



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica



Projeto de sistema frigorífico com recuperação térmica para AVAC

AFONSO DUARTE FRANÇA ESTEVES DE CARVALHO
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor João Nuno Pinto Miranda Garcia

Júri:

Presidente: Doutor Gonçalo Nuno de Oliveira Duarte

Vogais:

Doutor Rogério José da Silva Correia Duarte

Doutor João Nuno Pinto Miranda Garcia

Setembro de 2021

Página deixada propositadamente em branco



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica



Projeto de sistema frigorífico com recuperação térmica para AVAC

AFONSO DUARTE FRANÇA ESTEVES DE CARVALHO
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor João Nuno Pinto Miranda Garcia

Júri:

Presidente: Doutor Gonçalo Nuno de Oliveira Duarte

Vogais:

Doutor Rogério José da Silva Correia Duarte

Doutor João Nuno Pinto Miranda Garcia

Setembro de 2021

Página deixada propositadamente em branco

The important thing is to not stop questioning. Curiosity has its own reason for existing.

Albert Einstein

Página deixada propositadamente em branco

Agradecimentos

Ao Professor João Nuno Pinto Miranda Garcia, pela sua orientação, apoio, total disponibilidade e paciência ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Eng.º Duarte Pinto da empresa ARNEG, e ao Eng.º Luís Sebastião da empresa TRANE, por toda a informação técnica disponibilizada referente aos seus equipamentos bem como o total apoio na seleção dos equipamentos que melhor se adequaram à solução estudada.

À empresa ENGAVAC, pela oportunidade, incentivo e total apoio na obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, nunca colocando em causa ou questionando a minha disponibilidade para o exercício das minhas funções como funcionário da mesma. Certo é que não teria sido possível procurar aprofundar a minha formação académica sem a força prestada pelo Eng.º Manuel Luís Lopes Portela, sócio gerente da ENGAVAC e meu padrinho profissional.

A toda a minha família pelo apoio e incentivo nesta jornada, principalmente ao meu Pai por tantas razões que é impossível enumera-las todas mas ambos sabemos quais são, à minha esposa Sílvia por ter sido o meu porto seguro nos momentos mais difíceis, à nossa filha Clara por ter sido uma fonte de alegria diária durante todo o processo, mesmo com a minha ausência constante, à minha Mãe por estar sempre disponível para me fazer rir quando os momentos pareciam mais escuros e aos meus sogros por terem sido os pilares que aguentaram a nossa casa de pé quando tudo à nossa volta parecia estar a cair.

Aos meus colegas de curso João Soares, João Valério, Max Freitas, Etelvina Catão, Marta Correia e Henrique Nunes, por toda a sua colaboração, amizade e companheirismo não só durante a realização deste trabalho mas também durante todo o curso.

Aos meus amigos Pedro Cabrito e Sara Antunes, pela compreensão e incansável ajuda durante a minha ausência da nossa atividade desportiva, nunca me deixando esquecer das minhas responsabilidades para com eles e para com a modalidade.

Página deixada propositadamente em branco

Resumo

Nos edifícios de serviços, nomeadamente os espaços comerciais como supermercados ou hipermercados têm a eles associados dois grandes tipos de instalações: Refrigeração e Climatização.

A primeira é responsável por garantir as condições de conservação dos produtos que se encontram armazenados ou em exposição para venda, enquanto a segunda é responsável por garantir as condições termohigrométricas e de qualidade do ar interior necessárias para o conforto e bem-estar dos trabalhadores e clientes.

É prática comum do mercado nacional estas duas instalações serem concebidas, projetadas e posteriormente instaladas de forma completamente independente uma da outra, apesar de ambas se basearem fundamentalmente nos mesmos princípios termodinâmicos.

O presente trabalho tem como objetivo conceber um sistema de refrigeração e climatização de forma integrada, procurando quais os pontos comuns entre os sistemas passíveis de interligação, seja por processos de recuperação térmica ou por associação de sistemas.

Aplicou-se este princípio na conceção de um caso de estudo, um supermercado localizado em Rio Maior, sobre o qual se fez uma análise de cargas térmicas tanto para o sistema de refrigeração como para o sistema de climatização.

