0

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

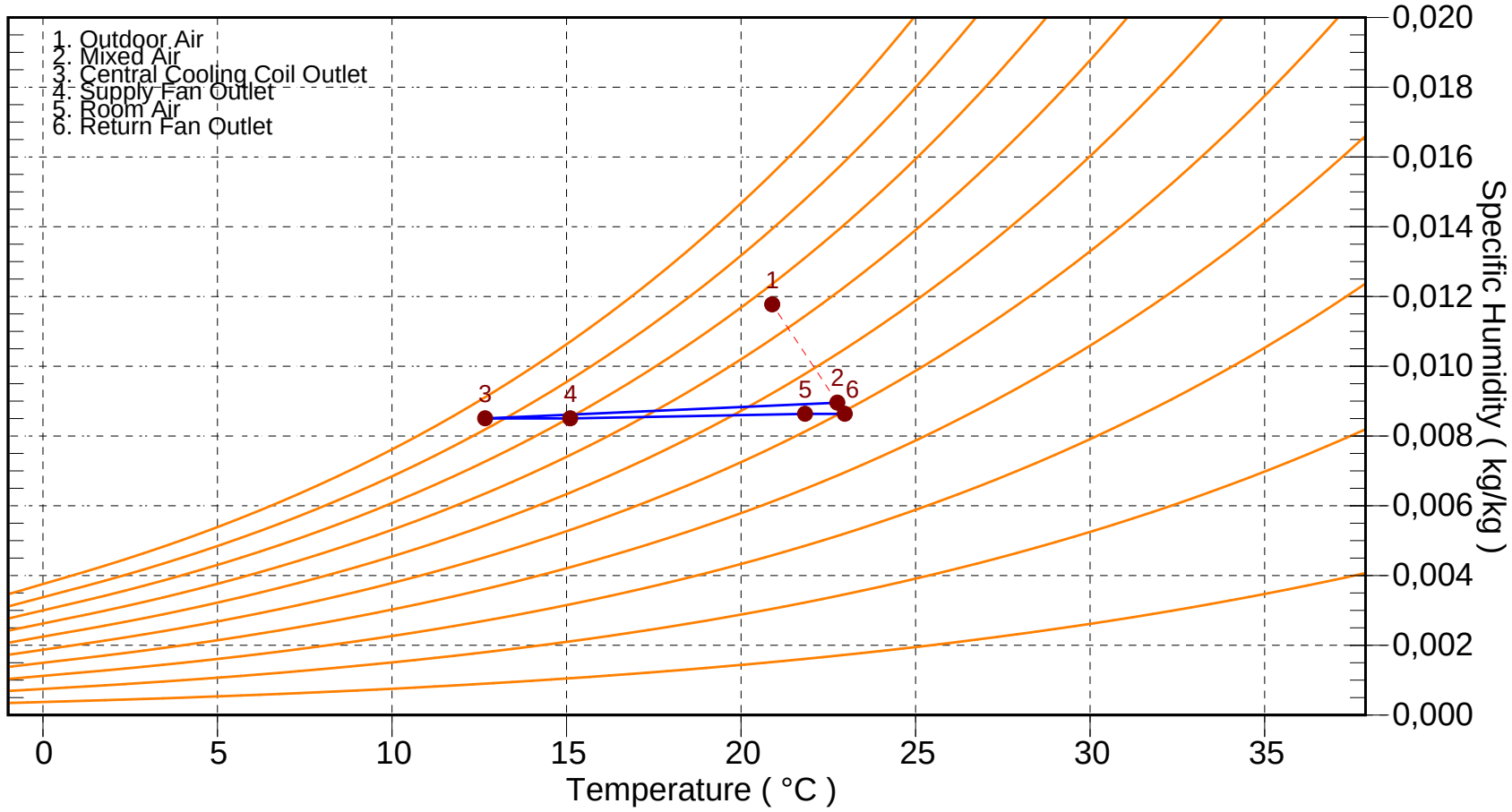
Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	3,2	0,00478	111	400	-2225	-20
Vent - Return Mixing	Outlet	18,1	0,00484	1089	479	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	13,7	0,00484	1089	479	5846	0
Central Heating Coil	Outlet	13,7	0,00484	1089	479	0	-
Supply Fan	Outlet	15,0	0,00484	1089	479	1763	-
Humidifier	Outlet	15,0	0,00484	1089	479	-	20
Cold Supply Duct	Outlet	15,0	0,00484	1089	479	-	-
Zone Air	-	19,2	0,00484	1089	488	-576	0
Return Plenum	Outlet	19,2	0,00484	1089	488	0	-
Return Fan	Outlet	19,8	0,00484	1089	488	823	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,200 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2930,1 W/(L/s)
Site Altitude = 50,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Biol. Molecular	0	Heating	0	19,3	40	488	205	0
Microbiologia	0	Heating	0	19,2	40	488	203	0
Airlock 1	0	Heating	0	19,2	110	488	552	0
Congelamento	-57	Heating	-55	19,2	125	488	681	0
Resíduos	-38	Heating	-37	19,3	10	488	88	0
Recepção	-103	Heating	-99	19,2	187	488	1037	0
Airlock 5	0	Heating	0	19,2	43	488	218	0
Sala Criopreservação	-310	Heating	-297	19,2	525	488	2937	0
Corredor	-92	Heating	-88	19,3	10	488	139	0

Location: Sassoeiros, Portugal
Altitude: 50,0 m.
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1000



APÊNDICE C

Air System Sizing Summary for Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C

Project Name: TFM_25050_Final 10-15-2016
Prepared by: isel 05:29

Air System Information

Air System Name	**Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C**		Number of zones	**5**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**41,5**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**Sassoeiros, Portugal**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Jan to Dec**		Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**
Sizing Data	**User-Modified**		Space L/s Sizing	**Individual peak space loads**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**18,0**	kW	Load occurs at	**Aug 0800**	
Sensible coil load	**16,3**	kW	OA DB / WB	**17,9 / 16,9**	°C
Coil L/s at Aug 0800	**1305**	L/s	Entering DB / WB	**22,9 / 16,2**	°C
Max block L/s	**1330**	L/s	Leaving DB / WB	**12,5 / 11,8**	°C
Sum of peak zone L/s	**1330**	L/s	Coil ADP	**11,3**	°C
Sensible heat ratio	**0,908**		Bypass Factor	**0,100**	
m²/kW	**2,3**		Resulting RH	**51**	%
W/m²	**432,9**		Design supply temp.	**15,0**	°C
Water flow @ 5,0 °K rise	**0,86**	L/s	Zone T-stat Check	**4 of 5**	OK
			Max zone temperature deviation	**1,8**	°K

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load	**1,6**	kW	Load occurs at	**Oct 2100**	
Coil L/s at Oct 2100	**1222**	L/s	W/m²	**39,5**	
Max coil L/s	**1330**	L/s	Ent. DB / Lvg DB	**11,6 / 12,7**	°C
Water flow @ 5,0 °K drop	**0,08**	L/s			

Humidifier Sizing Data

Max steam flow at Des Htg	**0,03**	kg/hr	Air mass flow	**5252,80**	kg/hr
Airflow Rate	**1222**	L/s	Moisture gain	**,00001**	kg/kg

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	**1330**	L/s	Fan motor BHP	**5,24**	BHP
Standard L/s	**1322**	L/s	Fan motor kW	**4,16**	kW
Actual max L/(s-m²)	**32,05**	L/(s-m²)	Fan static	**1500**	Pa

Return Fan Sizing Data

Actual max L/s	**1330**	L/s	Fan motor BHP	**2,45**	BHP
Standard L/s	**1322**	L/s	Fan motor kW	**1,94**	kW
Actual max L/(s-m²)	**32,05**	L/(s-m²)	Fan static	**700**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**140**	L/s	L/s/person	**17,50**	L/s/person
L/(s-m²)	**3,37**	L/(s-m²)			

Zone Sizing Summary for Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C

Project Name: TFM_25050_Final 10-15-2016
Prepared by: isel 05:29

Air System Information

Air System Name ..... **Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C**
Equipment Class ..... **CW AHU**
Air System Type ..... **VAV**

Number of zones **5**
Floor Area ..... **41,5** m²
Location ..... **Sassoeiros, Portugal**

Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec**
Sizing Data ..... **User-Modified**

Zone L/s Sizing ..... **Peak zone sensible load**
Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m²)	Zone L/(s-m²)
Processamento	2,4	580	576	Aug 1700	0,1	12,8	45,31
Lab. Análises	2,4	460	428	Aug 1700	0,1	19,0	24,21
Airlock 2	0,4	85	81	Jan 1700	0,0	3,6	23,61
Airlock 3	0,4	80	79	Jan 1700	0,0	3,5	22,86
Airlock 4	0,8	125	58	Jan 1700	0,0	2,6	48,08

Zone Terminal Sizing Data

Zone Name	Reheat Coil Load (kW)	Reheat Coil Water L/s @ 5,0 °K	Zone Htg Coil Load (kW)	Zone Htg Water L/s @ 5,0 °K	Mixing Box Fan Airflow (L/s)
Processamento	3,6	0,17	0,0	0,00	0
Lab. Análises	2,8	0,13	0,0	0,00	0
Airlock 2	0,5	0,02	0,0	0,00	0
Airlock 3	0,5	0,02	0,0	0,00	0
Airlock 4	0,4	0,02	0,0	0,00	0

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m²)	Space L/(s-m²)
Processamento							
g7 Processamento	1	2,4	Aug 1700	580	0,1	12,8	45,31
Lab. Análises							
e5 Lab. Análises	1	2,4	Aug 1700	460	0,1	19,0	24,21
Airlock 2							
d4 Antecâmara 2	1	0,4	Jan 1700	85	0,0	3,6	23,61
Airlock 3							
f6 Antecâmara 3	1	0,4	Jan 1700	80	0,0	3,5	22,86
Airlock 4							
l12 Antecâmara 4	1	0,8	Jan 1700	125	0,0	2,6	48,08

August DESIGN COOLING DAY, 0800

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	17,9	0,01170	137	400	-911	1277
Vent - Return Mixing	Outlet	22,9	0,00886	1305	703	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	12,5	0,00843	1305	703	16309	1655
Central Heating Coil	Outlet	12,5	0,00843	1305	703	0	-
Supply Fan	Outlet	15,0	0,00843	1305	703	3977	-
Humidifier	Outlet	15,0	0,00843	1305	703	-	0
Cold Supply Duct	Outlet	15,0	0,00843	1305	703	-	-
Zone Air	-	22,3	0,00852	1305	739	11324	379
Return Plenum	Outlet	22,3	0,00852	1305	739	0	-
Return Fan	Outlet	23,5	0,00852	1305	739	1856	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,200 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2930,1 W/(L/s)
Site Altitude = 50,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Processamento	2338	Cooling	4758	21,8	579	728	0	0
Lab. Análises	2237	Cooling	4834	23,8	460	741	0	0
Airlock 2	292	Heating	442	19,9	81	765	37	0
Airlock 3	293	Heating	442	19,9	79	767	25	0
Airlock 4	535	Cooling	848	21,7	106	753	0	0

System Psychrometrics for Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C

Project Name: TFM_25050_Final 10-15-2016
Prepared by: isel 05:29

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

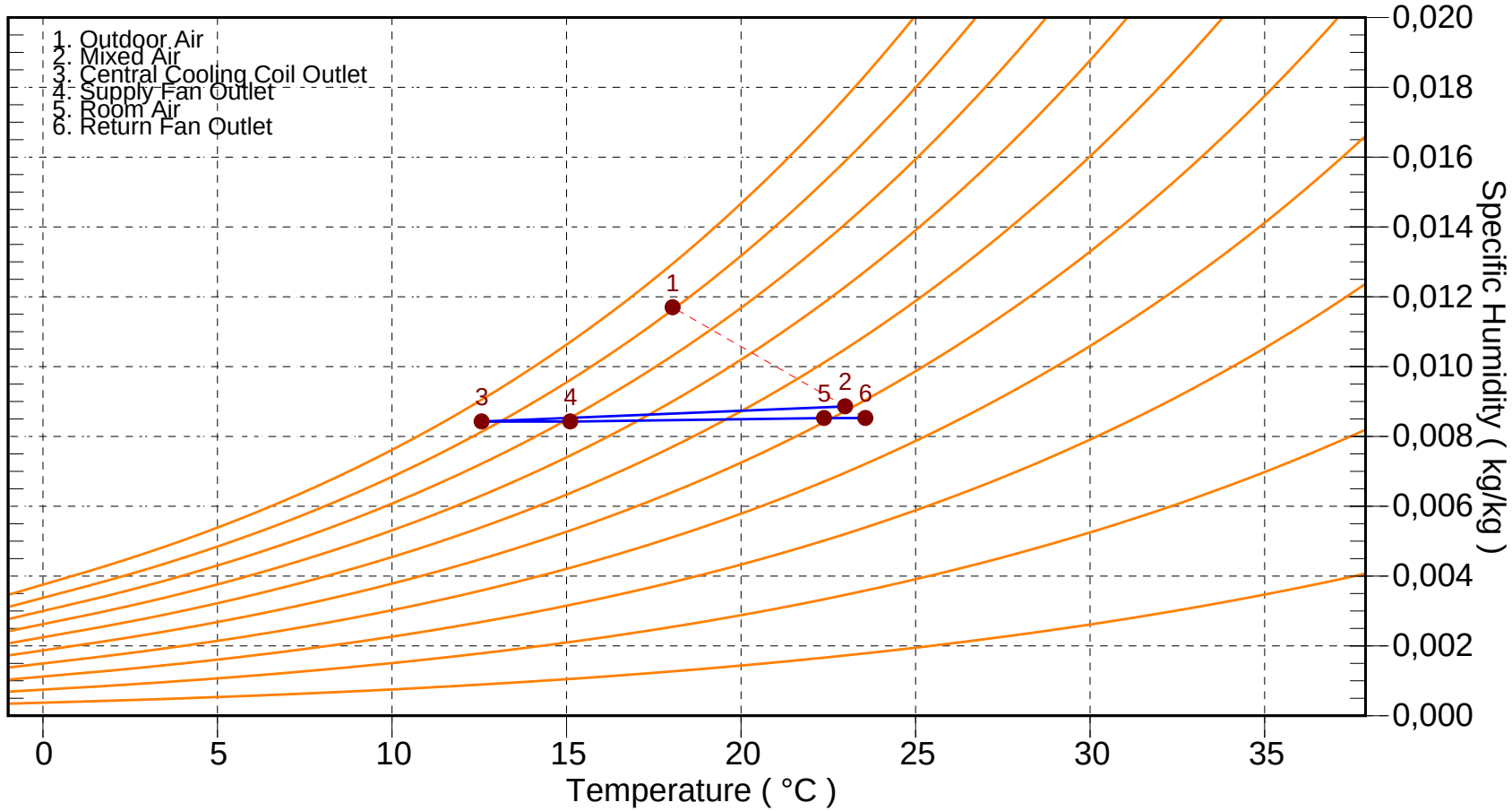
Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	3,2	0,00478	129	400	-2633	-22
Vent - Return Mixing	Outlet	18,5	0,00483	1222	484	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	12,7	0,00483	1222	484	8454	0
Central Heating Coil	Outlet	12,7	0,00483	1222	484	0	-
Supply Fan	Outlet	15,0	0,00483	1222	484	3378	-
Humidifier	Outlet	15,0	0,00484	1222	484	-	22
Cold Supply Duct	Outlet	15,0	0,00484	1222	484	-	-
Zone Air	-	19,2	0,00484	1222	494	-143	0
Return Plenum	Outlet	19,2	0,00484	1222	494	0	-
Return Fan	Outlet	20,3	0,00484	1222	494	1577	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,200 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2930,1 W/(L/s)
Site Altitude = 50,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Processamento	-54	Heating	-51	19,2	576	494	2938	0
Lab. Análises	-96	Heating	-92	19,2	428	494	2239	0
Airlock 2	0	Heating	0	19,2	81	494	407	0
Airlock 3	0	Heating	0	19,2	79	494	396	0
Airlock 4	0	Heating	0	19,2	58	494	294	0

Location: Sassoeiros, Portugal
Altitude: 50,0 m.
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 0800



APÊNDICE D

Plant Sizing Summary for Chiller

TFM_25050_Final 10-15-2016
isel 05:41

1. Plant Information:

Plant Name ..... **Chiller**
Plant Type ..... **Generic Chilled Water**
Design Weather ..... **Sassoeiros, Portugal**

2. Cooling Plant Sizing Data:

Maximum Plant Load ..... **44,7** kW
Load occurs at ..... **Aug 0800**
m²/kW ..... **3,0** m²/kW
Floor area served by plant ..... **132,3** m²

3. Coincident Cooling Loads for Aug 0800

Air System Name	Mult.	System Cooling Coil Load (kW)
Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C	1	18,0
Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C	1	26,7

Air system loads are for coils whose cooling source is ' Chilled Water ' or ' Any ' .

APÊNDICE E

Plant Sizing Summary for Bomba de Calor

TFM_25050_Final 10-15-2016
isel 05:42

1. Plant Information:

Plant Name ..... **Bomba de Calor**
Plant Type ..... **Generic Hot Water**
Design Weather ..... **Sassoeiros, Portugal**

2. Heating Plant Sizing Data:

Maximum Plant Load ..... **15,7** kW
W/m² ..... **119,0** W/m²
Floor area served by plant ..... **132,3** m²

3. Coincident Heating Loads for Winter Design

Air System Name	Mult.	System Heating Coil Load (kW)
Zona 2 - UTA 2 - Classe B e C	1	7,9
Zona 1 - UTA 1 - Classe D e N/C	1	7,8

Air system loads are for coils whose heating source is ' Hot Water ' or ' Any ' .

APÊNDICE F

Trabalho Final de Mestrado

Projecto de AVAC para uma Unidade Farmacêutica

Fichas Técnicas de Equipamentos

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	28-09-16	Fichas Técnicas de Equipamentos
1	15-10-16	Alterações às Fichas Técnicas de Equipamentos

Fichas Técnicas

Designação do Equipamento ou Material	Nº da Ficha
Chiller	1
Bomba de Calor	2
Unidades de Tratamento de Ar	3
Depósito de Inércia	4
Vaso de Expansão	5
Separador de Ar	6
Bomba 1 e 2	7
Bomba 3 e 4	8
Difusores de Insuflação	9
Grelhas de Retorno	10
Registos de Caudal de AR	11
Condutas	12
Tubagem Geral	13
Válvulas	14
Tubagem do Circuito de Enchimento	15
Sistema de Tratamento de Água	16

FICHA Nº 1	
Material / Equipamento:	Chiller
Quantidade:	1 unidade
Designação do Projecto:	Chiller
Marca e Modelo de Referência:	Carrier - 30 RBS 060
Local de Montagem:	Cobertura

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Designação	Chiller
Modelo	30RBS080
Capacidade de Arrefecimento (kW)	79
Caudal de Água (L/s)	3,79
Capacidade de Aquecimento (kW)	-
Caudal de Água (L/s)	-
Temperatura Exterior ºC	35
Potência Eléctrica de Consumo (kW)	38
Observações	Temperatura da Água 7ºC / 12ºC

Características Construtivas e de Montagem:

Ver Selecção e consultar manual de instalação.
-
-

Características Dimensionais:

Ver Selecção e consultar manual de instalação.

Notas:

FICHA Nº 2	
Material / Equipamento:	Bomba de Calor
Quantidade:	1 unidade
Designação do Projecto:	BC
Marca e Modelo de Referência:	Carrier - 30 RQ 021 D0
Local de Montagem:	Cobertura

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Designação	Chiller
Modelo	30RQ021D0
Capacidade de Arrefecimento (kW)	-
Caudal de Água (L/s)	-
Capacidade de Aquecimento (kW)	20.1
Caudal de Água (L/s)	0,99
Temperatura Exterior ºC	35
Potência Eléctrica de Consumo (kW)	7
Observações	Temperatura da Água 35ºC / 30ºC

Características Construtivas e de Montagem:

Ver Selecção e consultar manual de instalação.
-
-

Características Dimensionais:

Ver Selecção e consultar manual de instalação.

Notas:

FICHA Nº 3	
Material / Equipamento:	Unidades de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	UTA 1 e UTA 2
Marca e Modelo de Referência:	FLAKTWOODS
Local de Montagem:	Cobertura
Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:	
EUROVENT; EN 13053 (Classe A ou B) Motores eléctricos com nível de eficiência IE2 (ou nível IE2 equipado com variador de velocidade), segundo o REGULAMENTO (CE) N.º 640/2009 A classe de filtragem será de acordo com as normas ISO 14644 e diretivas GMP	
Características de Funcionamento:	
Designação do Projecto:	**UTA 1**
Zona que serve	Zona de Classe D e N/C
Descrição	Para exterior; montagem horizontal ; duplo deck; Bateria de arrefecimento e aquecimento a água; ventilador de insuflação centrífugo com variação de frequência. Ventilador de extracção centrífugo com variação de frequência; filtro G4; filtro F9 e filtro H14; Controlo incluído.
Modelo / Tamanho	EQ023
Caudal de Insuflação (l/s)	2095
Caudal de Ar Novo (l/s)	215
Potência do Motor do Ventilador de Insuflação (kW)	Ver Selecção
Pressão Estática Disponível Ventilador Insuflação:	1500
Caudal de Extracção (l/s)	2195
Potência do Motor do Ventilador de Extracção (kW)	Ver Selecção
Pressão Estática Disponível Ventilador Exaustão:	700
Tipo de Refrigerante	N/A
Arrefecimento:	-
Potência de Arrefecimento Total (kW)	40
Potência de Arrefecimento Sensível (kW)	-
Condições do Ar à Entrada (Ts ºC/Th ºC)	22.7/16.5
Condições do Ar à Saída (Ts ºC/Th ºC)	10.5/10.2
Aquecimento:	-
Potência de Aquecimento (kW)	11,5
Condições do Ar à Entrada (Ts ºC)	10.5
Condições do Ar à Saída (Ts ºC)	15
Designação do Projecto:	**UTA 2**
Zona que serve	
Descrição	Para exterior; montagem horizontal ; serpentina de arrefecimento de expansão directa; ventilador de insuflação centrífugo com variação de frequência. Ventilador de extracção centrífugo com variação de frequência. Condensador montado no exterior.
Modelo / Tamanho	EQ014

FICHA Nº 3	
Material / Equipamento:	Unidades de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	UTA 1 e UTA 2
Marca e Modelo de Referência:	FLAKTWOODS
Local de Montagem:	Cobertura
Caudal de Insuflação (l/s)	1330
Caudal de Ar Novo (l/s)	1190
Potência do Motor do Ventilador de Insuflação (kW)	Ver Selecção
Pressão Estática Disponível Ventilador Insuflação:	250
Caudal de Extracção (l/s)	800
Potência do Motor do Ventilador de Extracção (kW)	Ver Selecção
Pressão Estática Disponível Ventilador Exaustão:	200
Tipo de Refrigerante	N/A
Arrefecimento:	-
Potência de Arrefecimento Total (kW)	30.2
Potência de Arrefecimento Sensível (kW)	-
Aquecimento:	-
Potência de Aquecimento (kW)	5
Condições do Ar à Entrada (Ts ºC)	12
Condições do Ar à Saída (Ts ºC)	15

Velocidade facial máxima de 2,5 m/s

As pressões estáticas disponíveis indicadas deverão ser revistas pelo instalador após determinação dos encaminhamentos definitivos de condutas e dos equipamentos a instalar.

Prever reserva de capacidade de 10%

Características Construtivas e de Montagem:

Unidades do tipo modular (não serão aceites estruturas autoportantes), com uma estrutura de perfis de aço galvanizado a quente por imersão, apertados por parafusos, sendo os perfis unidos por cantos em alumínio anodizado, fixados a estes por parafusos em cada uma das extremidades.

A estrutura metálica, deve ser chapeada com painéis construídos em dupla chapa tendo no interior uma placa de 50 mm de lã mineral incombustível tendo uma densidade não inferior a 50 kg/m^3 (ou equivalente). Todos os painéis devem ser removíveis e devem ser ligados à estrutura por meio de uma fita vedante de duplo gume, com 15 mm de largura.

Esta fita vedante deve estar mecânicamente ligada ao painel. Os painéis deverão estar perfeitamente nivelados com a estrutura de forma a constituírem uma superfície lisa tanto exterior como interiormente.

As ligações entre os diversos módulos deve ser perfeitamente estanque e capaz de resistir a uma pressão diferencial (interior/exterior) de ensaio nunca inferior a 2500 Pa.

As envolventes de todos os módulos terão as mesmas secções transversais e idêntica aparência exterior.

Devem existir portas de acesso em todos os módulos quando necessários para permitir inspecção e manutenção, nomeadamente: Plenos de admissão/rejeição; baterias; filtros; ventiladores.

As portas de acesso articuladas devem ser equipadas com fecho de ressalto com manípulo. As portas terão que estar equipadas com um sistema de vedação elástico duplo, mecânica e fixado permanentemente.

As aberturas e saídas de ar terão que estar equipadas com ligações flangeadas para ligação a condutas.

Prever espaços para limpeza e manutenção entre cada módulo, com acesso através de paineis amovíveis.

Módulo de Admissão:

FICHA Nº 3	
Material / Equipamento:	Unidades de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	UTA 1 e UTA 2
Marca e Modelo de Referência:	FLAKTWOODS
Local de Montagem:	Cobertura

Deverá ser equipado com registos com respectivos perfis em aço galvanizado de perfil aerodinâmico, que se movem em contra rotação. O contacto das pás terá que ser feito através de um gume vedante em material flexível e duradouro. Os eixos e tirantes de controlo serão em aço galvanizado e terão que ser de concepção adequada para montagem do actuador com terminais quadrados, não permitindo o escorregamento. Os cubos dos rolamentos devem ser de material plástico, resistentes a temperaturas até 80 ºC. A estanquidade deverá corresponder às normas CEN T5.

Incluir visor nas portas de acesso e iluminação no interior.

Módulos de Filtração:

Os módulos filtrantes terão que ser de tamanhos standard. A estanquidade entre os filtros e o caixilho deverá ser obtida através de um empanque elástico de forma a manter permanentemente uma eficiência compatível com a do filtro. A envolvente deverá ser equipada com tomadas de pressão para permitir a ligação de um manómetro ou monitores do estado de colmatação do filtro. Os materiais dos filtros terão que ser incombustíveis e retardantes à chama, isentos de cheiros e com um meio não propício à subsistência de vermes.

FICHA Nº 3	
Material / Equipamento:	Unidades de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	UTA 1 e UTA 2
Marca e Modelo de Referência:	FLAKTWOODS
Local de Montagem:	Cobertura

O caixilho e filtro deverão poder ser removidos na totalidade.

A Pré-filtragem será do tipo cassete filtrante com manta dobrada de forma a fornecer uma grande área efectiva . Deverá ser segura com rede e caixilho. Os filtros deverão ser inseridos na secção, podendo ser removidos do seu interior por meio de carris deslizantes.

A Filtragem será do tipo cassete filtrante rígida, com manta dobrada em sacos de modo a fornecer uma grande área efectiva . Deverá ser segura com rede e caixilho. Os filtros serão apertados contra o caixilho por meio de um ferrolho de ressalto. Os filtros deverão ser inseridos na secção, podendo ser removidos do seu interior por meio de carris deslizantes.

Junto ao acesso das caixas que alojam filtros devem ser afixados sinais com a inscrição: "perigo de incêndio - filtro com poeiras inflamáveis" ou com pictograma equivalente.

Incluir para cada conjunto de filtros: 1 manómetro de pressão diferencial do tipo Magnehelic; 2 tomadas de pressão para pressostato diferencial.

Incluir visor nas portas de acesso e iluminação no interior.

Bateria de Arrefecimento :

A bateria será construída em tubos de cobre expandido em alhetas em alumínio. Os colectores e os tubos de distribuição serão em aço com tratamento anti-corrosivo. A estrutura de suporte será em chapa galvanizada.

O tabuleiro de condensados deverá ser concebido de forma a evitar o arrastamento de água por efeito de fluxo de ar, podendo ser removível para limpeza e inspecção.

O sistema de sifonagem do tabuleiro de condensados não deverá permitr a entrada de ar exterior, provocada pela diferença de pressão entre o interior e exterior da unidade. Essa característica não deverá impedir o escoamento da água de condensados.

Incluir tabuleiro em aço inoxidável por baixo do kit hidráulico.

A bateria será ensaiada a, pelo menos, 20 barm e deverá ser apropriada para uma pressão normal de trabalho de 16 barm.

A existir eliminador de gotículas, este deverá ser removível.

A bateria será ligada a tomadas para purga e drenagem no exterior da unidade. Todos os tubos de ligação deverão ser selados com uma junta de borracha nos atravessamentos da envolvente, de modo a garantir não haver condensação no interior da unidade. Todas as ligações serão devidamente identificadas.

Incluir visor nas portas de acesso e iluminação no interior.

Módulos de ventilação:

Deverão possuir ventiladores centrífugos de pás recuadas do tipo “plug fan“, com envolvente em aço galvanizado. Os difusores dos ventiladores deverão permitir obter uma baixa velocidade de saída do ar, de modo a aumentar a pressão estática e, consequentemente, melhorando eficiência do conjunto.

As turbinas dos ventiladores deverão ser em aço galvanizado, equilibradas com uma precisão de Q3.6, de acordo com a VDI2060. Os ventiladores deverão ser ensaiados de acordo com a AMCA 300 –85 (ou equivalente). Todos os ventiladores deverão ser ensaiados em fábrica antes da entrega, de forma a verificar o estado dos rolamentos e as condições de vibrações. Os veios dos ventiladores deverão ser montados sobre rolamentos do tipo lubrificação permanente, concebidos para funcionamento contínuo e tempo de vida útil mínima de 40.000 horas.

Os motores deverão ser trifásicos, próprios para poderem ser utilizados com comutação de pólos, com binário de forma quadrática.

O grau de protecção dos motores deverá ser IP54, com método de montagem B3 e classe de isolamento F.

FICHA Nº 3	
Material / Equipamento:	Unidades de Tratamento de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	UTA 1 e UTA 2
Marca e Modelo de Referência:	FLAKTWOODS
Local de Montagem:	Cobertura

Os conjuntos motor/ventilador deverão estar assentes em estruturas em aço galvanizado, completamente isoladas das caixas envolventes por meio de apoios de borracha anti-vibráteis que permitam um amortecimento de 90%. As bocas de saída dos ventiladores deverão ser ligadas à envolvente por meio de uma manga estanque e flexível. Todos estes conjuntos – base, ventilador, motor – deverão poder deslizar transversalmente sobre carris apropriados, por forma a poderem ser removidos para o exterior da unidade para efeitos de manutenção e/ou de reparação.

Todos os ventiladores com potência superior a 5,5 kW, deverão dispor de contagem de energia.

Todos os ventiladores deverão dispor de 2 tomadas de pressão para medição de caudal de ar.

Incluir interruptores de corte local em todos os motores eléctricos.
Incluir visor nas portas de acesso e iluminação no interior.
Incluir Controlo nas Unidades

Características Dimensionais:

Ver Selecções para todas as especificações

Notas:

FICHA Nº 4	
Material / Equipamento:	Depósitos de Inércia e Acumulação
Quantidade:	Ver peças desenhadas e lista de medições
Designação do Projecto:	Dep. Inercia 1 e 2
Marca e Modelo de Referência:	SANDOMETAL
Local de Montagem:	Cobertura

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

EN 13445:2002; EN 1487:2002; Directiva Comunitária 80/778/CEE

Características de Funcionamento:

Designação	DI1 e di2	Observações
Quantidade	2	
Capacidade (litros)	750/ 300	
Temperatura da Água em Serviço (ºC)		
Temperatura Máxima de Serviço (ºC)		
Pressão Máxima de Serviço (barg)	10	
Pressão de Ensaio (barg)	15	1,5 x pressão máxima de serviço

Características Construtivas e de Montagem:

Depósito de Equilibrio:

Montagem vertical, sobre maciço de nivelamento e distribuição de carga
Em aço ao carbono S235JR, metalizado interior e exteriormente
Isolado e protegido de fábrica com isolamento de 100mm
Tubuladuras e ligações de acordo com as peças desenhadas
Prever septos internos a meio do depósito, de modo a facilitar a estratificação
Incluir protecção catódica por ânodo de magnésio
Incluir kit de válvulas e afins conforme indicado nas peças desenhadas: Válvulas de seccionamento de
Outras características como as expressas nos catálogos dos modelos de referência

Características Dimensionais:

Ver Selecção

Notas:

FICHA Nº 5	
Material / Equipamento:	Vaso de Expansão
Quantidade:	Ver peças desenhadas e lista de medições
Designação do Projecto:	V.exp 1 e 2
Marca e Modelo de Referência:	ELBI
Local de Montagem:	Cobertura

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Designação	Vex 1 e 2	Observações
Quantidade	2	
Capacidade (litros)	12	
Temperatura da Água em Serviço (ºC)		
Temperatura Máxima de Serviço (ºC)		
Pressão Máxima de Serviço (barg)	10	
Pressão de Ensaio (barg)	15	1,5 x pressão máxima de serviço

Características Construtivas e de Montagem:

Depósito de Equilibrio:

Montagem vertical, sobre maciço de nivelamento e distribuição de carga
Em aço ao carbono
Pintura epoxy
De acordo com 97/23/CE

Características Dimensionais:

Ver Selecção

Notas:

FICHA Nº 6	
Material / Equipamento:	Separador de Ar
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	Sep. 1 e 2
Marca e Modelo de Referência:	Caleffi Discal 551
Local de Montagem:	Cobertura

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Designação	Vex 1 e 2	Observações
Quantidade	2	
Capacidade (litros)	12	
Temperatura da Água em Serviço (ºC)		
Temperatura Máxima de Serviço (ºC)		
Pressão Máxima de Serviço (barg)	10	
Pressão de Ensaio (barg)	15	1,5 x pressão máxima de serviço

Características Construtivas e de Montagem:

Depósito de Equilibrio:

Separador de microbolhas de ar para tubagens horizontais, versão com descarga. Medida DN 40 (de DN 20 a DN 50);
ligações 3/4” (de 3/4” a 2”) F (ISO 228-1). Descarga 1/2” F (com tampa). Corpo em latão. Elemento interior em PA66G30. Boia
em PP. Guia da boia e haste em latão. Alavanca da boia e mola em aço inoxidável. Vedações hidráulicas em EPDM.
Isolamento opcional de borracha em espuma de poliuretano expandida rígida de células fechadas para
códigos 551005-6-7-8-9. Fluidos de utilização: água, soluções com glicol não perigosas excluídas do campo de aplicação
da diretiva 67/548/CE; percentagem máxima de glicol: 50%. Pressão máxima de funcionamento: 10 bar. Pressão máxima de
descarga: 10 bar. Campo de temperatura de funcionamento: 0÷110°C.
Separador de microbolhas de ar. Ligações flangeadas DN 65 (de DN 50 a DN 150) PN 16, flangeadas DN 200 (de DN 200 a
DN 300) PN 10, acoplamento a contraflange EN 1092-1. Ligações soldadas DN 50 (de DN 50 a DN 150). Válvula de descarga
em latão 1” M com tampa (de DN 50 a DN 150); 2” F (de DN 200 a DN 300). Corpo em aço pintado com resina epóxida.
Elemento interior em aço inoxidável. Vedações hidráulicas em EPDM. Fluidos de utilização: água, soluções com glicol não
perigosas excluídas do campo de aplicação da diretiva 67/548/CE; percentagem máxima de glicol: 50%. Pressão máxima
de funcionamento: 10 bar. Pressão máxima de descarga: 10 bar. Campo de temperatura de funcionamento 0÷110°C.
Purgador de ar automático: corpo em latão, boia em PP, guia da boia e haste em latão, alavanca da boia e mola em aço
inoxidável. Isolamento de borracha em espuma de poliuretano expandida rígida de células fechadas para medidas até
DN 100 (PE-X expandido de células fechadas para DN 125 e DN 150) e película externa em alumínio em bruto gofrado.
Campo de temperatura de funcionamento: 0÷105°C (0÷100°C para DN 125 e DN 150).

Características Dimensionais:

Ver Selecção

Notas:

FICHA Nº 7	
Material / Equipamento:	Grupos Electrobombas para circuito secundário de água fria
Quantidade:	2 unidades
Designação do Projecto:	B1 e B2
Marca e Modelo de Referência:	Grundfos TPE 25-90/2 A-O-A-BUBE
Local de Montagem:	Ver desenhos

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Designação	Modelo	Caudal (l/s)	Altura man. (KPa)	Pot. Motor (kW)	Observações
B1 e B2	Magna	3,38	52	0,220	Bomba circuladora de Água Fria para o circuito secundário

Características Construtivas e de Montagem:

Ver Selecção Bomba 1 e Bomba 2
-
-

Características Dimensionais:

Ver Selecção

Notas:

FICHA Nº 8	
Material / Equipamento:	Grupos Electrobombas para circuito secundário de água fria
Quantidade:	2
Designação do Projecto:	B3 e B4
Marca e Modelo de Referência:	Grundfos MAGNA1 25-80
Local de Montagem:	Ver desenhos

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Designação	Modelo	Caudal (l/s)	Altura man. (KPa)	Pot. Motor (kW)	Observações
B1 e B2	Magna	1,00	37	0,046	Bomba circuladora de Água Fria para o circuito secundário

Características Construtivas e de Montagem:

Ver Selecção B3 e B4
-
-

Características Dimensionais:

Ver Selecção

Notas:

FICHA Nº 9	
Material / Equipamento:	Difusores de Insuflação
Quantidade:	Ver Peças desenhadas
Designação do Projecto:	DI1 até DI4
Marca e Modelo de Referência:	France Air Diffuse Box de chapa perfurada com picagem lateral circular
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

ISO 14644 e EN 1886

Características de Funcionamento:

Dimensionados de modo a não provocarem ruído (NC 35 e 45)
Caudais e alcances conforme representados nos desenhos;

.Elevada flexibilidade de utilização:
insuflação/ retorno; instalação no teto/parede; picagem de
alimentação circular/retangular.
.Estanquidade validada a ±1000 Pa
(relatório de ensaio do CETIAT N.º 2514311).
.Capacidade de estanquidade ao nível da junta < a 0,01%
(teste Emery 3004).
.Fixação dos filtros fácil e sem ferramentas.
.Versão com registo integrado disponível, regulável a partir
da divisão.

Características Construtivas e de Montagem:

Caixa em chapa de aço 10/10º, pintado de branco, RAL 9010.
.Na parte superior da caixa (excepto PDR), nos 4 lados, o retorno
em chapa será pré-furado (Ø 8 mm) para permitir a fixação da
caixa (calhas do tipo alphen, varão roscado, etc.).
.Junta 15/10º de uma só peça no centro para garantia de estanquidade.
.Fixação dos filtros sem ferramentas através de clips
.2 conjuntos de tomas de pressão integradas (através de tubo
cristal Ø int. 6 mm).
.2 tomas com ligação a montante e a jusante para medição do
nível de colmatação a partir da divisão. O sistema permite,
também, a injeção de um aerossol durante as operações de teste
de integridade.
.2 tomas, fixadas num dos lados do pleno e localizadas uma a
montante e outra a jusante do filtro, para reenvio das pressões
para fora da divisão.
.Os difusores TP e TB ou 1D, 2D e 4D encontram-se localizados
nos rebordos periféricos da caixa e são em aço branco, RAL 9010.
A grelha MCPF e a chapa de obturação, instaladas na junta, são
em aço pintado pintado de branco, RAL 9010.K26

Características Dimensionais:

Dimensões conforme representados nos desenhos;

Notas:

FICHA Nº 10	
Material / Equipamento:	Grelhas de Retorno
Quantidade:	Ver Peças Desenhadas
Designação do Projecto:	Ver Peças Desenhadas
Marca e Modelo de Referência:	France Air GFF
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas
Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:	
ISO14644	
Características de Funcionamento:	
Dimensionamento de modo a não provocarem ruído (NC40)	
As grelhas do modelo GFF serão do tipo grelha de retícula com registo de regulação, em alumínio lacado Quadricula de 20x20 (mm) em alo galvanizado, pintura epoxy, RAL 9010 Fecho através de Iman Registo de Caudal regulável a partir da divisão Incluindo pleno em chapa de aço galvanizado Caudais conforme representados nos desenhos.	
Características Dimensionais:	
Ver Selecção	
Notas:	

FICHA Nº 11	
Material / Equipamento:	RI´s e RE´s
Quantidade:	Ver peças desenhadas
Designação do Projecto:	Ver peças desenhadas
Marca e Modelo de Referência:	TROX, modelos TVT e TVR
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

VDI6022, EN1751

Características de Construção e Funcionamento:

TVR
Regulador de caudal de ar a baixa e média velocidade.
Próprio para caudal constante (CAV) ou variável (VAV) - gama de ajuste 1: 10.
Caudal real instantâneo (sinal 0-10Vcc) disponível para leitura local ou remota (BAS).
Pode ser usado como registo de bloqueio estanque (fecho por um contacto seco remoto).
Montagem - em qualquer posição, tanto na insuflação como no retorno/exaustão.
Materiais - caixa e borboleta em chapa de aço galvanizado, tubos de medição de velocidade em alumínio, chumaceiras em poliuretano.
Gama de pressão diferencial - 20 a 1000 Pa. Velocidade do ar - entre 1,2 e 13 m/s.
Fácil ajuste e reajuste do caudal de ar ou da gama de variações dos caudais pretendidos em obra - sem recorrer a aparelhos de medição.
Escala em m3/h e l/s disponível no corpo do regulador.
Estanquidade da caixa de acordo com a norma DIN EN1751 classe C.
Fuga através da lâmina completamente fechada: classe 3 ou 4 segundo norma DIN EN1751.

TVT
Regulador de caudal de ar a baixa e média velocidade.
Próprio para caudal constante (CAV) ou variável (VAV) - gama de ajuste 1: 5.
Caudal real instantâneo (sinal 0-10Vcc) disponível para leitura local ou remota (BAS).
Pode ser usado como registo de bloqueio estanque (fecho por um contacto seco remoto).
Montagem - em qualquer posição, tanto na insuflação como no retorno/exaustão.
Materiais - caixa e lâminas em chapa de aço galvanizado, tubos de medição de velocidade em alumínio, chumaceiras em poliuretano.
Gama de pressão diferencial - 20 a 1000 Pa.
Velocidade do ar - entre 1,8 e 10 m/s.
Fácil ajuste e reajuste do caudal de ar ou da gama de variações dos caudais pretendiddo em obra - sem recorrer a aparelhos de medição.
Escala em m3/h e l/s disponível no corpo do regulador.
Estanquidade da caixa de acordo com a norma DIN EN1751 classe A.
Fuga através da(s) lâmina(s) completamente fechada(s): classe 4 segundo norma DIN EN 1751, cumpre também com os requisitos da parte 4, da norma DIN1946.

Características Dimensionais:

Dimensões conforme referenciado nos desenhos

Notas:

FICHA Nº12	
Material / Equipamento:	Condutas de Ar Metálicas de Baixa Pressão
Quantidade:	Ver peças desenhadas e lista de medições
Designação do Projecto:	-
Marca e Modelo de Referência	SANDOMETAL, ou equivalente
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

NP EN 1505
NP EN 12236:2008
EN 12237
NP EN 13180:2003
EN 13779

Características de Funcionamento:

Destinam-se à extracção do ar viciado e à insuflação de ar tratado;
Baixa pressão
Baixa velocidade
Perdas de ar admissíveis inferiores a 5% na generalidade
Testes de estanquidade conforme EN 12237, parágrafo 7

Características Construtivas e de Montagem:

Construção em chapa galvanizada, segundo as normas acima referidas
Serão de forma rectangular ou circular, conforme indicado nos desenhos

Suspensão por suportes apropriados com fixação nos elementos estruturais por buchas e parafusos próprias para os materiais em questão

Ligações por flanges com vedação por juntas de borracha, no caso das condutas rectangulares
Ligações por meio de juntas de borracha pré-instaladas, no caso das condutas circulares (spirosafe)
Ligações às máquinas e plenos de difusores e grelhas por juntas ou mangas flexíveis
Espaçamento entre suspensões ou apoios não superior a 2m
Terão registos de regulação manual do caudal nos pontos indicados nos desenhos.

As portas de visita para manutenção, inspecção e limpeza devem ser instaladas antes e depois das baterias de aquecimento; após os filtros Hepa; nas proximidades dos sistemas de controlo; após os instrumentos de controlo; após os registos corta-fogo, após os registos de caudal constante

As condutas deverão ser limpas e desengorduradas antes e após montagem.
As condutas de insuflação de ar tratado e as de retorno serão isoladas; as restantes condutas não serão isoladas.
As condutas terão protecção mecânica, em chapa galvanizada, quando se encontrem montadas no exterior.