Após o balanço térmico do espaço, idealizou-se o tipo de instalação a desenvolver, seguindo-se toda a seleção de materiais e equipamentos a utilizar e caracterização de uma filosofia de comando e controlo da instalação.

Como produto final deste caso de estudo, obteve-se um projeto teoricamente funcional e de possível execução e implementação.

Palavras-chave: Refrigeração, AVAC, Sistema Integrado, Conservação, Climatização, Chiller, Unidade de Tratamento de Ar, Supermercado, Câmaras Frigoríficas, Área de Vendas.

Página deixada propositadamente em branco

Abstract

Service buildings, namely commercial spaces like supermarkets or hypermarkets, are associated with two major types of facilities: Refrigeration and Air Conditioning

The first is responsible for ensuring the conservation conditions of products that are stored or on display for sales, while the second is responsible for ensuring the necessary indoor air quality for comfort and well-being for those that occupy the facility.

It's common practice in Portuguese national market that these two installations are thought, designed and installed in complete independence from one another, although both are fundamentally based in the same thermodynamic principles.

The following document has the goal of conceiving a system for refrigeration and air conditioning that function in an integrated manner, searching for common point between these systems that are liable to interconnection, either by thermal recovery processes or by system association.

This principle was applied in the conception of a case study, this being a supermarket located in Rio Maior, over which was made a thermal load analysis both for the refrigeration system as for the air conditioning system.

After the thermal load study, the type of installation to develop is idealized, following that all the materials and equipment selection as well as the definition of the command and control philosophy for the system.

As a final product of this case study, we have a theoretically functional project of possible execution and implementation.

Keywords: Refrigeration, HVAC, Integrated System, Conservation, Air Conditioning, Chiller, Air Handling Unit, Supermarket, Cold Chamber, Sales Area

Página deixada propositadamente em branco

Lista de Acrónimos

EU - União Europeia

CFC - Clorofluorcarbonetos

HFC - Hidrofluorcarbonetos

GWP - Global Warming Potential

ODP – Ozone Depletion Potential

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

VRF – Variable Refrigerant Flow

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

HAP – Hourly Analysis Program

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

UC – Unidade Curricular

AQS – Águas Quentes Sanitárias

PICV – Pressure Independent Control Valve

DIN – Deutsches Institut für Normung

AISI – American Iron and Steel Institute

COP – Coefficient of Performance

EER – Energy Efficiency Ratio

Página deixada propositadamente em branco

Índice

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estrutura do documento.....	3
2	Regulamento (EU) N.º 517/2014.....	5
2.1	Fluido R-1234ze	6
2.2	Fluido R-449A.....	7
3	Instalações de Refrigeração e Climatização	11
3.1	Ciclo frigorífico	11
3.2	Instalações frigoríficas em supermercados.....	13
3.3	Instalações de climatização em supermercados.....	16
4	Formulação Matemática	19
4.1	Balço térmico para as câmaras frigoríficas.....	19
4.1.1	Carga térmica devido à transmissão de calor	19
4.1.2	Carga térmica devido aos produtos	20
4.1.3	Cargas internas por iluminação, ocupação e equipamentos	21
4.1.4	Carga térmica por infiltrações de ar	22
4.1.5	Carga térmica frigorífica	23
4.2	Balço térmico de climatização para a área de vendas.....	24
4.2.1	Hourly Analysis Program	24
5	Caso de Estudo	27
5.1	Tipologia.....	27
5.2	Descrição do espaço	27
5.2.1	Equipamento frigorífico	31
5.2.2	Área de vendas.....	32
5.3	Localização.....	32
5.4	Espaços considerados	35
5.4.1	Câmaras frigoríficas	35
5.4.1.1	Dimensões	35
5.4.1.2	Características comuns	36
5.4.1.3	Características dos produtos	37
5.4.1.4	Cálculo das cargas térmicas.....	38
5.4.2	Área de vendas.....	46
5.4.2.1	Cálculo das cargas térmicas.....	46
5.5	Descrição das soluções e sistemas.....	81
5.5.1	Esquemas de princípio do Ciclo de Refrigeração e AVAC.....	88