Características Dimensionais:

Notas:

As condutas deverão ser transportadas e armazenadas em condições de limpeza e ausência de água ou humidade

Como garantia de qualidade no que diz respeito aos suportes e amarrações, aconselha-se a utilização da marca MüPRO, ou equivalente

FICHA Nº 13	
Material / Equipamento:	Tubagem para Água (Refrigerada e Quente)
Quantidade:	Ver peças desenhadas e lista de medições
Designação do Projecto:	-
Marca e Modelo de Referência:	-
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

NP EN ISO 1127; DIN 2448; NP EN 12517; NP EN 25817; EN 10204; NP EN 287; NP EN 439; NP EN 26848; NP EN 288.

Características de Funcionamento:

Velocidade máxima de 1,5 m/s
Pressão de trabalho PN10

Características Construtivas e de Montagem:

A tubagem será em aço ao carbono DIN 2440

Nas linha gerais, as ligações serão do tipo Ranhuradas/Press Fit
- Para tubo até Ø 2 1/2" inclusive - PressFit
- Para tubo de diâmetro superior - Tubagem Ranhurada

Acessórios da tubagem, como cones de redução, uniões, flanges, cotovelos, etc., do mesmo material (do tubo)
Fixação de modo a que o tubo possa dilatar livremente, por braçadeiras simples ou múltiplas, em aço macio
Em trajectos verticais os tubos serão suportados por peças com cinta de fixação em barra metalizada, apertada por parafusos também metalizados
Peças de apoio e fixação convenientemente decapadas e galvanizadas por imersão
As braçadeiras e apoios de tubagem isolada, devem ser concebidos e executados de modo que, além de impedirem a propagação de vibrações, não diminuam as características de isolamento no ponto de fixação quanto à criação de pontes térmicas. As braçadeiras e apoios de tubagem disporão de uma junta de material elástico antivibrátil, interposto entre aqueles elementos e a tubagem.
As distâncias entre suspensões ou apoios deverão respeitar os valores indicados em seguida:
- Para tubo até ø1 1/4" - 2,5m
- Para tubo até ø1 1/2" e ø2 1/2"- 3,0m
- Para tubo até ø3" e ø3 1/2"- 3,5m
- Para tubo até ø4"e ø6" - 4,0m
- Para tubo até ø8 e ø11" - 5,0m

Os atravessamentos de paredes e pavimentos deverão ser feitos através de mangas de diâmetro igual a 1,5 vezes o diâmetro do tubo, sendo o espaço entre a manga e o tubo preenchido com material isolante elástico e resistente ao fogo;
A rede de tubagem será equipada com purgadores automáticos isolados com torneira, instalados nos pontos altos onde a linha será estendida adequadamente
Isolamento em espuma elastomérica, incluindo barreira anti-vapor e protecção mecânica com chapa de alumínio (ver ficha 00)

Os tubos serão protegidos com duas demãos de primário anticorrosivo

Características Dimensionais:

Notas:

A tubagem deverá ser transportada e armazenada em condições de limpeza e ausência de água ou humidade
Como garantia de qualidade no que diz respeito aos suportes e amarrações, aconselha-se a utilização da marca MüPRO, ou equivalente

FICHA Nº 14	
Material / Equipamento:	Válvulas e Afins para Água Gelada e Quente
Quantidade:	Ver de medições
Designação do Projecto:	Ver desenhos
Marca e Modelo de Referência:	Válvulas de dupla regulação - Marca ARGELO, modelos TBV-CMP; KTM512
	Válvulas dinâmicas - Contimetra
	Válvulas de seccionamento - INTERAPP; SPIRAX, modelo BVF 5
	Purgadores de Ar - SPIRAX, automáticos, modelo AE 30
	Termómetros - SPIRAX, modelo TB 8
	Manómetros - SPIRAX, modelo MGS 18
	Válvulas anti-poluição - SYR, modelo BA 6628
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

NP EN 736-2
NP EN 13190
NP EN 837-2/3

Características de Funcionamento:

Pressão máxima de funcionamento: 6 bar
Temperaturas de funcionamento: ambiente

Características Construtivas e de Montagem:

Válvulas de Dupla Regulação são simultaneamente válvulas equilibradoras, controlo proporcional e estabilização da pressão diferencial com medição de caudais. Destinam-se a fazer o controlo modulante das baterias de água quente e/ou refrigerada dos conversores de energia. A curva característica destas válvulas permite obter uma resposta linear do circuito hidráulico, por elas controlado.

As válvulas de seccionamento serão de macho esférico até aos diâmetros de 2" inclusive, e para diâmetros superiores serão do tipo borboleta

Válvulas de seccionamento do tipo de esfera, de 1 corpo, temperatura entre -500ºC e + 230ºC, corpo, esfera e ligação roscada em aço, vedantes e sede em teflon

Válvulas de seccionamento do tipo borboleta, de corpo em ferro fundido, disco em aço inoxidável e vedante em EPDM, pressão limite de 10bar e temperaturas entre -20ºC e 120ºC, haste de manuseamento incluída

Purgadores de ar automáticos em aço inoxidável AISI 316, bóia em polímero, obturador em EPDM, sede e parafuso em aço inoxidável AISI 304, válvula de retenção em aço inoxidável AISI 440, válvula de seccionamento em latão e teflon

Termómetros de quadrante, para temperaturas entre 0ºC e +100ºC, pressão máxima de trabalho de 10 bar, protecção IP 55

Filtros serão do tipo Y, com corpo em bronze para diâmetro até 4", e em ferro fundido para diâmetros superiores. Terão diâmetro de passagem da água igual aos dos tubos onde ficam inseridos. O cesto para retenção dos defeitos será em aço inox, sendo a sua remoção feita por abertura da tampa de limpeza

Manómetros - Serão de quadrante de fácil leitura, espelho de 100 mm de diâmetro, com torneira apropriada. Escala a adequada às pressões a medir cujas leituras deverão aparecer sensivelmente a meio da escala.

Características Dimensionais:

Notas:

Todos estes componentes serão isolados e/ou protegidos
A instalação de todos estes componentes deverá seguir todas as recomendações do fabricante

FICHA Nº 15	
Material / Equipamento:	Tubagem Enchimento
Quantidade:	Ver peças desenhadas e lista de medições
Designação do Projecto:	-
Marca e Modelo de Referência:	-
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

NP EN ISO 1127; DIN 2448; NP EN 12517; NP EN 25817; EN 10204; NP EN 287; NP EN 439; NP EN 26848; NP EN 288.

Características de Funcionamento:

Destina-se ao enchimento e compensação de fugas

Características Construtivas e de Montagem:

Tubo de aço galvanizado de dimensões segundo ISO DIN 2440, de do tipo Ranhurada para diâmetros iguais ou superiores a 65mm e sistema press fit para diâmetros inferiores a 65mm. Para ligações terminais aplicar tubagem flexível do tipo multicamada
Acessórios da tubagem, como cones de redução, uniões, flanges, cotovelos, etc., do mesmo material (do tubo)
Fixação de modo a que o tubo possa dilatar livermente, por braçadeiras simples ou múltiplas, em aço macio
Em trajectos verticais os tubos serão suportados por peças com cinta de fixação em barra metalizada, apertada por parafusos também metalizados
Peças de apoio e fixação convenientemente decapadas e galvanizadas por imersão
As braçadeiras e apoios de tubagem (não isolada), terão um material elástico antivibrátil interposto (entre aqueles elementos e a tubagem)

As distâncias entre suspensões ou apoios, dependendo dos diâmetros dos tubos, deverão respeitar os valores indicados em seguida:

• Para tubo até ø3/4" - 1,5m
• Para tubo de diãmetro superior - 2 m
Os atravessamentos de paredes e pavimentos deverão ser feitos através de mangas de diâmetro igual a 1.5 vezes o diâmetro do tubo e o espaço

entre a manga e o tubo deverá ser preenchido com material isolado elástico e resistente ao fogo;
Os tubos serão Galvanizados, dispensando pintura.
Os conjuntos de enchimento deverão incluir as seguintes válvulas e afins: válvulas de seccionamento, válvula anti-poluição, válvula anti-retorno, válvula de retenção, válvula redutora de pressão, manómetros e filtro em Y

Notas:

A tubagem deverá ser transportada e armazenada em condições de limpeza e ausência de água ou humidade
Como garantia de qualidade no que diz respeito aos suportes e amarrações, aconselha-se a utilização da marca MüPRO, ou equivalente

FICHA Nº 16	
Material / Equipamento:	Sistema de Tratamento de Água
Quantidade:	Ver peças desenhadas
Designação do Projecto:	Ver peças desenhadas
Marca e Modelo de Referência:	ENKROTT, conforme abaixo indicado
	Grupo de enchimento: CALLEFFI, modelo 574001
Local de Montagem:	Ver peças desenhadas

Normas, Códigos e Regulamentos a Observar:

Características de Funcionamento:

Grupo de enchimento automático, capaz de regular a pressão de adução da água da rede, bem como filtrar e
Tratamento anti-corrosivo da água dos circuitos: preconiza-se o fornecimento e montagem de um sistema que medirá a quantidade de água de enchimento ou compensação dos sistemas fechados, e procederá à sua regularização e filtração, sempre de modo automático.

Características Construtivas e de Montagem:

Grupo de enchimento automático:

Grupo de enchimento automático com válvula anti-poluição do tipo BA

Composto por:

Campo de regulação do redutor de pressão: 1÷6 bar. Pressão máx. 10 bar. Temperatura máx. 60°C.

Válvula redutora de pressão de sede compensada. Corpo em latão. Sede e filtro em aço inoxidável.
Membrana e guarnição de vedação em NBR. Superfície de passagem revestida a quente com PTFE.
Válvula anti-poluição de zona de pressão controlável. Homologado UNI 9157. Corpo em liga
Válvula de intercepção de esfera. Corpo em latão.

Manómetro a jusante de 0÷6 bar. Incluindo válvula de retenção.

Sistema de Tratamento de Água dos Circuitos Fechados de Refrigeração:

Tratamento químico correctivo

Posto de doseamento composto por:
. Um contador volumétrico, com emissor de impulsos e instalação horizontal (marca Hydrometer, mod. M-

. Uma bomba doseadora electromagnética de diafragma (marca Colberge, modelo MP653-422)

. Um depósito de 100 litros (marca Colberge, modelo DP100)
. Uma sonda de nível, em PP resistente à corrosão (marca Colberge)
. Agente condicionante (referência Kurilex MP-704-25)

a) Tratamento Anti-Incrustante (DP.02)
. Contador volumétrico para águas limpas, com emissor de impulsos e instalação horizontal (marca
. Uma bomba doseadora electromagnétcia de diafragma (marca Colberge, modelo MP653-642)
. Um depósito de 100 litros (marca Colberge, modelo DP100)
. Agente condicionante (referência Kurita, referência T-6720-25)

Descalcificação:
Filtro de protecção, com corpo em acrílico transparente e válvula de purga, com célula filtrante, em fibra
Descalcificador Culligan série MEDALLIST, com relógio programador e válvula de mistura de
O reservatório “Quadra-Hull” é composto por:
- uma armadura suplementar em grafite, que assegura uma óptima resistência á pressão
O contentor de sal é fabricado em polietileno de alta densidade.
O sistema de aspiração de salmoura é provido de uma válvula “air stop” que impede a entrada de ar no
Capacidade de permuta mínima : 35 m3/ºF, com 1 Kg sal
Capacidade de permuta nominal : 60 m3/ºF, com 3 Kg sal
Volume de resina de 10 litros; Capacidade de armazenagem de sal de 30 Kg.
Caudal de serviço: 30 l/m; Pressão de operação: 1 bar
Temperatura de operação : 2 – 40º C

Alimentação eléctrica : 24 V, 50Hz
Válvula de mistura Oventrop de 1”, para regulação da dureza da água tratada, em bronze.
Caudal máximo : 7 m3/h - ΔP 750 m.c.a.

Agente regenerador de resinas, refª ENK SG-25Kg

O conjunto do sistema de tratamento de água deverá incluir (conforme esquema de príncipio):

- válvulas de seccionamento
- filtro tipo Y
- válvula anti-retorno
- conjunto manómetro com sifão e torneira

Características Dimensionais:

Notas:

APÊNDICE G

Detailed Performance Summary For Untitled1

Project: ~Untitled2 | 10-20-2016
Prepared By: | 04:43

30RBS-080B Air Cooled Scroll Chiller

Cooling Mode

Performance Information

Cooling Capacity:	**79.0**	kW
Cooling Efficiency (EER):	**2.70**	kW/kW
Seasonal Efficiency (ESEER):	**3.66**	kW/kW
Unit Power Input:	**29.30**	kW

Evaporator Information

Fluid Type:	**Fresh Water**	
Fouling Factor:	**0.0000**	(sqm-K)/kW
Leaving Temperature:	**7.0**	°C
Entering Temperature:	**12.0**	°C

Evaporator Hydraulic Module Information

External Static Pressure:	**116.4**	kPa
Pump Power Input:	**1.59**	kW
Fluid Flow:	**3.79**	l/s

Condenser Information

Altitude:	**0**	m
Number of Fans:	**1**	
Entering Air Temperature:	**35.0**	°C

Acoustic Information (cooling mode)

Sound Power Level (LwA):	**87**	dB(A)
Sound Pressure Level at 10.0m (LpA):	**55**	dB(A)

Unit Information

Manufacturing Source:	**Montluel, France**	
Refrigerant:	**R-410A**	
Capacity Control Steps:	**2**	
Minimum Capacity:	**50**	%
Number of Refrigerant Circuit:	**1**	
Operating/Shipping Weight:	**498/510**	kg
Unit Dimensions (LxWxH):	**2109/1090/1321**	mm

MCHE Coating Requirements Information

Distance from coast (km):	**8.0**	km
Average Annual Temperature:	**35.0**	°C
Average Annual Relative Humidity:	**75.0**	%

Electrical Information

Unit Voltage:	**400(+/-10%)-3-50**	V-Ph-Hz
Standby Power:	**0.14**	kW
Power Factor:	**0.78**	

Amps (Un)	Electrical Circuit 1	Electrical Circuit 2
Maximum Current In (A):	77	None
Start Up Current (A)	217	None
Current at Eurovent Conditions (A)	57	None

Accessories and Installed Options
Opt. 116S Fixed Speed Dual Pump HP
Standard Unit

All performances are compliant with EN14511 – 3 : 2013. Sound power level according to ISO9614 – 1.

CARRIER participates in the ECP program for Liquid Chilling Packages and Hydronic Heat Pumps. Check ongoing validity of certificate:www.eurovent-certification.com.

Outside the scope of AHRI Air-Cooled Water-Chilling Packages Certification Program, but is rated in accordance with AHRI Standard 550/590 (I-P) and AHRI Standard 551/591 (SI).

Detailed Performance Summary For Untitled1

Project: ~Untitled2 10-20-2016
Prepared By: 04:43

European Seasonal Energy Efficiency Ratio

ESEER: **3.66** kW/kW

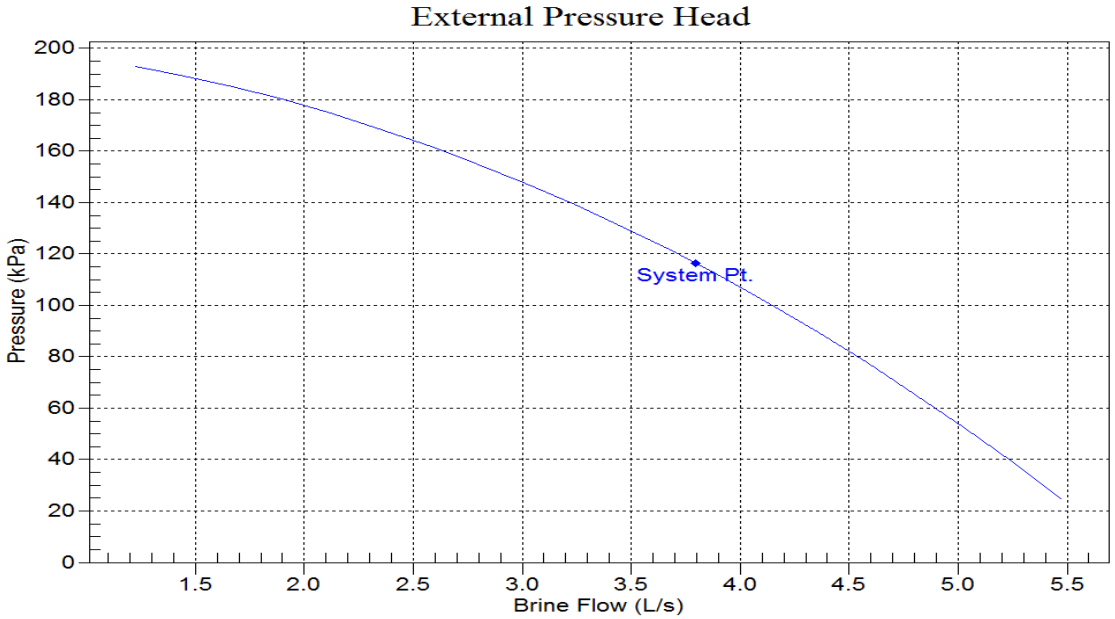
Unit Performance			(1)	(1)
Percent Full Load Capacity, %	100	75	50	25
Percent Full Load Power, %	100	61	35	18
Unloading Sequence	A	A	A	A
Cooling Capacity, kW	79.0	59.2	39.5	19.7
Unit Power Input, kW	29.3	17.9	10.1	5.1
Efficiency, kW/kW	2.70	3.31	3.90	3.84
Evaporator Data				
Fluid Entering Temperature, °C	12.0	10.7	9.5	8.2
Fluid Leaving Temperature, °C	7.0	7.0	7.0	7.0
Fluid Flow Rate, l/s	3.79	3.79	3.79	3.79
Fouling Factor, (sqm-K)/kW	0.000	0.000	0.000	0.000
Condenser Data				
Entering Air Temperature, °C	35.0	30.0	25.0	20.0

Values given are interpolated and are not directly measurable under laboratory conditions.

(1) Compressor cycling is expected. Stated performances are average.

Evaporator Hydraulic Module Information

External Static Pressure: **116.4** kPa
Pump Power Input: **1.59** kW
Fluid Flow: **3.79** l/s



All performances are compliant with EN14511 – 3 : 2013. Sound power level according to ISO9614 – 1.

CARRIER participates in the ECP program for Liquid Chilling Packages and Hydronic Heat Pumps. Check ongoing validity of certificate:www.eurovent-certification.com.

Outside the scope of AHRI Air-Cooled Water-Chilling Packages Certification Program, but is rated in accordance with AHRI Standard 550/590 (I-P) and AHRI Standard 551/591 (SI).

APÊNDICE H

Summary Performance Report For Untitled1

Project: ~Untitled2 09-14-2016
Prepared By: 06:07

30RQ-021D0------ Air to Water Heat Pump

Cooling Mode

Performance Information

Cooling Capacity:	**20.4**	kW
Cooling Efficiency (EER):	**3.20**	kW/kW
Seasonal Efficiency (ESEER):	**3.44**	kW/kW
Unit Power Input:	**6.39**	kW

Evaporator Information

Fluid Type:	**Fresh Water**	
Fouling Factor:	**0.0000**	(sqm-K)/kW
Leaving Temperature:	**7.0**	°C
Entering Temperature:	**12.0**	°C
Fluid Flow:	**0.99**	l/s
Total Pressure Drop:	**55.0**	kPa

Condenser Information

Altitude:	**0**	m
Number of Fans:	**2**	
Entering Air Temperature:	**33.9**	°C

Heating Mode

Performance Information

Heating Capacity:	**14.1**	kW
Heating Capacity (Instantaneous)*:	**20.6**	kW
Heating Efficiency (COP):	**3.67**	kW/kW
Heating Efficiency (COP) (Instantaneous)*:	**3.75**	kW/kW
Unit Power Input:	**3.83**	kW

Evaporator Information

Altitude:	**0**	m
Number of Fans:	**2**	
Entering Air Temperature (dry bulb):	**3.2**	°C
Entering Air Temperature (wet bulb):	**3.2**	°C
Relative Humidity:	**100.0**	%

Condenser Information

Fluid Type:	**Fresh Water**	
Fouling Factor:	**0.0000**	(sqm-K)/kW
Leaving Temperature:	**35.0**	°C
Entering Temperature:	**30.0**	°C
Fluid Flow:	**0.99**	l/s
Total Pressure Drop:	**48.3**	kPa

Acoustic Information (cooling mode)

Sound Power Level (LwA):	**74**	dB(A)
Sound Pressure Level at 10.0m (LpA):	**42**	dB(A)

Unit Information

Manufacturing Source:	**European Union**	
Refrigerant:	**R-410A**	
Capacity Control Steps:	**1**	
Minimum Capacity:	**100**	%
Number of Refrigerant Circuit:	**1**	
Operating/Shipping Weight:	**208/210**	kg
Unit Dimensions (LxWxH):	**1136/584/1579**	mm

Electrical Information

Unit Voltage:	**400(+/-15%)-3-50**	V-Ph-Hz
Standby Power:	**0.07**	kW
Power Factor:	**0.79**	

Amps (Un)	Electrical Circuit 1	Electrical Circuit 2
Maximum Current In (A):	16	None
Start Up Current (A)	95	None
Current at Eurovent Conditions (A)	12	None

Accessories and Installed Options

No Accessories or Installed Options selected

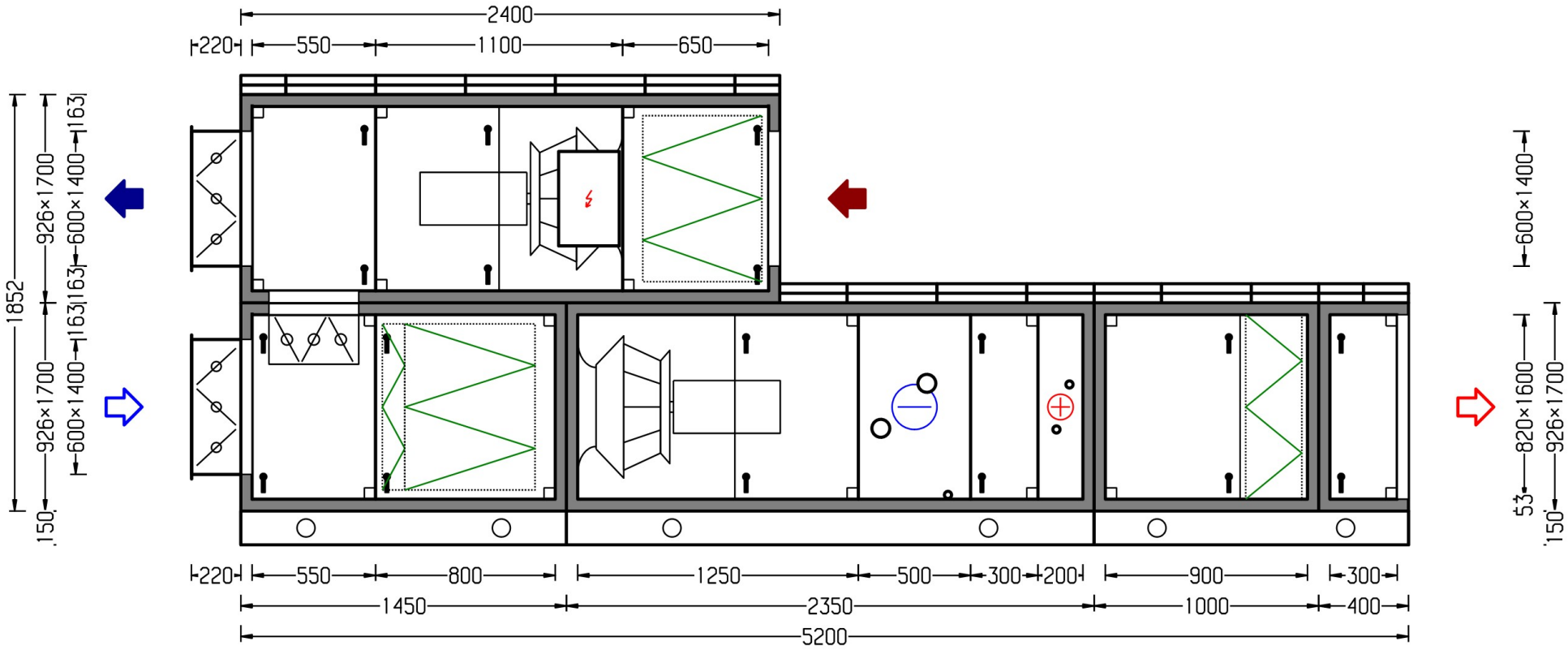
All performances are compliant with EN14511 – 3 : 2013. Sound power level according to ISO9614 – 1.

CARRIER participates in the ECP program for Liquid Chilling Packages and Hydronic Heat Pumps. Check ongoing validity of

certificate:www.eurovent-certification.com.

Outside the scope of AHRI Air-Cooled Water-Chilling Packages Certification Program, but is rated in accordance with AHRI Standard 550/590 (I-P) and AHRI Standard 551/591 (SI).

APÊNDICE I



From Inspection Side

2016-10-18
Acon 2.18.161012.2

Customer id	66639	Project name		(PC) / PC
Project	8	Unit name		uta 1
Unit	1	Supply air	eQ-023	2095 l/s
AOC	ACON-01958761	Exhaust air	eQ-023	2195 l/s

FläktWoods

AIR HANDLING UNIT eQ

Project	8 (PC) / PC	Acon 2.18.161012.2
AOC	ACON-01958761	
Unit	1 () / uta 1	2016-10-18
Size	023	Page 2/12
Customer		
Customers ref.		
Our ref.	Paula Santos	

Supply air flow	2095 l/s	Exhaust air flow	2195 l/s
Ext. static pressure	1500 Pa	Ext. static pressure	700 Pa
Voltage	3 x 400V + N, 50 Hz	Weight	1948 kg
Specific electric power demand	4.37 kW/(m³/s)	Dimensioned for wet condition	
Ref. density	1.2 kg/m³	Ref. altitude above sea level	0 m

SUMMARY

Functional sections in direction of air flow	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP* (Pa)
Supply air:					
Connection section	2.6				3
Inspection section					0
Filter	2.4				245
Plenum fan		67.7	0 / 2.8	32 / 35.1	2216
Air cooler	1.9			22.7 / 10.5	117
Inspection section					0
Air heater	1.9		10.5 / 15		34
Absolute filter	2.2				308
Inspection section					0
Fan system effect					9
Supply outlet					1500
Exhaust air:					
Exhust inlet					700
Connection section	2.7				1
Filter	2.5				89
Plenum fan		72.0			802
Inspection section					0
Connection section	2.7				3
Fan system effect					9

*Refers to the fan design case

SOUND POWER LEVELS

(standard: EN13053 ISO/CD 13347-2)

	Lw per octave band (dB)								LwA
Octave band (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Fresh air connection	77	83	91	80	75	77	78	72	86
Supply air connection	83	82	84	77	75	73	71	66	81
Extract connection	69	70	85	75	68	66	66	61	79
Exhaust connection	73	70	79	76	79	75	73	72	83
To surroundings	69	70	75	59	54	57	57	42	68

TOLERANCE

According to EN 13053 the LwA tolerance is 4dB. Octave band tolerances are presented in the tolerance table

	Lw per octave band (dB)								LwA
Octave band (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
TOLERANCE	8	6	6	6	6	4	4	7	4

Frequency converters and motors mounted external are not included in the sound power levels

TECHNICAL SPECIFICATION
(components listed in direction of air flow)

SUPPLY AIR

End connection frame

Pressure drop, dimensioning	3	Pa

Casing end wall
- Multi cable
- Damper
  - Width cm : 140
  - Height in cm : 060
  - Tightness class : CEN 3
  - Connection: Flange
  - Function : Outdoor air
  - Location: externally end wall
  - Damper type: 200 mm blade
  - Material : galvanized sheet steel
  - Damper actuator
    - Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Empty section

Unit size : 023
Length: 055
Opening in ceiling : with opening for internal damper
Inspection side : right
Damper
- Width cm : 140
- Height in cm : 040
- Tightness class : CEN 3
- Connection: Flange
- Function : recirculated air
- Location: internally top
- Damper type: 200 mm blade
- Material : galvanized sheet steel

Damper actuator
- Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Filter

Size: 023
Filter length: extra long bag
Filter class: F9
Filter type: glass fibre
Filter frame : plastic
Inspection side: inlet in end wall
Location: negative pressure
Prefilter: G4 50 mm synthetic/plastic cassett
Drain tray: without
Material: AZ sheet steel
Inspection side: right

Number of filters	2x592x592, 1x287x592	
Pressure drop, start	160	Pa
Pressure drop, dimensioning	245	Pa
Pressure drop, end	330	Pa
Face area	0.9	m²
Face velocity	2.4	m/s

Multi cable

Plenum fan

Inspection side: right

Fan selection

- Fan size: size 2
- Anti-vibration mountings: rubber

Motor selection

- Motor type: ABB IE3
- IEC Size: 160

Motor control

- Manufacture, type: ABB, ACH550
- Housing protection: IP54
- Design: on panel
- Delivery options: mounted on current sub, quick connection

Motor / VSD-accessories

- Connection accessories: quick connection
- Length: 308

Dimensioning data

Speed	2948	Rpm
Max speed	3070	Rpm
Fan efficiency	67.7	%
Total efficiency	60.8	%
Fan static pressure, dimensioning	2216	Pa
Fan shaft power at dim. data	7.18	kW
Absorbed electrical power	8.0	kW
Temperature rise	3.1	°C
K factor	18.89	
Fan wheel size	050	

SFP Calculation

Absorbed electrical power according to SFP	7.07	kW
Pressure rise	2060	Pa
Speed	2781	Rpm

Motor

Efficiency	89.8	%
Speed	2943	Rpm
Motor output	11	kW
Electric current	18.7	A
Number of Poles	2	
Operating frequency at frequency control	50.1	Hz
Max frequency at frequency control	52.2	Hz
Max speed at frequency control	3070	Rpm

Multi cable

Fan control

- Fan location: Supply fan
- Control function: Flow control
- Control reference: Setpoint in DUC
- Pressure range: Without
- Fire function: Without
- Design: Standard
- Delivery option: Mounted on current sub, quick connection

Start equipment fan

- Fan location: Supply 1
- Motor: 1-Speed
- Start method: Frequency converter
- Voltage: 400 VAC, 3-phase
- Rated current high speed: 187

Delivery options: Mounted on current sub, quick connection
Frequency converter
Motor accessories
Centriflow 3D fan unit + asynchronous motor

Air cooler for chilled water

Use as: Cooling Coil
Unit size : 023
Output variant : 8
Design: normal face area
Fin pitch: 2 mm
Fluid passes: 6
Material, coil : Cu/Al
Material, frame : galvanized sheet steel
Connection side : right

Nom. pipe size	80	
Liquid volume	39.8	l
Pressure drop, dimensioning	117	Pa
Pressure drop	117	Pa
Pressure drop, dry coil	84	Pa
Output	40.8	kW
Air temperature	22.7 / 10.5	°C
Wet temperature	16.5 / 10.2	°C wb
Face velocity	1.9	m/s
Water temperature	7 / 12	°C
Water flow	1.94	l/s
Water velocity	0.6	m/s
Pressure drop water	5.2	kPa

Empty section

Unit size : 023
Length: 030
Inspection side : right

Air heater for hot water

Output variant : 2
Material, coil : Cu/Al
Fin pitch: 2 mm
Fluid passes: 04
Design: one complete coil
Material, frame : galvanized sheet steel
Connection side : right

Nom. pipe size	32	
Liquid volume	10.0	l
Pressure drop, dimensioning	35	Pa
Output	11.5	kW
Air temperature	10.5 / 15	°C
Face velocity	1.9	m/s
Control principle for water heater	flow control	
Water temperature	35 / 30	°C
Water flow	0.55	l/s
Water velocity	0.4	m/s
Pressure drop water	2.4	kPa

Frost protection sensor
Type of heater: Air heater
Sensor type: Standard
Design: Immersion sensor

Delivery option: Supplied with STEQ

Absolute filter

Size: 023
Length: 900 mm
Location: positive pressure
Inspection side: right
Filter class: H14
Filter frame : plywood
Number of filters
Pressure drop, start 258 Pa
Pressure drop, dimensioning 308 Pa
Pressure drop, end 358 Pa
Face area 0.9 m²
Face velocity 2.2 m/s
PQPZ-24_led
  Size: 23
  Filter class: H14
  Filter frame : plywood
Differential pressure sensor type Dwyer Magnehelic
  Pressure range, first sensor: 0-1000 Pa
  Design: bracket mounted on panel

Empty section

Unit size : 023
Length: 030
Inspection side : right

EXHAUST AIR

End connection frame

Pressure drop, dimensioning 1 Pa
Casing end wall

Filter

Size: 023
Filter length: Long bag (vertical pockets only)
Filter class: M5
Filter type: synthetic
Filter frame : galvanized sheet steel
Inspection side: inlet in end wall
Location: negative pressure
Prefilter: without
Drain tray: without
Material: AZ sheet steel
Inspection side: left
Number of filters 2x592x592, 1x287x592
Pressure drop, start 39 Pa
Pressure drop, dimensioning 89 Pa
Pressure drop, end 139 Pa
Face area 0.9 m²
Face velocity 2.5 m/s
Multi cable
Filter monitoring

Plenum fan

Inspection side: left

Fan selection
- Fan size: size 2
- Anti-vibration mountings: rubber

Motor selection
- Motor type: PM-motor IE4
- IEC Size: 90

Motor control
- Manufacture, type: Fläkt Woods built-on
- Housing protection: IP54
- Design: on motor support
- Delivery options: mounted on current sub, quick connection

Motor / VSD-accessories
- Connection accessories: quick connection
- Length: 308

Dimensioning data

Speed	1992	Rpm
Max speed	2100	Rpm
Total efficiency	65.4	%
Fan static pressure, dimensioning	802	Pa
Absorbed electrical power	2.77	kW
Temperature rise	1	°C
K factor	18.89	
Fan wheel size	050	

SFP Calculation

Absorbed electrical power according to SFP	2.53	kW
Pressure rise	751	Pa
Speed	1913	Rpm

Motor

Motor output	3.6	kW
Electric current	7.8	A
Output margin, minimum	10	%

Multi cable

Fan control
- Fan location: Exhaust fan
- Control function: Flow control
- Control reference: Setpoint in DUC
- Pressure range: Without
- Fire function: Without
- Design: Standard
- Delivery option: Mounted on current sub, quick connection

Start equipment fan
- Fan location: Exhaust 1
- Motor: 1-Speed
- Start method: Frequency converter
- Voltage: 400 VAC, 3-phase
- Rated current high speed: 078
- Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Frequency converter

Motor accessories

Centriflow 3D fan unit + PM motor

Empty section

Unit size : 023

Length: 055

Opening in base : with opening for internal damper

Inspection side : left

End connection frame

Pressure drop, dimensioning 3 Pa

Casing end wall

Multi cable

Damper

Width cm : 140

Height in cm : 060

Tightness class : CEN 3

Connection: Flange

Function : extract air

Location: externally end wall

Damper type: 200 mm blade

Material : galvanized sheet steel

Damper actuator

Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

CONTROLS
Product list

Temperature sensor — STAZ-02-30-1-1-2
Type of sensor: Out door temp sensor
Design: AHU mounted sensor
Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Temperature sensor — STAZ-02-20-1-1-2
Type of sensor: Exhaust air temp sensor
Design: AHU mounted sensor
Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

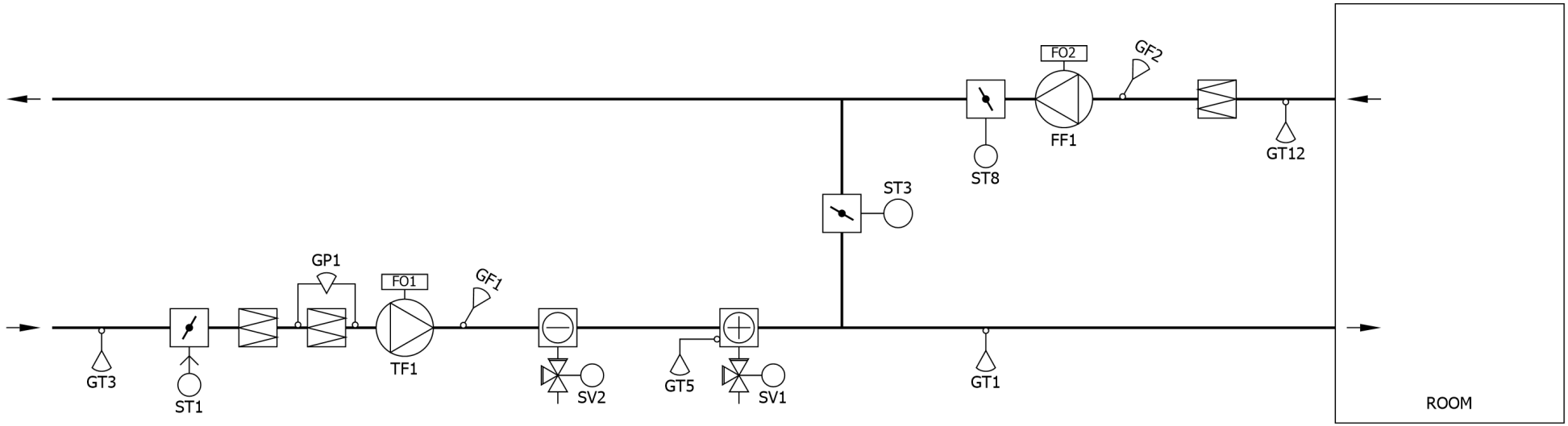
Electrical cabinet — STEQ-003-00-10-0-3-4-65-6-2-1
Placement: in panel
Voltage: 3x400 VAC
Control equipment: Siemens Climatix 600, TCP/IP + exp
HMI (display): Semigrafical, handheld IP65
Design: Outdoor

Temperature control — STAZ-01-2-0-0-1-0-0-0-1-65-1
- Type of control: Exhaust air control
- Cooling recovery: With
- Controller: Siemens Climatix 600, TCP/IP + exp
- Temperature sensor — STAZ-02-10-1-2-5
  - Type of sensor: Supply air temp sensor
  - Design: Duct sensor
  - Delivery options: Supplied with STEQ

Communication — STAZ-51-65-0-0-0
- Controller: Saphir Climatix 600, TCP/IP + exp
- Web: Without
- Alarm via GSM: Without
- Communication protocol: Modbus TCP

Control documentation — STAZ-36-65-1-023-1-3-03-1

Main Isolator — STAZ-80-036-0-5
- Max current: 036
- Auxiliary switch: Without
- Delivery options: Supplied with STEQ



RC1

Customer id	66639	Project name	(PC) / PC
Project	8	Unit name	uta 1
Uid	1		
AOC	ACON-01958761		Page 10/12

2016-10-18

FläktWoods

Description of Operation

Start and stop of air handling unit

TF1 and FF1 start and stop by the schedular in RC1.
Damper actuator ST1, ST8 opens before TF/FF starts and closes when TF/FF stops. ST1 closes at power failure.
The operation and alarm indication are in the OP-panel of RC1

Temperature control

RC1 controls the air cooler and the air heater in sequence. When the need for heat increases, the heater is controlled for warm air. When the need for cool air increases, the air cooler is controlled for cold air.
RC1 controlls the heating coil via the valve actuator SV1.
RC1 controls the cooling coil via the valve actuator SV2.
Temperature sensor GT12 keeps the right exhaust air temperature via RC1.
Temperature sensor GT1 keeps the supply air temperature within limits via RC1.
when there is a risk for frost in the heating coil, frost protection sensor GT5 opens the valve actuator SV1, if the frost risk remains the air handling unit will be stopped.
when the air handling unit stops, frost protection sensor GT5 keeps the return water temperature constant to approximately 25°C

Fan control

Flow sensor GF1 keeps the flow constant for TF1 via FO1.
Flow sensor GF2 keeps the flow constant for FF1 via FO2.

Alarms for:

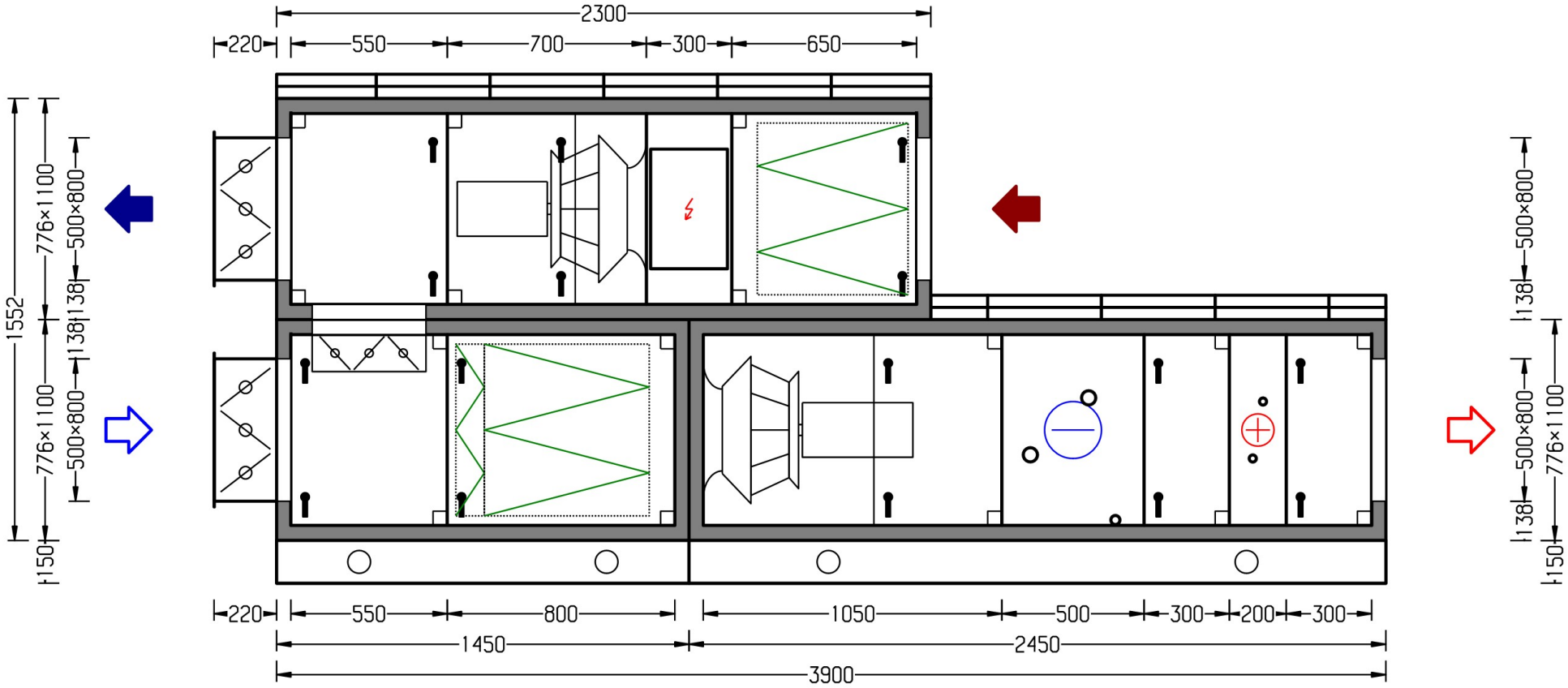
Running in manual mode,
control failure supply air fan,
control failure exhaust air fan,
failure frequency converter supply air fan,
failure frequency converter exhaust air fan,
frost protection guard,
filter guard supply air,
filter guard supply air,
or temperature sensor failure.

Component List

M = Factory Fitted & Wired
K = Supplied loose with Cable & Quick Connector for Fitting/Containment by others
U = Supplied loose without cable for Fitting/Cabling/Containment by others
C = Supplied loose with cable for Fitting/Containment by others

Description	Reference	Type	Delivery options
Frost protection Imersion sensor	GT5	PT1000 TF14	K
Frequency converter supply air	FO1	ABB ACH550	M
Mod. damper actu. Mixing air	ST3	DM1.1	M
Mod. damper actu. spring ret. Supply air	ST1	SF24A-SR	M
Mod. damper actu. Extract air	ST8	DM1.1	M
Pressure guard Supply filter	GP1	PS600	M
Pressure guard Supply filter	GP1	PS600	M
Temperature sensor Supply air	GT1	PT1000 AKF1019207	K
Temperature sensor Exhaust air	GT12	PT1000 TF14	M
Temperature sensor Outdoor air	GT3	PT1000 TF14	M

APÊNDICE J



From Inspection Side

2016-10-18
Acon 2.18.161012.2

Customer id	66639	Project name		(PC) / PC
Project	8	Unit name		uta 2
Unit	2	Supply air	eQ-014	1330 l/s
AOC	ACON-01958762	Exhaust air	eQ-014	1190 l/s

FläktWoods

AIR HANDLING UNIT eQ

Project	8 (PC) / PC	Acon 2.18.161012.2
AOC	ACON-01958762	
Unit	2 () / uta 2	2016-10-18
Size	014	Page 2/12
Customer		
Customers ref.		
Our ref.	Paula Santos	

Supply air flow	1330 l/s	Exhaust air flow	1190 l/s
Ext. static pressure	1500 Pa	Ext. static pressure	700 Pa
Voltage	3 x 400V + N, 50 Hz	Weight	1040 kg
Specific electric power demand	4.14 kW/(m³/s)	Dimensioned for wet condition	
Ref. density	1.2 kg/m³	Ref. altitude above sea level	0 m

SUMMARY

Functional sections in direction of air flow	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP* (Pa)
Supply air:					
Connection section	3.5				6
Inspection section					0
Filter	2.6				257
Plenum fan		69.9	0 / 2.5	32 / 34.8	1997
Air cooler	2.7			25.9 / 12	194
Inspection section					0
Air heater	2.6		12 / 15		29
Inspection section					0
Connection section	3.2				2
Fan system effect					9
Supply outlet					1500
Exhaust air:					
Exhust inlet					700
Connection section	3.1				1
Filter	2.3				83
Electrical control section					0
Plenum fan		68.4			801
Inspection section					0
Connection section	3.0				5
Fan system effect					12

*Refers to the fan design case

SOUND POWER LEVELS

(standard: EN13053 ISO/CD 13347-2)

	Lw per octave band (dB)								LwA
Octave band (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Fresh air connection	70	68	81	78	71	68	69	66	79
Supply air connection	80	78	89	82	79	76	75	72	86
Extract connection	61	65	84	72	59	64	63	58	77
Exhaust connection	72	72	77	72	74	75	75	72	81
To surroundings	61	56	67	57	49	49	49	37	61

TOLERANCE

According to EN 13053 the LwA tolerance is 4dB. Octave band tolerances are presented in the tolerance table

	Lw per octave band (dB)								LwA
Octave band (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
TOLERANCE	8	6	6	6	6	4	4	7	4

Frequency converters and motors mounted external are not included in the sound power levels

TECHNICAL SPECIFICATION
(components listed in direction of air flow)

SUPPLY AIR

End connection frame

Pressure drop, dimensioning	6 Pa

Casing end wall
- Multi cable
- Damper
  - Width cm : 080
  - Height in cm : 050
  - Tightness class : CEN 3
  - Connection: Flange
  - Function : Outdoor air
  - Location: externally end wall
  - Damper type: 200 mm blade
  - Material : galvanized sheet steel
  - Damper actuator
    - Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Empty section

Unit size : 014
Length: 055
Opening in ceiling : with opening for internal damper
Inspection side : right
Damper
- Width cm : 080
- Height in cm : 040
- Tightness class : CEN 3
- Connection: Flange
- Function : recirculated air
- Location: internally top
- Damper type: 100 mm blade
- Material : galvanized sheet steel

Damper actuator
- Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Filter

Size: 014
Filter length: extra long bag
Filter class: F9
Filter type: glass fibre
Filter frame : plastic
Inspection side: inlet in end wall
Location: negative pressure
Prefilter: G4 50 mm synthetic/plastic cassett
Drain tray: without
Material: AZ sheet steel
Inspection side: right

Number of filters	1x592x592, 1x287x592	
Pressure drop, start	172	Pa
Pressure drop, dimensioning	257	Pa
Pressure drop, end	342	Pa
Face area	0.5	m²
Face velocity	2.6	m/s

Multi cable

Plenum fan

Inspection side: right

Fan selection

- Fan size: size 3
- Anti-vibration mountings: rubber

Motor selection

- Motor type: ABB IE3
- IEC Size: 132

Motor control

- Manufacture, type: ABB, ACH550
- Housing protection: IP54
- Design: on panel
- Delivery options: mounted on current sub, quick connection

Motor / VSD-accessories

- Connection accessories: quick connection
- Length: 261

Dimensioning data

Speed	3601	Rpm
Max speed	3850	Rpm
Fan efficiency	69.9	%
Total efficiency	60.5	%
Fan static pressure, dimensioning	1997	Pa
Fan shaft power at dim. data	3.98	kW
Absorbed electrical power	4.6	kW
Temperature rise	2.8	°C
K factor	29.62	
Fan wheel size	040	

SFP Calculation

Absorbed electrical power according to SFP	4.07	kW
Pressure rise	1855	Pa
Speed	3397	Rpm

Motor

Efficiency	86.6	%
Speed	2926	Rpm
Motor output	5.5	kW
Electric current	9.6	A
Number of Poles	2	
Operating frequency at frequency control	61.5	Hz
Max frequency at frequency control	65.8	Hz
Max speed at frequency control	3850	Rpm

Multi cable

Fan control

- Fan location: Supply fan
- Control function: Flow control
- Control reference: Setpoint in DUC
- Pressure range: Without
- Fire function: Without
- Design: Standard
- Delivery option: Mounted on current sub, quick connection

Start equipment fan

- Fan location: Supply 1
- Motor: 1-Speed
- Start method: Frequency converter
- Voltage: 400 VAC, 3-phase
- Rated current high speed: 096

Delivery options: Mounted on current sub, quick connection
Frequency converter
Motor accessories
Centriflow 3D fan unit + asynchronous motor

Air cooler for chilled water

Use as: Cooling Coil
Unit size : 014
Output variant : 8
Design: normal face area
Fin pitch: 2 mm
Fluid passes: 10
Material, coil : Cu/Al
Material, frame : galvanized sheet steel
Connection side : right

Nom. pipe size	50	
Liquid volume	18.2	l
Pressure drop, dimensioning	194	Pa
Pressure drop	194	Pa
Pressure drop, dry coil	142	Pa
Output	30.2	kW
Air temperature	25.9 / 12	°C
Wet temperature	18.4 / 11.6	°C wb
Face velocity	2.7	m/s
Water temperature	7 / 12	°C
Water flow	1.44	l/s
Water velocity	0.9	m/s
Pressure drop water	12.8	kPa

Empty section

Unit size : 014
Length: 030
Inspection side : right

Air heater for hot water

Output variant : 1
Material, coil : Cu/Al
Fin pitch: 2 mm
Fluid passes: 04
Design: one complete coil
Material, frame : galvanized sheet steel
Connection side : right

Nom. pipe size	25	
Liquid volume	3.0	l
Pressure drop, dimensioning	29	Pa
Output	4.87	kW
Air temperature	12 / 15	°C
Face velocity	2.6	m/s
Control principle for water heater	flow control	
Water temperature	35 / 30	°C
Water flow	0.23	l/s
Water velocity	0.5	m/s
Pressure drop water	1.9	kPa

Frost protection sensor
Type of heater: Air heater
Sensor type: Standard
Design: Immersion sensor

Delivery option: Supplied with STEQ

Empty section

Unit size : 014
Length: 030
Inspection side : right

End connection frame

Pressure drop, dimensioning	2 Pa
Casing end wall	

EXHAUST AIR

End connection frame

Pressure drop, dimensioning	1 Pa
Casing end wall	

Filter

Size: 014
Filter length: Long bag (vertical pockets only)
Filter class: M5
Filter type: synthetic
Filter frame : galvanized sheet steel
Inspection side: inlet in end wall
Location: negative pressure
Prefilter: without
Drain tray: without
Material: AZ sheet steel
Inspection side: left

Number of filters	1x592x592, 1x287x592
Pressure drop, start	33 Pa
Pressure drop, dimensioning	83 Pa
Pressure drop, end	133 Pa
Face area	0.5 m²
Face velocity	2.3 m/s

Multi cable
Filter monitoring

Electrical casing

AHU size: 014
Function: Single casing for STEQ (L=300)
Effect for frequency converter: 000
Power supply: 3x400VAC
Manufacturer controls: Siemens
Design: Outdoor
Flange location: Without
Material: Fz steelplate
Inspection side: Right
Version number: version 1

Plenum fan

Inspection side: left
Fan selection
  Fan size: size 2
  Anti-vibration mountings: rubber
Motor selection
  Motor type: PM-motor IE4

IEC Size: 71
Motor control
Manufacture, type: Fläkt Woods built-on
Housing protection: IP65
Design: on motor support
Delivery options: mounted on current sub, quick connection
Motor / VSD-accessories
Connection accessories: quick connection
Length: 261
Dimensioning data

Speed	2914	Rpm
Max speed	3400	Rpm
Total efficiency	62.5	%
Fan static pressure, dimensioning	801	Pa
Absorbed electrical power	1.57	kW
Temperature rise	1.1	°C
K factor	36.01	
Fan wheel size	035	

SFP Calculation

Absorbed electrical power according to SFP	1.44	kW
Pressure rise	748	Pa
Speed	2802	Rpm

Motor

Motor output	2.2	kW
Electric current	4.4	A
Output margin, minimum	10	%

Multi cable
Fan control
Fan location: Exhaust fan
Control function: Flow control
Control reference: Setpoint in DUC
Pressure range: Without
Fire function: Without
Design: Standard
Delivery option: Mounted on current sub, quick connection
Start equipment fan
Fan location: Exhaust 1
Motor: 1-Speed
Start method: Frequency converter
Voltage: 400 VAC, 3-phase
Rated current high speed: 044
Delivery options: Mounted on current sub, quick connection
Frequency converter
Motor accessories
Centriflow 3D fan unit + PM motor

Empty section

Unit size : 014
Length: 055
Opening in base : with opening for internal damper
Inspection side : left

End connection frame

Pressure drop, dimensioning	5	Pa

Casing end wall
Multi cable
Damper

Width cm : 080
Height in cm : 050
Tightness class : CEN 3
Connection: Flange
Function : extract air
Location: externally end wall
Damper type: 200 mm blade
Material : galvanized sheet steel
Damper actuator
Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

CONTROLS
Product list

Temperature sensor — STAZ-02-30-1-1-2
Type of sensor: Out door temp sensor
Design: AHU mounted sensor
Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

Temperature sensor — STAZ-02-20-1-1-2
Type of sensor: Exhaust air temp sensor
Design: AHU mounted sensor
Delivery options: Mounted on current sub, quick connection

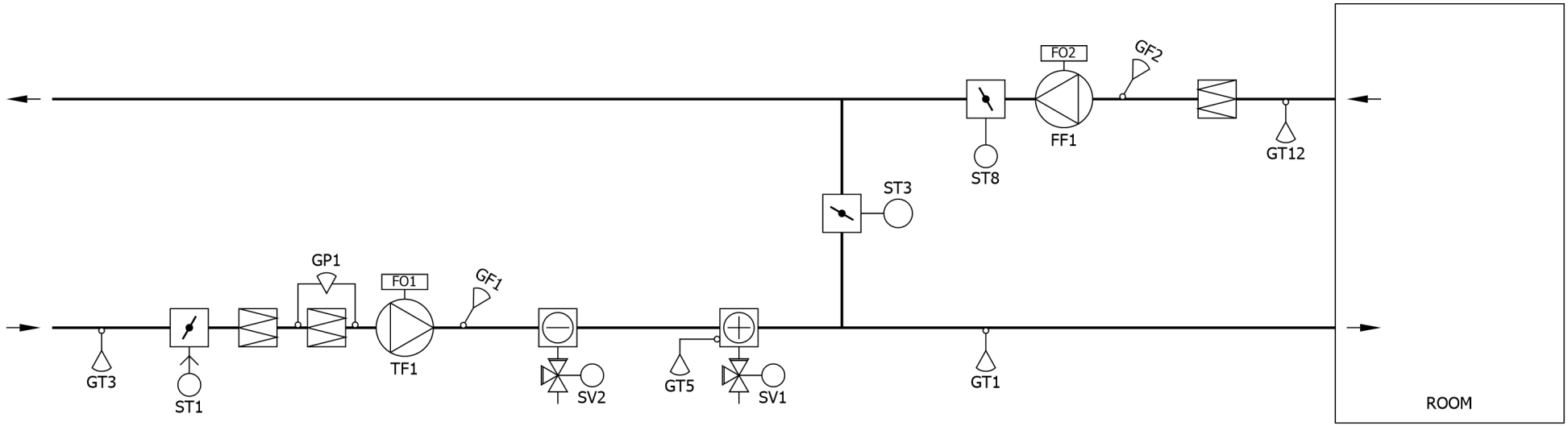
Electrical cabinet — STEQ-003-00-10-0-5-4-65-6-2-1
Placement: in empty section
Voltage: 3x400 VAC
Control equipment: Siemens Climatix 600, TCP/IP + exp
HMI (display): Semigrafical, handheld IP65
Design: Outdoor

Temperature control — STAZ-01-2-0-0-1-0-0-0-1-65-1
- Type of control: Exhaust air control
- Cooling recovery: With
- Controller: Siemens Climatix 600, TCP/IP + exp
- Temperature sensor — STAZ-02-10-1-2-5
  - Type of sensor: Supply air temp sensor
  - Design: Duct sensor
  - Delivery options: Supplied with STEQ

Communication — STAZ-51-65-0-0-0
- Controller: Saphir Climatix 600, TCP/IP + exp
- Web: Without
- Alarm via GSM: Without
- Communication protocol: Modbus TCP

Control documentation — STAZ-36-65-1-014-1-3-03-1

Main Isolator — STAZ-80-024-0-5
- Max current: 024
- Auxiliary switch: Without
- Delivery options: Supplied with STEQ



RC1

Customer id	66639	Project name	(PC) / PC
Project	8	Unit name	uta 2
Uid	2		
AOC	ACON-01958762		Page 10/12

2016-10-18

FläktWoods

Description of Operation

Start and stop of air handling unit

TF1 and FF1 start and stop by the schedular in RC1.
Damper actuator ST1, ST8 opens before TF/FF starts and closes when TF/FF stops. ST1 closes at power failure.
The operation and alarm indication are in the OP-panel of RC1

Temperature control

RC1 controls the air cooler and the air heater in sequence. When the need for heat increases, the heater is controlled for warm air. When the need for cool air increases, the air cooler is controlled for cold air.
RC1 controlls the heating coil via the valve actuator SV1.
RC1 controls the cooling coil via the valve actuator SV2.
Temperature sensor GT12 keeps the right exhaust air temperature via RC1.
Temperature sensor GT1 keeps the supply air temperature within limits via RC1.
when there is a risk for frost in the heating coil, frost protection sensor GT5 opens the valve actuator SV1, if the frost risk remains the air handling unit will be stopped.
when the air handling unit stops, frost protection sensor GT5 keeps the return water temperature constant to approximately 25°C

Fan control

Flow sensor GF1 keeps the flow constant for TF1 via FO1.
Flow sensor GF2 keeps the flow constant for FF1 via FO2.

Alarms for:

Running in manual mode,
control failure supply air fan,
control failure exhaust air fan,
failure frequency converter supply air fan,
failure frequency converter exhaust air fan,
frost protection guard,
filter guard supply air,
filter guard supply air,
or temperature sensor failure.

Component List

M = Factory Fitted & Wired
K = Supplied loose with Cable & Quick Connector for Fitting/Containment by others
U = Supplied loose without cable for Fitting/Cabling/Containment by others
C = Supplied loose with cable for Fitting/Containment by others

Description	Reference	Type	Delivery options
Frost protection Imersion sensor	GT5	PT1000 TF14	K
Frequency converter supply air	FO1	ABB ACH550	M
Mod. damper actu. Mixing air	ST3	DM1.1	M
Mod. damper actu. spring ret. Supply air	ST1	SF24A-SR	M
Mod. damper actu. Extract air	ST8	DM1.1	M
Pressure guard Supply filter	GP1	PS600	M
Pressure guard Supply filter	GP1	PS600	M
Temperature sensor Supply air	GT1	PT1000 AKF1019207	K
Temperature sensor Exhaust air	GT12	PT1000 TF14	M
Temperature sensor Outdoor air	GT3	PT1000 TF14	M

APÊNDICE K

Dados Circuito de Água Fria	
Caudal Nominal do Circuito Primário (m3/h)	13,6
Caudal mínimo do Circuito Primário (%)	40%
Caudal Nominal do Circuito Secundário (m3/h)	12,2
Caudal mínimo do Circuito Secundário (%)	25%

Cálculo do Volume do Depósito de Inércia de Água Fria (método Grundfos)				
Hipótese	**Q pmin (m3/h)**	**Q smin (m3/h)**	**Tempo de Funcionamento mínimo do chiller (min)**	**Volume do Depósito de Inércia (m3)**
1	5,5	3,0	5	0,20
2	5,5	3,0	10	0,40
3	5,5	3,0	15	0,60
4	***5,5***	***3,0***	***20***	***0,81***
5	5,5	3,0	25	1,01
6	5,5	3,0	30	1,21
7	5,5	3,0	35	1,41
8	5,5	3,0	40	1,61
9	5,5	3,0	50	2,01
10	5,5	3,0	60	2,42

Dados Circuito de Água Quente	
Caudal Nominal do Circuito Primário (m3/h)	3,6
Caudal mínimo do Circuito Primário (%)	40%
Caudal Nominal do Circuito Secundário (m3/h)	2,8
Caudal mínimo do Circuito Secundário (%)	25%

Cálculo do Volume do Depósito de Inércia de Água Quente (método Grundfos)				
Hipótese	**Q pmin (m3/h)**	**Q smin (m3/h)**	**Tempo de Funcionamento mínimo do chiller (min)**	**Volume do Depósito de Inércia (m3)**
1	1,4	0,7	5	0,06
2	1,4	0,7	10	0,12
3	1,4	0,7	15	0,18
4	***1,4***	***0,7***	***20***	***0,24***
5	1,4	0,7	25	0,30
6	1,4	0,7	30	0,36
7	1,4	0,7	35	0,42
8	1,4	0,7	40	0,48
9	1,4	0,7	50	0,60
10	1,4	0,7	60	0,72

3.5 Depósitos de inércia

Características Gerais

Com capacidades desde 200 a 6000 litros e de grande durabilidade, os depósitos de inércia **Sandometal** são indicados para acumulação de água em circuitos fechados de refrigeração ou aquecimento.

Aplicações Típicas

Para aplicação maioritariamente industrial, são utilizados em apoio a sistemas geradores de água refrigerada ou aquecida, quando se pretende aumentar a inércia dos circuitos, em caso de variações bruscas de temperatura, permitindo paragens mais longas dos sistemas.

Depósito de Inércia

Características de fabrico standard

Material: aço carbono S235JR ou aço inox AISI 316L
Acabamento: metalização ou galvanização para depósitos em aço carbono
Pressão máxima de serviço: 10 bar
Pressão de ensaio: 1,5 x Pressão de Serviço
Temperatura máxima de serviço: 100 ºC
Capacidade: de 200 a 6000 litros
Protecção catódica por ânodo de magnésio
Pontas de tubo roscadas

Acessórios Opcionais:

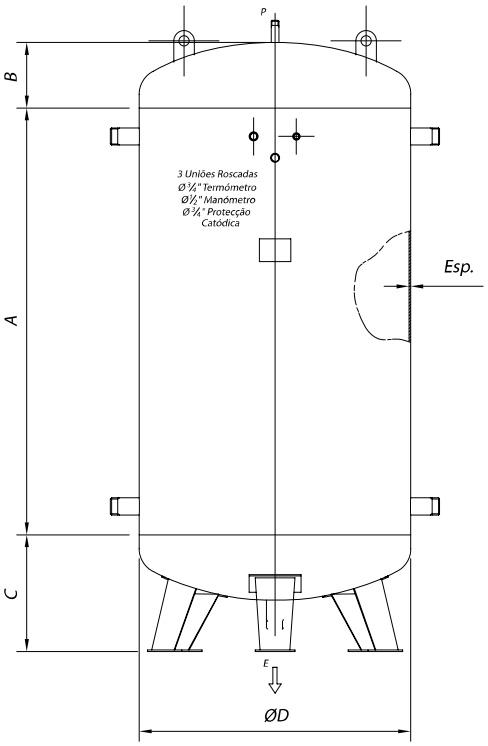
- Isolamento em lã de rocha de 50 a 100 mm de espessura com forra mecânica em chapa de alumínio ou inox
  (ver instruções nas pag 24 e 25)
- Porta de visita de 400 ou 500 mm de diâmetro nominal
- Protecção catódica eléctrica
- Pontas de tubo flangeadas
- Septos para estratificação térmica

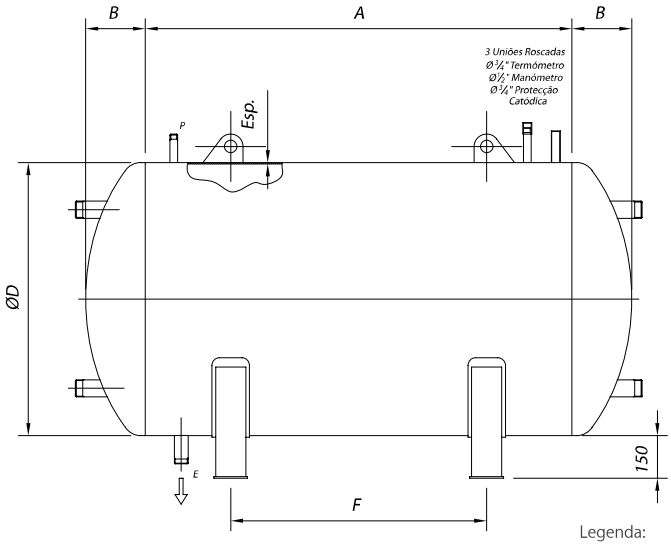
Depósito de Inércia

Imagens e fotografias meramente ilustrativas

3.5 Depósitos de inércia

Características Dimensionais





Legenda:
E - Esgoto
P - Purgador

Capacidade (litros)	Dimensões					Pontas de Tubo	S235 JR – Pressão de Serviço				Inox AISI 316L – Pressão de Serviço			
							PS 5 Bar		PS 8 Bar		PS 5 Bar		PS 8 Bar	
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)	AQ/AF E/R	Esp. (mm)	Peso (kg)	Esp. (mm)	Peso (kg)	Esp. (mm)	Peso (kg)	Esp. (mm)	Peso (kg)
200	1000	120	320	480	700	2"	3	65	3	65	3	65	3	65
300	1500	120	320	480	900	2"	3	85	3	85	3	85	3	85
400	1100	150	350	640	700	2"	3	95	4	120	3	95	3	95
500	1500	150	350	640	900	2"	3	115	4	155	3	115	3	115
750	1500	180	380	800	900	2"	3	155	5	250	3	155	3	155
1000	2000	180	380	800	1200	2"	3	190	5	305	3	190	3	190
1250	1500	210	410	960	900	2"	4	255	5	310	3	205	4	255
1500	2000	210	410	960	1200	2"	4	310	5	380	3	235	4	310
2000	2000	240	490	1080	1200	2"	4	365	6	535	3	280	4	365
2500	2500	240	490	1080	1500	2"	4	425	6	625	3	325	4	425
3000	2000	280	530	1280	1200	2"	5	555	7	760	4	450	5	555
3500	2500	280	530	1280	1500	2"	5	645	7	890	4	525	5	645
4000	2000	330	580	1500	1200	2½"	5	695	8	1125	4	550	5	695
5000	2500	330	580	1500	1500	2½"	5	800	8	1295	4	635	5	800
6000	3000	330	580	1500	1800	2½"	5	910	8	1470	4	725	5	910

Nota: Para outras características de fabrico ou mais informações, consultar os nossos serviços técnicos.

Desenhos meramente representativos e fora de escala

APÊNDICE L

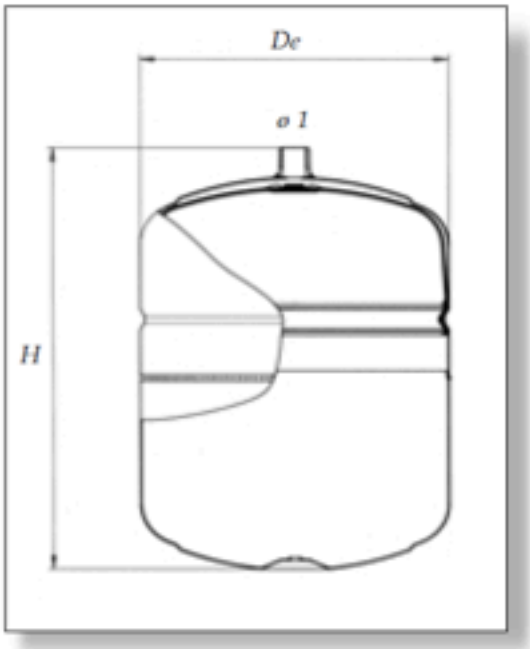
Cálculo do Vaso de Expansão do Circuito de Água Fria			
Item	**Valor**	**Unidade**	**Observações**
Volume de Água na Tubagem (Vtub)	120	Litros	
Volumes Extras (Vext)	750	Litros	
Volume Total (Vtotal)	870	Litros	Vtotal = Vtub + Vext
Temperatura Média da Água	9	ºC	
Coeficiente de Expanção	0,00180	Sem Unidade	
Desnível entre a Instalação e o Vaso	0,5	m	
Pressão Absoluta Inicial	1,4	bar	
Pressão Máxima de Exercíco	3,5	bar	
Pressão Absoluta Final	4,5	bar	
Volume do Vaso de Expanção	***2,2***	***Litros***	***Vaso de Expansão de 12 Litros***

Cálculo do Vaso de Expansão do Circuito de Água Quente			
Item	**Valor**	**Unidade**	**Observações**
Volume de Água na Tubagem (Vtub)	40	Litros	
Volumes Extras (Vext)	300	Litros	
Volume Total (Vtotal)	340	Litros	Vtotal = Vtub + Vext
Temperatura Média da Água	32	ºC	
Coeficiente de Expanção	0,00180	Sem Unidade	
Desnível entre a Instalação e o Vaso	0,5	m	
Pressão Absoluta Inicial	1,4	bar	
Pressão Máxima de Exercíco	3,5	bar	
Pressão Absoluta Final	4,5	bar	
Volume do Vaso de Expanção	***0,9***	***Litros***	***Vaso de Expansão de 12 Litros***

ER series

5 to 24 litres

The available models from 5 to 24 litres are designed to be installed in different types of plant. They are not tested by ISPESL, as their water content is lower than 25 litres (R.D. 12/05/1927, NR. 824).
Besides, they are available in special versions, constructed according to the most important international regulations: TÜV, WRc, UDT, CZ, etc.



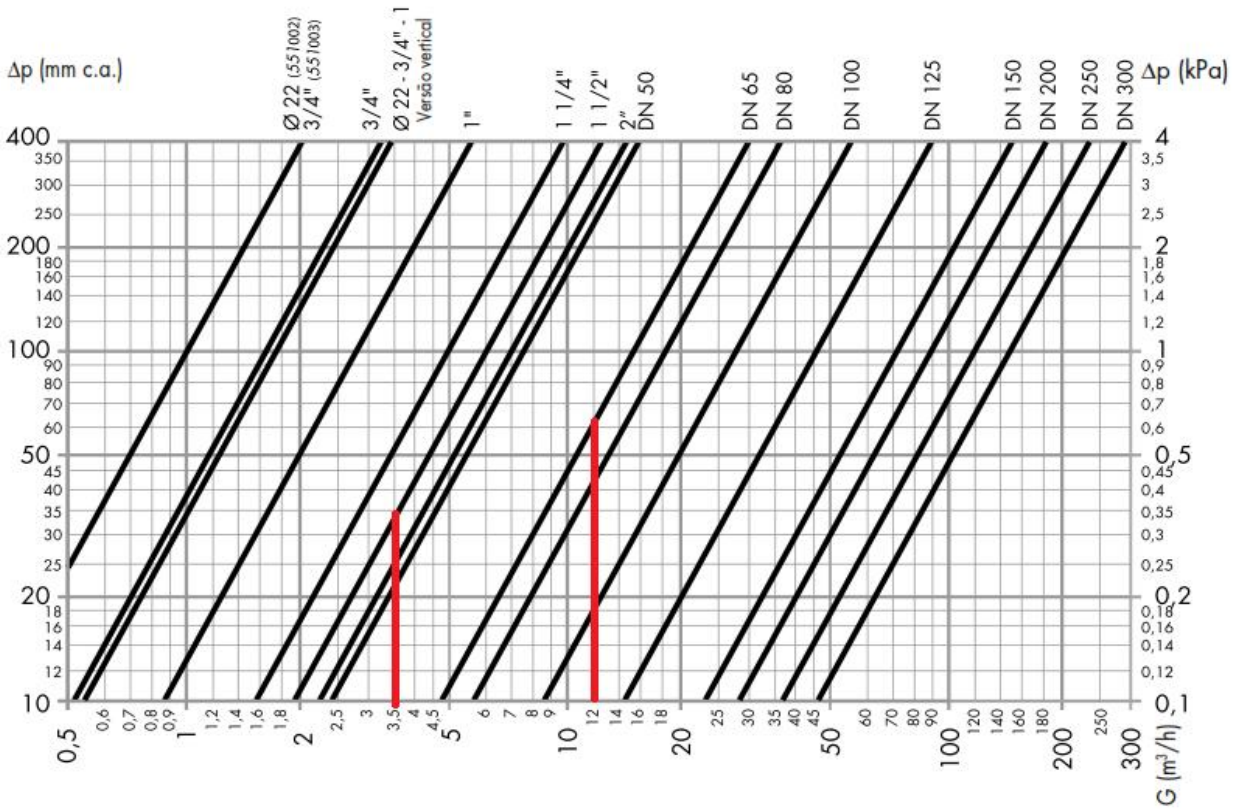
Characteristics

- (Designed working temperature: -10°÷110°C)
- Sturdy structure in high-quality steel, designed to endure for a long time.
- Painting with long life epoxy powders.
- Bladders in special rubber with those characteristics which ensure better performances and a longer life.
- In conformity with Standard 97/23/CE (PED)

Model	Capacity litres	Maximum working pressure bar	Precharge pressure bar	De	H mm	Ø1	Packaging mm
ER5	5	10	1,5	204	225	3/4"	210 x 210 x 250
ER8	8	10	1,5	204	300	3/4"	210 x 210 x 320
ER12	12	10	1,5	270	300	3/4"	280 x 280 x 310
ER18	18	10	1,5	270	410	3/4"	280 x 280 x 450
ER24	24	10	1,5	320	355	3/4"	330 x 330 x 375

1MPa = 10 bar

APÊNDICE M



Separador Circuito de Água Fria:	***DN 65***

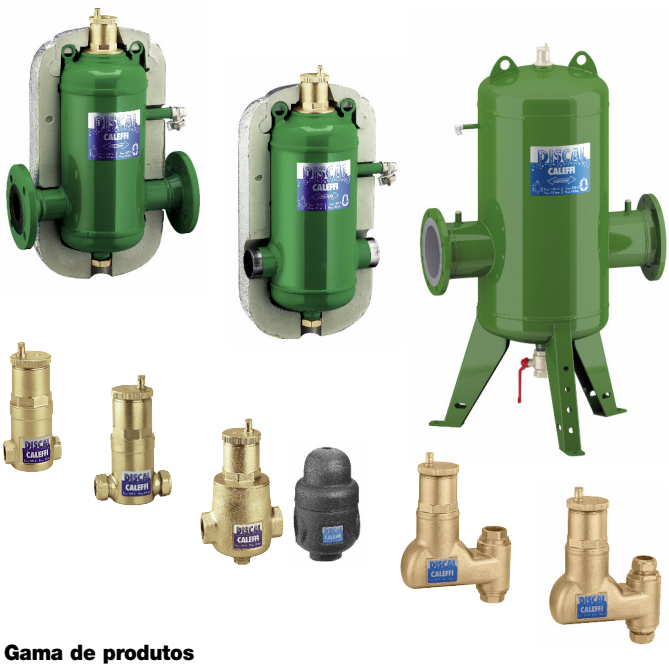
Separador Circuito de Água Fria:	***DN 40***

Separadores de microbolhas de ar DISCAL®

série 551

01060/16 P
substitui o cat. 01060/02 P

ISO 9001 FM 21654



Função

O separador de microbolhas de ar é utilizado para eliminar de forma contínua o ar contido nos circuitos hidráulicos das instalações de climatização. A capacidade de descarga deste dispositivo é muito elevada. É capaz de eliminar todo o ar presente nos circuitos, até ao nível de microbolhas, de forma automática perante perdas de carga muito baixas.
A circulação de água completamente purgada permite que as instalações funcionem nas melhores condições, sem problemas de ruído, corrosão, sobreaquecimentos localizados ou avarias mecânicas.
Nas versões roscadas está disponível para instalação em tubagens horizontais ou verticais.

Os separadores de microbolhas de ar DISCAL®, nas versões com ligações flangeadas e para soldar, são fornecidos com isolamento em borracha, pré-formada a quente, para garantir o seu perfeito isolamento térmico, quer na utilização com água quente quer refrigerada. Para o modelo roscado com descarga de 3/4" e 2" está disponível o isolamento opcional.

Gama de produtos

Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens horizontais, versão compacta	medidas DN 20 (3/4")
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens horizontais com adaptadores bicone, versão compacta	medida DN 20 (Ø 22)
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens horizontais com descarga	medidas DN 20 (3/4"); DN 25 (1"); DN 32 (1 1/4"); DN 40 (1 1/2"); DN 50 (2")
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens verticais, versão compacta	medidas DN 20 (3/4"); DN 25 (1")
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens verticais com adaptadores bicone, versão compacta	medida DN 20 (Ø 22)
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens horizontais com ligações flangeadas e isolamento com descarga	medidas DN 50÷DN 150
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens horizontais com ligações flangeadas e suportes de pavimento	medidas DN 200÷DN 300
Série 551	Separador de microbolhas de ar DISCAL® para tubagens horizontais com ligações para saldar e isolamento com descarga	medidas DN 50÷DN 150

Características técnicas

série	551 roscadas	551 flangeadas e para soldar
Materiais		
Corpo:	latão EN 12165 CW617N	aço pintado com resina epóxida
Elemento interior:	PA66G30; aço inoxidável versão compacta	aço inoxidável
Boia:	PP	PP
Guia boia:	latão EN 12164 CW614N	latão EN 12164 CW614N
Haste:	latão EN 12164 CW614N	latão EN 12164 CW614N
Alavanca boia:	aço inoxidável EN 10270-3 (AISI 302)	aço inoxidável EN 10270-3 (AISI 302)
Mola:	aço inoxidável EN 10270-3 (AISI 302)	aço inoxidável EN 10270-3 (AISI 302)
Vedações hidráulicas:	EPDM	EPDM
Torneira de descarga:	-	latão EN 12165 CW617N
Desempenho		
Fluidos de utilização	água, soluções com glicol não perigosas excluídas do campo de aplicação da diretiva 67/548/CE	água, soluções com glicol não perigosas excluídas do campo de aplicação da diretiva 67/548/CE
Percentagem máxima de glicol:	50%	50%
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar	10 bar
Pressão máx. de descarga:	10 bar	10 bar
Campo de temperatura de funcionamento:	0÷110°C	0÷110°C
Ligações		
Principais:	3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2" F (ISO 228-1) com adaptadores bicone para tubo de cobre Ø 22 mm	DN 50÷DN 150, PN 16 DN 200÷DN 300, PN 10 para acoplar a contraflange EN 1092-1 DN 50÷DN 150 para soldar
Porta-sonda:		DN 200÷DN 300, entrada/saída 1/2" F
Descarga:	1/2" F (com tampa)	DN 50÷DN 150, 1" M (com tampa); DN 200÷DN 300, 2" F

Características técnicas do isolamento para os modelos roscados, códigos 551005/9

Material: PE-X expandido com células fechadas
Espessura: 10 mm
Densidade: - parte interior: 30 kg/m³
- parte exterior: 80 kg/m³
Condutibilidade térmica (ISO 2581): - a 0°C: 0,038 W/(m·K)
- a 40°C: 0,045 W/(m·K)
Coeficiente de resistência ao vapor (DIN 52615): > 1.300
Campo de temperatura de funcionamento: 0÷110 °C
Reação ao fogo (DIN 4102): classe B2

Características técnicas do isolamento para os modelos flangeados de DN 50 a DN 100

Parte interior
Material: espuma de poliuretano expandida rígida de células fechadas
Espessura: 60 mm
Densidade: 45 kg/m³
Condutibilidade térmica (ISO 2581): 0,023 W/(m·K)
Campo de temperatura de funcionamento: 0÷105°C

Coberturas de topo
Material termoformado: PS

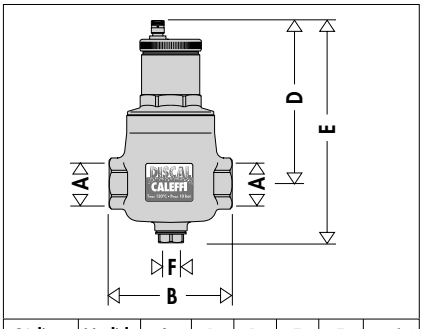
Película exterior
Material: alumínio em bruto gofrado
Espessura: 0,7 mm
Reação ao fogo (DIN 4102): classe 1

Características técnicas do isolamento para os modelos flangeados DN 125 e DN 150

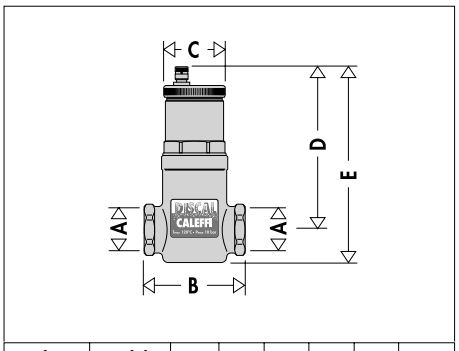
Parte interior
Material: PE-X expandido com células fechadas
Espessura: 60 mm
Densidade: - parte interior: 30 kg/m³
- parte exterior: 80 kg/m³
Condutibilidade térmica (ISO 2581): - a 0°C: 0,038 W/(m·K)
- a 40°C: 0,045 W/(m·K)
Coeficiente de resistência ao vapor (DIN 52615): > 1.300
Campo de temperatura de funcionamento: 0÷100°C
Reação ao fogo (DIN 4102): classe B2

Película exterior
Material: alumínio em bruto gofrado
Espessura: 0,7 mm
Reação ao fogo (DIN 4102): classe 1

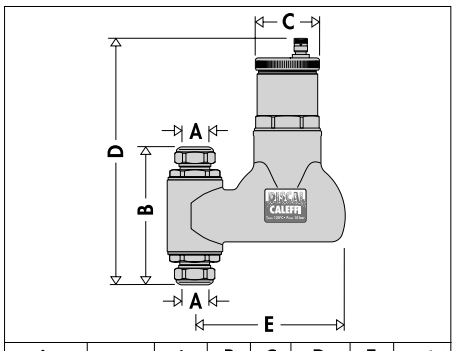
Dimensões



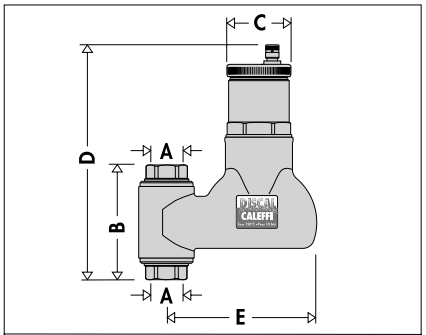
Código	Medida	A	B	D	E	F	Peso (kg)
551005	DN 20	3/4"	110	146	205	1/2"	1,7
551006	DN 25	1"	110	146	205	1/2"	1,7
551007	DN 32	1 1/4"	124	166	225	1/2"	2,2
551008	DN 40	1 1/2"	124	166	225	1/2"	2,2
551009	DN 50	2"	130	160	225	1/2"	2,5



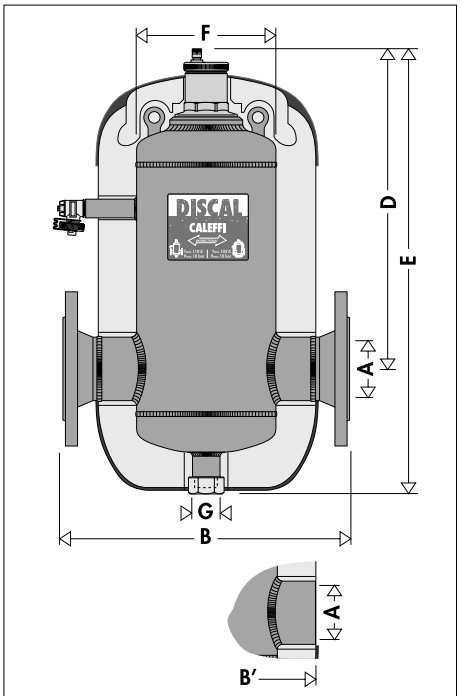
Código	Medida	A	B	C	D	E	Peso (kg)
551003	DN 20	3/4"	78	55	143	162	0,9



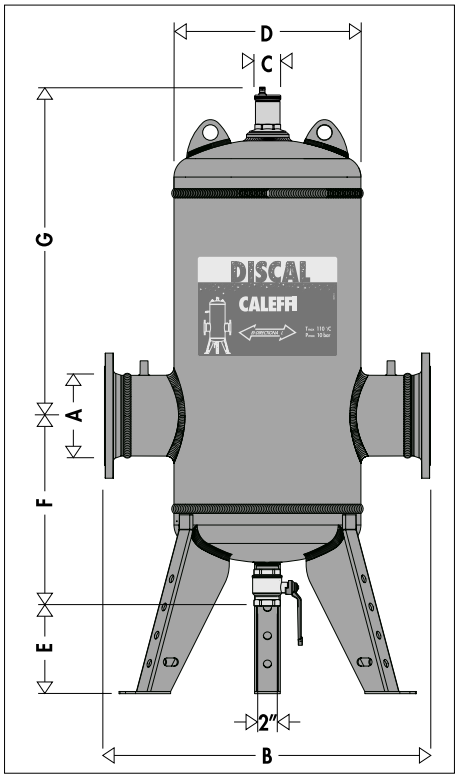
Código	Medida	A	B	C	D	E	Peso (kg)
551 902	DN 20	Ø 22	121	55	220,5	130	2,05



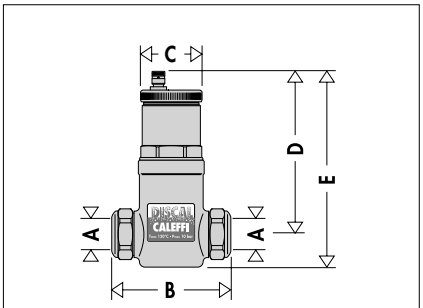
Código	Medida	A	B	C	D	E	Peso (kg)
551 905	DN 20	3/4"	102	55	211	130	2,05
551 906	DN 25	1"	107	55	213,5	130	2,05



Código	A	B'	B	D	E	F	G	Peso (kg)
551052/3	DN 50	260	350	374	506	169	1"	15
551062/3	DN 65	260	350	374	506	169	1"	15,5
551082/3	DN 80	366	466	435	595	219	1"	28
551102/3	DN 100	366	470	435	595	219	1"	30
551122/3	DN 125	525	635	545	775	324	1"	48
551152/3	DN 150	525	635	545	775	324	1"	53



Código	A	B	D	E	F	G	Peso (kg)
551 200	DN 200	900	508	215	510	825	152
551 250	DN 250	1060	660	215	575	970	280
551 300	DN 300	1180	762	215	645	1100	395



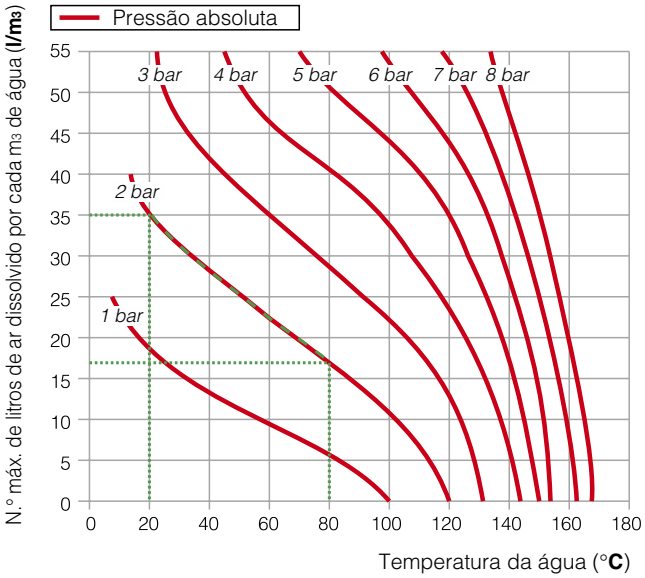
Código	Medida	A	B	C	D	E	Peso (kg)
551002	DN 20	Ø22	97	55	143	162	0,9

Medida	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300
Volume (l)	7	7	18	18	52	52	211	415	639

O processo de formação do ar

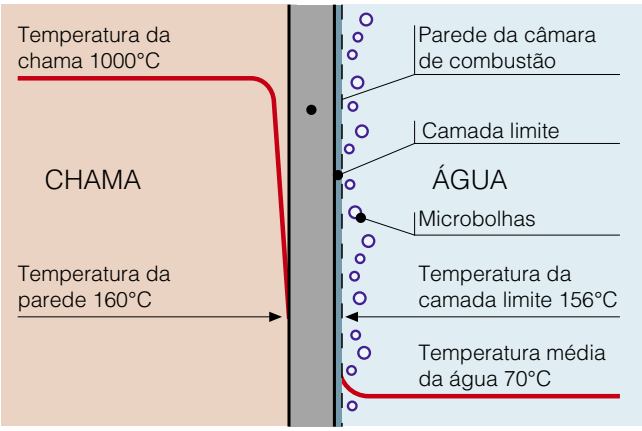
A quantidade de ar que pode permanecer dissolvida na água depende da pressão e da temperatura.
Esta relação é evidenciada pela lei de Henry, cujo gráfico apresentado em baixo, permite quantificar o fenómeno físico de libertação de ar contido no fluido.
A título de exemplo: com a pressão absoluta constante de 2 bar, aquecendo a água entre 20°C e 80°C, a quantidade de ar libertada pela solução é de 18 l por cada m^3 de água.
De acordo com esta lei, pode notar-se que existe maior libertação de ar da solução com o aumento da temperatura e com a diminuição da pressão. Este ar apresenta-se sob a forma de micro-bolhas com um diâmetro na ordem dos décimos de milímetro.
Nos circuitos das instalações de climatização existem pontos específicos onde este processo de formação de microbolhas ocorre continuamente: nas caldeiras e nos dispositivos que operam em circunstâncias de cavitação.