5.5.2	Esquemas de princípio do Ciclo de Congelados e AQS.....	92
5.6	Equipamentos e Materiais Seleccionados	94
5.6.1	Elementos construtivos.....	94
5.6.1.1	Painéis de isolamento	94
5.6.1.2	Pavimento de aglomerado negro de cortiça.....	95
5.6.1.3	Vazio Sanitário	96
5.6.1.4	Portas isotérmicas	96
5.6.2	Ciclo de Congelados e produção de A.Q.S.	97
5.6.2.1	Grupo de frio	97
5.6.2.2	Condensador	98
5.6.2.3	Evaporadores	100
5.6.2.4	Expositores	101
5.6.3	Ciclo de Refrigerados e Climatização	102
5.6.3.1	Unidade produtora de água gelada com recuperação	102
5.6.3.2	Unidades de tratamento de ar	104
5.6.3.3	Frigodifusores.....	106
5.6.3.4	Vitrinas	110
5.6.3.5	Expositores	112
5.6.4	Rede de fluido frigorigéneo.....	113
5.6.4.1	Tubagem.....	113
5.6.4.2	Valvularia	113
5.6.5	Rede de água glicolada.....	115
5.6.5.1	Tubagem para refrigeração.....	115
5.6.5.2	Tubagem para climatização.....	116
5.6.5.3	Concentração de etilenoglicol	116
5.6.5.4	Permutadores de calor	118
5.6.5.5	Bombas Circuladoras.....	119
5.6.5.6	Depósitos de acumulação	120
5.6.5.7	Valvularia	122
5.6.5.8	Rede de esgoto de condensados.....	125
5.7	Sistemas de Controlo.....	126
5.7.1	Ciclo de Congelados.....	126
5.7.2	Ciclo de Refrigerados e Climatização	127
5.7.2.1	Listas de Pontos	127
6	Resultados.....	133
7	Conclusões.....	141
8	Bibliografia.....	145
9	Anexos.....	149

Página deixada propositadamente em branco

Página deixada propositadamente em branco

Índice de Figuras

Figura 1 - Progressão da limitação de quotas de HFC (fonte: LENNOX)	5
Figura 2 - Diagrama de Mollier do fluido R-1234ze (fonte: HONEYWELL).....	6
Figura 3 - Diagrama de Mollier do fluido R-449A (fonte: CLIMALIFE)	8
Figura 4 - Esquema de ciclo frigorífico [4]	11
Figura 5 - Ciclo frigorífico num diagrama de Mollier.....	13
Figura 6 - Consumos desagregados de um supermercado tipo [5].....	14
Figura 7 - Planta de arquitetura do piso 0.....	28
Figura 8 - Planta de arquitetura do piso 1 (Cobertura)	29
Figura 9 - Identificação gráfica do espaço correspondente a armazém e a área de vendas.....	30
Figura 10 - Normais Climatológicas de Santarém (fonte: IPMA).....	33
Figura 11 - Condições climáticas para Rio Maior pelo software SCE.CLIMA (DGEG)	48
Figura 12 - Separador Design Parameters do software HAP	50
Figura 13 - Separador Design Temperatures do software HAP	52
Figura 14 - Separador Design Solar do software HAP	53
Figura 15 - Relatório Design Temperature Profile para o mês de Julho	54
Figura 166 - Relatório Simulation Weather Solar Graph para o mês de Julho	55
Figura 177 - Relatório Simulation Weather Temperature Graph para o mês de Julho	55
Figura 18 - Elementos construtivos da parede exterior [13].....	56
Figura 19 - Dados da parede exterior geral no software HAP.....	57
Figura 20 - Elementos construtivos da parede interior [13]	58
Figura 21 - Dados da parede interior no software HAP	59
Figura 22 - Elementos construtivos da cobertura [13].....	59
Figura 23 - Dados da cobertura exterior no software HAP	60
Figura 24 - Condutibilidade térmica de elementos envidraçados [13].....	61
Figura 25 - Dados do elemento envidraçado no software HAP	61
Figura 26 - Perfil de ocupação para supermercados [14]	63
Figura 27 - Perfil de iluminação para supermercados [14].....	63
Figura 28 - Perfil de funcionamento de equipamentos para supermercados [14]	63
Figura 29 - Separador General do software HAP	64
Figura 30 - Separador Internals do software HAP.....	65
Figura 31 - Separador Walls, Windows, Doors do software HAP	66
Figura 32 - Separador Roofs, Skylights do software HAP	66
Figura 33 - Separador Floors do software HAP	67
Figura 34 - Separador Partitions do software HAP	68
Figura 35 - Separador General do software HAP	69
Figura 36 - Separador System Components – Ventilation Air do software HAP	70
Figura 37 - Separador System Components – Economizer do software HAP	70
Figura 38 - Separador System Components – Ventilation Reclaim do software HAP	71
Figura 39 - Separador System Components – Central Cooling do software HAP.....	72
Figura 40 - Separador System Components – Central Heating do software HAP	73
Figura 41 - Separador System Components – Supply Fan do software HAP	74
Figura 42 - Separador System Components – Duct System do software HAP.....	75