Gráfico da solubilidade do ar na água



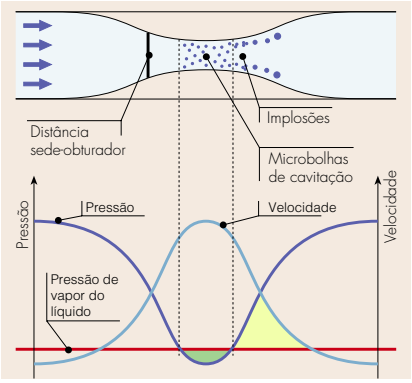
Microbolhas de caldeira

As microbolhas formam-se de forma contínua nas superfícies de separação entre a água e a câmara de combustão, devido às altas temperaturas do fluido.
Este ar, arrastado pela água, é recolhido nos pontos críticos do circuito de onde deve ser evacuado. Uma parte do mesmo é reabsorvida na presença de superfícies mais frias.

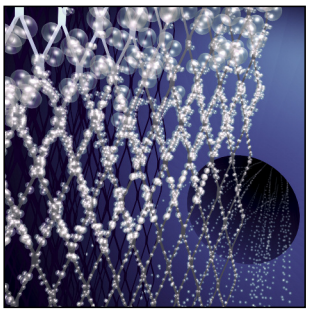


Microbolhas de cavitação

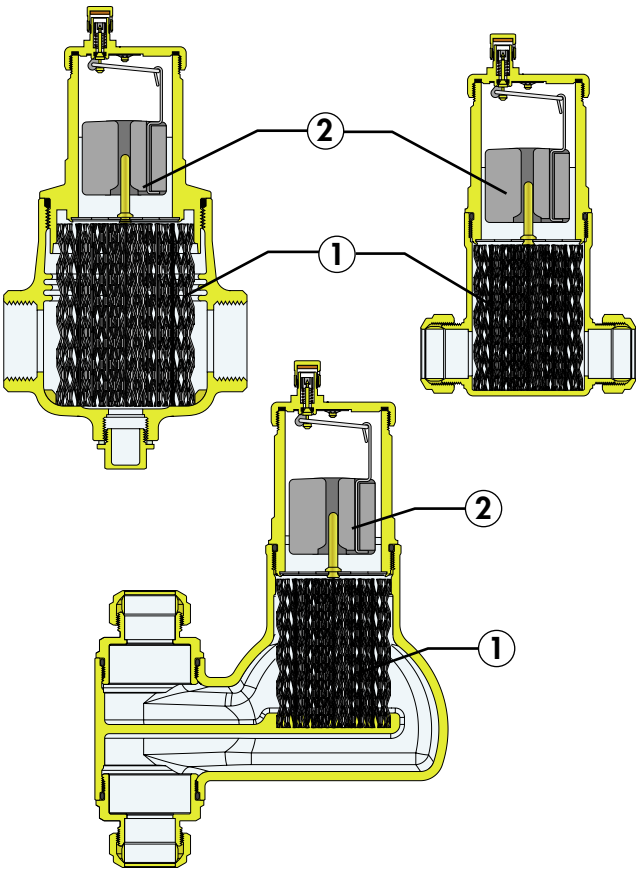
As microbolhas desenvolvem-se onde a velocidade do fluido é muito elevada, com uma correspondente diminuição da pressão. Esses pontos são, normalmente, as hélices dos circuladores e as sedes de passagem das válvulas de regulação. Estas microbolhas de ar e vapor, cuja formação é acentuada em caso de água não purgada, podem, posteriormente, implodir em consequência do fenómeno de cavitação.

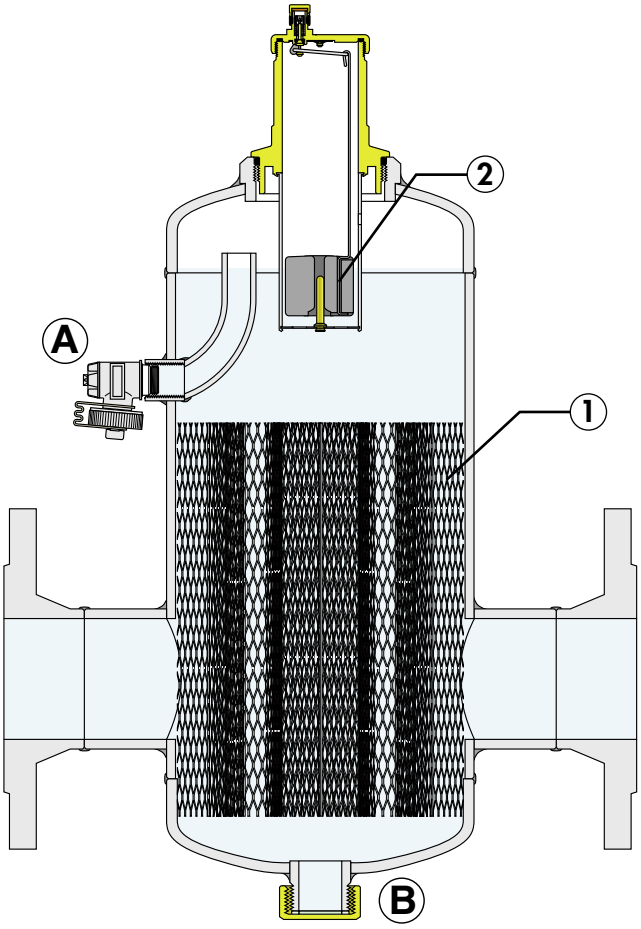


Princípio de funcionamento



O separador de microbolhas de ar serve-se da ação combinada de vários princípios físicos. A parte ativa é constituída por um conjunto de superfícies metálicas reticulares, dispostas em forma de leque (1). Estes elementos criam movimentos em vórtice que favorecem a libertação das microbolhas, e a sua adesão às superfícies.
As bolhas, fundindo-se, aumentam de volume até que são empurradas pela força hidrostática, que é superior à sua força de adesão à estrutura. Sobem, assim, em direção à parte alta do dispositivo, da qual são evacuadas através de um purgador de ar automático com boia (2). Foi projetado de modo a que o sentido do fluxo do fluido termovetor resulte indiferente.



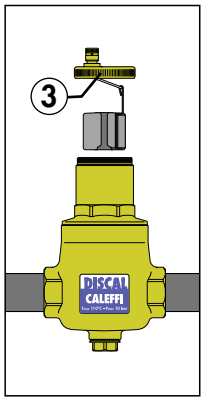


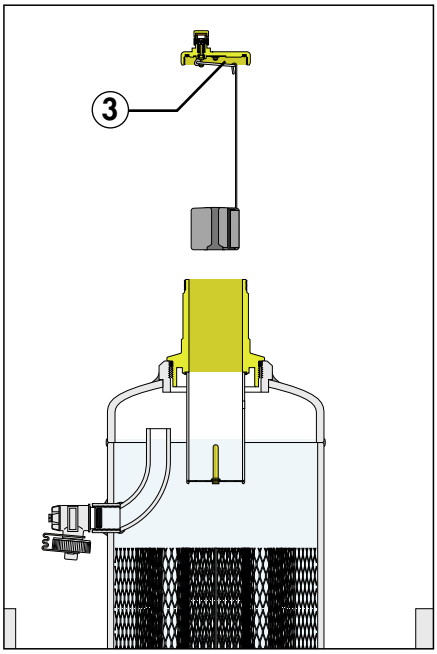
Particularidades de construção

O purgador de ar automático, colocado no topo do dispositivo, possui uma câmara comprida para o movimento da boia. Esta característica impede que as impurezas presentes na água atinjam a sede de vedação.

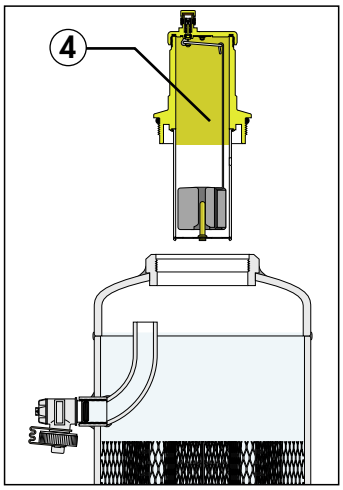
A especial construção do separador de microbolhas de ar DISCAL® permite efetuar operações de manutenção e limpeza sem ser necessário remover o dispositivo da instalação, especificamente:

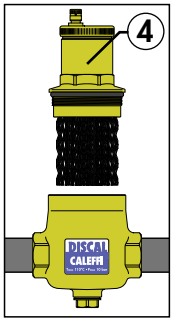
- O acesso aos órgãos em movimento, que comandam a purga de ar, obtém-se simplesmente retirando a tampa superior (3).



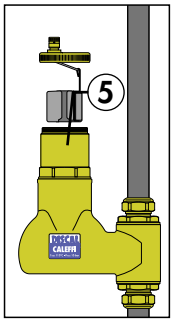


- Para uma eventual limpeza, é suficiente desapertar a parte do corpo que contém o purgador de ar automático (4). A referida parte, nos modelos roscados sem descarga, não é desmontável (5).



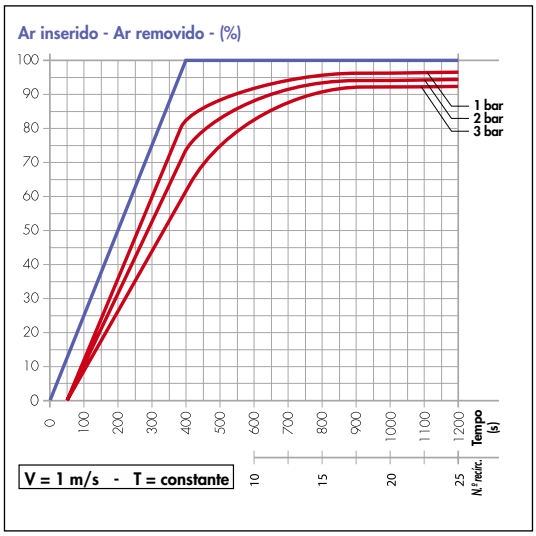


Os separadores de microbolhas de ar flangeados e para soldar possuem uma torneira (A) com a dupla função de descarregar grandes quantidades de ar durante o enchimento da instalação e de eliminar eventuais impurezas que flutuem ao nível da água.
Na parte inferior encontra-se uma tampa (B) para ligação de uma válvula de descarga para a purga das impurezas reunidas na parte inferior do separador.



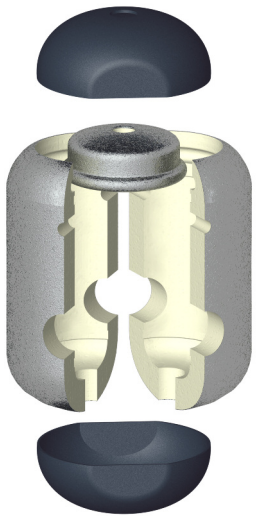
Eficiência de separação do ar

Os dispositivos DISCAL® são capazes de remover, de modo contínuo, o ar contido no interior do circuito hidráulico, com elevada eficiência de separação.
A quantidade de ar que pode ser removida de um circuito depende de diferentes parâmetros: aumenta com a diminuição da velocidade de circulação e da pressão.
Como evidenciado no gráfico abaixo, após apenas 25 circulações nas condições de velocidade máxima aconselhada, a quase totalidade do ar inserido artificialmente (curva azul no gráfico) foi eliminada pelo separador, com percentagens que variam em função da pressão no interior do circuito.
A pequena quantidade de ar residual é, depois, progressivamente eliminada durante o funcionamento normal da instalação. Em condições de menor velocidade ou de aumento da temperatura do fluido, a quantidade de ar separada é ainda maior.

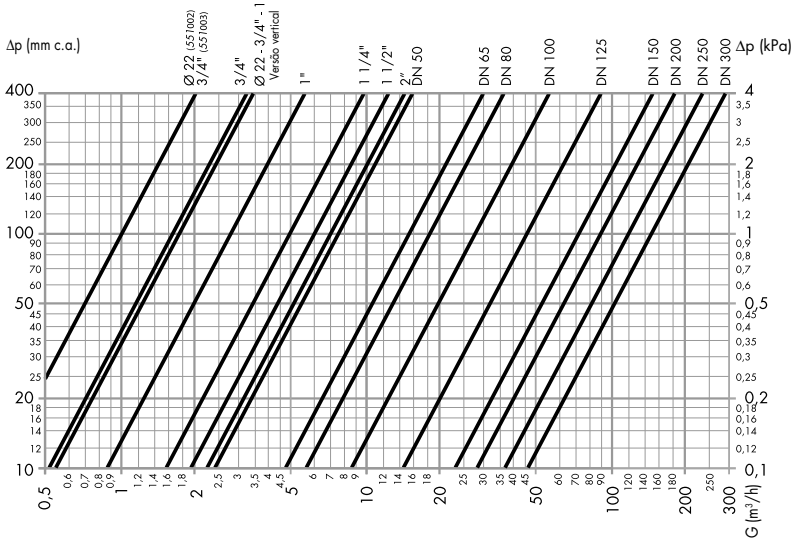


Isolamento

Os dispositivos DISCAL® flangeados (DN 50÷DN 150) e para soldar são fornecidos com isolamento em borracha pré-formada a quente. Os modelos roscados códigos 551005-6-7-8-9 possuem isolamento em borracha pré-formada a quente opcional.
Este sistema garante não só, um perfeito isolamento térmico, mas também a hermeticidade à passagem do vapor de água do ambiente para o interior. Por estas razões, este tipo de isolamento também pode ser utilizado em circuitos de água refrigerada, já que impede a formação de condensação na superfície do corpo da válvula.



Características hidráulicas



DN	20	25	20/25 Versão vertical	25	32	40	50
Ligações	Ø 22 - 3/4"	3/4"	Ø 22 - 3/4" / 1"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Kv (m³/h)	10,0	16,2	17,0	28,1	48,8	63,2	70,0

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Kv (m³/h)	75,0	150,0	180,0	280,0	450,0	720,0	900,0	1200,0	1500,0

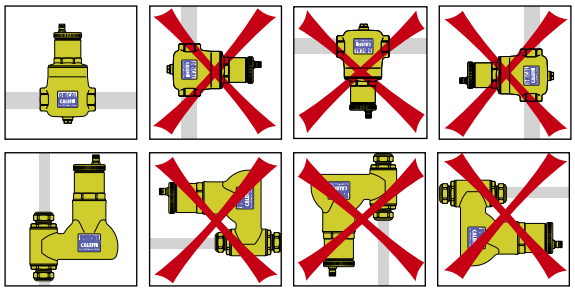
A velocidade máxima recomendada do fluido nas ligações do dispositivo é de ~ 1,2 m/s. A tabela abaixo apresenta os caudais máximos que permitem respeitar esta condição.

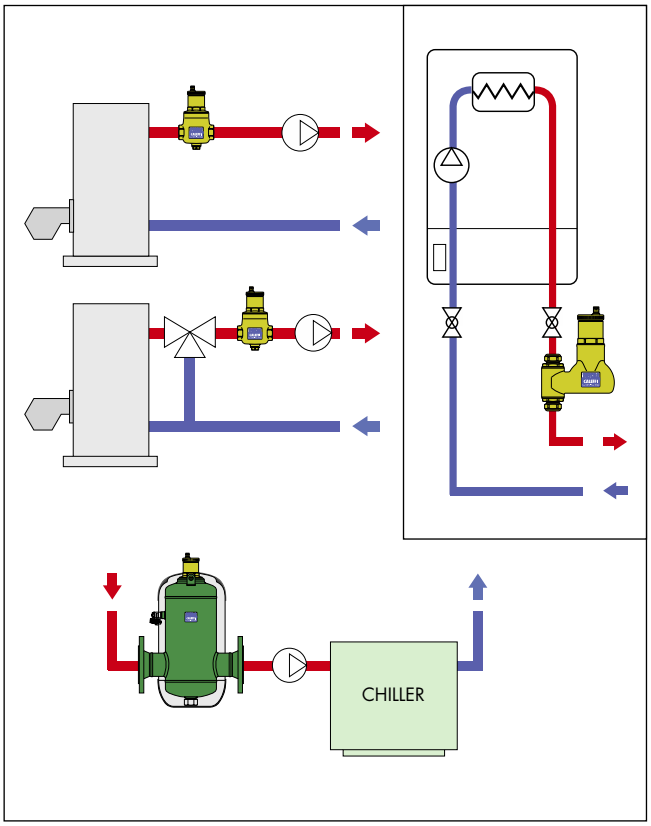
DN	20/25	20	25	32	40	50
Ligações	Ø 22 - 3/4" / 1"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
l/min	22,7	22,7	35,18	57,85	90,33	136,6
m³/h	1,36	1,36	2,11	3,47	5,42	8,20

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
l/min	141,20	238,6	361,5	564,8	980,0	1436,6	2433,0	3866,0	5416,0
m³/h	8,47	14,32	21,69	33,89	58,8	86,2	146,0	232,0	325,0

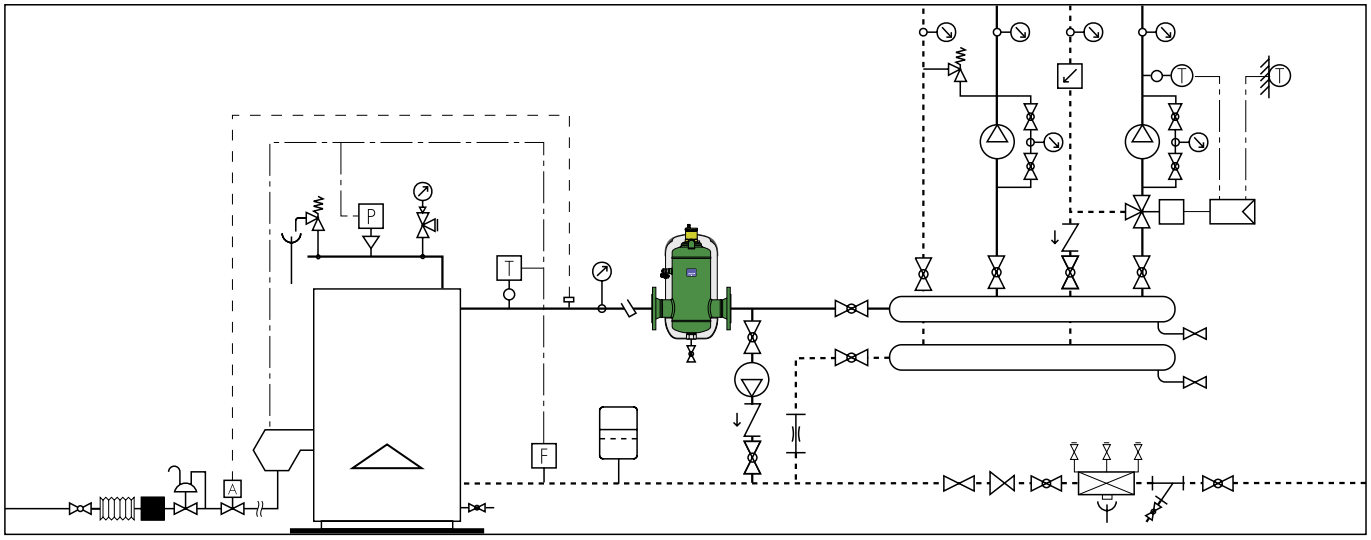
Instalação

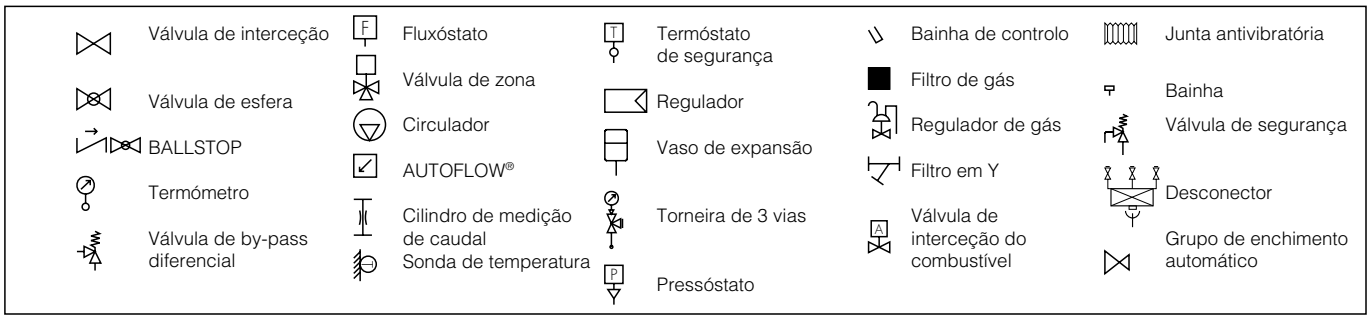
Os dispositivos DISCAL® podem ser utilizados quer em circuitos de aquecimento quer de refrigeração, onde garantem a progressiva eliminação do ar que se forma de modo contínuo. Devem ser instalados, preferencialmente, após a caldeira, no lado da aspiração do circulador, uma vez que ali existem pontos nos quais se verifica uma maior formação de microbolhas. O separador de microbolhas de ar DISCAL® deve ser instalado na posição vertical e, preferencialmente, a montante do circulador onde, devido à velocidade elevada do fluido e à consequente diminuição da pressão, as microbolhas de ar se desenvolvem mais facilmente.
Nos dispositivos DISCAL® é indiferente o sentido de fluxo do fluido termovetor.
Em todos os locais da instalação não inspecionados, aconselha-se a substituição da tampa da válvula do purgador pela tampa higroscópica de segurança Caleffi, série 5620.





ESQUEMA DE APLICAÇÃO





TEXTO PARA CADERNO DE ENCARGOS

Série 551 DISCAL®

Separador de microbolhas de ar para tubagens horizontais, versão com descarga. Medida DN 20 (de DN 20 a DN 50); ligações 3/4” (de 3/4” a 2”) F (ISO 228-1). Descarga 1/2” F (com tampa). Corpo em latão. Elemento interior em PA66G30. Boia em PP. Guia da boia e haste em latão. Alavanca da boia e mola em aço inoxidável. Vedações hidráulicas em EPDM. Isolamento opcional de borracha em espuma de poliuretano expandida rígida de células fechadas para códigos 551005-6-7-8-9. Fluidos de utilização: água, soluções com glicol não perigosas excluídas do campo de aplicação da diretiva 67/548/CE; percentagem máxima de glicol: 50%. Pressão máxima de funcionamento: 10 bar. Pressão máxima de descarga: 10 bar. Campo de temperatura de funcionamento: 0÷110°C.

Série 551 DISCAL®

Separador de microbolhas de ar para tubagens horizontais ou verticais, versão compacta. Horizontais: medida DN 20, ligações 3/4” F (ISO 228-1); medida DN 20, ligações Ø 22 com adaptadores bicone. Verticais: medida DN 20, ligações Ø 22 com adaptadores bicone para tubagens de cobre. Corpo em latão. Elemento interior em aço inoxidável. Boia em PP. Guia da boia e haste em latão. Alavanca da boia e mola em aço inoxidável. Vedações hidráulicas em EPDM. Fluidos de utilização: água, soluções com glicol não perigosas excluídas do campo de aplicação da diretiva 67/548/CE; percentagem máxima de glicol: 50%. Pressão máxima de funcionamento: 10 bar. Pressão máxima de descarga: 10 bar. Campo de temperatura de funcionamento: 0÷110°C.

Série 551 DISCAL®

Separador de microbolhas de ar. Ligações flangeadas DN 50 (de DN 50 a DN 150) PN 16, flangeadas DN 200 (de DN 200 a DN 300) PN 10, acoplamento a contraflange EN 1092-1. Ligações soldadas DN 50 (de DN 50 a DN 150). Válvula de descarga em latão 1” M com tampa (de DN 50 a DN 150); 2” F (de DN 200 a DN 300). Corpo em aço pintado com resina epóxida. Elemento interior em aço inoxidável. Vedações hidráulicas em EPDM. Fluidos de utilização: água, soluções com glicol não perigosas excluídas do campo de aplicação da diretiva 67/548/CE; percentagem máxima de glicol: 50%. Pressão máxima de funcionamento: 10 bar. Pressão máxima de descarga: 10 bar. Campo de temperatura de funcionamento 0÷110°C. Purgador de ar automático: corpo em latão, boia em PP, guia da boia e haste em latão, alavanca da boia e mola em aço inoxidável. Isolamento de borracha em espuma de poliuretano expandida rígida de células fechadas para medidas até DN 100 (PE-X expandido de células fechadas para DN 125 e DN 150) e película externa em alumínio em bruto gofrado. Campo de temperatura de funcionamento: 0÷105°C (0÷100°C para DN 125 e DN 150).

CALEFFI Hydronic Solutions

CALEFFI Portugal
Sede: Urbanização das Austrálias, lote 17, Milheirós · Apartado 1214, 4471-909 Maia
Telef. +351 229619410 · Fax +351 229619420 · caleffi.sede@caleffi.pt · www.caleffi.com
Filial: Talaíde Park, Edif. A1 e A2. Estrada Octávio Pato 2785-601 São Domingos de Rana
Telef. +351 214227190 · Fax +351 214227199 · caleffi.filial@caleffi.pt · www.caleffi.com

CALEFFI Brasil
Sede: Rua Tabapuã nº 821 conj. 125, CEP – 04533-013, Itaim Bibi, São Paulo - SP
Telef. +55 11 2362 4903 · Fax +55 11 2362 4907 · comercial.br@caleffi.com · www.caleffi.com

APÊNDICE N

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba 1 e 2

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços					
					0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
1.	**Tubagem**									
	Comprimento total de tubagem		L	m	30,00	4,00				
	Material		M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	65,00	50,00	50,00	15,00	15,00	15,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	70,30	54,50	54,50	17,30	17,30	17,30
	Secção de passagem	Pi x (Di/1000)^2 / 4	A	m^2	0,00388	0,00233	0,00233	0,00024	0,00024	0,00024
	Caudal de água		q	l/s	3,38	1,44				
	Velocidade da água	(q / 1000) / A	v	m/s	0,87	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pressão dinâmica	((1000 (kg/m3) x v2) / 2) / 1000	Pd	kPa	0,38	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
	Temperatura da água		T	ºC	7,00	7,00	7,00			
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m^3	999,97	999,97	999,97	999,84	999,84	999,84
	Coeficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
	Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.	dp	Pa/m	**161,67**	**115,05**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	4,85	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	**Curvas a 90º**									
	Quantidade		Q2	-	10,00	4,00				
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C2	-	0,85	1,00	1,00	2,10	2,10	2,10
	Perda Curvas a 90º	Pd x C2 x Q2	DP2	kPa	3,22	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	**Curvas a 45º**									
	Quantidade		Q3	-						
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C3	-	0,30	0,31	0,31	0,37	0,37	0,37
	Perda Curvas a 45º	Pd x C3 x Q3	DP3	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.	**Tês em Ramal**									
	Quantidade		Q4	-	2,00	0,00				
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C4	-	1,30	1,40	1,40	2,40	2,40	2,40
	Perda Tês em ramal	Pd x C4 x Q4	DP4	kPa	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.	**Tês em Linha**									
	Quantidade		Q5	-	0,00	0,00				
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C5	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	Pd x C5 x Q5	DP5	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.	**Bateria Frio Uta 2**									
	Quantidade		Q6	-	0,00	1,00				
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpv	kPa	0,00	13,00	25,00			
	Perda Válvulas Equilibrio (TA)	dpv x Q6	DP6	kPa	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.	**Válvulas de Equilibrio Dinâmico**									
	Quantidade		Q7	-		1,00				
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpv	kPa	20,00	20,00	25,00			
	Perda Válvulas Equilibrio Dinâ	dpv x Q7	DP7	kPa	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.	**Válvulas de Macho Esférico**									
	Quantidade		Q8	-	0,00					
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar	5,00		5,00			
	Perda Válvulas Macho Esférico	dpv x Q8	DP8	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.	**Válvulas de Borboleta**									
	Quantidade		Q9	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar						
	Perda Válvulas de Borboleta	dpv x Q9	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.	**Válvulas de Globo**									
	Quantidade		Q10	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar						
	Perda Válvulas de Globo	dpv x Q10	DP10	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11.	**Válvulas de Três Vias**									
	Quantidade		Q11	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar						
	Perda Válvulas de Três Vias	dpv x Q11	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12.	**Válvulas de Retenção**									
	Quantidade		Q12	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	C12	kPa						
	Perda Válvulas de Retenção	dpv x Q12	DP12	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.	**Filtros Tipo Y**									
	Quantidade		Q13	-	1,00		1,00			
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpf	kPa						
	Perda Filtros Tipo Y	dpv x Q13	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.	**Juntas Antivibráticas**									
	Quantidade		Q14	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpf	kPa						
	Perda Juntas Antivibráticas	dpv x Q14	DP14	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		**DP1 + ... + DP14**	**DPtot**	**kPa**	**9,06**	**34,22**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Coeficiente de Segurança		**Admitido**	**CS**	**-**	**1,20**					
Total Tubagem		**DPc x CS**	**P**	**kPa**	**51,94**					
15.	**Perdas de Carga Adicionais**									
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
Pressão da Bomba		**DPc x CS**	**P**	**kPa**	**51,94**			**Volume Total =**	**98,73**	**Litros**

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

Position	Qty.	Description
	2	**TPE 25-90/2 A-O-A-BUBE**

Product No.: 98112487

Single-stage, close-coupled, volute pump with in-line suction and discharge ports of identical diameter. The pump is of the top-pull-out design, i.e. the power head (motor, pump head and impeller) can be removed for maintenance or service while the pump housing remains in the pipework.

The pump is fitted with an unbalanced rubber bellows seal. The shaft seal is according to EN 12756. Pipework connection is via PN 10 union connections (ISO 228-1).

The pump is fitted with a fan-cooled, permanent-magnet synchronous motor.

Liquid:

Pumped liquid:	Cold water / cooling water
Liquid temperature range:	0 .. 110 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	999.9 kg/m³
Kinematic viscosity:	1 mm2/s

Technical:

Speed for pump data:	2865 rpm
Actual calculated flow:	3.38 l/s
Resulting head of the pump:	52.11 kPa
Actual impeller diameter:	89 mm
Primary shaft seal:	BUBE
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B

Materials:

Pump housing:	Cast iron EN-JL1030 ASTM A48-30 B
Impeller:	Composite PES/PP 30% GF

Installation:

Maximum ambient temperature:	50 °C
Maximum operating pressure:	10 bar
Flange standard:	UNION
Pipe connection:	G 1 1/2
Pressure stage:	PN 10
Port-to-port length:	180 mm
Flange size for motor:	FT85

Electrical data:

Motor type:	71A
IE Efficiency class:	NA
Rated power - P2:	0.37 kW
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	1 x 200-240 V
Rated current:	2,40-2,10 A
Cos phi - power factor:	0,96
Rated speed:	360-4000 rpm
Efficiency:	84,0%

Company name:
Created by:
Phone:

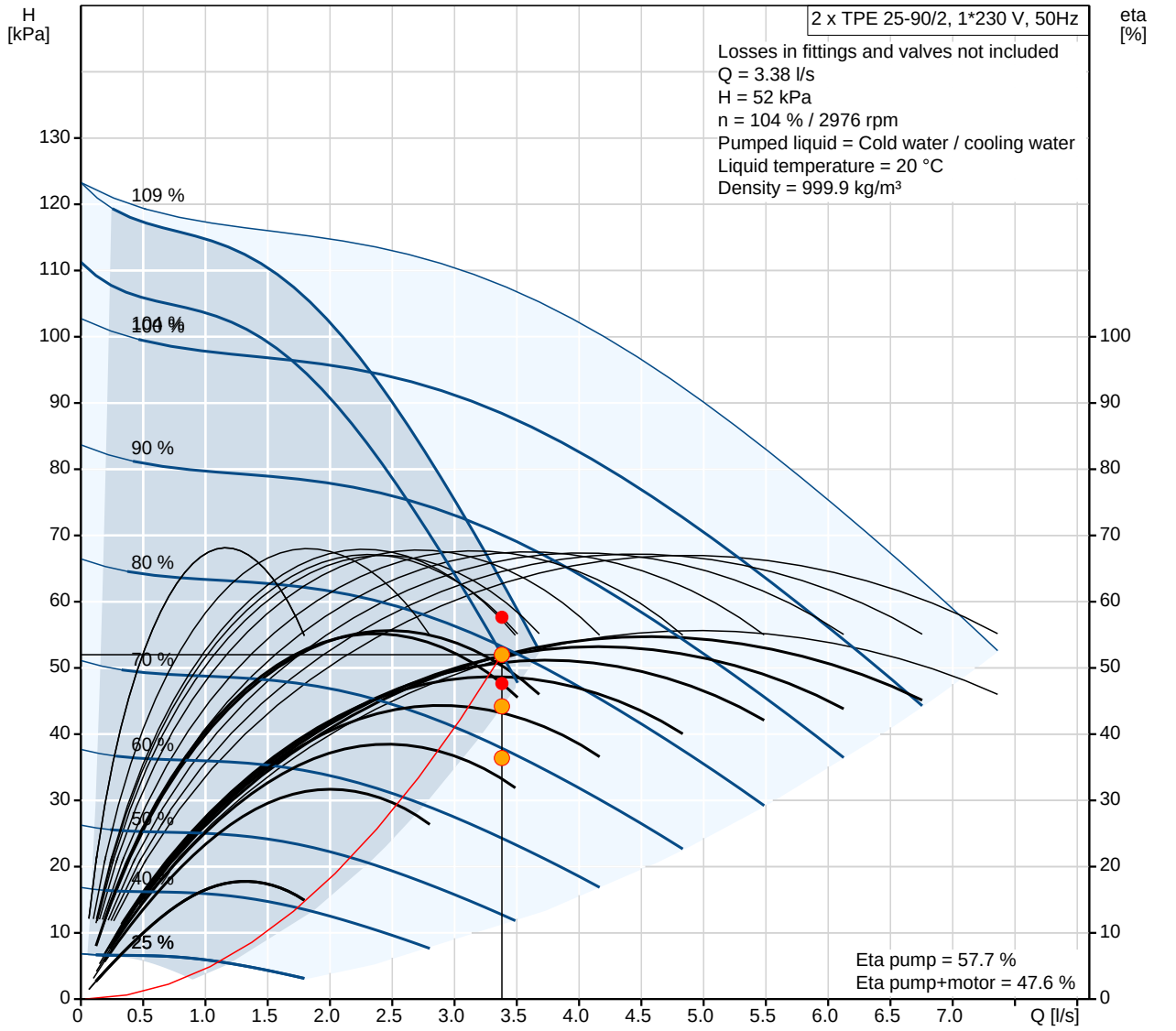
Date: 18/10/2016

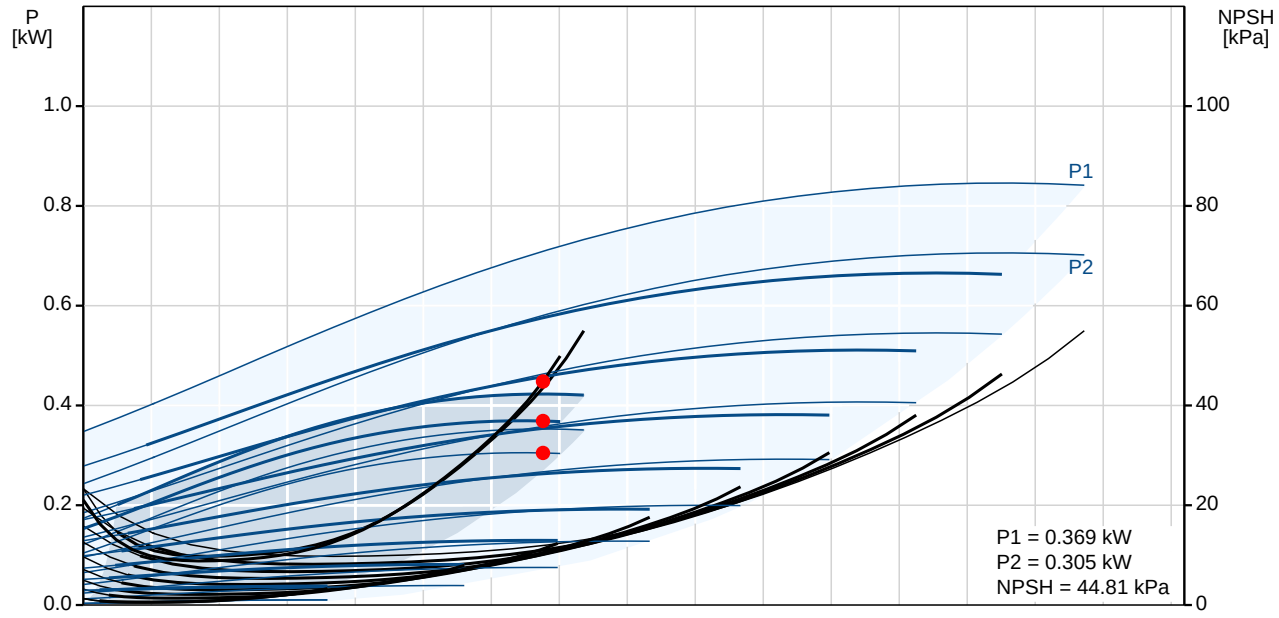
Position	Qty.	Description
		Enclosure class (IEC 34-5): IP55 Insulation class (IEC 85): F **Others:** Label: Grundfos Blueflux Minimum efficiency index, MEI ≥: 0.70 ErP status: EuP Standalone/Prod. Net weight: 13.2 kg Gross weight: 15.2 kg Shipping volume: 0.04 m³

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

98112487 TPE 25-90/2 50 Hz

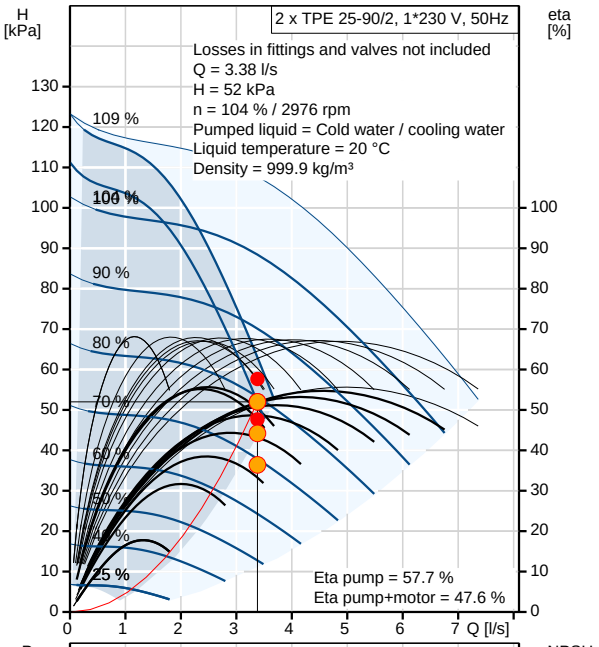


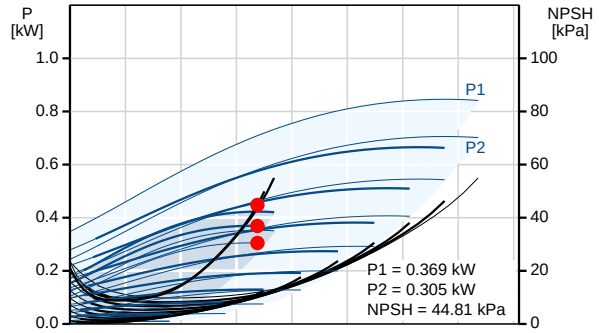


Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

Description	Value
General information:	
Product name:	TPE 25-90/2 A-O-A-BUBE
Product No:	98112487
EAN number:	5710629213563
Technical:	
Speed for pump data:	2865 rpm
Actual calculated flow:	3.38 l/s
Resulting head of the pump:	52.11 kPa
Head max:	90 dm
Actual impeller diameter:	89 mm
Primary shaft seal:	BUBE
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B
Pump version:	A
Model:	B
Materials:	
Pump housing:	Cast iron
	EN-JL1030
	ASTM A48-30 B
Impeller:	Composite PES/PP 30% GF
Material code:	A
Installation:	
Maximum ambient temperature:	50 °C
Maximum operating pressure:	10 bar
Flange standard:	UNION
Connect code:	O
Pipe connection:	G 1 1/2
Pressure stage:	PN 10
Port-to-port length:	180 mm
Flange size for motor:	FT85
Liquid:	
Pumped liquid:	Cold water / cooling water
Liquid temperature range:	0 .. 110 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	999.9 kg/m³
Kinematic viscosity:	1 mm2/s
Electrical data:	
Motor type:	71A
IE Efficiency class:	NA
Rated power - P2:	0.37 kW
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	1 x 200-240 V
Rated current:	2,40-2,10 A
Cos phi - power factor:	0,96
Rated speed:	360-4000 rpm
Efficiency:	84,0%
Enclosure class (IEC 34-5):	IP55
Insulation class (IEC 85):	F
Motor protec:	YES
Motor No:	98362305
Controls:	
Control panel:	HMI200 - Standard
Function Module:	FM200 - Standard





Company name:
Created by:
Phone:

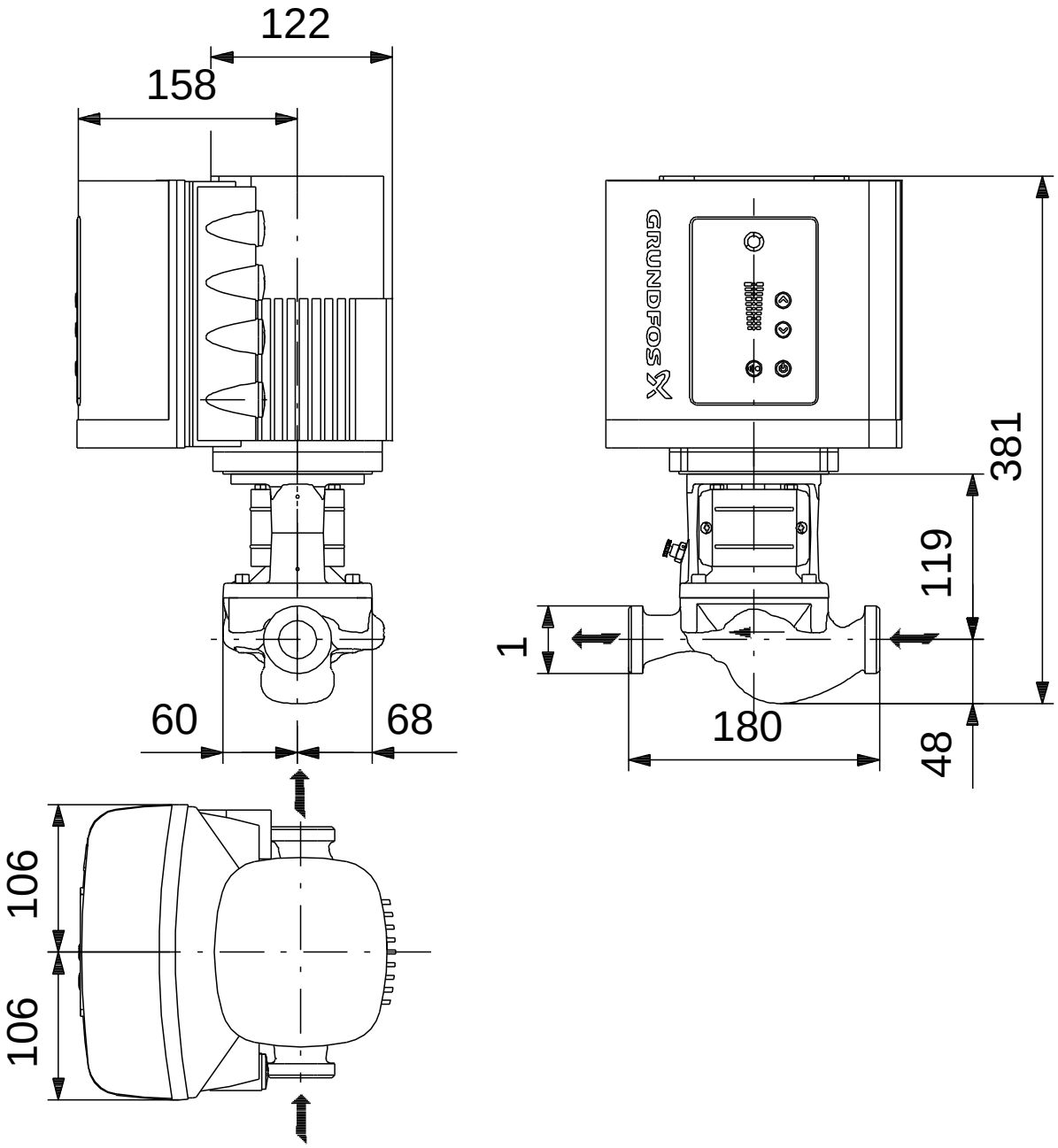
Date: 18/10/2016

Description	Value
Others:	
Label:	Grundfos Blueflux
Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.70
ErP status:	EuP Standalone/Prod.
Net weight:	13.2 kg
Gross weight:	15.2 kg
Shipping volume:	0.04 m³
Config. file no:	98478753

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

98112487 TPE 25-90/2 50 Hz

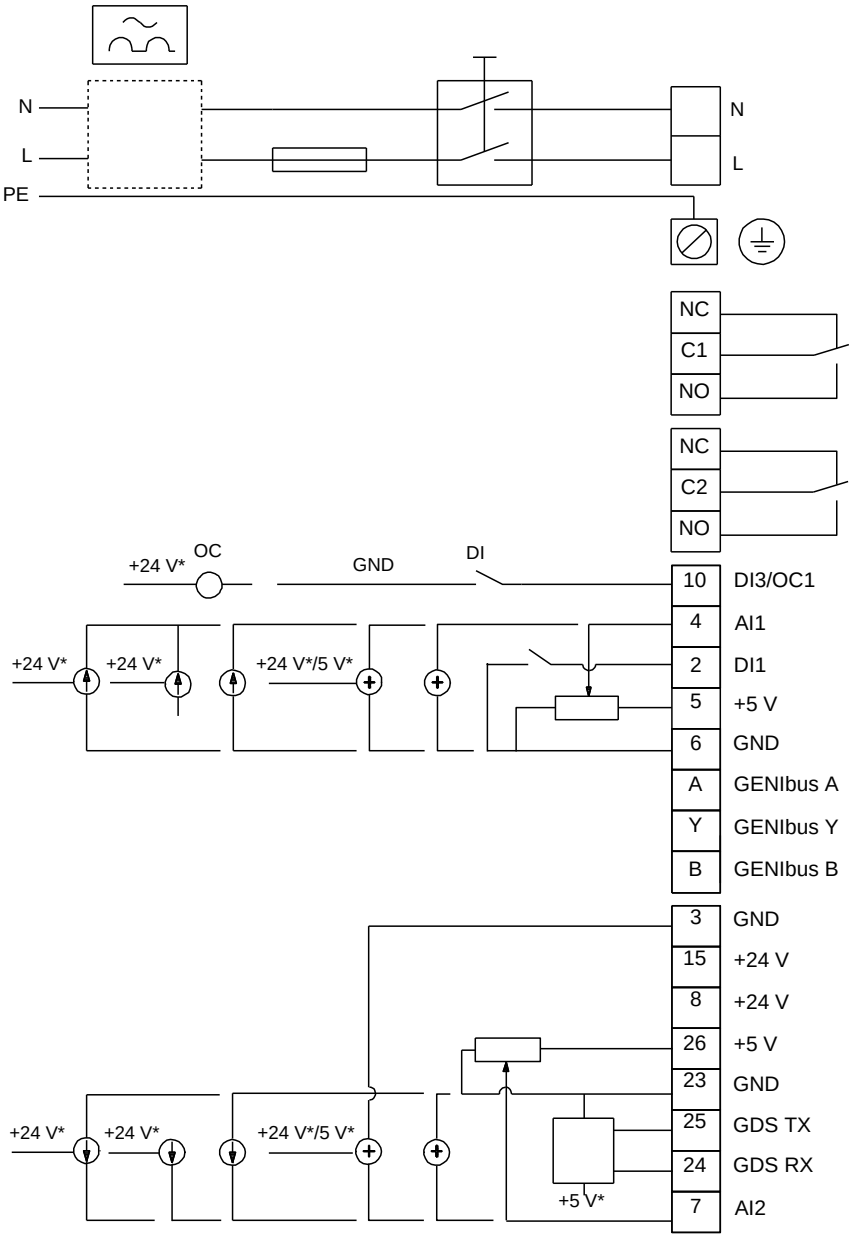


Note! All units are in [mm] unless others are stated.
Disclaimer: This simplified dimensional drawing does not show all details.

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

98112487 TPE 25-90/2 50 Hz



Note! All units are in [mm] unless others are stated.

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

98112487 TPE 25-90/2 50 Hz

Input

General

Application	Air-conditioning
Application area	Commercial buildings
Installation type	Primary system only
Installation	One chiller
Flow (Q)	3.38 l/s
Head (H)	52 kPa
Prefer fast delivery	No

Your requirements

Pumped liquid	Cold water / cooling water
Min. liquid temperature	6 °C
Max. liquid temperature	40 °C
Max. operation pressure	10 bar
Allowed flow undersize	10 %
Min. inlet pressure	1.5 bar

Control mode

Control mode	Constant flow
Enclosure class	IP20

Edit load profile

Yearly operation time	100 days
Load profile	Standard profile

Configuration

Select type of hydraulic	Parallel
Total number of pumps	2
Of these: number of standby pumps	1

Operational conditions

Frequency	50 Hz
Phase	1 or 3
Min. power limit for SD start	5.5 kW
Voltage	1 x 230 or 3 x 400 V
Ambient temperature	20 °C

Hit list settings

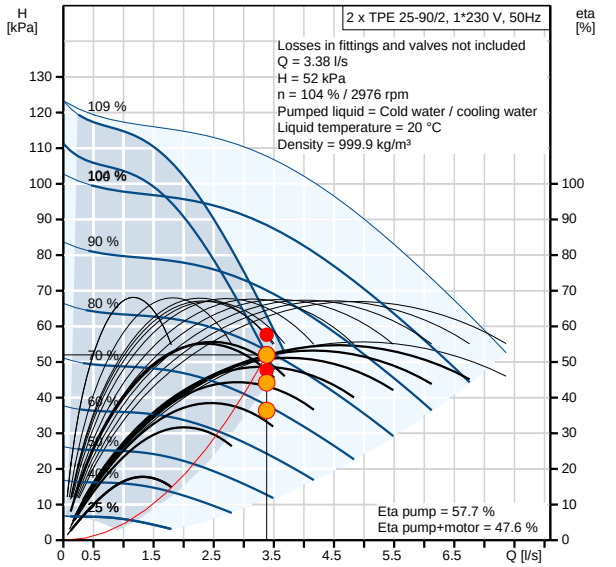
Energy price	0.15 €/kWh
Increase of energy price	6 %
Calculation period	15 years

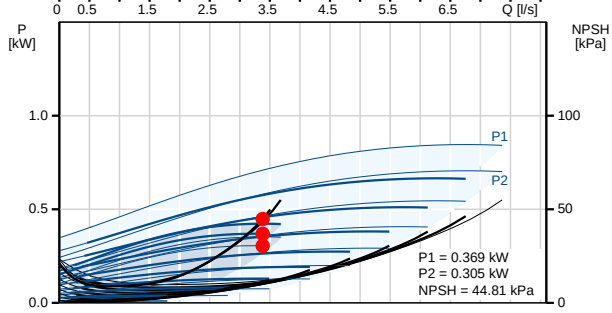
Load Profile

	1	2	3	
Flow	100	100	100	%
Head	100	85	70	%
P1	0.369	0.331	0.295	kW
Eta total	47.7	45.1	41.7	%
Time	800	800	800	h/a
Energy consumption	295	265	236	kWh/Year
Quantity	1	1	1	

Sizing result

Type	TPE 25-90/2
Quantity	2
Motor	0.37 kW
Flow	3.38 l/s
Head	52.11 kPa
Power P1	0.369 kW
Power P2	0.305 kW
Eta pump	57.7 %
Eta motor	82.6 %
Eta pump+motor	47.7 % =Eta pump * Eta motor
Eta total	47.7 % =Eta relative to the duty point
Energy consumption	796 kWh/Year
CO2 emission	454 kg/Year
Price	On request
Price + energy costs	On request /15Years
Life cycle cost	10258 € /15Years

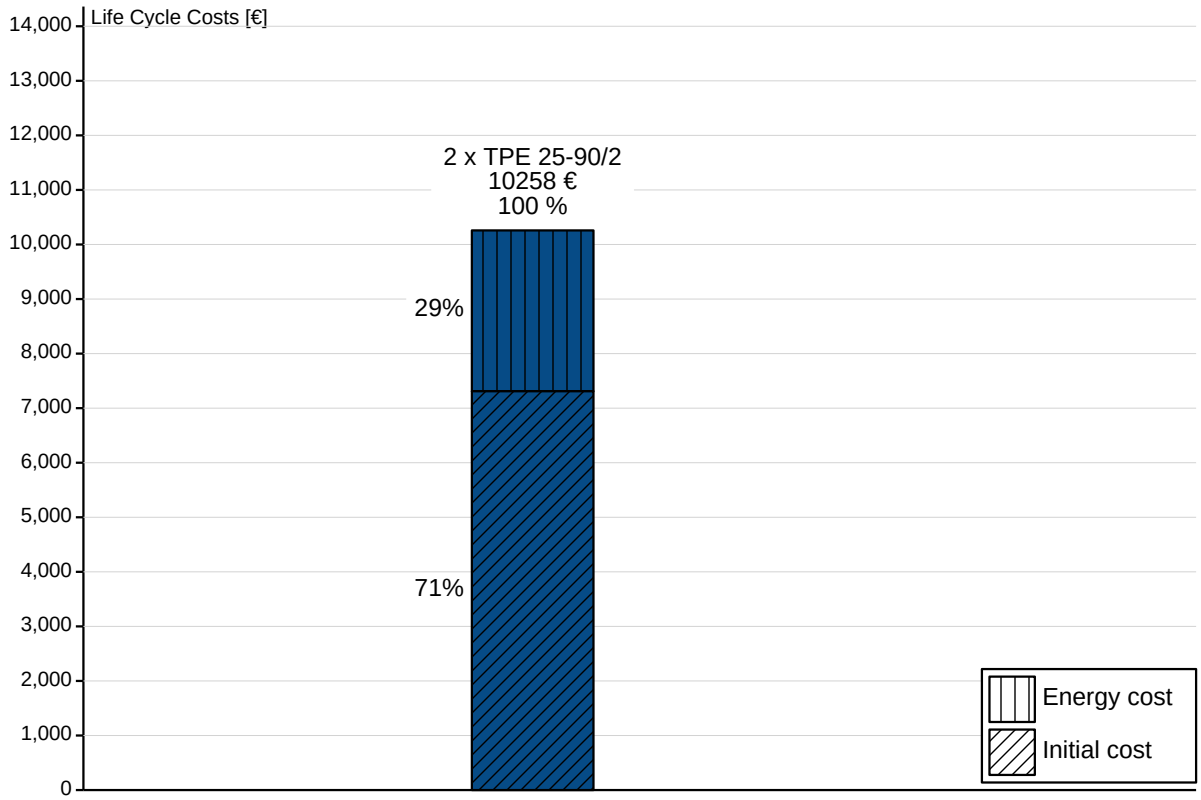




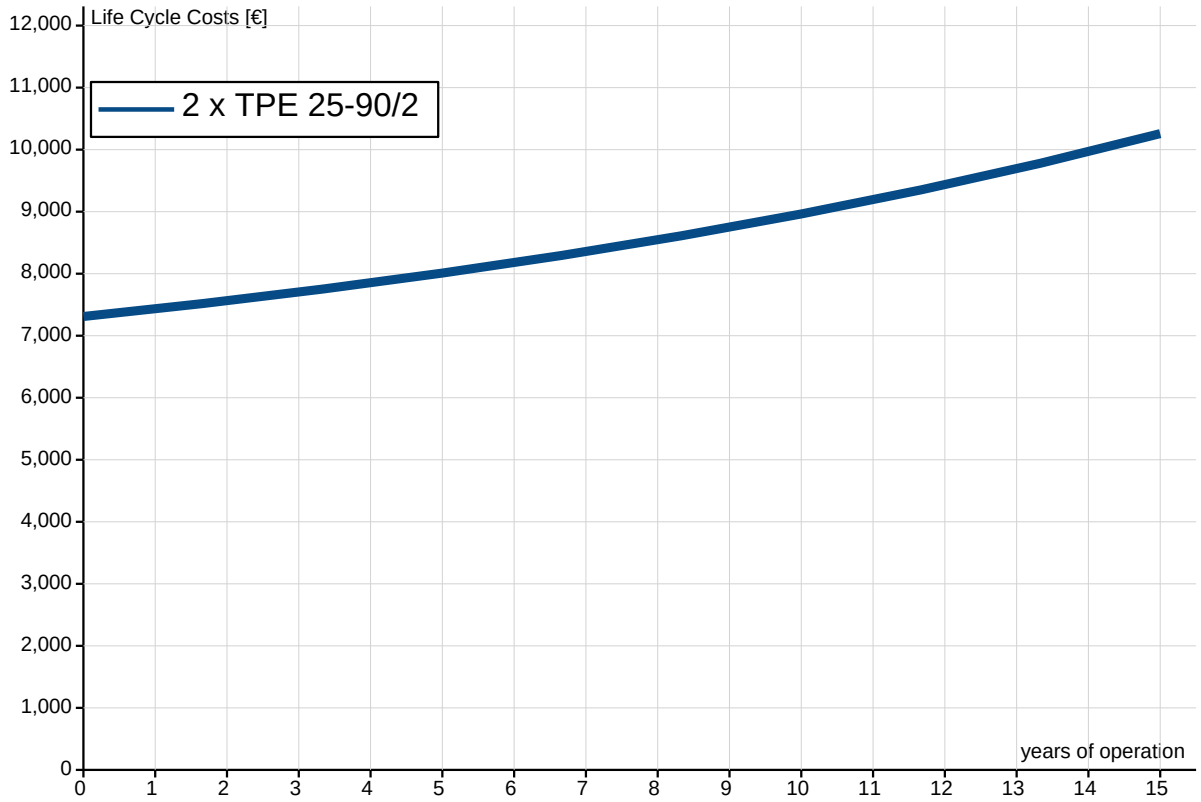
Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

Life Cycle Costs - 15 years of operation



Payback Time



APÊNDICE O

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba 3 e 4

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços					
					0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
1.	**Tubagem**									
	Comprimento total de tubagem		L	m	22,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Material		M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	40,00	32,00	50,00	15,00	15,00	15,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	43,10	37,20	54,50	17,30	17,30	17,30
	Secção de passagem	Pi x (Di/1000)^2 / 4	A	m^2	0,00146	0,00109	0,00233	0,00024	0,00024	0,00024
	Caudal de água		q	l/s	0,78	0,55				
	Velocidade da água	(q / 1000) / A	v	m/s	0,53	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pressão dinâmica	((1000 (kg/m3) x v2) / 2) / 1000	Pd	kPa	0,14	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
	Temperatura da água		T	ºC	7,00	7,00	7,00			
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m^3	999,97	999,97	999,97	999,84	999,84	999,84
	Coeficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
	Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	**115,93**	**124,34**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	2,55	1,99	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	**Curvas a 90º**									
	Quantidade		Q2	-	10,00	4,00				
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C2	-	1,20	1,30	1,00	2,10	2,10	2,10
	Perda Curvas a 90º	Pd x C2 x Q2	DP2	kPa	1,71	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	**Curvas a 45º**									
	Quantidade		Q3	-						
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C3	-	0,32	0,33	0,31	0,37	0,37	0,37
	Perda Curvas a 45º	Pd x C3 x Q3	DP3	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.	**Tês em Ramal**									
	Quantidade		Q4	-	2,00	2,00				
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C4	-	1,60	1,70	1,40	2,40	2,40	2,40
	Perda Tês em ramal	Pd x C4 x Q4	DP4	kPa	0,46	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00
5.	**Tês em Linha**									
	Quantidade		Q5	-	0,00	0,00				
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS - 35.2	C5	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	Pd x C5 x Q5	DP5	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.	**Bateria Calor Uta 1**									
	Quantidade		Q6	-	0,00	1,00				
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpv	kPa	0,00	2,50	25,00			
	Perda Válvulas Equilibrio (TA)	dpv x Q6	DP6	kPa	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7.	**Válvulas de Equilibrio Dinâmico**									
	Quantidade		Q7	-		1,00				
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpv	kPa	20,00	20,00	25,00			
	Perda Válvulas Equilibrio Dinâmico	dpv x Q7	DP7	kPa	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.	**Válvulas de Macho Esférico**									
	Quantidade		Q8	-	0,00					
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar	5,00		5,00			
	Perda Válvulas Macho Esférico	dpv x Q8	DP8	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.	**Válvulas de Borboleta**									
	Quantidade		Q9	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar						
	Perda Válvulas de Borboleta	dpv x Q9	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.	**Válvulas de Globo**									
	Quantidade		Q10	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar						
	Perda Válvulas de Globo	dpv x Q10	DP10	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11.	**Válvulas de Três Vias**									
	Quantidade		Q11	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	KV	m3/h. Bar						
	Perda Válvulas de Três Vias	dpv x Q11	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12.	**Válvulas de Retenção**									
	Quantidade		Q12	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	C12	kPa						
	Perda Válvulas de Retenção	dpv x Q12	DP12	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.	**Filtros Tipo Y**									
	Quantidade		Q13	-	1,00		1,00			
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpf	kPa						
	Perda Filtros Tipo Y	dpv x Q13	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.	**Juntas Antivibráticas**									
	Quantidade		Q14	-						
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	dpf	kPa						
	Perda Juntas Antivibráticas	dpv x Q14	DP14	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		**DP1 + ... + DP14**	**DPtot**	**kPa**	**4,72**	**25,59**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Coeficiente de Segurança		**Admitido**	**CS**	**-**	**1,20**					
Total Tubagem		**DPc x CS**	**P**	**kPa**	**36,38**					
15.	**Perdas de Carga Adicionais**									
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
			DPtot	kPa						
Pressão da Bomba		**DPc x CS**	**P**	**kPa**	**36,38**			**Volume Total =**	**38,85**	**Litros**

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

Position	Qty.	Description
	2	**MAGNA1 25-80**

Product No.: 97924144

MAGNA1 circulator pump with easy selection of pump setting
The pump is of the canned-rotor type, i.e. pump and motor form an integral unit without shaft seal and with only two gaskets for sealing.
The bearings are lubricated by the pumped liquid.
In order to avoid problems in connection with disposal, great importance has been attached to using as few different materials as possible.
A pump with no maintenance requirements and extremely low life cycle cost.

Heating systems
• Main pump
• mixing loops
• heating surfaces
• air-conditioning surfaces.
The MAGNA1 circulator pumps are designed for circulating liquids in heating systems with variable flows where it is desirable to optimise the setting of the pump duty point, thus reducing energy costs. The pumps are also suitable for domestic hot-water systems.
To ensure correct operation, it is important that the sizing range of the system falls within the duty range of the pump.

Benefits
• Safe selection.
• Simple installation.
• Low energy consumption. All MAGNA1 pumps comply with the EuP requirements.
• Nine light fields for indication of pump setting. Three proportional-pressure curves, three constant-pressure curves and three fixed-speed curves are available.
• Low noise level.
• No mainteance and long life.

Liquid:

Pumped liquid:	Heating water
Liquid temperature range:	-10 .. 110 °C
Liquid temp:	60 °C
Density:	983.2 kg/m³
Kinematic viscosity:	1 mm2/s

Technical:

Actual calculated flow:	0.7942 l/s
Resulting head of the pump:	38.36 kPa
TF class:	110
Approvals on nameplate:	CE,VDE,EAC

Materials:

Pump housing:	Cast iron

Company name:
Created by:
Phone:

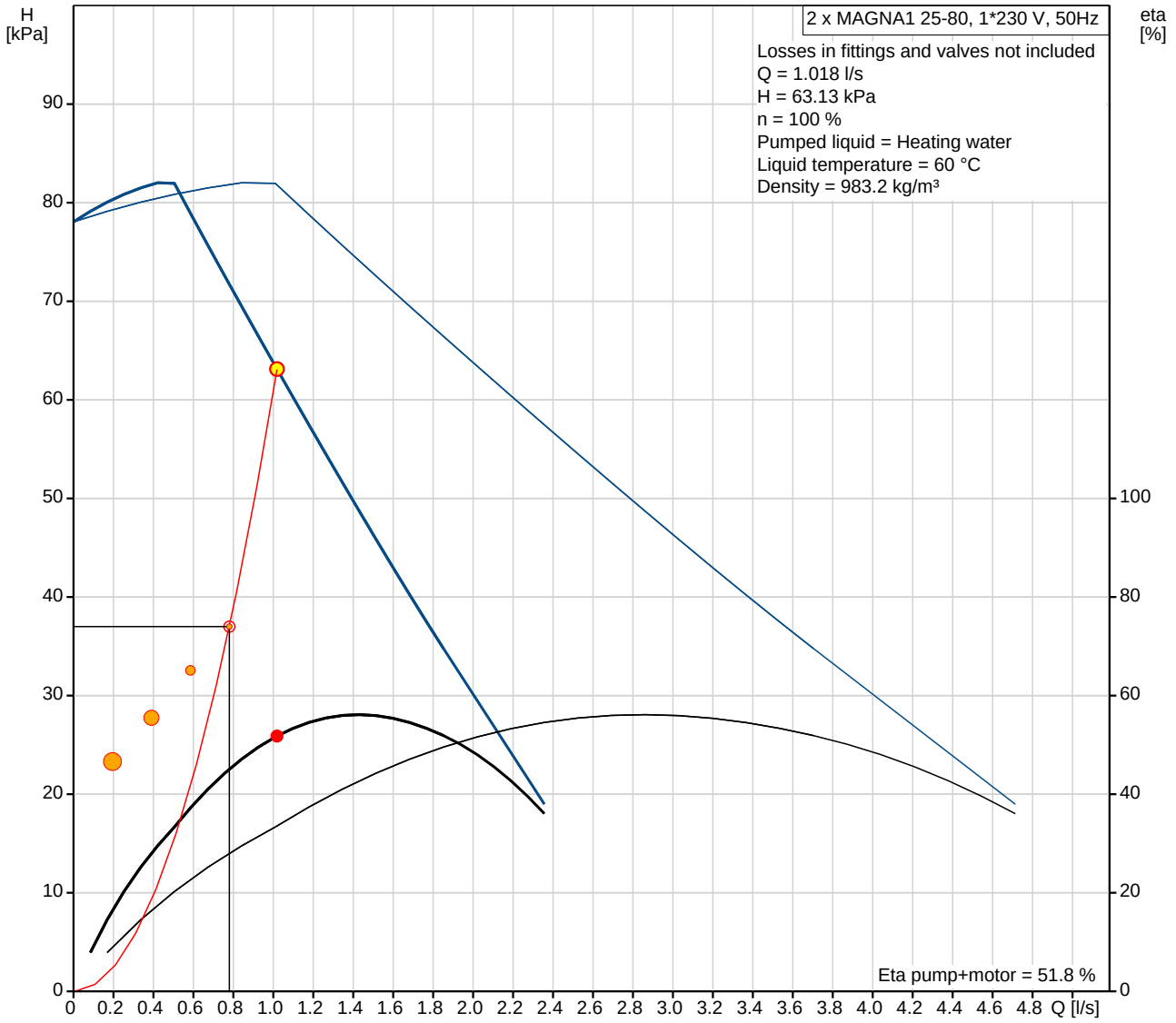
Date: 18/10/2016

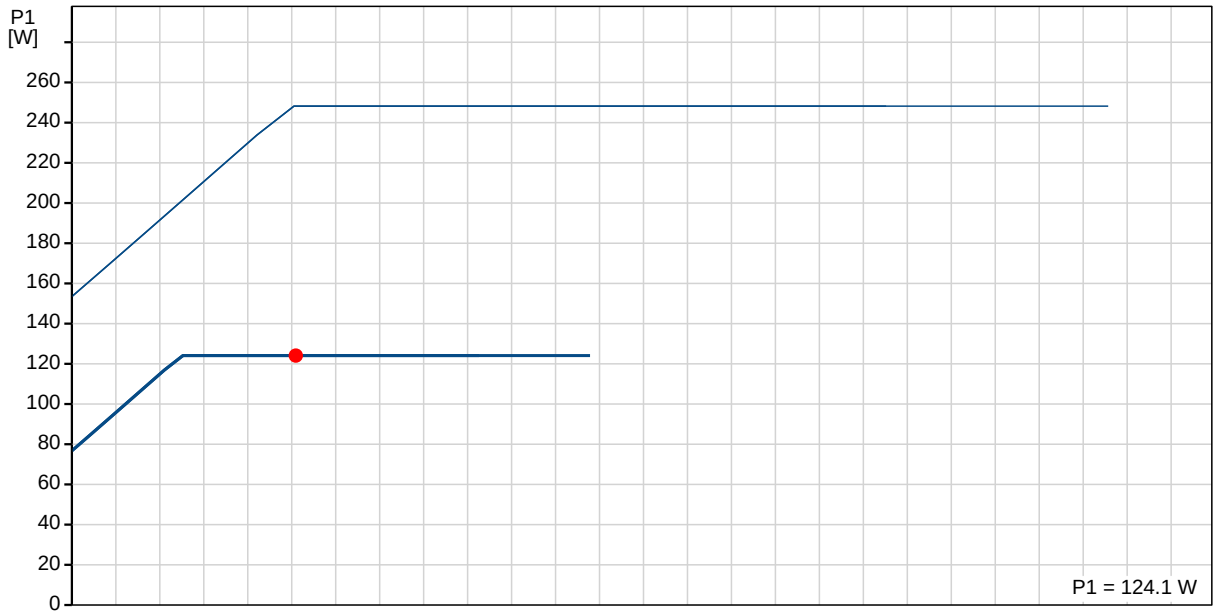
Position	Qty.	Description
		EN-GJL-200
		ASTM A48-200B
		Impeller: PES 30%GF
		Installation:
		Range of ambient temperature: 0 .. 40 °C
		Maximum operating pressure: 10 bar
		Pipe connection: G 1 1/2"
		Pressure stage: PN10
		Port-to-port length: 180 mm
		Electrical data:
		Power input - P1: 9 .. 128 W
		Mains frequency: 50 Hz
		Rated voltage: 1 x 230 V
		Maximum current consumption: 0.09 .. 1.03 A
		Enclosure class (IEC 34-5): X4D
		Insulation class (IEC 85): F
		Others:
		Label: Grundfos Blueflux
		Energy (EEI): 0.22
		Net weight: 4.38 kg
		Gross weight: 4.78 kg
		Shipping volume: 0.012 m³

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

97924144 MAGNA1 25-80 50 Hz

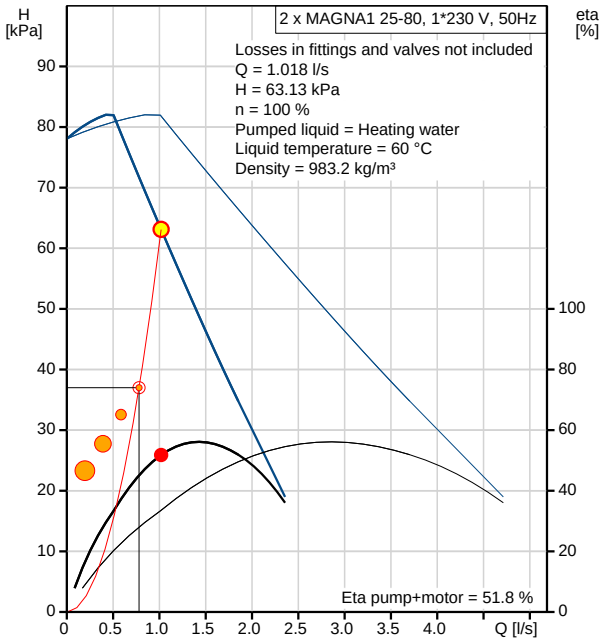


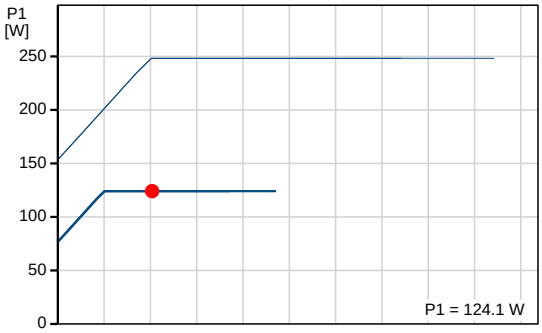


Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

Description	Value
General information:	
Product name:	MAGNA1 25-80
Product No:	97924144
EAN number:	5710626492183
Technical:	
Actual calculated flow:	0.7942 l/s
Resulting head of the pump:	38.36 kPa
Head max:	80 dm
TF class:	110
Approvals on nameplate:	CE,VDE,EAC
Model:	A
Materials:	
Pump housing:	Cast iron
	EN-GJL-200
	ASTM A48-200B
Impeller:	PES 30%GF
Installation:	
Range of ambient temperature:	0 .. 40 °C
Maximum operating pressure:	10 bar
Pipe connection:	G 1 1/2"
Pressure stage:	PN10
Port-to-port length:	180 mm
Liquid:	
Pumped liquid:	Heating water
Liquid temperature range:	-10 .. 110 °C
Liquid temp:	60 °C
Density:	983.2 kg/m³
Kinematic viscosity:	1 mm2/s
Electrical data:	
Power input - P1:	9 .. 128 W
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	1 x 230 V
Maximum current consumption:	0.09 .. 1.03 A
Enclosure class (IEC 34-5):	X4D
Insulation class (IEC 85):	F
Others:	
Label:	Grundfos Blueflux
Energy (EEI):	0.22
Net weight:	4.38 kg
Gross weight:	4.78 kg
Shipping volume:	0.012 m³

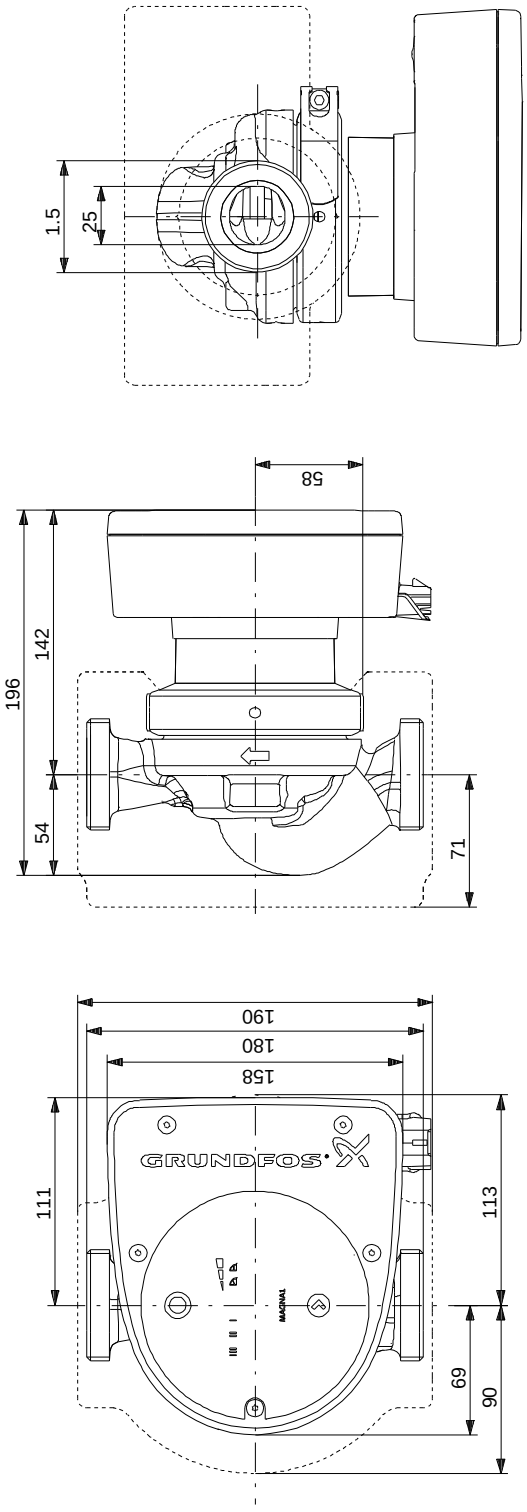




Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

97924144 MAGNA1 25-80 50 Hz

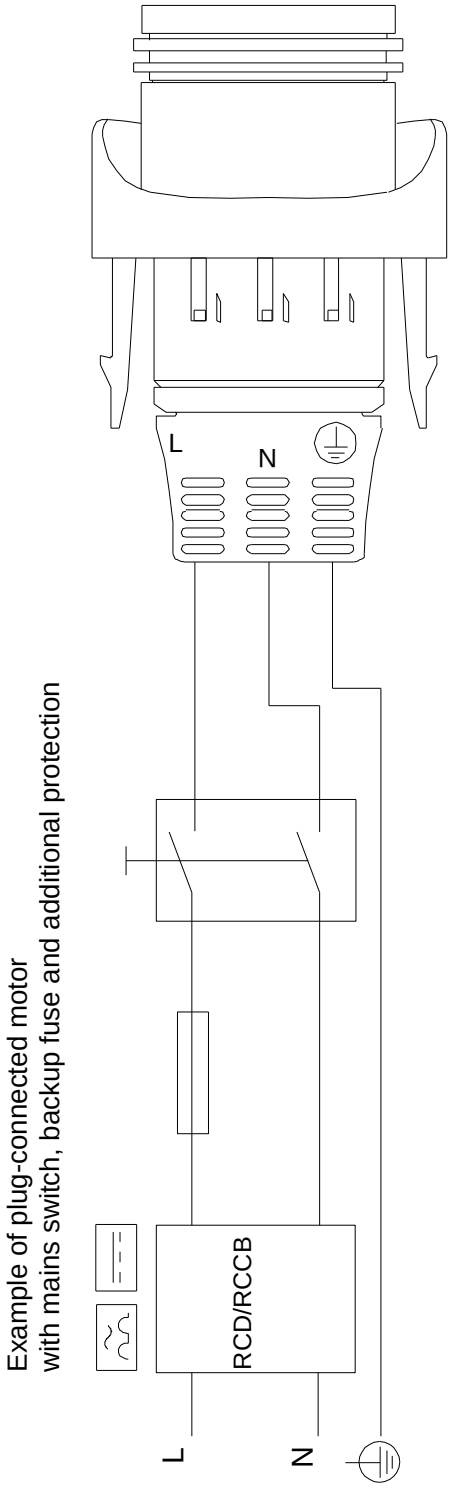


Note! All units are in [mm] unless others are stated.
Disclaimer: This simplified dimensional drawing does not show all details.

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

97924144 MAGNA1 25-80 50 Hz



Example of plug-connected motor
with mains switch, backup fuse and additional protection

Note! All units are in [mm] unless others are stated.

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

97924144 MAGNA1 25-80 50 Hz

Input

General

Application	Heating
Application area	Commercial buildings
Installation type	Distribution
Installation	Main circulator
Flow (Q)	0.78 l/s
Head (H)	36.38 kPa
Prefer fast delivery	No

Your requirements

Pumped liquid	Heating water
Min. liquid temperature	20 °C
Max. liquid temperature	60 °C
Liquid temperature during operation	60 °C
Max. operation pressure	10 bar
Min. inlet pressure	1.5 bar
Allowed flow undersize	10 %

Control mode

Control mode	Prop. pressure
Decrease at low flow	50 %
Enclosure class	IP20

Edit load profile

Heating season	285 days
Load profile	Standard profile
Reduced night-time duty	No

Configuration

Select type of hydraulic	Parallel
Total number of pumps	2
Of these: number of standby pumps	1

Operational conditions

Frequency	50 Hz
Phase	1 or 3
Min. power limit for SD start	5.5 kW
Voltage	1 x 230 or 3 x 400 V
Ambient temperature	20 °C

Life cycle cost

Include savings in heat energy	Yes
Water temperature difference	10 K
Consumption controlled by thermostatic valves	100 %
Thermostatic valves with P-band of	2 K
Hydraulic balancing	Yes
Price for heat energy (oil, gas etc.)	0.05 €/kWh

Hit list settings

Energy price	0.15 €/kWh
Increase of energy price	6 %
Calculation period	15 years

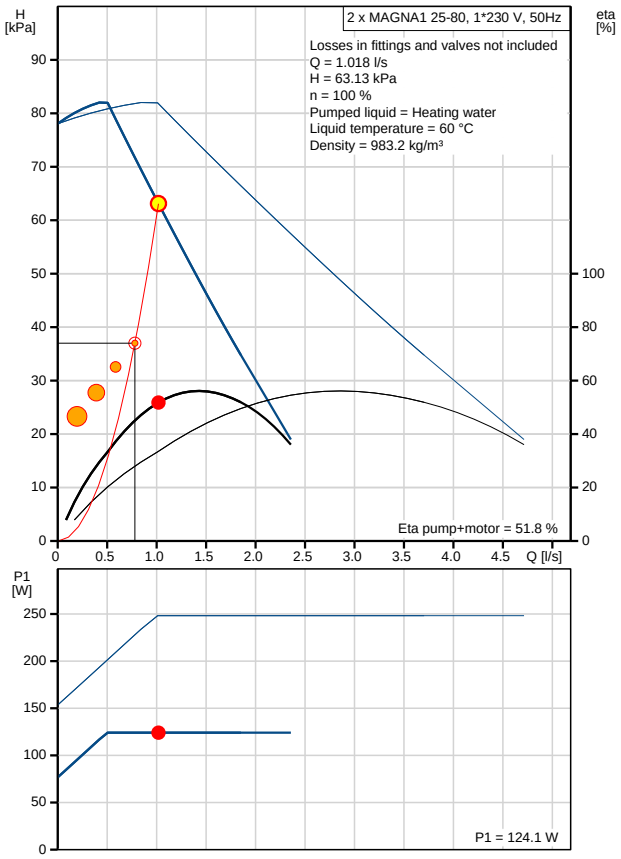
Load Profile

	1	2	3	4	
Flow	100	75	50	25	%
Head	103	94	85	76	%
P1	0.062	0.048	0.036	0.025	kW
Eta total	47.8	42.5	34.5	21.6	%
Time	410	1026	2394	3010	h/a
Energy consumption	25	49	85	76	kWh/Year
Quantity	1	1	1	1	

Sizing result

Type	MAGNA1 25-80	
Quantity	2	
Flow	0.7942	l/s
Head	38.36	kPa
Min.inlet pressure	0.2	bar (60 °C, against atmosphere)
Power P1	0.063	kW
Eta pump+motor	48.1	% =Eta pump * Eta motor
Eta total	48.1	% =Eta relative to the duty point
Energy consumption	236	kWh/Year
CO2 emission	134	kg/Year
Price	On request	
Price + energy costs	On request	/15Years
Life cycle cost	2677	€ /15Years

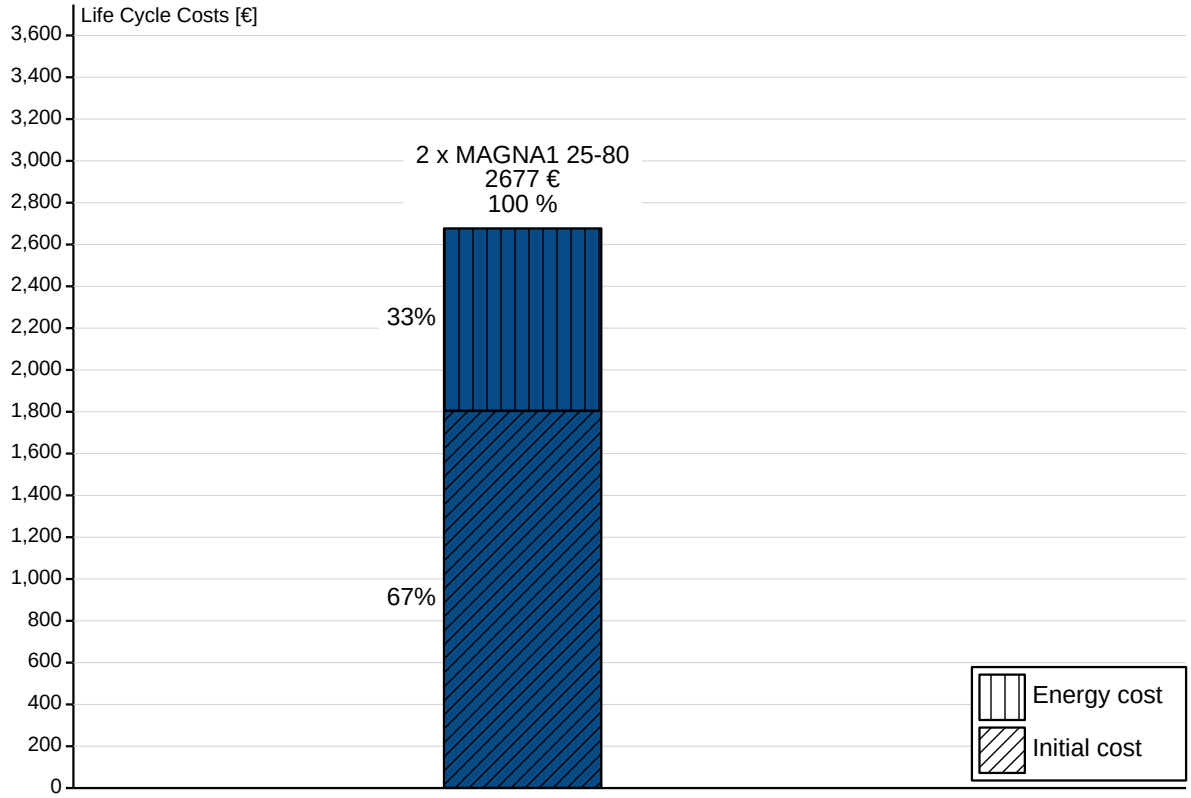
Controller is not included and must be appended to meet the required input.