Figura 43 - Separador System Components – Return Fan do software HAP.....	76
Figura 44 - Separador Zone Components - Spaces do software HAP.....	77
Figura 45 - Separador Zone Components - Thermostats do software HAP	78
Figura 46 - Separador Zone Components - Supply Terminals do software HAP	79
Figura 47 - Separador Sizing Data do software HAP.....	80
Figura 48 - Simplificação gráfica do sistema combinado	83
Figura 49 - Simplificação gráfica da produção de A.Q.S.....	87
Figura 50 - Diagrama da central térmica - Regime de refrigeração	89
Figura 51 - Diagrama da central térmica - Regime de climatização	90
Figura 52 - Diagrama do circuito de congelados - Regime de refrigeração	92
Figura 53 - Diagrama da central de congelados - Regime de recuperação para AQS.....	93
Figura 54 - Isolamento ISOFROZEN (fonte: ISOPAN)	94
Figura 55 - Isolamento ISOFRIGO (fonte: ISOPAN).....	95
Figura 56 - Isolamento ICB50 (fonte: ISOCOR)	95
Figura 57 - Vazio sanitário IGLU H25 (fonte: DALIFORM).....	96
Figura 58 - Portas para câmaras frigoríficas P40 à esquerda e QP à direita (fonte: KIDE)	96
Figura 59 - Grupo de compressores (fonte: FRIGA-BOHN)	98
Figura 60 - Condensador a ar (fonte: FRIGA-BOHN).....	99
Figura 61 - Evaporador modelo 3C-A (fonte: FRIGA-BOHN)	100
Figura 62 - Expositor ASTANA 2C H205 (fonte: ARNEG)	101
Figura 63 - Chiller de condensação a ar, modelo RTAF (fonte: TRANE).....	103
Figura 64 - Exemplo de unidade de tratamento de ar (fonte: TRANE).....	104
Figura 65 - Frigodifusor estático, modelo SN (fonte: FRIMETAL)	106
Figura 66 - Frigodifusores de teto e de dupla descarga horizontal (fonte: FRIGA-BOHN) ..	107
Figura 67 - Vitrinas VENEZIA 2 VAC e LAGUNA VC (fonte: ARNEG).....	111
Figura 68 - Expositor LISBONA 2 LF 105/205 (fonte: ARNEG)	112
Figura 69 - Válvula de corte, modelo GBC (fonte: DANFOSS).....	113
Figura 70 - Válvula solenoide, modelo EVR (fonte: DANFOSS)	114
Figura 71 - Válvula expansora, modelo TXV T2 (fonte: DANFOSS).....	114
Figura 72 - Tubagem COOL-FIT ABS Plus (fonte: GEORG FISCHER)	115
Figura 73 - Permutador de calor de placas brasadas, modelo AC (fonte: ALFA LAVAL) ...	118
Figura 74 - Grupo de impulsão, modelo MAGNA3 D (fonte: GRUNDFOS)	119
Figura 75 - Exemplo de depósitos de inercia (fonte: AQUAFER).....	121
Figura 76 - Válvulas de seccionamento macho esférico e borboleta (fonte: GENEBRE)	122
Figura 77 - Válvula de retenção de duplo prato (fonte: GENEBRE).....	123
Figura 78 - Válvula de segurança (fonte: CALEFFI).....	123
Figura 79 - Filtro tipo Y (fonte: TECFLOW).....	124
Figura 80 - Termómetro (fonte: GESA)	124
Figura 81 - Manómetro (fonte: GESA)	125