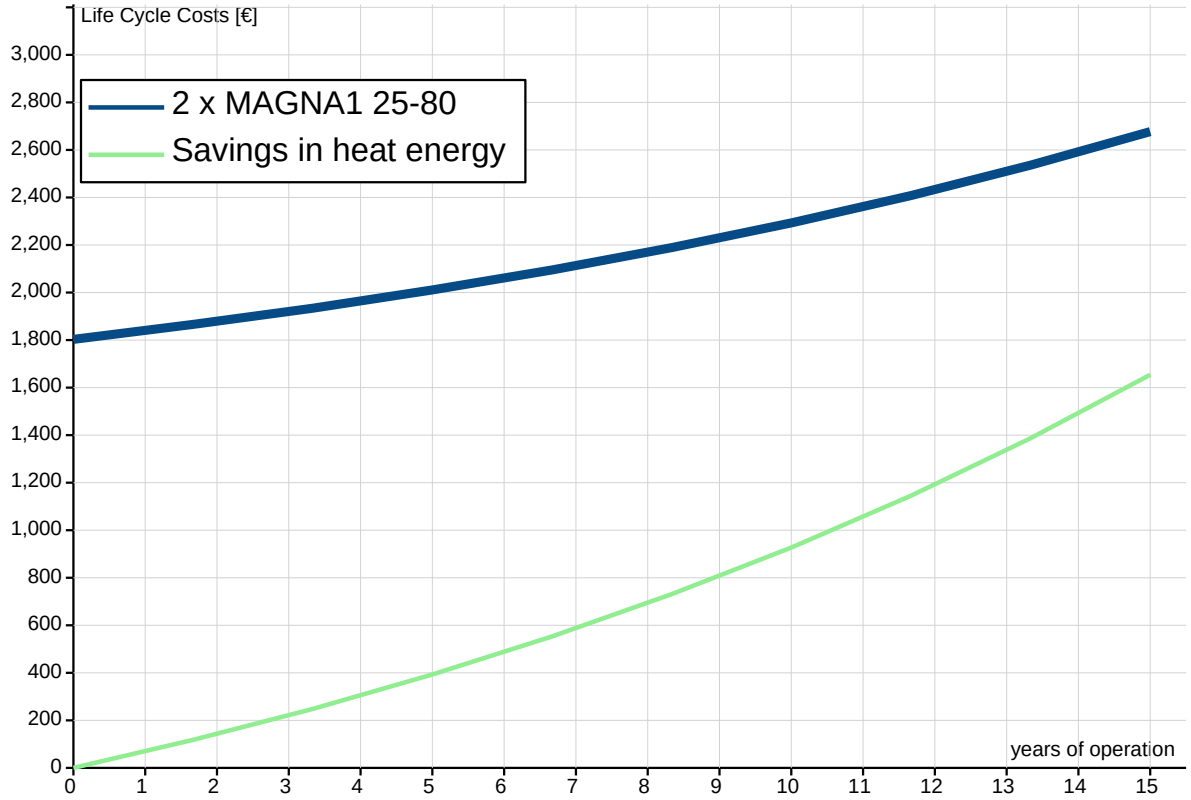
Company name:
Created by:
Phone:

Date: 18/10/2016

Life Cycle Costs - 15 years of operation



Payback Time



APÊNDICE P

Sala Nº	Designação	Classe GMP	Caudal Insuflação por difusor (l/s)	Caudal Insuflação por difusor (m3/h)	Difusor	Tamanho	Designação
1	BIOLOGIA MOLECULAR	S/C	160	576	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
2	MICROBIOLOGIA	S/C	135	486	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
3	AIRLOCK 1	D	160	576	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
4	AIRLOCK 2	C	85	306	France Air Diffuse Box TP c/ H14	4.4.0	DI3
5	LABORATÓRIO DE ANÁLI	C	115	414	France Air Diffuse Box TP c/ H14	6.6.0	DI1
6	AIRLOCK 3	C	80	288	France Air Diffuse Box TP c/ H14	4.4.0	DI3
7	PROCESSAMENTO	C	145	522	France Air Diffuse Box TP c/ H14	6.6.0	DI1
8	CONGELAMENTO	D	150	540	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
9	RESÍDUOS	S/C	125	450	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
10	RECEPÇÃO	D	125	450	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
11	AIRLOCK 5	D	160	576	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
12	AIRLOCK 4	C	125	450	France Air Diffuse Box TP c/ H14	6.6.0	DI1
13	SALA TÉCNICA	S/C	-	-	-	-	-
14	SALA CRIOPRESERVAÇÃC	D	131	471,6	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2
99	CORREDOR	S/C	120	432	France Air Diffuse Box	6.6.0	DI2

DIFFUSE BOX®

caixa porta-filtro terminal insuflação / retorno
filtro de muito alta eficiência

NOTA
Estanquidade testada.

EN ISO 14644-1 EN 1886

• vantagens

- **Elevada flexibilidade de utilização: insuflação/ retorno; instalação no teto/parede; picagem de alimentação circular/retangular.**
- **Estanquidade validada a ±1000 Pa (relatório de ensaio do CETIAT N.° 2514311).**
- **Capacidade de estanquidade ao nível da junta < a 0,01% (teste Emery 3004).**
- **Fixação dos filtros fácil e sem ferramentas.**
- **Versão com registo integrado disponível, regulável a partir da divisão.**

• gama

- **4 tipos de pleno em função das limitações de instalação:**
  - Picagem superior circular (tipo PDC): instalação clássica no teto.
  - Picagem lateral circular (tipo PLC) ou retangular (tipo PLR): especial para altura reduzida do teto. De salientar que as picagens se localizam sistematicamente nos lados mais pequenos das caixas, excepto para os PLR 3.6.0 e PLC 3.6.0.
  - Picagem superior retangular (tipo PDR): especial para instalação na parede. Encontra-se equipada com calhas para facilitar a colocação do filtro.
- **Difusores disponíveis para modo insuflação:**
  No teto:
  · Tipo TP: chapa perfurada para uma insuflação vertical do ar.
  · Tipo 4D, 3D, 2D e 1D: 4, 3, 2 e 1 direções de insuflação para uma difusão de conforto.
  · Tipo TB: difusor de alta indução (varrimento rápido com ar ambiente)
  · Tipo BO: injetores orientáveis.
  Na parede:
  · Tipo SD: simples deflexão para regular o alcance do jato.
  · Tipo DD: dupla deflexão para orientar totalmente o jato.
- **Difusores disponíveis para modo retorno:**
  1 grelha:
  · Tipo MCPF: grelha de malha quadrada porta-filtro que permite um 1° nível de filtragem do tipo G4, M6 ou F7 (espessura de 48 mm) e um 2° nível de filtragem do tipo F9 ou E11.
  · Pode ser montada uma chapa de obturação (Tipo TO) em substituição do difusor aquando das operações de desinfeção da sala para proteger o filtro.
- **Filtros disponíveis para insuflação:**
  Para os modelos 3.3.0 - 3.6.0 - 4.4.0 - 6.6.0 - 9.6.0 - 12.6.0:
  · H14 e U15: tipo FR EFI MPL (mini-plissados).
  Para os modelos 3.6.2 - 4.4.1 - 4.4.2 - 6.6.1 - 6.6.2:
  · de E11 até H14: tipo FR EFI MPP (mini-plissados profundos).
- **Filtros disponíveis para retorno:**
  1° nível (instalados na grelha MCPF):
  · G4: tipo FR SPG (plissado).
  · M6 ou F7: tipo FR MPC (miniplissado compacto).
  2° nível (a instalar na caixa):
  · Para os modelos 3.3.0 - 3.6.0 - 6.6.0:
  F9: tipo FR MPC (miniplissado compacto).
  E11: tipo FR EFI MPL (miniplissado).
  · Para os modelos 3.6.2 - 6.6.1 - 6.2.2:
  F9: tipo FR MP GD (mini-plissados montados em diedros).
  E11: tipo FR EFI MPP (mini-plissados profundos).
- Os modelos F.P.0, F.P.1. e F.P.2 correspondem às dimensões 595 x 595 mm, especialmente desenvolvida para instalação em teto falso em Tê standard (600 mm de entre-eixo).

• designação

Diffuse Box®	PDC	3.6.0	4D
Tipo Caixa filtros	***Tipo de picagem*** PDC: picagem superior circular PLC: picagem lateral circular PLR: picagem lateral retangular PDR: picagem superior retangular	***Dimensões do filtro*** 0 = 68 mm 1 =150 mm 2 = 292 mm 3 = 305 mm 4 = 457 mm 6 = 610 mm 9 = 915 mm 12 = 1220 mm F.P. = teto falso	***Tipo de difusor*** TP: chapa perfurada 10: 1 direção 20: 2 direções quadrado 21: 2 direções (lado menores) 22: 2 direções (lados maiores) 23: 2 direções (canto) 30: 3 direções quadrado 31: 3 direções insuflações (opostas lados maiores) 32: 3 direções insuflações (opostas lados menores) 40: 4 direções SD: simples deflexão DD: dupla deflexão MCPF: malha quadrada porta-filtro TO: chapa de obturação TB: rotacional TP: chapa perfurada BO: injetores orientáveis

• aplicação/utilização

- Filtragem terminal e difusão de fluxo não-unidirecional nas salas da classe ISO 7 a 8 (conforme à EN ISO 14644-1).
- Retorno com 2 níveis de filtragem de muito alta eficiência
- Indústria farmacêutica, agroalimentar, eletrónica, química, espacial, etc..
- Zonas em risco de contaminação nos estabelecimentos de saúde: salas de operação de alta indução, esterilização, laboratórios, etc..
- Instalação no teto ou na parede.

• construção/composição

- Caixa em chapa de aço 10/10°, pintado de branco, RAL 9010.
- Na parte superior da caixa (excepto PDR), nos 4 lados, o retorno em chapa será pré-furado (Ø 8 mm) para permitir a fixação da caixa (calhas do tipo *alphen*, varão roscado, etc.).
- Junta 15/10° de uma só peça no centro para garantia de estanquidade.
- Fixação dos filtros sem ferramentas através de clips
- 2 conjuntos de tomas de pressão integradas (através de tubo cristal Ø int. 6 mm).
- 2 tomas com ligação a montante e a jusante para medição do nível de colmatação a partir da divisão. O sistema permite, também, a injeção de um aerossol durante as operações de teste de integridade.
- 2 tomas, fixadas num dos lados do pleno e localizadas uma a montante e outra a jusante do filtro, para reenvio das pressões para fora da divisão.
- Os difusores TP e TB ou 1D, 2D e 4D encontram-se localizados nos rebordos periféricos da caixa e são em aço branco, RAL 9010.
- A grelha MCPF e a chapa de obturação, instaladas na junta, são em aço pintado pintado de branco, RAL 9010.

• instalação

- A estanquidade da Diffuse Box® foi testada em laboratório; o pleno não poderá **nunca** ser furado em obra.

• tipo de fixação

- Suspensão por sistema *Zip-Clip*, por varão roscado através de calha *Alphen* ou utilização do kit de painéis tipo *sandwich*.

• opções

- Pleno e difusores (excepto o 4D) em inox.

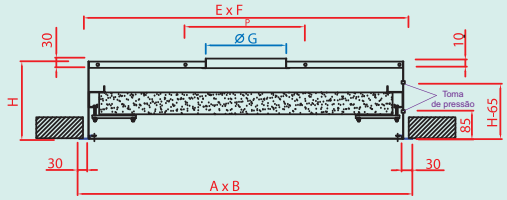
• Classificação EN

- Classificação EN ISO 14644-1.
- Classificação EN 1886 de acordo com a Diretiva sobre Produtos de Construção 89/106/CE

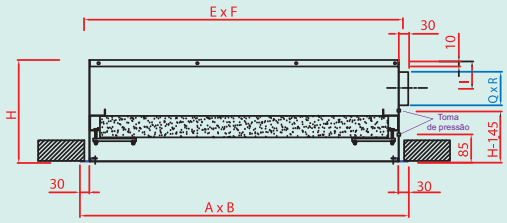
descrição técnica

• Atravancamentos e pesos

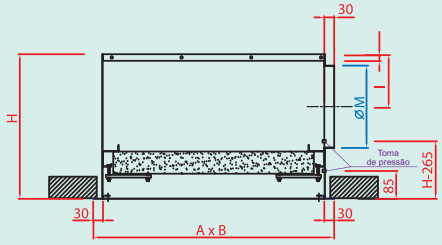
-Pleno PDC: picagem superior circular



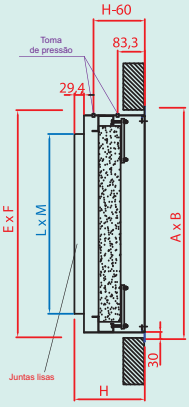
-Pleno PLR: picagem lateral retangular



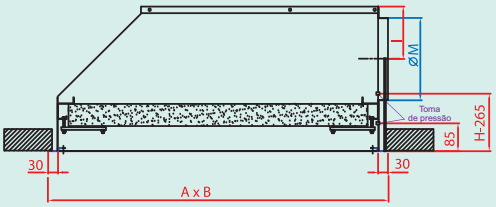
-Pleno PLC: picagem lateral circular



-Pleno PDR: picagem superior retangular



-Pleno PLC com registo



Características		Para modelos PDC e PDR				Para PDC			Para PDR			
		Fora tudo		Atravancamentos		Altura	Dimensões.	Peso	Altura.	Piq. Lg	Picagem Lg	Peso
Modelos	**Dim. filtro [mm]**	A [mm]	B [mm]	E [mm]	F [mm]	H [mm]	Ø G [mm]	[kg]	H [mm]	L [mm]	M [mm]	[kg]
3.3.0	305 x 305 x 68	469	469	410	410	240	159	7	220	260	260	7
3.6.0	305 x 610 x 68	469	769	410	710	240	249	9	220	260	560	8
3.6.2	305 x 610 x 292	469	769	410	710	465	315	11	450	260	560	9
4.4.0	457 x 457 x 68	635	635	575	575	240	249	10	220	425	425	10
4.4.1	457 x 457 x 150	635	635	575	575	325	314	10	310	425	425	10
4.4.2	457 x 457 x 292	635	635	575	575	465	399	11	450	425	425	11
6.6.0	610 x 610 x 68	769	769	710	710	240	314	12	220	560	560	11
6.6.1	610 x 610 x 150	769	769	710	710	325	499	13	310	560	560	12
6.6.2	610 x 610 x 292	769	769	710	710	465	499	15	450	560	560	13
9.6.0	915 x 610 x 68	1069	769	1010	710	240	314	17	220	860	560	17
12.6.0	1220 x 610 x 68	1379	769	1320	710	240	314	20	220	1165	560	19
Dimensões fora tudo de 595 x 595 mm (para teto falso)												
F.P.0	457 x 457 x 68	595	595	555	555	240	249	10	220	425	425	10
F.P.1	457 x 457 x 150	595	595	555	555	325	314	10	310	425	425	10
F.P.2	457 x 457 x 292	595	595	555	555	465	399	11	450	425	425	11

*2FPO com dimensões fora tudo de 595 x 1195 mm sob pedido.

Caracterísitcas		Para modelos PLC e PLR				Para PLC / PLC + REG				Para PLR				
		Fora tudo		Atravancamentos		Altura.	Diâmetro.	Peso	Eixo	Altura	Picagem Ht	Picagem Lg	Peso	Eixo
Modelos	**Dim. filtro [mm]**	A [mm]	B [mm]	E [mm]	F [mm]	H [mm]	Ø M [mm]	[kg]	I [mm]	H [mm]	Q [mm]	R [mm]	[kg]	I [mm]
3.3.0	305 x 305 x 68	469	469	425	425	350	159	9	115	320	125	200	7	100
3.6.0	305 x 610 x 68	469	769	425	725	390	199	12	135	320	125	520	10	100
3.6.2	305 x 610 x 292	469	769	425	725	664	249	13	160	545	125	520	11	100
4.4.0	457 x 457 x 68	635	635	591	591	390	199	14	135	320	125	360	11	100
4.4.1	457 x 457 x 150	635	635	591	591	525	249	15	160	530	250	360	12	163
4.4.2	457 x 457 x 292	635	635	591	591	730	314	16	192	670	250	360	13	163
6.6.0	610 x 610 x 68	769	769	725	725	440	249	17	160	320	125	520	14	100
6.6.1	610 x 610 x 150	769	769	725	725	672	399	19	235	530	250	520	14	163
6.6.2	610 x 610 x 292	769	769	725	725	864	449	20	260	670	250	600	17	163
9.6.0	915 x 610 x 68	1069	769	1025	725	510	314	24	192	320	125	600	22	100
12.6.0	1220 x 610 x 68	1379	769	1335	725	510	314	31	192	445	250	600	28	163

-Série FP: para instalação em teto falso com Té standard (600 mm de entre-eixo)

Dimensões fora tudo de 595 x 595 (para teto falso)*														
F.P.0	457 x 457 x 68	595	595	565	565	390	199	14	135	320	125	360	11	100
F.P.1	457 x 457 x 150	595	595	565	565	525	249	15	160	530	250	360	12	163
F.P.2	457 x 457 x 292	595	595	565	565	730	314	16	192	670	250	360	13	163

*Pleno PLC + REG - FP em teto falso: a instalar imperativamente antes do teto falso.

seleção

• Seleção da Diffuse Box® para insuflação (com filtro E11 ou H14):

- Os valores aqui apresentados têm em conta os limites de utilização do pleno (velocidade na picagem < 4,5 m/s), dos filtros (caudal nominal de utilização) e dos difusores (NR < 40 dB(A)).

Difusor / Modelos	TP**		TB		4D		SD/DD	
	E11	H14	E11	H14	E11	H14	E11	H14
3.3.0	240	150	190	150	240	150	240	150
3.6.0	480	300	-	-	480	300	480	300
4.4.0	500	350	400	350	540	350	540	350
4.4.1	800*	800*	600	600	800	800	800	800
6.6.0	720	600	600	600	780	600	800	600
9.6.0	1120	900	1100	900	1100	900	1100	900
6.6.1	1400*	1400*	800	800	1400	1400	1400	1400
12.6.0	1300	1200	1300	1200	1300	1200	1600	1200

Em U15, os caudais são idênticos; os modelos 3.6.2, 4.4.1, 4.4.2, 6.6.1 e 6.6.2 não admitem este nível de filtragem.

*Na seleção da Diffuse Box® com grelhasTP são escolhidos, regra geral, os filtros de 68 mm (os caudais com filtros de 150 e 200 mm correspondem a velocidades no difusor muito elevadas (> 1 m/s).

**As velocidades de ar na zona de ocupação devem ser validadas em função do pé direito de instalação do difusor.

• Seleção da Diffuse Box® para retorno:

- Com grelhas MCPF apenas:
  - 1° nível: G4, M5 ou F7 à escolha (a instalar na grelha MCPF).
  - 2° nível: F9 ou E11 à escolha (a instalar no pleno).

Modelos	MCPF: caudal máximo a respeitar qualquer que seja a eficiência do 1° nível											
	Pleno PDC			Pleno PLC			Pleno PLR			Pleno PDR		
	F9	E11	H14	F9	E11	H14	F9	E11	H14	F9	E11	H14
3.3.0	330	240	200	330	240	200	400	240	200	500	240	200
3.6.0	800	480	400	500	480	400	1000	480	400	1000	480	400
4.4.0	800	540	459	500	500	450	810	540	450	900	540	450
4.4.1	900	720	660	800	720	660	900	720	660	900	720	660
6.6.0	1260	960	800	800	800	800	1050	960	800	1900	960	800
6.6.1	1900	1320	1210	1260	1260	1210	1210	1210	1210	1900	1320	1210

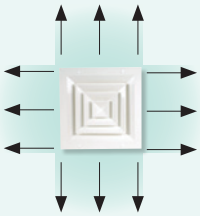
*Nota: modelo 9.6 e 12.6 sob pedido

acessórios

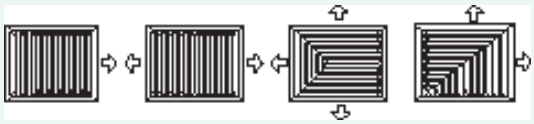
• Difusores de teto

- Difusor de teto: 4, 3 ou 2 direções

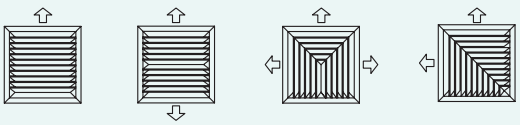

Difusor 4D



Difusor 10 1D | Difusor 20 2D | Difusor 30 3D | Difusor 22 2D



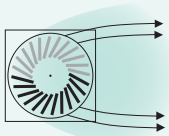
Difusor 11 1D | Difusor 21 2D | Difusor 31 3D | Difusor 23 2D

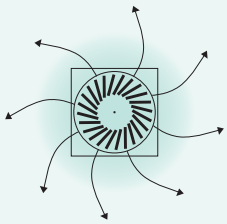


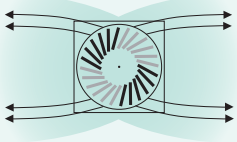
- Difusor rotacional regulável


Difusor TB


Versão 12.6.0 para salas brancas e laboratórios

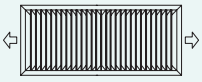

Regulação 1 direção

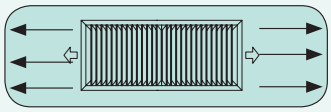

Regulação rotacional

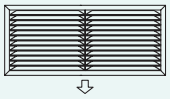

Regulação 2 direções

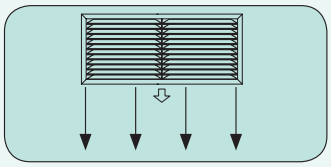
• Difusores de parede

- Difusor de simples e dupla deflexão


Difusor DD

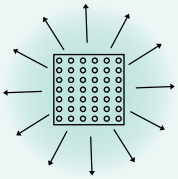



Difusor SD



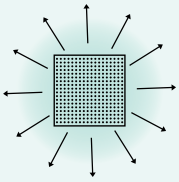
• Injetores orientáveis


Difusor BO



• Difusor de chapa perfurada


Difusor TP



• Grelha de retorno


Grelha MCPF

• Chapa de obturação

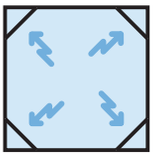

Chapa de obturação TO

APÊNDICE Q

Sala Nº	Designação	Classe GMP	Caudal de Retorno por grelha (l/s)	Caudal de Retorno por grelha (m3/h)	Difusor	Tamanho	Designação
1	BIOLOGIA MOLECULAR	S/C	140	504	France Air GFF SP	3.5	GR 3
2	MICROBIOLOGIA	S/C	95	342	France Air GFF SP	3.3	GR 2
3	AIRLOCK 1	D	175	630	France Air GFF SP	3.5	GR 3
4	AIRLOCK 2	C	70	252	France Air GFF SP	4.1	GR 1
5	LABORATÓRIO DE ANÁLI	C	105	378	France Air GFF SP	3.3	GR 2
6	AIRLOCK 3	C	65	234	France Air GFF SP	4.1	GR 1
7	PROCESSAMENTO	C	105	378	France Air GFF SP	3.3	GR 2
8	CONGELAMENTO	D	160	576	France Air GFF SP	3.5	GR 3
9	RESÍDUOS	S/C	125	450	France Air GFF SP	3.3	GR 2
10	RECEPÇÃO	D	125	450	France Air GFF SP	3.3	GR 2
11	AIRLOCK 5	D	215	774	France Air GFF SP	3.5	GR 3
12	AIRLOCK 4	C	110	396	France Air GFF SP	3.3	GR 2
13	SALA TÉCNICA	S/C	-	-	-	-	-
14	SALA CRIOPRESERVAÇÃC	D	131	472	France Air GFF SP	3.3	GR 2
99	CORREDOR	S/C	215	774	France Air GFF SP	3.5	GR 3

GFF SP

grille de reprise porte-filtre spéciale blocs opératoires et salles propres



Pensez-y !
Changement du filtre sans outils

Type	Applications	Filtre	Maintenance
Reprise	Salles propres Blocs opératoires	G4 à F7	Sans outils

Tarifs p. 1 771
Installation/validation p . 1 691
Services + - Air Express p. 1 804

NFS 90-351
NF EN ISO 14-644

► Avantages

- **Nettoyabilité accrue : grille affleurante au cadre périphérique.**
- **Grille taille 5.5 spécial faux plafond.**
- **Ouverture de la grille sans outils.**
- **Registre d'équilibrage réglable depuis la salle.**
- **Plénum triangulaire spécial pans coupés pour angle de salle.**
- **Filtre visible depuis la salle, permettant ainsi une vérification aisée de son encrassement et une maintenance facilitée.**
- **Filtre affleurant à la grille évitant ainsi les "zones mortes".**
- **Maintenance des filtres sans outils.**
- **Montage plafonnier possible.**

► Gamme

17 tailles en standard :

- Pour filtres de dimensions 305 x 150 à 762 x 762.
- Pour filtres d'efficacité G4 à F7.
- Grille taille 5.5 spéciale faux plafond.

► Application / utilisation

- Reprise de l'air dans les blocs opératoires avec filtration F5 comme conseillé dans la NF S 90-351.
- Utilisation possible en pharmaceutique, cosmétique (extraction de poudres)…
- Grille de reprise double-filtration G4 + F7.

► Construction / composition

- Grille maille carrée (20 x 20) en acier galvanisé, peinture époxy, couleur blanc RAL 9010.
- Fermeture par loquet 1/4 de tour.
- Cadre porte-filtre à fixation par vis directement dans la cloison, le plafond ou le plénum.
- Filtres serrés de manière étanche par pattes mobiles (filtres vendus séparément).
- Prise de pression intégrée.

► Options

- Version inox 304 et inox 316.
- Grille tôle perforée pour salles propres industrielles.

► Texte de prescription

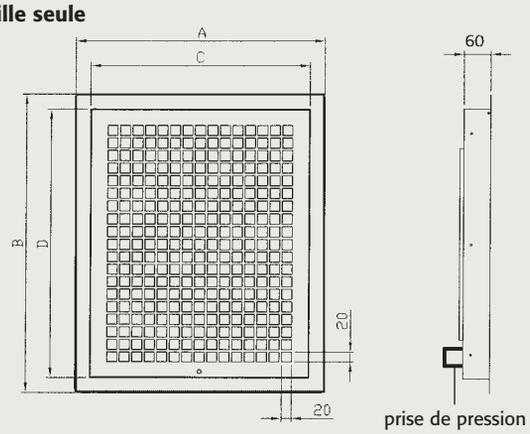
- Disponible sur **www.france-air.com**, rubrique Espace Pro.

Documents techniques disponibles sur internet

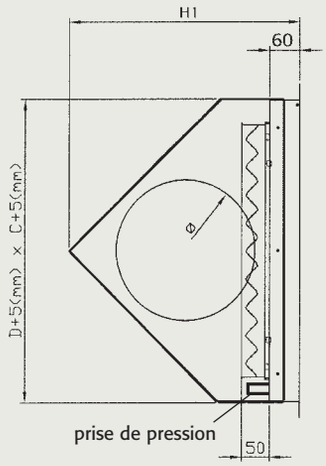
Descriptif technique

► Encombrement, réservation et poids

- **Grille seule**

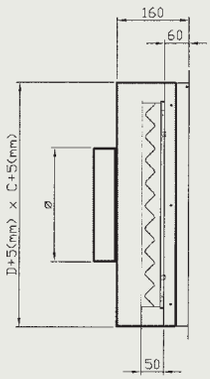


- **Grille avec registre et plénum triangulaire simple ou double piquage**

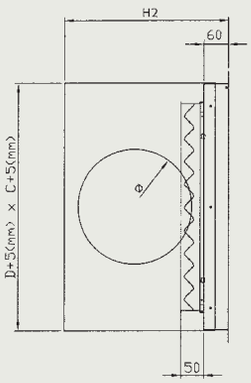


Exemple d'installation de 2 grilles à différentes hauteurs 2/3; 1/3.

- **avec registre et plénum PFU 40 axial**



- **GFF SP avec registre et plénum PFU 41 latéral**



Descriptif technique

► Encombrement, réservation et poids

Modèle	Dimensions filtres (larg. x haut. x ép.)	Dimensions grilles (mm)				Plénum triangulaire simple piquage		Plénum triangulaire double piquage*		Plénum PFU41 latéral		Plénum PFU40 axial	Dimensions Registre (mm)
		A	B	C	D	H1 (mm)	Diam. (mm)	H1 (mm)	Diam. (mm)	H2 (mm)	Diam. (mm)	Diam. (mm)	
GFF SP 3.1	305 x 150 x 48	410	255	350	195	260	125	340	200	230	125	125	275 x 125
GFF SP 4.1	395 x 150 x 48	500	255	440	195	300	160	410	250	270	160	160	375 x 125
GFF SP 3.3	305 x 305 x 48	410	410	350	350	340	200	450	250	310	200	200	275 x 275
GFF SP 3.4	305 x 395 x 48	410	500	350	440	350	200	-	-	310	200	200	375 x 275
GFF SP 3.5	305 x 490 x 48	410	595	350	535	420	250	-	-	370	250	250	475 x 275
GFF SP 5.3	490 x 305 x 48	595	410	535	350	-	-	560	355	-	-	-	275 x 475
GFF SP 4.4	395 x 395 x 48	500	500	440	440	410	250	490	315	370	250	250	375 x 375
GFF SP 3.6	305 x 610 x 48	410	715	350	655	450	250	-	-	370	250	250	575 x 275
GFF SP 6.3	610 x 305 x 48	715	410	655	350	-	-	600	400	-	-	-	275 x 375
GFF SP 4.5	395 x 490 x 48	500	595	440	535	490	315	-	-	450	315	315	475 x 375
GFF SP 4.6	395 x 610 x 48	500	715	440	655	490	315	-	-	450	315	315	575 x 375
GFF SP 5.5	490 x 490 x 48	595	595	535	535	490	315	600	400	450	315	315	475 x 475
GFF SP 5.6	490 x 610 x 48	595	715	535	655	560	355	-	-	480	355	355	475 x 300 + 475 x 275
GFF SP 6.6	610 x 610 x 48	715	715	655	655	600	400	-	-	510	400	400	575 x 300 + 575 x 275
GFF SP 5.9	490 x 915 x 48	595	1020	535	960	600	400	-	-	510	400	400	(2x) 475 x 300 + 475 x 275
GFF SP 7.4	762 x 395 x 48	867	500	807	440	-	-	710	500	-	-	-	400 x 400 + 400 x 350
GFF SP 7.7	762 x 762 x 48	867	867	807	807	710	500	-	-	610	500	500	400 x 400 + (2x) 400 x 350 + 350 x 350

**positionné en partie haute et relié à un plenum et une grille en partie basse (tableau ci-dessous).*

Sélection

► Tableau de sélection pour installation de 2 grilles à différentes hauteurs (2/3 ; 1/3)

- Débit : - 2/3 du débit en bas
  - 1/3 du débit en haut
- Installées avec plénum 2 piquages en haut et plénum 1 piquage en bas.

Débit total recommandé* sur les 2 grilles	Pour 2 grilles avec plénum triangulaire		
	Grille basse	Grille haute	Ø plénum triangulaire (mm)
510 m³/h	3.3	3.1	200
840 m³/h	4.4	4.1	250
960 m³/h	3.6	3.3	250
1 230 m³/h	4.6	4.4	315
1 620 m³/h	5.6	5.3	355
1 950 m³/h	6.6	6.3	400
2 340 m³/h	5.9	5.5	400
3 030 m³/h	7.7	7.4	500

**Débit de référence*

Note : le débit total recommandé sur les 2 grilles est fonction du diamètre des piquages du plénum.

► Tableau de sélection d'une grille avec 100 % du débit

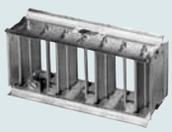
- Installé avec plénum 1 piquage de type PFU 30 / PFU 40 / PFU 41.

Modèle	Débit nominal (m³/h)
GFF SP 3.1	200
GFF SP 4.1	320
GFF SP 3.3	500
GFF SP 3.4	540
GFF SP 3.5	800
GFF SP 4.4	840
GFF SP 3.6	970
GFF SP 4.5	1 000
GFF SP 4.6	1 220
GFF SP 5.5	1 220
GFF SP 5.6	1 560
GFF SP 6.6	1 950
GFF SP 5.9	2 340
GFF SP 7.7	3 030

Accessoires

► Registre RFS 07

- Registre en aluminium zing à ailettes opposées.
- Réglable depuis la salle.
- Réalisé en plusieurs parties à partir de la taille 5.5.

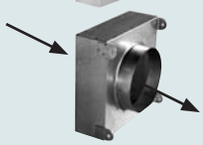


► PFU 30-1

- Plénum triangulaire 1 piquage spécial pans coupés.

► PFU 30-2

- Plénum triangulaire 2 piquages spécial pans coupés.

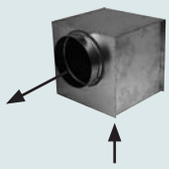


► PFU 40

- Plénum à raccordement axial.

► PFU 41

- Plénum à raccordement latéral 1 piquage.
- 2 piquages possibles sur demande.



► FR SPG G4

- Filtre plissé G4.

► FR MPC F5-F7

- Filtre compact mini plis.

► Possibilité de mettre en série G4 + F7

Sélection p. 1771

APÊNDICE R

Registos de Extracção									
Designação	Tipo	Marca	Modelo	Local	Largura (mm)	Altura (mm)	Diâmetro (mm)	Gama Caudal (l/s)	Caudal (l/s)
RE1	Motorizado	Trox	TVT	Sala Criopreservação	400	300		235 a 1175	524
RE2	Motorizado	Trox	TVT	Congelamento	300	300		176 a 880	316
RE3	Motorizado	Trox	TVT	Airlock 5	200	200		72 a 360	215
RE4	Motorizado	Trox	TVR	Resíduos			200	40 a 400	125
RE5	Motorizado	Trox	TVR	Recepção			200	40 a 400	125
RE6	Motorizado	Trox	TVR	Recepção			200	40 a 400	125
RE7	Motorizado	Trox	TVT	Airlock 1	200	200		72 a 360	175
RE8	Motorizado	Trox	TVR	Microbiologia			200	40 a 400	95
RE9	Motorizado	Trox	TVT	Corredor	200	200		72 a 360	215
RE10	Motorizado	Trox	TVR	Biologia Molecular			200	40 a 400	140
RE11	Motorizado	Trox	TVR	Biologia Molecular			200	40 a 400	140
RE12	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 4			200	40 a 400	110
RE13	Motorizado	Trox	TVR	Lab. Análises			200	40 a 400	105
RE14	Motorizado	Trox	TVT	Lab. Análises	200	200		72 a 360	210
RE15	Motorizado	Trox	TVR	Lab. Análises			200	40 a 400	105
RE16	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 3			200	40 a 400	65
RE17	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 2			200	40 a 400	70
RE18	Motorizado	Trox	TVT	Processamento	200	200		72 a 360	210
RE19	Motorizado	Trox	TVT	Processamento	200	200		72 a 360	210
RE20	Motorizado	Trox	TVR	Processamento			200	40 a 400	105

Registos de Insuflação									
Designação	Tipo	Marca	Modelo	Local	Largura (mm)	Altura (mm)	Diâmetro (mm)	Gama Caudal (l/s)	Caudal (l/s)
RI21	Motorizado	Trox	TVT	Processamento	400	300		235 a 1175	580
RI22	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 2			200	40 a 400	85
RI23	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 3			200	40 a 400	80
RI24	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 4			200	40 a 400	125
RI25	Motorizado	Trox	TVR	Congelamento			200	40 a 400	150
RI26	Motorizado	Trox	TVR	Congelamento			200	40 a 400	150
RI27	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 5			200	40 a 400	160
RI28	Motorizado	Trox	TVR	Residuos			200	40 a 400	125
RI29	Motorizado	Trox	TVR	Recepção			200	40 a 400	125
RI30	Motorizado	Trox	TVR	Recepção			200	40 a 400	125
RI31	Motorizado	Trox	TVR	Airlock 1			200	40 a 400	160
RI32	Motorizado	Trox	TVR	Microbiologia			200	40 a 400	135
RI33	Motorizado	Trox	TVR	Biologia Molecular			200	40 a 400	160
RI34	Motorizado	Trox	TVR	Biologia Molecular			200	40 a 400	160
RI35	Motorizado	Trox	TVR	Corredor			200	40 a 400	120
RI36	Motorizado	Trox	TVT	Lab. Análises	400	300		235 a 1175	585
RI37	Motorizado	Trox	TVR	Sala Criop.			200	40 a 400	262
RI38	Motorizado	Trox	TVR	Sala Criop.			200	40 a 400	262

VAV terminal units
Type TVR

Universal controller

Compact controller

Easy controller

Tested to VDI 6022

For the most diverse applications regarding standard volume flow rate ranges

Circular VAV terminal units for standard applications regarding the supply air or extract air control in variable air volume systems

- Suitable for the control of volume flow rate, room pressure or duct pressure
- Electronic control components for different applications (Easy, Compact, Universal, and LABCONTROL)
- High control accuracy even with upstream bend (R = 1D)
- Suitable for airflow velocities up to 13 m/s
- Closed blade air leakage to EN 1751, up to class 4
- Casing air leakage to EN 1751, class C

Optional equipment and accessories

- Acoustic cladding for the reduction of case-radiated noise
- Secondary silencer Type CA, CS or CF for the reduction of air-regenerated noise
- Hot water heat exchanger Type WL and electric air heater Type EL for reheating the airflow

1

Type		Page
TVR	General information	1.1 – 12
	Order code	1.1 – 16
	Aerodynamic data	1.1 – 20
	Quick sizing	1.1 – 21
	Dimensions and weight – TVR	1.1 – 22
	Dimensions and weight – TVR-D	1.1 – 23
	Dimensions and weight – TVR-FL	1.1 – 24
	Dimensions and weight – TVR-D-FL	1.1 – 25
	Installation details	1.1 – 26
	Specification text	1.1 – 27
	Basic information and nomenclature	1.5 – 1

Variants

Product examples

VAV terminal unit, variant TVR

VAV terminal unit, variant TVR-D

Description

For detailed information on control components see Chapter K5 – 1.3.

For detailed information on the LABCONTROL control system see the Control Systems catalogue.

Application
- Circular VARYCONTROL VAV terminal units of Type TVR for the precise supply air or extract air flow control in variable air volume systems
- Closed-loop volume flow control using an external power supply
- For controlling, restricting, or shutting off the airflow in air conditioning systems
- Shut-off by means of switching (equipment supplied by others)

Variants
- TVR: VAV terminal unit
- TVR-D: VAV terminal unit with acoustic cladding
- TVR-FL: VAV terminal unit with flanges on both ends
- TVR-D-FL: VAV terminal unit with acoustic cladding and flanges on both ends
- Units with acoustic cladding and/or a secondary silencer Type CA, CS or CF for demanding acoustic requirements
- Acoustic cladding cannot be retrofitted

Construction
- Galvanised sheet steel
- P1: Powder-coated, silver grey (RAL 7001)
- A2: Stainless steel

Nominal sizes
- 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400

Attachments
- Easy controller: Compact unit consisting of controller with potentiometers, differential pressure transducer and actuator
- Compact controller: Compact unit consisting of controller, differential pressure transducer and actuator
- Universal controller: Controller, differential pressure transducer and actuators for special applications
- LABCONTROL: Control components for air management systems

Accessories
- G2: Matching flanges for both ends
- D2: Lip seals on both ends (factory fitted)

Useful additions
- Secondary silencer Type CA, CS or CF for demanding acoustic requirements
- Heat exchanger Type WL
- Electric air heater Type EL

Special characteristics
- Integral differential pressure sensor with 3 mm measuring holes (resistant to dust and pollution)
- Factory set-up or programming and aerodynamic function testing
- Volume flow rate can be measured and subsequently adjusted on site; additional adjustment tool may be necessary

Parts and characteristics
- Ready-to-commission unit which consists of mechanical parts and control components
- Averaging differential pressure sensor for volume flow rate measurement
- Damper blade
- Factory-assembled control components complete with wiring and tubing
- Aerodynamic function testing on a special test rig prior to shipping of each unit
- Set-up data is given on a label or volume flow rate scale affixed to the unit
- High control accuracy (even with upstream bend R = 1D)

Construction features
- Circular casing
- Spigot suitable for circular ducts to EN 1506 or EN 13180
- Spigot with groove for lip seal
- Position of the damper blade indicated externally at shaft extension
- TVR-FL: Flanges to EN 12220

Materials and surfaces
Galvanised sheet steel construction
- Casing and damper blade made of galvanised sheet steel
- Damper blade seal made of TPE plastic
- Aluminium sensor tubes
- Plastic bearings

Powder-coated construction (P1)
- Casing made of galvanised sheet steel, powder-coated
- Damper blade and shaft made of stainless steel 1.4301
- Sensor tubes made of aluminium, powder-coated

Stainless steel construction (A2)
- Casing, damper blade and shaft made of stainless steel 1.4301
- Sensor tubes made of aluminium, powder-coated

Variant with acoustic cladding (-D)
- Acoustic cladding made of galvanised sheet steel
- Rubber profile for the insulation of structure-borne noise
- Lining is mineral wool

Mineral wool
- To EN 13501, fire rating class A1, non-combustible
- RAL quality mark RAL-GZ 388
- Biosoluble and hence hygienically safe according to the German TRGS 905 (Technical Rules for Hazardous Substances) and EU directive 97/69/EG

Installation and commissioning
- Any installation orientation (except units with static differential pressure transducer)
- TVR-D: For constructions with acoustic cladding, ducts on the room side should have cladding up to the acoustic cladding of the controller

Standards and guidelines
- Hygiene conforms to VDI 6022
- Closed blade air leakage to EN 1751, class 4 (nominal size 100, class 2; nominal sizes 125 and 160, class 3)
- Nominal sizes 100, 125, and 160 meet the general requirements, nominal sizes 200 – 400 meet the increased requirements of DIN 1946, part 4, with regard to the acceptable closed blade air leakage
- Casing air leakage to EN 1751, class C

Maintenance
- Maintenance-free as construction and materials are not subject to wear

1

Attachments: VARYCONTROL control components for Type TVR

Order code detail	Control function	Controller	Differential pressure transducer	Actuator
Easy controller				
Easy	Volume flow rate	Easy controller TROX	Dynamic, integral	Integral
Compact controller				
BC0	Volume flow rate	Compact controller with MP bus interface TROX/Belimo	Dynamic, integral	Integral
BL0		Compact controller with LonWorks interface TROX/Belimo		
XB0		Compact controller TROX/Gruner		
LN0		Compact controller Siemens		
Universal controller, dynamic				
B13	Volume flow rate	Universal controller TROX/Belimo	Dynamic, integral	Actuator
B1B				Spring return actuator
XC3		Universal controller TROX/Gruner		
Universal controller, static				
BP3	Volume flow rate	Universal controller with MP bus interface TROX/Belimo	Static	Actuator
BPB				Spring return actuator
BPG				Fast-running actuator
BB3		Universal controller TROX/Belimo		Actuator
BBB				Spring return actuator
XD1		Universal controller TROX/Gruner	Static, integral	Actuator
XD3				Spring return actuator
BR3	Differential pressure	Universal controller with MP bus interface TROX/Belimo	Static, integral 100 Pa	Actuator
BRB				Spring return actuator
BRG				Fast-running actuator
BS3			Static, integral 600 Pa	Actuator
BSB				Spring return actuator
BSG				Fast-running actuator
BG3		Differential pressure controller TROX/Belimo	Static, integral 100 Pa	Actuator
BGB				Spring return actuator
BH3			Static, integral 600 Pa	Actuator
BHB				Spring return actuator
XE1		Differential pressure controller TROX/Gruner	Static, integral 100 Pa	Actuator
XE3				Spring return actuator
XF1			Static, integral 600 Pa	Actuator
XF3				Spring return actuator

Attachments: LABCONTROL control components for Type TVR

Order code detail	Control function	Controller	Differential pressure transducer	Actuator
EASYLAB				
ELAB	Room supply air Room extract air Room pressure Single controller	EASYLAB controller TCU3	Static, integral	Fast-running actuator
TCU-LON-II				
TMA	Room supply air Room extract air Room pressure	Electronic controller TCU-LON-II with LonWorks interface	Static, integral	Fast-running actuator
TMB				Fast-running actuator (brushless motor)

Technical data

Nominal sizes	100 – 400 mm
Volume flow rate range	10 – 1680 l/s or 36 – 6048 m^3/h
Volume flow rate control range (unit with dynamic differential pressure measurement)	Approx. 10 to 100 % of the nominal volume flow rate
Minimum differential pressure	5 – 90 Pa
Maximum differential pressure	1000 Pa
Operating temperature	10 – 50 °C

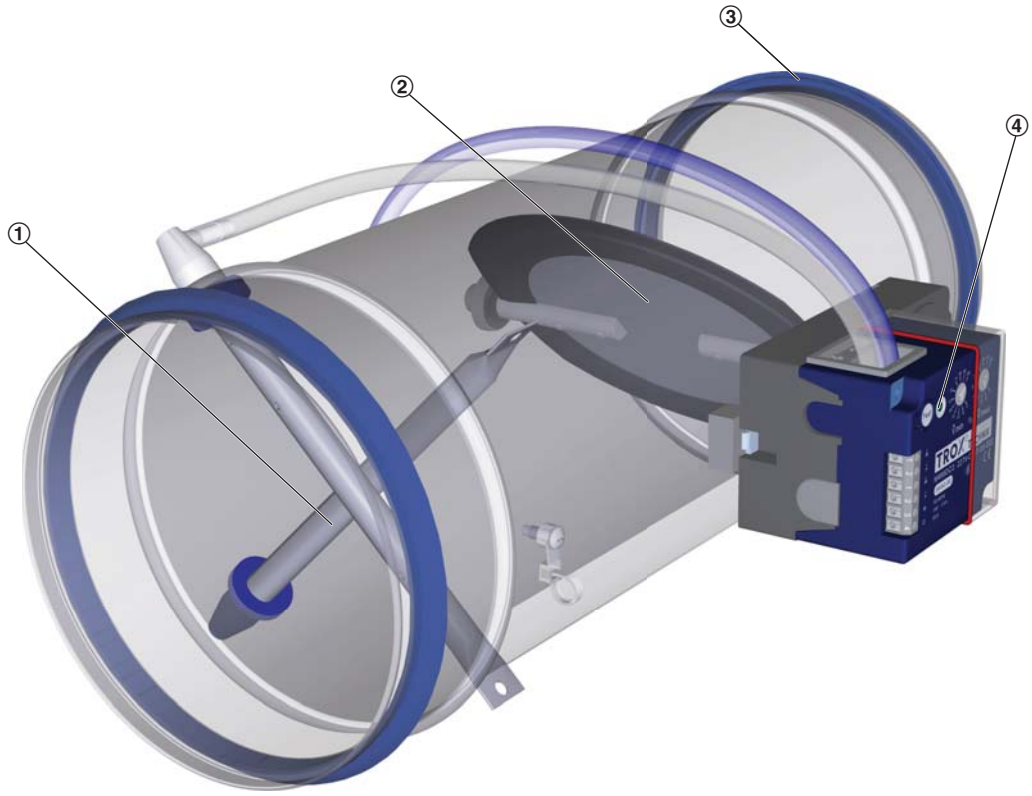
1

Function

Functional description

The VAV terminal unit is fitted with a differential pressure sensor for measuring the volume flow rate.
The control components (attachments) include a differential pressure transducer that transforms the differential pressure (effective pressure) into an electric signal, a controller, and an actuator; the control functions can be achieved with an Easy controller, with a Compact controller, or with individual components (Universal or LABCONTROL).
For most applications, the setpoint value comes from a room temperature controller. The controller compares the actual value with the setpoint value and alters the control signal of the actuator if there is a difference between the two values.