Página deixada propositadamente em branco

Página deixada propositadamente em branco

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Composição do fluido R-449A [3]	7
Tabela 2 - Categorização dos espaços com equipamento frigorífico	31
Tabela 3 – Determinação da temperatura exterior	33
Tabela 4 - Determinação da temperatura de condensação.....	34
Tabela 5 - Determinação da temperatura do solo	34
Tabela 6 - Caracterização dimensional das câmaras frigoríficas.....	35
Tabela 7 - Características dos materiais construtivos das câmaras frigoríficas.....	36
Tabela 8 - Número de horas de ocupação por tipo de câmara [9]	36
Tabela 9 - Potência de iluminação por tipo de câmara [7]	37
Tabela 10 - Rotação de produto por tipo de câmara [9]	37
Tabela 11 - Densidade de armazenamento por tipo de conservação [10]	37
Tabela 12 - Características físicas e requisitos de conservação dos produtos	37
Tabela 13 - Cargas térmicas por condução na câmara Padaria (+).....	38
Tabela 14 – Valores das variáveis para o cálculo da carga térmica referente ao produto	39
Tabela 15 – Valores das variáveis para o cálculo das cargas térmicas internas	40
Tabela 16 - Valor das variáveis para o cálculo da carga térmica por infiltrações de ar	41
Tabela 17 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Frangos	42
Tabela 18 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Prep. de Charcutaria	42
Tabela 19 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Charcutaria	42
Tabela 20 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Lacticínios	43
Tabela 21 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Peixe	43
Tabela 22 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Hortofrutícolas.....	43
Tabela 23 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Lavagens.....	44
Tabela 24 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Prep. de Carnes.....	44
Tabela 25 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Carnes	44
Tabela 26 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Padaria (-)	45
Tabela 27 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Congelados Geral	45
Tabela 28 - Comparativo de resultados entre o método analítico e o software de cálculo.....	46
Tabela 29 - Temperaturas exteriores de projeto	49
Tabela 30 - Temperaturas exteriores mensais para a localidade de Rio Maior	51
Tabela 31 - Humidade relativa mensal para a localidade de Rio Maior.....	51
Tabela 32 - Cálculo da condutibilidade térmica da parede exterior geral [13]	57
Tabela 33 - Cálculo da condutibilidade térmica da parede interior [13]	58
Tabela 34 - Cálculo da condutibilidade térmica da cobertura exterior [13]	60
Tabela 35 - Dados a considerar no balanço térmico da área de vendas [14].....	62
Tabela 36 - Potência total necessária para a climatização da área de vendas.....	81
Tabela 37 - Características dos painéis de isolamento	94
Tabela 38 - Distribuição de modelos de porta pelas câmaras frigoríficas	97
Tabela 39 - Características técnicas do grupo de compressores.....	98
Tabela 40 - Características técnicas do condensador a ar.....	99
Tabela 41 - Características técnicas do evaporador da câmara de congelados Multipurpose	100
Tabela 42 - Características técnicas do evaporador da câmara Padaria (-)	101
Tabela 43 - Características técnicas do expositor de congelados	102