Schematic illustration of the TVR



① Differential pressure sensor
② Damper blade
③ Lip seal
④ Control components, e.g. an Easy controller

VAV terminal units
Type TVT

Universal controller

Compact controller

Easy controller

With sealing elements
for low-leakage shut-off

For normal and high volume flow rate ranges and air-tight shut-off

Rectangular VAV terminal units for standard applications regarding the supply air or extract air control in variable air volume systems where low-leakage shut-off is required

- For volume flow rate ranges up to 21,000 m^3/h or 5,800 l/s
- Suitable for the control of volume flow rate, room pressure or duct pressure
- Electronic control components for different applications (Easy, Compact, Universal, and LABCONTROL)
- High control accuracy
- Suitable for airflow velocities up to 10 m/s
- Closed blade air leakage to EN 1751, class 3
- Casing air leakage to EN 1751, up to class C

Optional equipment and accessories

- Acoustic cladding for the reduction of case-radiated noise
- Secondary silencer Type TX for the reduction of air-regenerated noise
- Hot water heat exchanger of Type WT for reheating the airflow

1

Type		Page
TVT	General information	1.1 – 57
	Order code	1.1 – 61
	Aerodynamic data	1.1 – 64
	Quick sizing	1.1 – 66
	Dimensions and weight – TVT	1.1 – 69
	Dimensions and weight – TVT-D	1.1 – 71
	Installation details	1.1 – 73
	Specification text	1.1 – 75
	Basic information and nomenclature	1.5 – 1

Variants

Product examples

VAV terminal unit, variant TVT

VAV terminal unit, variant TVT-D

Description

For detailed information on control components see Chapter K5 – 1.3.

For detailed information on the LABCONTROL control system see the Control Systems catalogue.

Application
- Rectangular VARYCONTROL VAV terminal units of Type TVT for the precise supply air or extract air flow control in variable air volume systems
- Closed-loop volume flow control using an external power supply
- For controlling, restricting, or shutting off the airflow in air conditioning systems
- Shut-off by means of switching (equipment supplied by others)

Variants
- TVT: VAV terminal unit
- TVT-D: VAV terminal unit with acoustic cladding
- Units with acoustic cladding and/or secondary silencer Type TX for demanding acoustic requirements
- Acoustic cladding cannot be retrofitted

Construction
- Galvanised sheet steel
- P1: Powder-coated, silver grey (RAL 7001)

Nominal sizes
- 36 nominal sizes from 200 × 100 to 1000 × 600
- Up to nominal size 800 × 300 including all attachments, larger units only with actuators with higher torque

Attachments
- Easy controller: Compact unit consisting of controller with potentiometers, differential pressure transducer and actuator
- Compact controller: Compact unit consisting of controller, differential pressure transducer and actuator
- Universal controller: Controller, differential pressure transducer and actuators for special applications
- LABCONTROL: Control components for air management systems

Useful additions
- Secondary silencer Type TX for demanding acoustic requirements
- Heat exchanger Type WT

Special characteristics
- Integral differential pressure sensor with 3 mm measuring holes (resistant to dust and pollution)
- Factory set-up or programming and aerodynamic function testing
- Volume flow rate can be measured and subsequently adjusted on site; additional adjustment tool may be necessary

Parts and characteristics
- Ready-to-commission unit which consists of mechanical parts and control components
- Averaging differential pressure sensor for volume flow rate measurement
- Damper blades
- Factory-assembled control components complete with wiring and tubing
- Aerodynamic function testing on a special test rig prior to shipping of each unit
- Set-up data is given on a label or volume flow rate scale affixed to the unit
- High volume flow rate control accuracy

Construction features
- Rectangular casing
- Flanges on both sides, suitable for duct connection
- Opposed blade action, blades connected by internal gears (enclosed) at both ends
- Damper blades with replaceable seals
- Position of the damper blade indicated externally at shaft extension
- Bearings with ring seals

Materials and surfaces
Galvanised sheet steel construction
- Casing made of galvanised sheet steel
- Shaft and linkage made of galvanised steel
- Damper blades and differential pressure sensor made of aluminium
- Gears made of anti-static plastic (ABS), heat resistant to 50 °C
- Plastic bearings

Powder-coated construction (P1)
- Casing made of galvanised sheet steel, powder-coated

Variant with acoustic cladding (-D)
- Acoustic cladding made of galvanised sheet steel
- Rubber profile for the insulation of structure-borne noise
- Lining is mineral wool

Mineral wool
- To EN 13501, fire rating class A1, non-combustible
- RAL quality mark RAL-GZ 388
- Biosoluble and hence hygienically safe according to the German TRGS 905 (Technical Rules for Hazardous Substances) and EU directive 97/69/EG

Installation and commissioning
- Any installation orientation (except units with static differential pressure transducer)
- With flanges on both ends to make connections to the ducting
- TVT-D: For constructions with acoustic cladding, ducts on the room side should have cladding up to the acoustic cladding of the controller

Standards and guidelines
- Closed blade air leakage to EN 1751, class 3
- Meets the general requirements of DIN 1946, part 4, with regard to the acceptable closed blade air leakage
- Casing air leakage to EN 1751, class C (B + H ≤400, class B)

Maintenance
- Maintenance-free as construction and materials are not subject to wear

1

Attachments: VARYCONTROL control components for Type TVT

Order code detail	Control function	Controller	Differential pressure transducer	Actuator
Easy controller				
Easy	Volume flow rate	Easy controller TROX	Dynamic, integral	Integral
Compact controller				
BC0	Volume flow rate	Compact controller with MP bus interface TROX/Belimo	Dynamic, integral	Integral
BL0		Compact controller with LonWorks interface TROX/Belimo		
XB0		Compact controller TROX/Gruner		
LN0		Compact controller Siemens		
Universal controller, dynamic				
B11	Volume flow rate	Universal controller TROX/Belimo	Dynamic, integral	Actuator
B1B				Spring return actuator
XC3		Universal controller TROX/Gruner		
Universal controller, static				
BP1	Volume flow rate	Universal controller with MP bus interface TROX/Belimo	Static	Actuator
BPB				Spring return actuator
BPG				Fast-running actuator
BB1		Universal controller TROX/Belimo		Actuator
BBB				Spring return actuator
XD1		Universal controller TROX/Gruner	Static, integral	Actuator
XD3				Spring return actuator
BR1	Differential pressure	Universal controller with MP bus interface TROX/Belimo	Static, integral 100 Pa	Actuator
BRB				Spring return actuator
BS1			Static, integral 600 Pa	Actuator
BSB				Spring return actuator
BSG				Fast-running actuator
BG1		Differential pressure controller TROX/Belimo	Static, integral 100 Pa	Actuator
BGB				Spring return actuator
BH1			Static, integral 600 Pa	Actuator
BHB				Spring return actuator
XE1		Differential pressure controller TROX/Gruner	Static, integral 100 Pa	Actuator
XE3				Spring return actuator
XF1			Static, integral 600 Pa	Actuator
XF3				Spring return actuator

Attachments: LABCONTROL control components for Type TVT

Order code detail	Control function	Controller	Differential pressure transducer	Actuator
EASYLAB				
ELAB	Room supply air Room extract air Room pressure Single controller	EASYLAB controller TCU3	Static, integral	Fast-running actuator
TCU-LON-II				
TMA	Room supply air Room extract air Room pressure	Electronic controller TCU-LON-II with LonWorks interface	Static, integral	Fast-running actuator
TMB				Fast-running actuator (brushless motor)

Technical data

Nominal sizes	200 × 100 to 1000 × 600 mm
Volume flow rate range	45 – 6100 l/s or 162 – 21960 m^3/h
Volume flow rate control range (unit with dynamic differential pressure measurement)	Approx. 20 to 100 % of the nominal volume flow rate
Minimum differential pressure	5 – 40 Pa
Maximum differential pressure	1000 Pa
Operating temperature	10 – 50 °C

1

Function

Functional description

The VAV terminal unit is fitted with a differential pressure sensor for measuring
the volume flow rate. The control components (attachments) include a differential pressure transducer that transforms the differential pressure (effective pressure) into an electric signal, a controller, and an actuator; the control functions can be achieved with an Easy controller, with a Compact controller, or with individual components (Universal or LABCONTROL).
For most applications, the setpoint value comes from a room temperature controller.
The controller compares the actual value with the setpoint value and alters the control signal of the actuator if there is a difference between the two values.

Schematic illustration of the TVT

① Differential pressure sensor
② Damper blade with seal
③ Gears
④ Control components, e.g. an Easy controller

APÊNDICE S

UNIDADE FARMACÊUTICA
INSTALAÇÕES DE AVAC

Lista de Quantidades e Preços Unitários

Refª.: 25050_TFM
Data: 17-10-2016

Código	Designação	Quant.	Un.	Preço EUR Unitário	Total
1	***Equipamentos***				
1.1	Fornecimento e instalação de unidade de produção de água fria da marca Carrier ou equivalente, modelo 30 rbs 080, incluindo módulo hidráulico e Kit de válvulas necessário a um correcto funcionamento e instalação, consoante esquema de principio.	1	un	28.570,80	28.570,80
1.2	Fornecimento e instalação de unidade de produção de água quente da marca Carrier ou equivalente, modelo 30RQ 021, incluindo módulo hidráulico e Kit de válvulas necessário a um correcto funcionamento e instalação, consoante esquema de principio.	1	un	11.391,00	11.391,00
1.3	Fornecimento e instalação de unidade de tratamento de ar - UTA 1 - da marca Flakt e modelo consoante selecção em anexo. Incluir kit de válvulas de acordo com esquema de principio em anexo e todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação. controlo incluído na unidade.	1	un	53.922,00	53.922,00
1.4	Fornecimento e instalação de unidade de tratamento de ar - UTA 2 - da marca Flakt e modelo consoante selecção em anexo. Incluir kit de válvulas de acordo com esquema de principio em anexo e todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação. controlo incluído na unidade.	1	un	28.242,00	28.242,00
1.5	Fornecimento e instalação bombas de água fria - B1&B2 - Grundfos TPE 25-90, consoante selecção em anexo. Incluir kit de válvulas de acordo com esquema de principio em anexo e todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação. controlo incluído na unidade.	2	un	1.946,25	3.892,50
1.6	Fornecimento e instalação bombas de água quente - B3&B4 - Grundfos Magna 1 25-80, consoante selecção em anexo. Incluir kit de válvulas de acordo com esquema de principio em anexo e todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalacão. controlo incluído na unidade.	2	un	1.088,55	2.177,10
1.7	Fornecimento e instalação de depósitos de inércia da marca sandometal, incluindo isolamento térmico de 100mm de espessura e protecção mecânica, de acordo com a seguinte capacidade. Incluir válvulas de acordo com esquema de principio em anexo e todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação.				
1.7.1	DI1 500 litros	1	un	1.914,19	1.914,19
1.7.2	DI2 300 litros	1	un	1.456,69	1.456,69
1.8	Fornecimento e instalação de vaso de expansão de 12 litros da marca ELBI, modelo ER conforme selecção em anexo. Incluir válvulas conforme esquema de principio em anexo.	2	un	122,10	244,20

UNIDADE FARMACÊUTICA
INSTALAÇÕES DE AVAC

Lista de Quantidades e Preços Unitários

Refª.: 25050_TFM
Data: 17-10-2016

Código	Designação	Quant.	Un.	Preço EUR Unitário	Total
1.8	Fornecimento e instalação de vaso de separador de ar da marca caleffi ou equivalente conforme selecção em anexo. Incluir válvulas e todos os acessórios necessários a uma correcta instalação e funcionamento.				
1.8.1	DN65	1	un	868,20	868,20
1.8.2	DN40	1	un	832,20	832,20
1.9	Fornecimento e instalação de colectores em ferro galvanizado, L=1,5m, incluindo isolamento de 40mm, protecção mecânica, válvulas associadas e todos os acessórios necessários a uma correcta instalação e funcionamento, segundo os seguintes diâmetros:				
	DN80	2	un	708,00	1.416,00
	DN65	2	un	633,00	1.266,00
2	***Rede de distribuição de Fluido***				
2.1	Válvulas Diversas (além das incluídas nos equipamentos específicos)				
2.1.1	Fornecimento e instalação de válvulas, devidamente isoladas segundo os seguintes tipos e diâmetros:				
2.1.2	Válvula de pressão diferencial VPD:				
	DN 32	1	un	173,63	173,63
	DN 50	1	un	1.516,13	1.516,13
2.1.3	Válvulas de corte:				
	DN65	8		52,13	417,04
	DN50	2		37,73	75,46
	DN40	8		29,63	237,04
	DN25	4		25,13	100,52
2.1.4	Termómetros	6		43,13	258,78
2.1.5	Manómetros	2		42,23	84,46
2.1.6	Purgadores automáticos de ar	6		38,63	231,78
2.2	Rede de Tubagem de água fria e água quente				
	Fornecimento e instalação de tubagem de água fria, incluindo acessórios do mesmo material e isolamento de acordo com o especificado no regulamento. Incluir protecção mecânica em chapa de alumínio de 0.5mm . Incluir todos os acessórios necessários a uma correcta montagem.				
2.2.1	DN65	40	m	98,63	3.945,20
2.2.2	DN50	40	m	83,63	3.345,20
2.2.3	DN40	50	m	70,44	3.522,00
2.2.4	DN32	20	m	53,94	1.078,80
2.2.4	DN25	5	m	49,44	247,20

UNIDADE FARMACÊUTICA
INSTALAÇÕES DE AVAC

Lista de Quantidades e Preços Unitários

Refª.: 25050_TFM
Data: 17-10-2016

Código	Designação	Quant.	Un.	Preço EUR Unitário	Total
2.3	Fornecimento e instalação de conduta rectangular isolada a manta do tipo ISOAIR arena 30mm. Incluir todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação.	200	m2	45,60	9.120,00
2.4	Fornecimento e instalação de conduta rectangular isolada a manta do tipo ISOAIR arena 30mm e protegida com forra mecânica em chapa de alumínio de a.5mm de espessura. Incluir todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação.	72	m2	118,50	8.532,00
2.5	Fornecimento e instalação de conduta do tipo spiro isolada a manta do tipo ISOAIR arena 30mm. Incluir todos os acessórios necessários a um correcto funcionamento e instalação.				
2.5.1	DN200	180	m	28,29	5.092,20
2.5.2	DN250	70	m	26,16	1.831,20
3	***Equipamentos de Controlo***				
3.1	Fornecimento e instalação de registos de caudal de ar do tipo VAV, de acordo com as peças desenhadas e segundo especificações presentes nas fichas técnicas. Marca Trox, modelos TVT e TVR				
3.1.1	TVR DN200	28	un	384,60	10.768,80
3.1.2	TVT 400x300	3	un	657,57	1.972,71
3.1.3	TVT 300x300	1	un	647,85	647,85
3.1.4	TVT 200x200	6	un	604,92	3.629,52
4	***Difusão***				
4.1	Fornecimento e instalação de difusores do tipo Diffuse Box da marca France Air, com pleno de picagem lateral e difusor em chapa perfurada (TP). Incluir pleno, registo e respectivo isolamento de acordo com os seguintes modelos:				
	DI 1	9	un	877,50	7.897,50
	DI 2	15	un	688,50	10.327,50
	DI 3	2	un	586,65	1.173,30
	Fornecimento e instalação de grelhas de retorno do tipo GFF SP da marca France Air, Incluir pleno, registo e respectivo isolamento de acordo com os seguintes modelos:				
	GR1	2	un	200,04	400,08
	GR2	18	un	228,60	4.114,80
	GR3	7	un	266,40	1.864,80
5	***Instalação Eléctrica***				
	Fornecimento e instalação de quadro eléctrico para alimentação das unidades, inclui cablagem de alimentação e interligação entre equipamentos.	1	vg	53.928,00	53.928,00
5	***Sistema de Tratamento de Águas***				

Trabalho Final de Mestrado

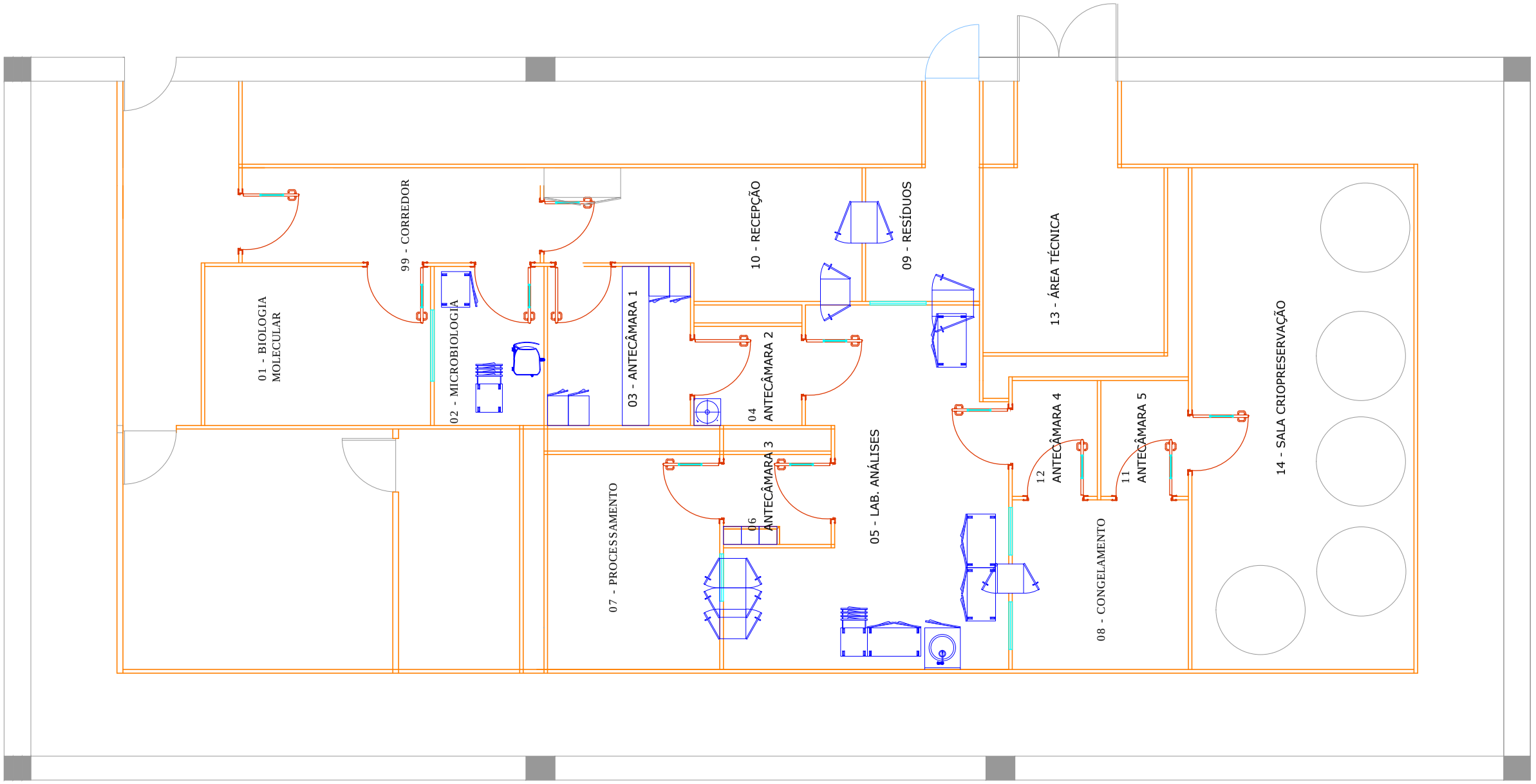
UNIDADE FARMACÊUTICA
INSTALAÇÕES DE AVAC

Lista de Quantidades e Preços Unitários

Refª.: 25050_TFM
Data: 17-10-2016

Código	Designação	Quant.	Un.	Preço EUR Unitário	Total
	Fornecimento e instalação de sistema de tratamento de água conforme fichas técnicas incluindo tubagem de enchimento em diâmetro DN20.	1	vg	5.508,00	5.508,00
	Valor Global (EUR)				**278.234,38**

PEÇAS DESENHADAS



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

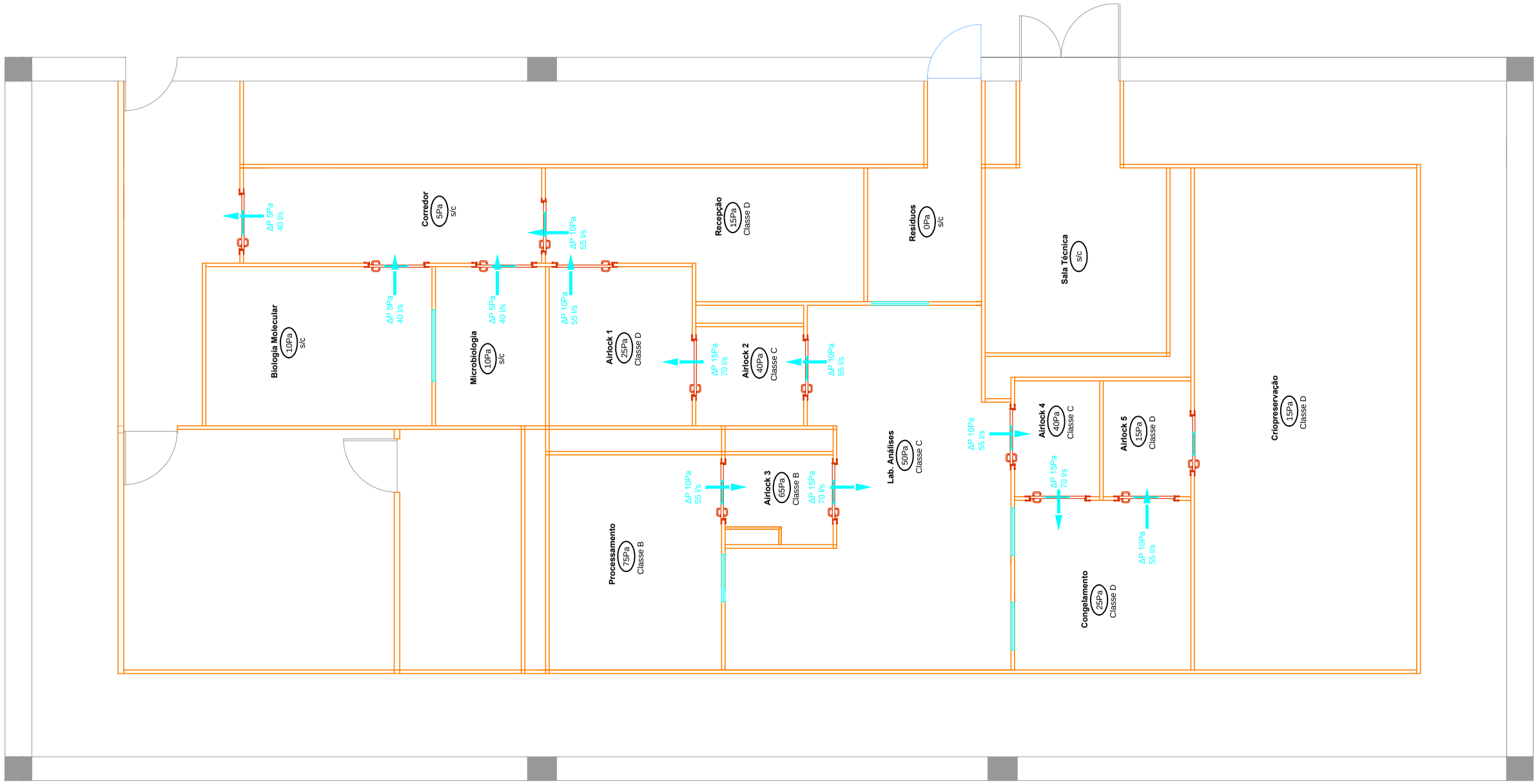
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
IDENTIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS

Des: TFM_01

ESCALA: 1:75

Folha: 01/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

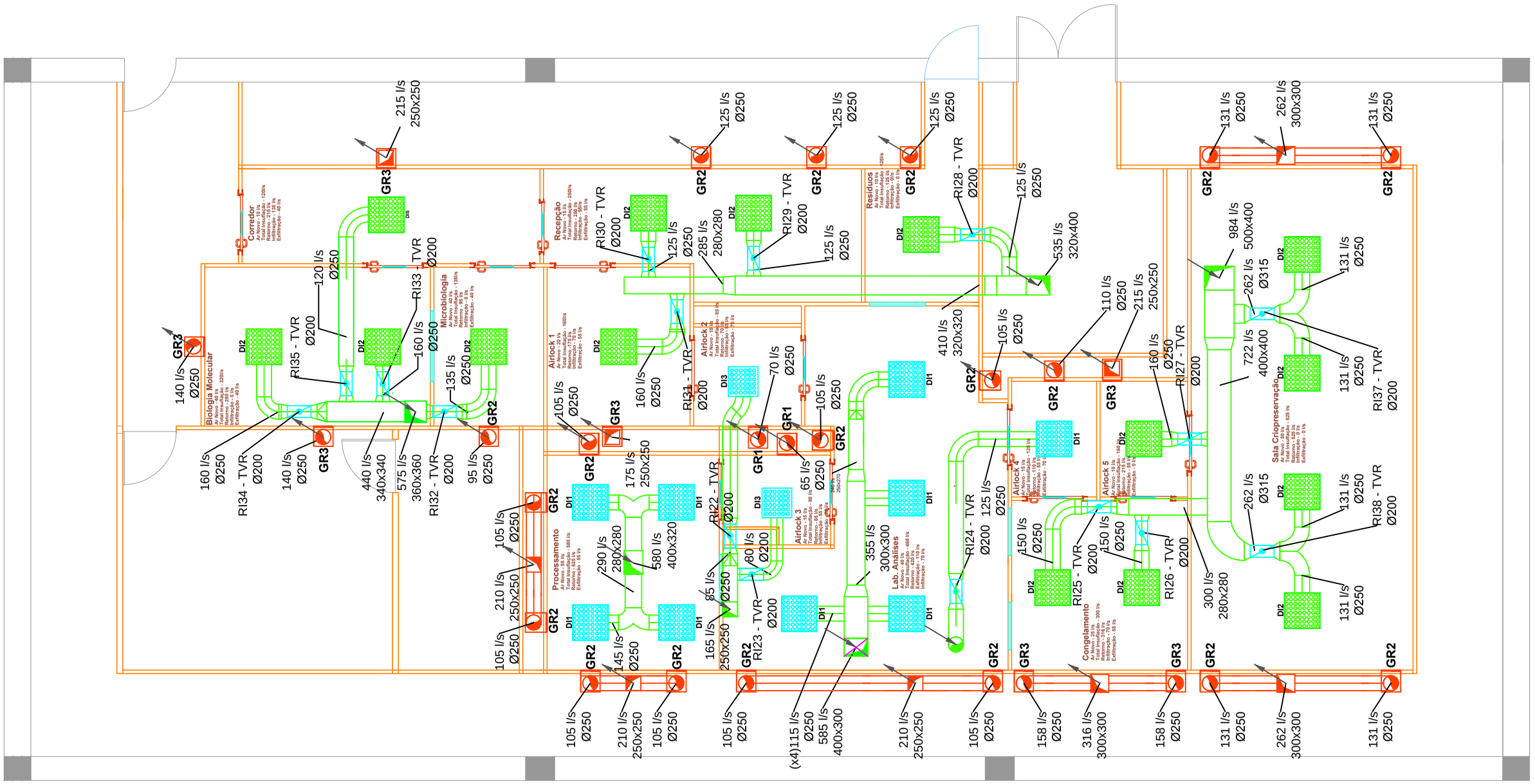
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
CASCATA DE PRESSÕES E CAUDAIS DE FUGA

Des: TFM_02

ESCALA: 1:75

Folha: 02/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

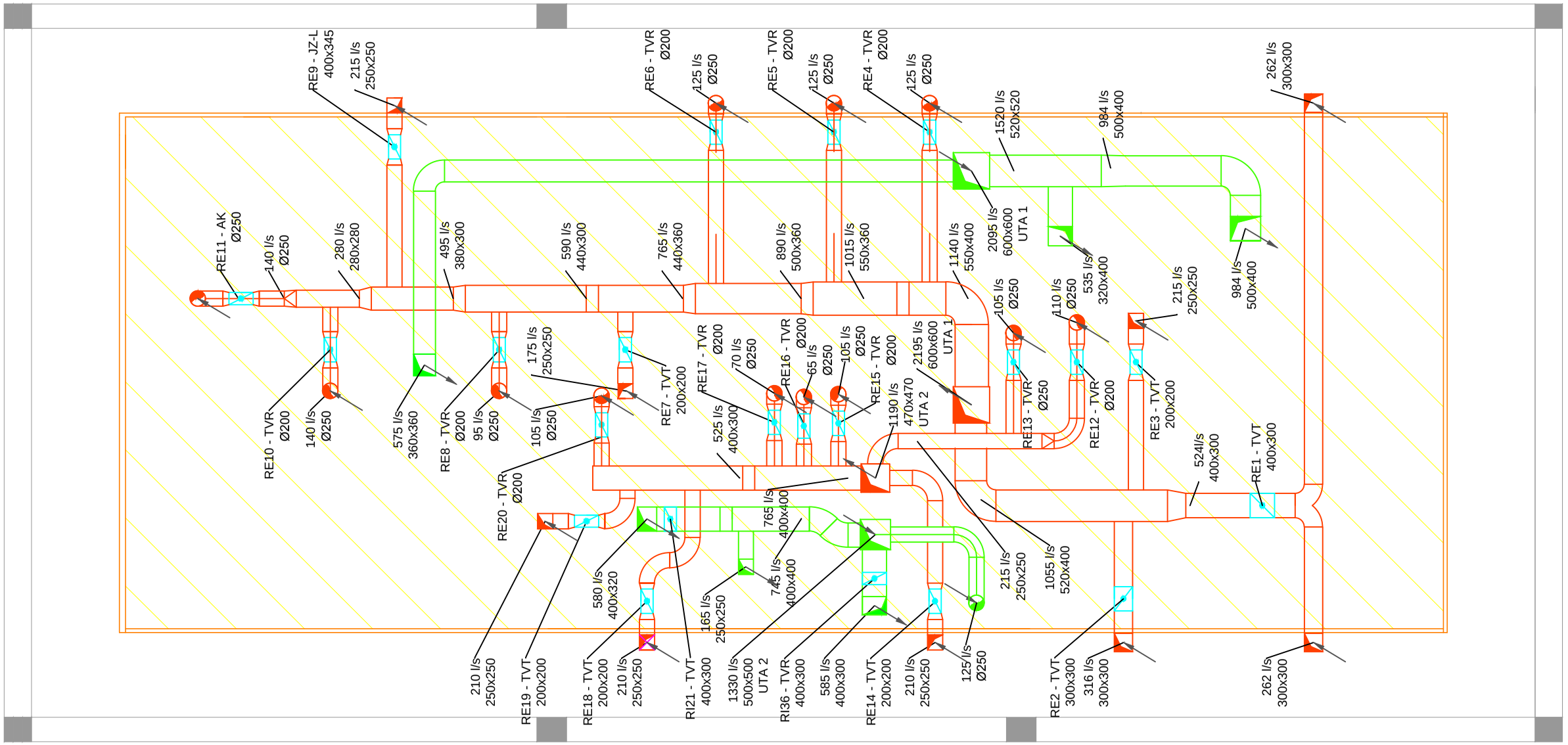
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
REDE AERÓLICA LABORATÓRIO

Des: TFM_03

ESCALA: 1:75

Folha: 03/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

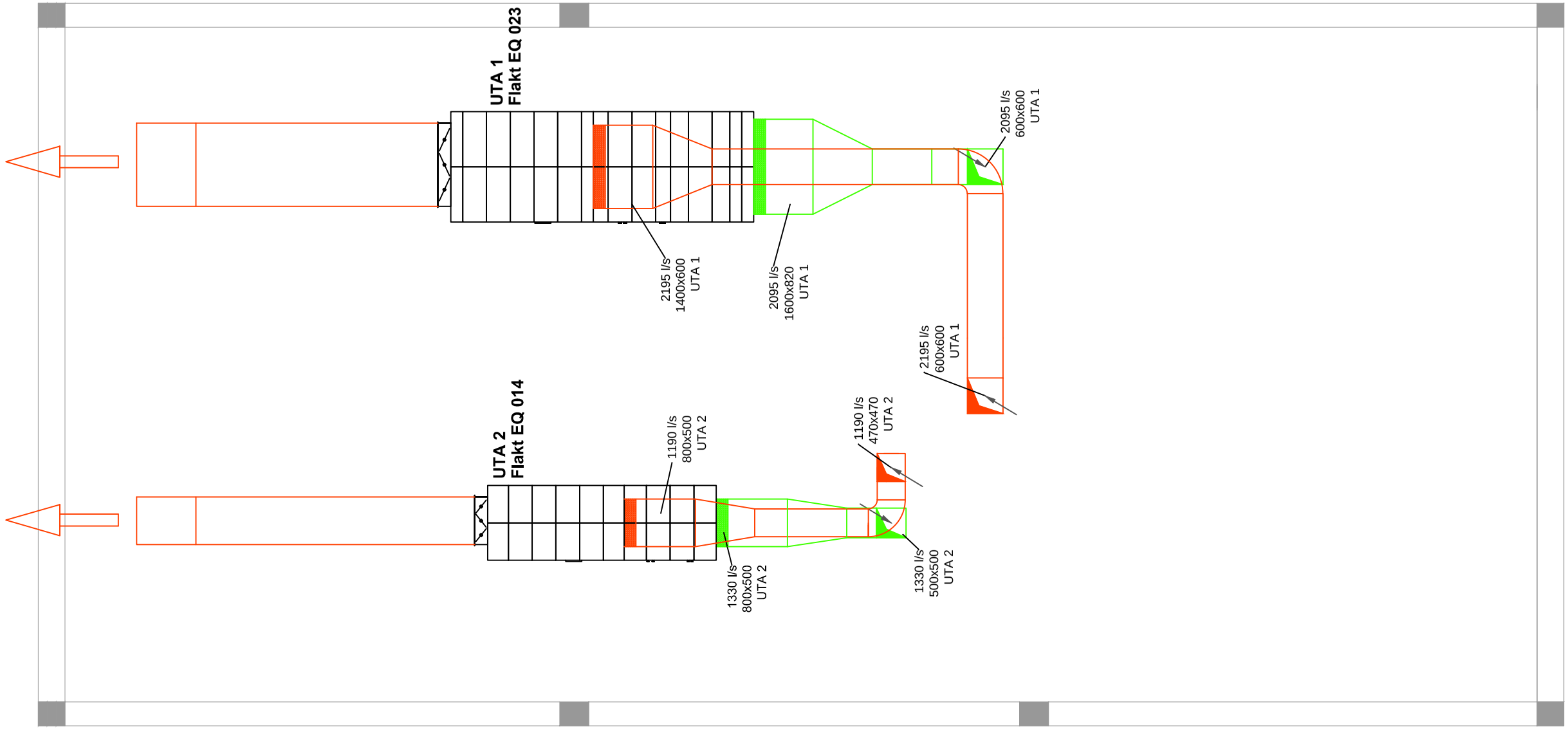
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
REDE AERÓLICA DO PISO INTERMÉDIO

Des: TFM_04

ESCALA: 1:75

Folha: 04/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

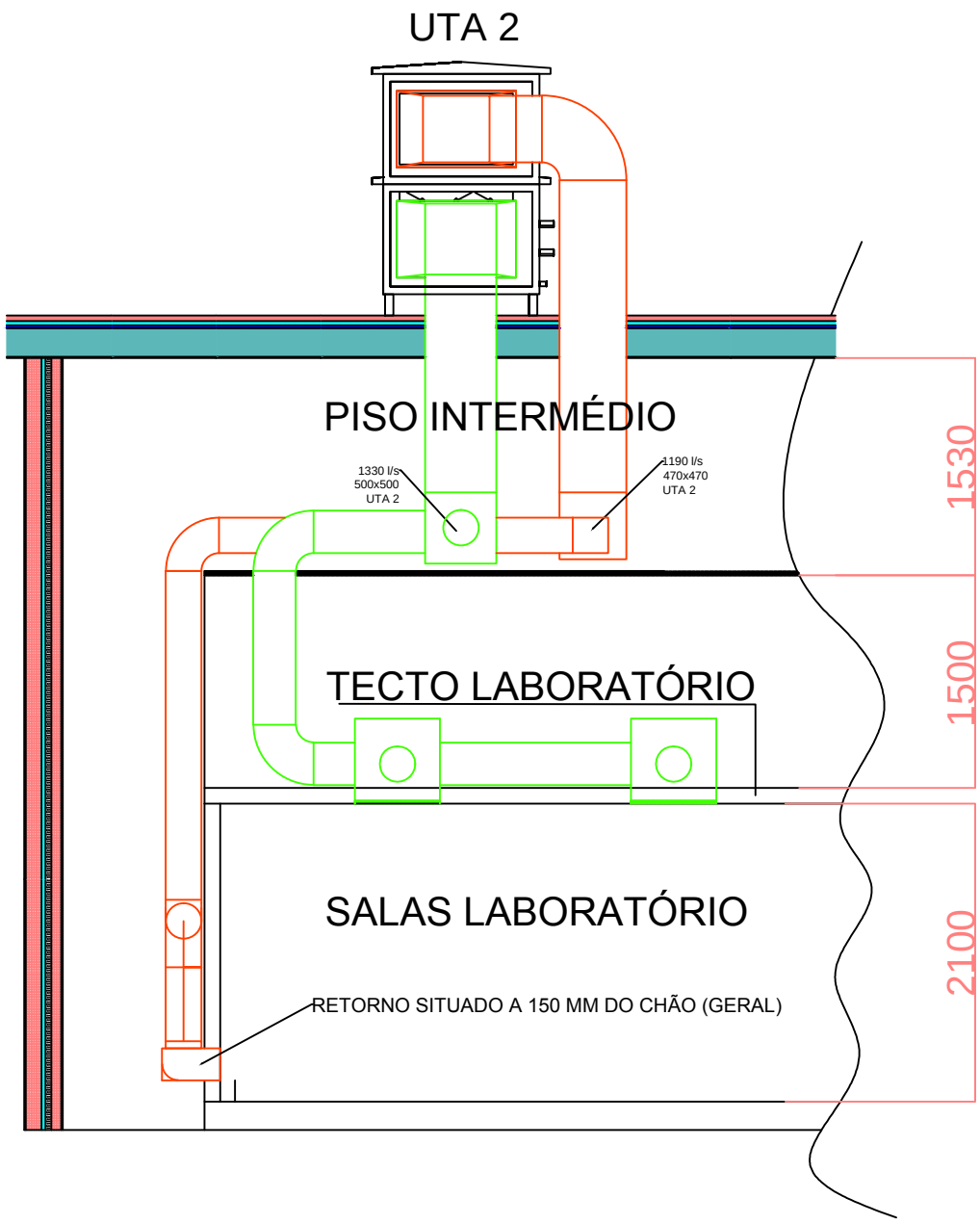
Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
REDE AERÓLICA DA COBERTURA

Des: TFM_05

ESCALA: 1:75

Folha: 05/13

PORMENOR DA MONTAGEM DAS CONDUTAS NO LABORATÓRIO



RESPONSAVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

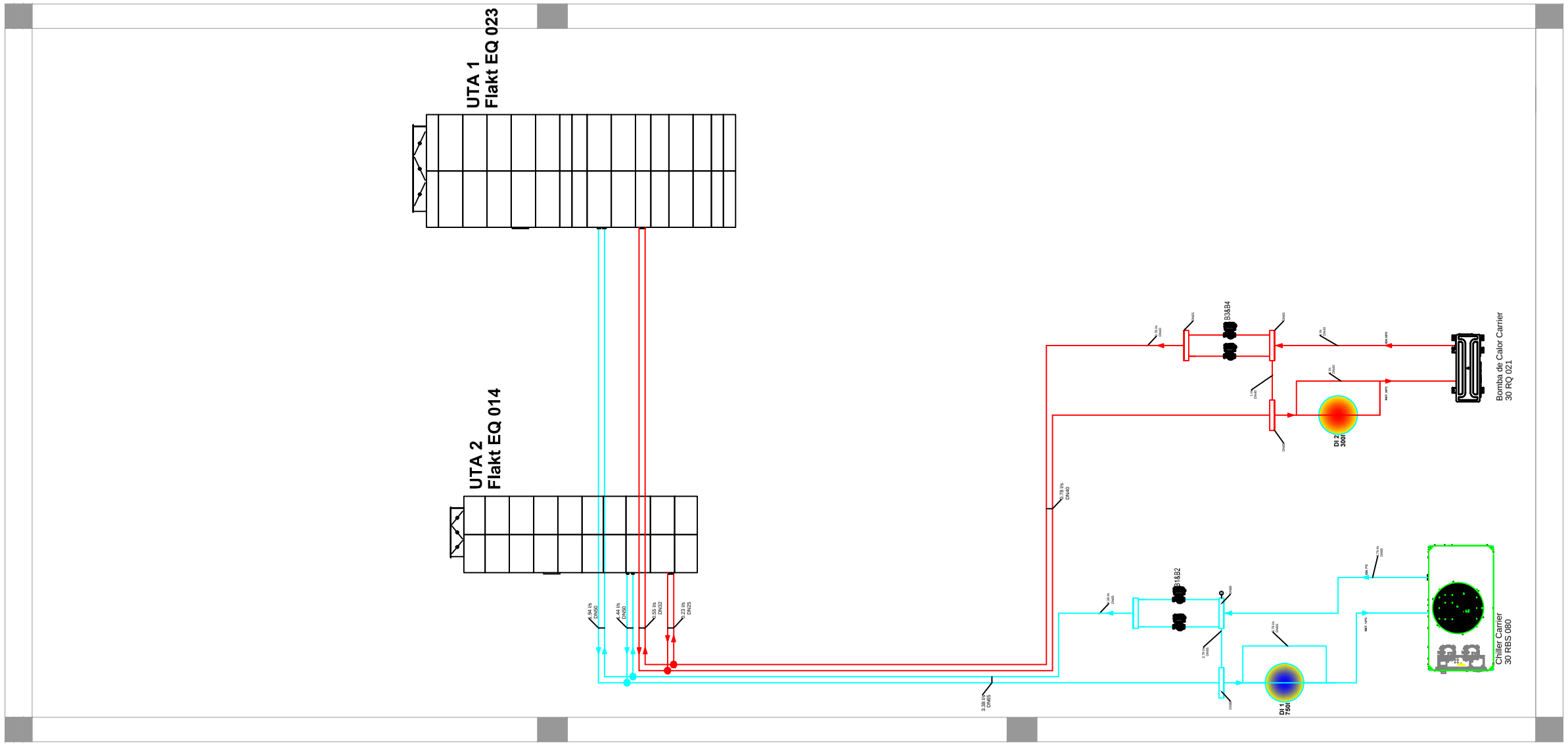
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
PORMENOR DA MONTAGEM

Des: TFM_06

ESCALA: s/E

Folha: 06/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
TRAÇADO DA TUBAGEM E IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Des: TFM_07

ESCALA: 1:75

Folha: 07/13

Mapa de Registos de Extracção

Designação	Tipo	Marca	Modelo	Local	Largura (mm)	Altura (mm)	Diâmetro (Ømm)	Gama Caudal (l/s)	Caudal (l/s)
RE1	Motorizado	Trox	Motorizado	S. Criop.	400	300	-	235 a 1175	524
RE2	Motorizado	Trox	Motorizado	Congelamento	300	300	-	176 a 880	316
RE3	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 5	200	200	-	72 a 360	215
RE4	Motorizado	Trox	Motorizado	Resíduos	-	-	200	40 a 400	125
RE5	Motorizado	Trox	Motorizado	Recepção	-	-	200	40 a 400	125
RE6	Motorizado	Trox	Motorizado	Recepção	-	-	200	40 a 400	125
RE7	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 1	200	200	-	72 a 360	175
RE8	Motorizado	Trox	Motorizado	Microbiologia	-	-	200	40 a 400	95
RE9	Motorizado	Trox	Motorizado	Corredor	200	200	-	72 a 360	215
RE10	Motorizado	Trox	Motorizado	Biol. Mol.	-	-	200	40 a 400	140
RE11	Motorizado	Trox	Motorizado	Biol. Mol.	-	-	200	40 a 400	140
RE12	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 4	-	-	200	40 a 400	110
RE13	Motorizado	Trox	Motorizado	Lab. Análises	-	-	200	40 a 400	105
RE14	Motorizado	Trox	Motorizado	Lab. Análises	200	200	-	72 a 360	210
RE15	Motorizado	Trox	Motorizado	Lab. Análises	-	-	200	40 a 400	105
RE16	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 3	-	-	200	40 a 400	65
RE17	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 2	-	-	200	40 a 400	70
RE18	Motorizado	Trox	Motorizado	Processamento	200	200	-	72 a 360	210
RE19	Motorizado	Trox	Motorizado	Processamento	200	200	-	72 a 360	210
RE20	Motorizado	Trox	Motorizado	Processamento	-	-	200	40 a 400	105

Mapa de Registos de Insuflação

Designação	Tipo	Marca	Modelo	Local	Largura (mm)	Altura (mm)	Diâmetro (Ømm)	Gama Caudal (l/s)	Caudal (l/s)
RI21	Motorizado	Trox	Motorizado	Processamento	400	300	-	235 a 1175	580
RI22	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 2	-	-	200	40 a 400	85
RI23	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 3	-	-	200	40 a 400	80
RI24	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 4	-	-	200	40 a 400	125
RI25	Motorizado	Trox	Motorizado	Congelamento	-	-	200	40 a 400	150
RI26	Motorizado	Trox	Motorizado	Congelamento	-	-	200	40 a 400	150
RI27	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 5	-	-	200	40 a 400	160
RI28	Motorizado	Trox	Motorizado	Resíduos	-	-	200	40 a 400	125
RI29	Motorizado	Trox	Motorizado	Recepção	-	-	200	40 a 400	125
RI30	Motorizado	Trox	Motorizado	Recepção	-	-	200	40 a 400	125
RI31	Motorizado	Trox	Motorizado	Airlock 1	-	-	200	40 a 400	160
R32	Motorizado	Trox	Motorizado	Microbiologia	-	-	200	40 a 400	135
RI33	Motorizado	Trox	Motorizado	Biol. Mol.	-	-	200	40 a 400	160
RI34	Motorizado	Trox	Motorizado	Biol. Mol.	-	-	200	40 a 400	160
RI35	Motorizado	Trox	Motorizado	Corredor	-	-	200	40 a 400	120
RI36	Motorizado	Trox	Motorizado	Lab. Análises	400	300	-	235 a 1175	585
RI37	Motorizado	Trox	Motorizado	S. Criop.	-	-	200	40 a 400	262
RI38	Motorizado	Trox	Motorizado	S. Criop.	-	-	200	40 a 400	262

RESPONSAVEL | DATA | RUBRICA
Projectou: 15/9/16 PCosta
Desenhou: 15/9/16 PCosta
Verificou: 15/9/16 PCosta
Alteração:

Cliente: Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
MAPA DE REGISTOS DE CAUDAL DE AR

Des: TFM_08
ESCALA: S/E
Folha: 08/13

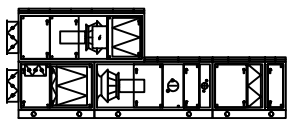
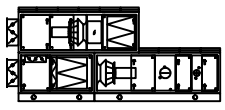
Mapa de Difusores e Grelhas de Retorno

Simbolo	Designação	Marca	Modelo	Tamanho	Filtro Terminal	Quantidade		
	DI 1	France Air	Diffuse Box	6.6.0	H14			
	DI 2	France Air	Diffuse Box	6.6.0	Não			
	DI 3	France Air	Diffuse Box	4.4.0	H14			
	GR 1	France Air	GFF SP TP	395x150	G4			
	DI 3	France Air	GFF SP TP	305x305	G4			
	DI 3	France Air	GFF SP TP	305x490	G4			

Mapa de Depósitos e Vasos de Expansão

Simbolo	Designação	Marca	Modelo	Tamanho				
	DInércia 1	Sandometal	750l	SJR				
	DInércia 2	Sandometal	300l	SJR				
	Vex 1	ELBI	12l	ER				
	Vex 2	ELBI	12l	ER				

Mapa de Unidades de Tratamento de Ar

	Marca	Modelo	Tamanho				
UTA 1 	Flakt	EQ	023				
UTA 2 	Flakt	EQ	014				

Notas:
Condutas de insuflação: representadas pela cor verde

Condutas de Retorno: representadas pela cor encarnada

Em ambas as redes, insuflação e retorno, será aplicado isolamento do tipo Isoair Arena 30mm.
No exterior, além do isolamento, as condutas serão protegidas com forra mecânica.

RESPONSAVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

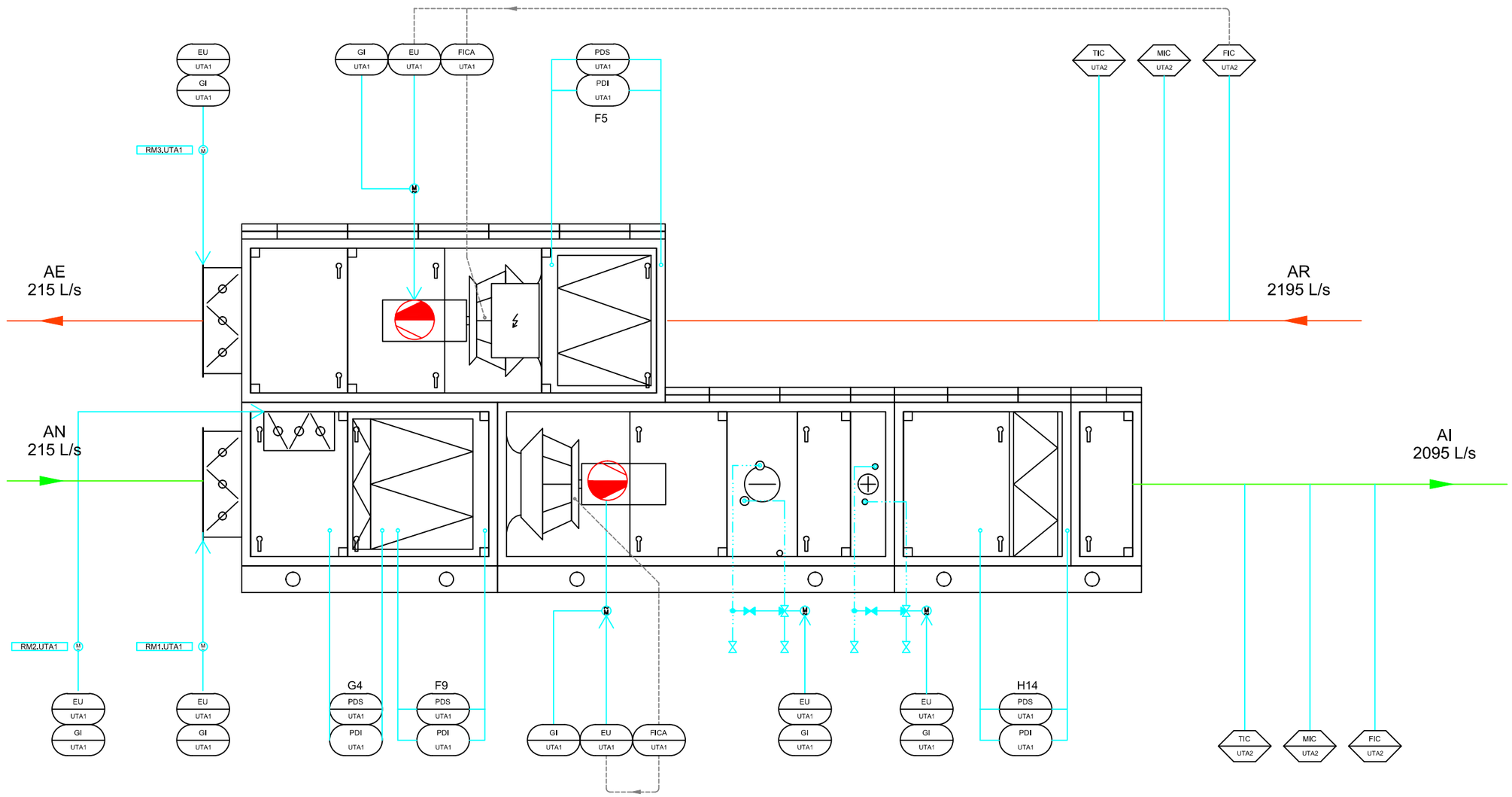
Cliente: Unidade Farmacêutica Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC MAPA DIFUSÃO, DEPÓSITOS E UTAS

Des: TFM_09

ESCALA: s/E

Folha: 09/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

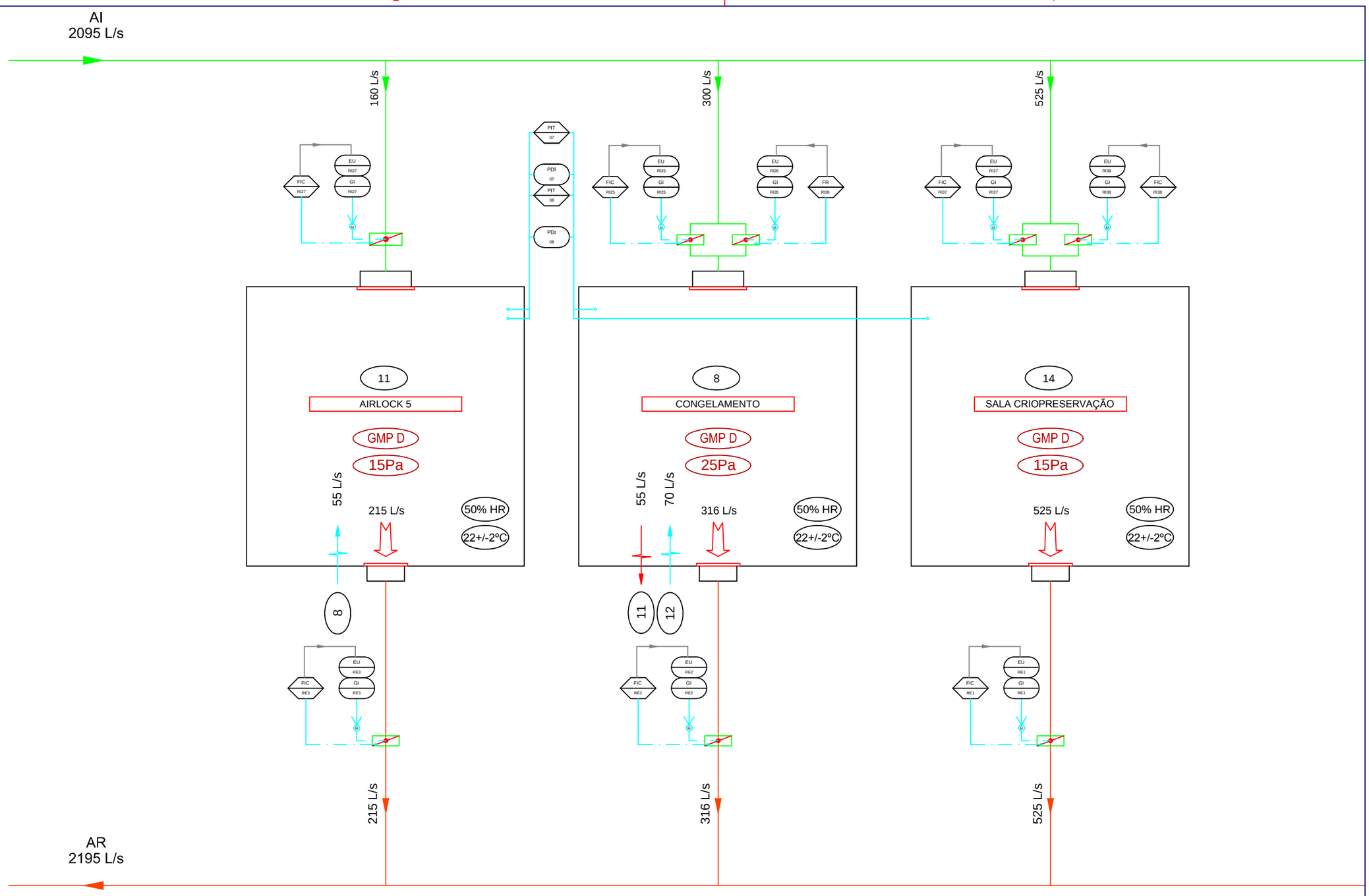
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 1 – UTA 1 (1/4)

Des: TFM_10

ESCALA: S/E

Folha: 10.1/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

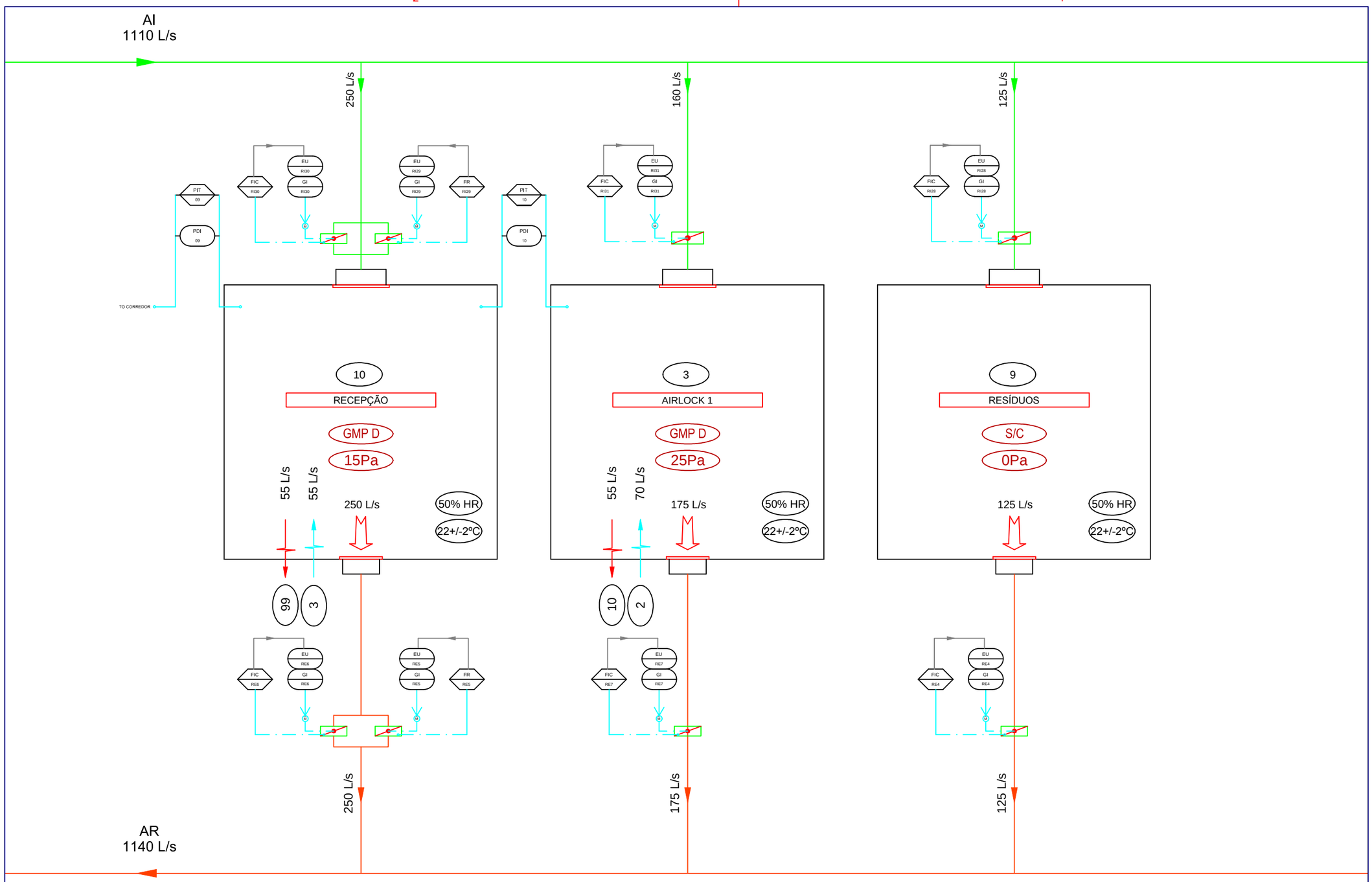
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 1 – UTA 1 (2/4)

Des: TFM_10

ESCALA: S/E

Folha: 10.2/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

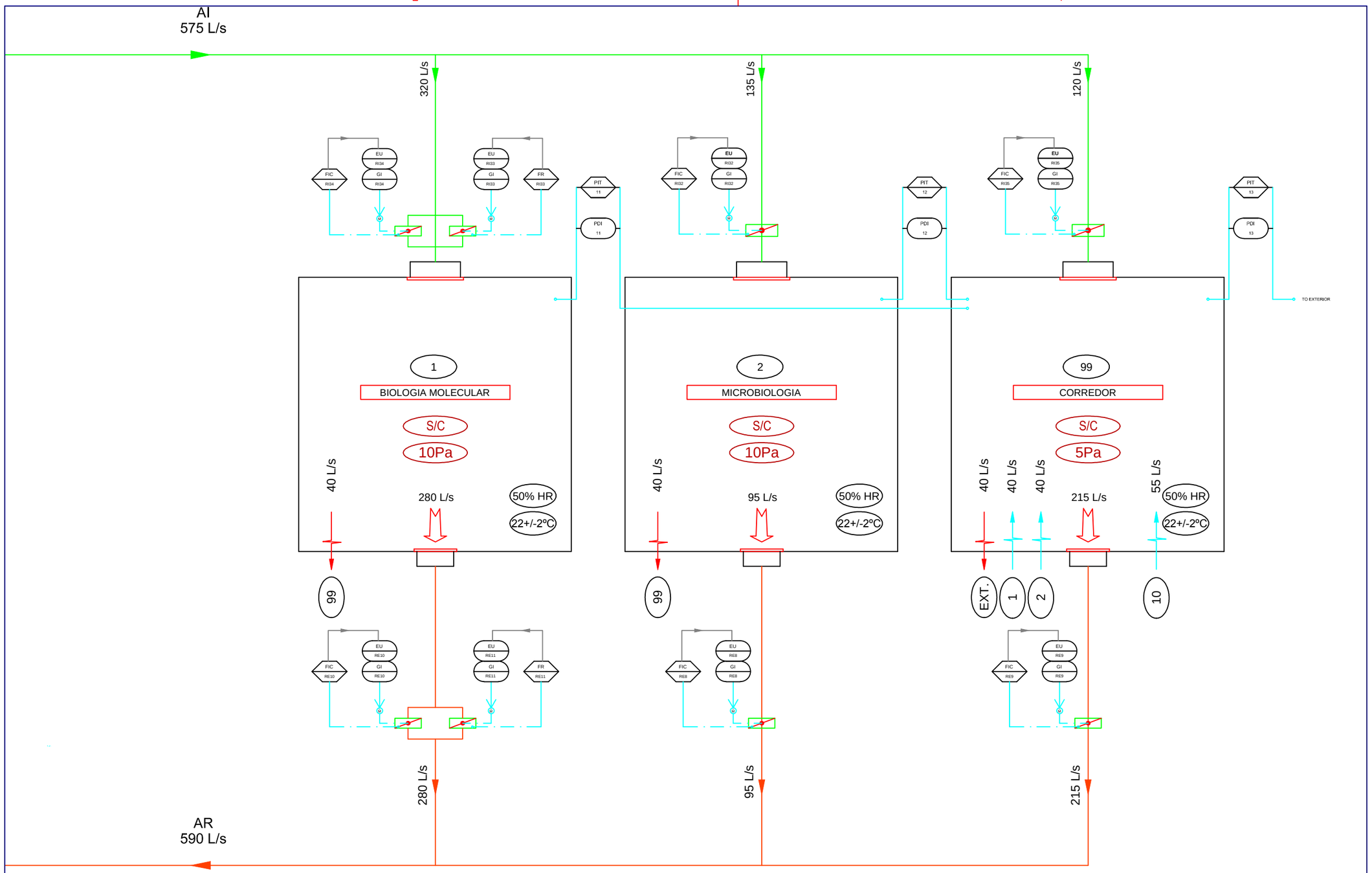
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 1 – UTA 1 (3/4)

Des: TFM_10

ESCALA: S/E

Folha: 10.3/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

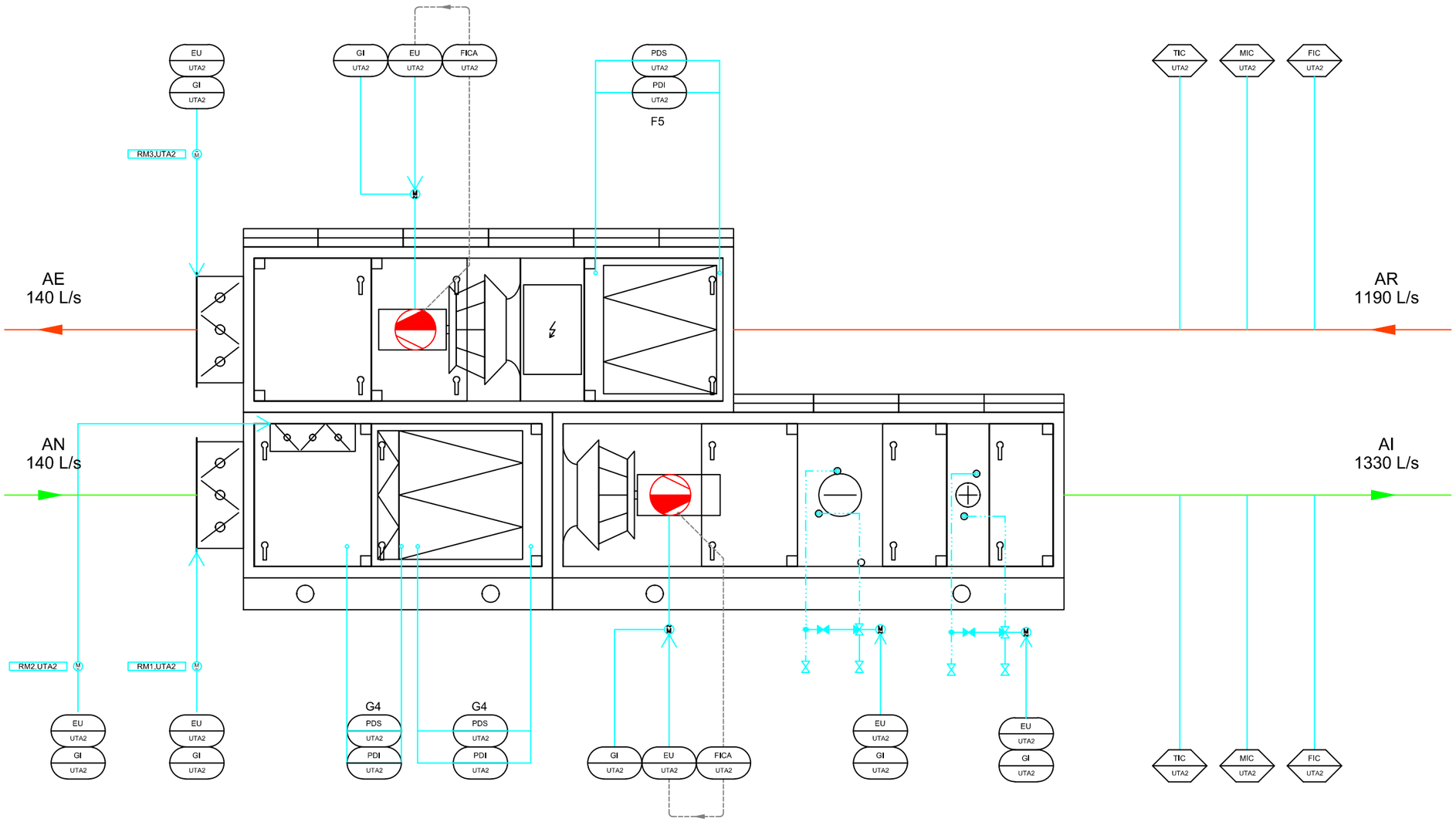
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 1 – UTA 1 (4/4)

Des: TFM_10

ESCALA: S/E

Folha: 10.4/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

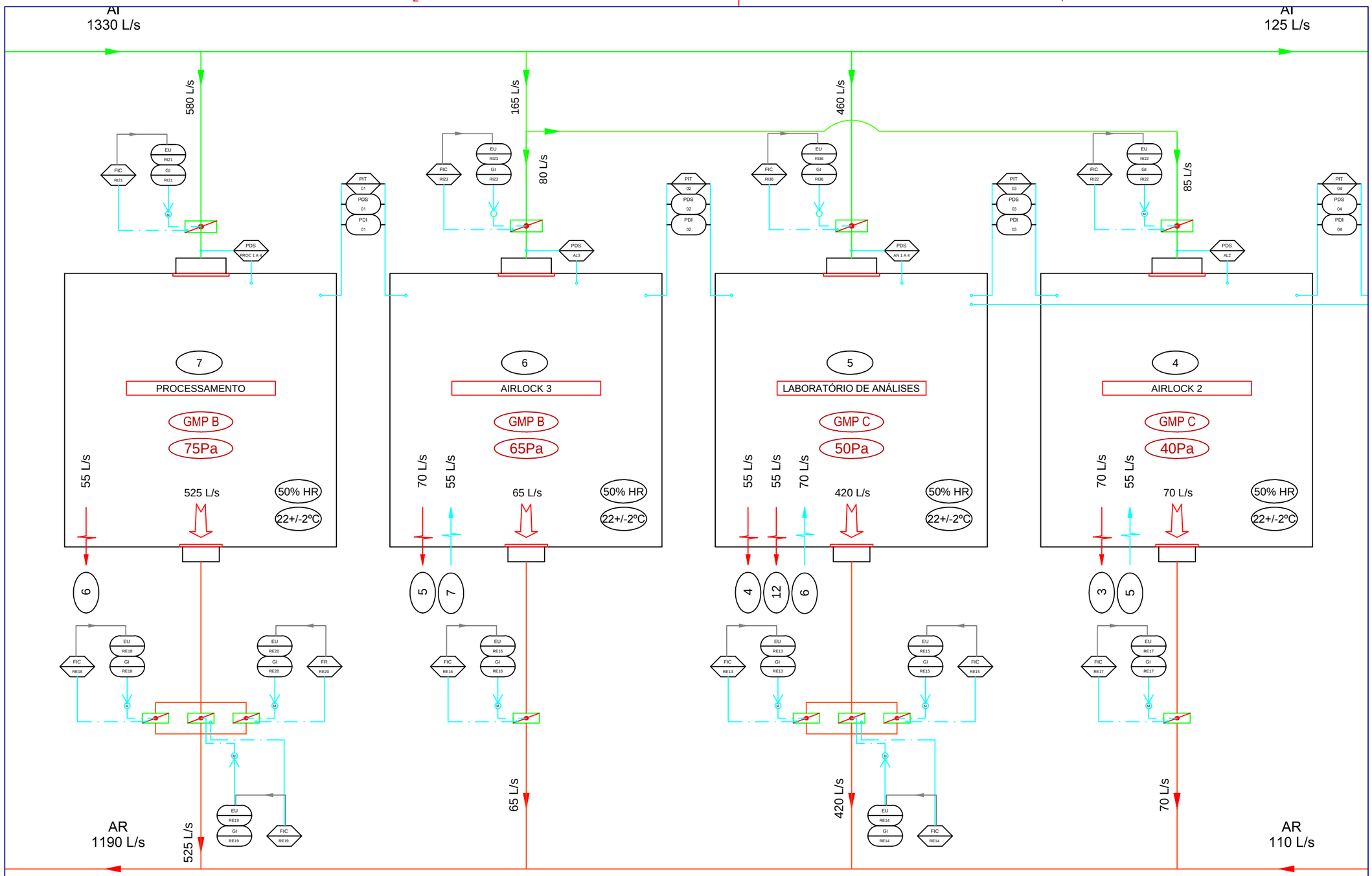
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 2 – UTA 2 (1/3)

Des: TFM_11

ESCALA: S/E

Folha: 11.1/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

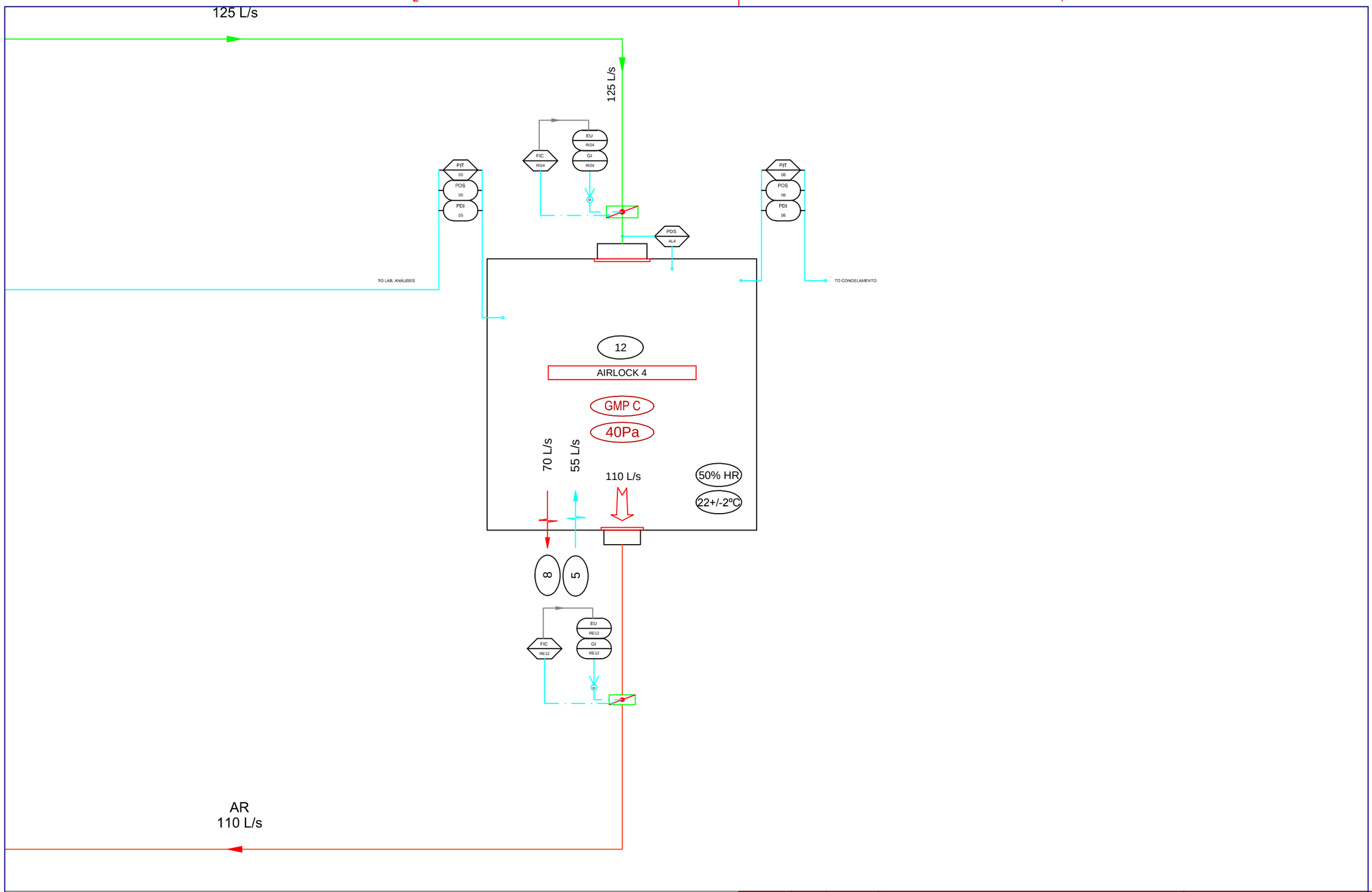
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 2 – UTA 2 (2/3)

Des: TFM_11

ESCALA: S/E

Folha: 11.2/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

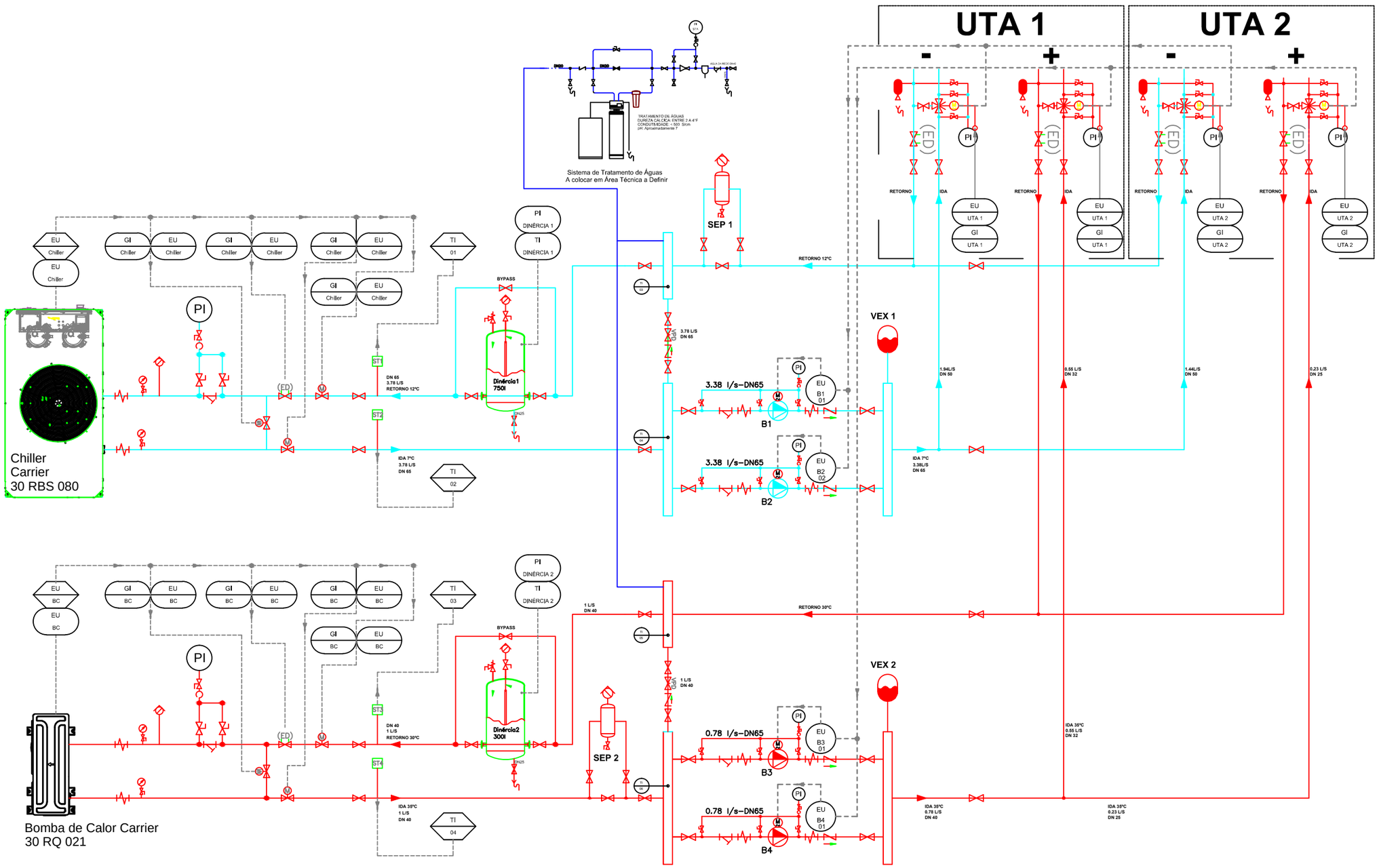
Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
DIAGRAMA P&ID ZONA 2 – UTA 2 (3/3)

Des: TFM_11

ESCALA: S/E

Folha: 11.3/13



RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Alteração:

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
ESQUEMA DE PRINCIPIO E P&ID

Des: TFM_12

ESCALA: S/E

Folha: 12/13

- VPD – VÁLVULA DE PRESSÃO DIFERENCIAL
- VÁLVULA DE SECCIONAMENTO
- VÁLVULA DE REGULAÇÃO (GLOBO)
- VÁLVULA DE MACHO ESFÉRICO
- VÁLVULA DE DUPLA REGULAÇAO
- VÁLVULA DE BOIADOR
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- VÁLVULA SOLENOIDE (ELECTROMAGNÉCTICA)
- VÁLVULA DE DIAFRAGMA
- VÁLVULA TERMOSTÁTICA
- M – VÁLVULA MOTORIZADA
- RP – VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO
- RV – VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL
- M – VÁLVULA MOTORIZADA DE 3 VIAS
- M – VÁLVULA MOTORIZADA DE 3 VIAS (ELECTROMAGNÉCTICA)
- C – CONJUNTO REDUTOR DE PRESSÃO
- (AC) C – CONJUNTO REDUTOR DE PRESSÃO P/ AIR COMPRIMIDO
- (PST) C – CONJUNTO REDUTOR DE PRESSÃO P/ VAPOR INDUST.
- C – CONJUNTO DE CONTROLO DE PRESSÃO E TEMPERATURA P/ VAPOR INDUST.
- VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO
- VÁLVULA DE SEGURANÇA DE ESQUADRO C/ MOLA
- VÁLVULA DE SEGURANÇA DE ESQUADRO C/ PESO
- VÁLVULA DE SEGURANÇA C/ MOLA
- VÁLVULA DE SEGURANÇA C/ PESO
- VÁLVULA DE MACHO ESFÉRICO C/RETENÇÃO INCORPORADA
- VÁLVULA DE SEGURANÇA DE ESQUADRO C/ MOLA E DESPEJO MANUAL
- VÁLVULA DE BORBOLETA
- VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO C/ MANÓMETRO
- M – VÁLVULA DE BORBOLETA MOTORIZADA
- VÁLVULA DE EQUILIBRIO (TA)
- (ED) – VÁLVULA DE EQUILIBRIO DINÂMICO (ED)
- VÁLVULA OU TORNEIRA DE ESQUADRO
- M – VÁLVULA TERMOSTÁTICA DE ESQUADRO
- (ED) M – VÁLVULA DE EQUILIBRIO DINÂMICO (ED) E CONTROLO
- FILTRO TIPO Y
- MANGA ANTI–VIBRÁTICA
- VISOR C/ VÁLVULA DE RETENÇÃO INCORPORADA
- VÁLVULA ANTI–POLUIÇÃO
- VÁSO DE EXPANSÃO
- SEPARADOR DE AR
- VÁLVULA PARA ÁGUA PURIFICADA TIPO SAUNDERS

- S1 – SONDA
- T – TERMOSTATO
- TA – TERMOSTATO AMBIENTE
- P – PRESSOSTATO
- PD – PRESSOSTATO DIFERENCIAL
- IC – WATER FLOW (FLUXOSTATO)
- ELIMINADOR DE AR
- CONTADOR
- E – CONTADOR DE ENTALPIA
- BOMBA OU CIRCULADOR
- T – TERMÓMETRO CIRCULAR
- TERMÓMETRO DE COLUNA
- TM – TERMOMANÓMETRO
- MANÓMETRO
- VISOR
- PURGADOR
- C – CONJUNTO DE PURGA
- C – CONJUNTO DE PURGA DE FIM DE LINHA
- SEPARADOR DE HUMIDADE
- TAMPÃO
- COMPENSADOR DE DILATAÇÃO
- JUNÇÃO
- FLANGES
- SUPORTE DE ANCORAMENTO
- SUPORTE DE GUIA OU PENDURAL
- REDUÇÃO DE DIÂMETRO – CONCÊNTRICA
- REDUCAO DE DIÂMETRO – EXCÊNTRICA
- TOMADA RÁPIDA
- MANÓMETRO C/ SIFÃO E TORNEIRA
- MANÓMETRO C/ TORNEIRA
- REDUTOR DE PRESSÃO P/ AR COMPIRIMIDO
- PF – PRÉ FILTRO P/ AR COMPRIMIDO
- FF – FILTRO FINAL P/ AR COMPRIMIDO
- FILTRO P/ AZOTO
- CONJUNTO PDG'S P/ GASES

- ÁGUA QUENTE (AVAC)
- ÁGUA REFRIGERADA (AVAC)
- VAPOR INDUSTRIAL (VI)
- VAPOR LIMPO (VL)
- CONDENSADO (CD)
- ÁGUA DE ARREFECIMENTO 15°/25° (AAC)
- ÁGUA DE ARREFECIMENTO 30°/40° (AAT)
- ÁGUA REFRIGERADA 0°/5° (ARC)
- ÁGUA REFRIGERADA 7°/12° (ARC)
- ÁGUA QUENTE (AQ)
- ÁGUA PURIFICADA INJECTION (WFI)
- ÁGUA PURIFICADA (AP)
- AR COMPRIMIDO (AC)
- AZOTO (N2)
- ÁGUA FRIA SANITÁRIA (AFS)
- ÁGUA QUENTE SANITÁRIA (AQS)
- ÁGUA QUENTE SANITÁRIA RETORNO (AQSR)
- ÁGUA SERVIÇO INCÊNDIOS (ASI)
- TUBAGEM DE CONDENSADOS
- TUBAGEM DE FRIGORIGÉNIO

SÍMBOLO	ABREVIATURA	DESCRIÇÃO
	AE	AR DE EXTRACÇÃO
	AR	AR DE RETORNO
	AI	AR DE INSUFLAÇÃO
	AN	AR NOVO
	H	HUMIDIFICADOR
	RE	RESISTÊNCIA ELÉCTRICA
	RCC	REGISTO DE CAUDAL CONSTANTE
R	R	REGISTO MANUAL
M	M	ACTUADOR
P T H	–	MONOTORIZAÇÃO DE TEMPERATURA, HUMIDADE E PRESSÃO
M	VCM	VÁLVULA DE CONTROLO MOTORIZADA
M	RM	REGISTO MOTORIZADO
	GRP	GRELHA DE REGULAÇÃO – PARA PORTA
	SAF	SERPENTINA DE ÁGUA FRIA
	SAQ	SERPENTINA DE ÁGUA QUENTE
	V	VENTILADOR
	VV	VENTILADOR COM VARIAÇÃO DE CAUDAL
XXX YYY	–	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NA GTC
XXX YYY	–	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NO EQUIPAMENTO LOCAL
XXX YYY	–	PONTO DE CONTROLO OU MONITORIZAÇÃO COM VISUALIZAÇÃO NO QUADRO LOCAL

Code letter	Group 1: Measurements or other input parameter		Group 2: handling of sequence numbering: I.R.C
	First Code letter	Complement code letter	
A			Alarm
B			
C	Conductivity / PH		Automatic Control
D	Density	Difference	
E	Electrical Parameter		Reader function
F	Flow	proportion	
G	Distance, length, Position, Strain, Amplitude		
H	Manual Input		High limit
I			indication
J		Parameter request	
K			Free choice
L	Stand, Level		Low limit
M	Moisture		Free choice
N	Free Choice		
O	Free Choice		Yes/no indication
P	Pressure		
Q	Material property, quality parameter Analysis (except D,M,V)	Integral sum	
R			Recording – trending
S	Speed, rotatiom speed, frequency		Switch, process control, logic control
T	Temperature		transducer
U			Combined engine functions
V			
W	Weigth, bulk		
Y			Function calculation
Z			Emergency, security by trigger, safety equipment, security events

RESPONSÁVEL	DATA	RUBRICA
Projectou:	15/9/16	PCosta
Desenhou:	15/9/16	PCosta
Verificou:	15/9/16	PCosta

Alteração:

Cliente : Unidade Farmacêutica
Preservação Cel. Estaminais

Designação: INSTALAÇÕES DE AVAC
SIMBOLOGIA GERAL

Des: TFM_13

ESCALA: S/E

Folha: 13/13