Tabela 44 - Características técnicas do Chiller 1.....	103
Tabela 45 - Características técnicas da UTA 1 e UTA 2.....	106
Tabela 46 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Padaria (+)	107
Tabela 47 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Frango	107
Tabela 48 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Preparação de Charcutaria..	108
Tabela 49 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Charcutaria.....	108
Tabela 50 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Lacticínios	108
Tabela 51 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Peixe	109
Tabela 52 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Hortofrutícolas.....	109
Tabela 53 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Lavagens.....	109
Tabela 54 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Preparação de Carnes.....	110
Tabela 55 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Carnes	110
Tabela 56 - Características técnicas das vitrinas de refrigerados da charcutaria.....	111
Tabela 57 - Características técnicas das vitrinas de refrigerados do talho	111
Tabela 58 - Características técnicas das vitrinas da peixaria.....	112
Tabela 59 - Características técnicas do expositor de produtos refrigerados.....	113
Tabela 60 - Concentração de etilenoglicol (fonte: DOWTHERM).....	117
Tabela 61 - Características técnicas dos permutadores de calor.....	118
Tabela 62 - Características técnicas dos grupos de impulsão.....	120
Tabela 63 - Capacidades dos depósitos de acumulação térmica	122
Tabela 64 - Lista de pontos para a central de refrigeração, AVAC e AQS	127
Tabela 65 - Lista de pontos para as UTA 1 e 2	129
Tabela 66 - Lista de pontos para os equipamentos terminais do circuito de refrigeração.....	130
Tabela 67 - Potências térmicas sistema refrigerados	133
Tabela 68 - Potências térmicas sistema climatização	134
Tabela 69 - Potências térmicas sistema congelados	134
Tabela 70 - Resumo dos valores de COP da instalação.....	139

Página deixada propositadamente em branco

Página deixada propositadamente em branco

1 Introdução

A Refrigeração está genericamente associada à conservação de produtos perecíveis, podendo ser aplicada em vários pontos da cadeia de frio a que estes são sujeitos.

Considera-se como cadeia de frio a sequência de procedimentos aplicados aos produtos, desde a sua captura até ao consumidor final, podendo este ser por exemplo desde a pessoa comum que vai ao supermercado comprar comida para o seu dia-a-dia até à unidade fabril de produção de charcutaria onde a sua matéria-prima são, precisamente, produtos perecíveis que necessitam ser armazenados e conservados no interior da unidade conforme vão escoando para produção.

Estes processos são responsáveis por garantir as temperaturas limites de conservação dos respetivos produtos por forma a impedir a existência de reações enzimáticas e o desenvolvimento bacteriano nos mesmos, inviabilizando a sua aptidão para ser consumido.

Fazendo novamente referência ao exemplo do supermercado referido acima, é neste tipo de espaço que podemos encontrar simultaneamente uma instalação de refrigeração responsável pela garantia das condições de conservação dos produtos, bem como uma instalação de climatização responsável pela garantia das condições de conforto dos ocupantes do espaço.

O trabalho desenvolvido neste documento pretende desenvolver um tipo de sistema integrado entre estas duas instalações. Este sistema é aplicado num caso de estudo, um supermercado localizado em Rio Maior isto porque, tal como referido anteriormente, esta tipologia de edifício de serviços reúne a condição necessária para que tal seja possível: necessidade de refrigeração e climatização no mesmo espaço e ao mesmo tempo.

1.1 Motivação

Tendo a felicidade de trabalhar na área das instalações especiais há cerca de sete anos antecedendo a publicação deste documento, deparei-me com uma realidade atual existente no mercado: a total separação das especialidades de refrigeração e de climatização.

Este choque foi algo que, tendo o conhecimento de ambas as especialidades se basearem nos mesmos princípios termodinâmicos de funcionamento e terem o mesmo objetivo de controlar as condições interiores de um espaço, apesar de cada um ter os seus requisitos característicos, me levou a ficar com a curiosidade de saber se seria possível desenvolver um sistema que centralizasse ambas as especialidades numa única instalação.

Posto o desafio em cima da mesa, o desenvolvimento deste trabalho demonstrou ser a oportunidade perfeita de dar asas a imaginação e procurar conceber esta solução.

1.2 Objetivos

Este trabalho de projeto, realizado no âmbito do Trabalho Final de Mestrado do Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo de Energia, Refrigeração e Climatização, tem como objetivo desenvolver o estudo de um conceito de instalação que integra as especialidades de refrigeração e climatização, analisando a sua viabilidade técnica, económica e ambiental.

O projeto baseia-se na análise de um caso de estudo analisando a possível compatibilização das instalações acima indicadas num supermercado localizado na região de Rio Maior.

No âmbito deste trabalho são definidas as condições ambientais, as temperaturas de serviço dos diferentes espaços a climatizar, a localização dos diversos equipamentos, o traçado das redes de fluídos e os seus componentes associados.

A instalação de produção de frio a desenvolver para este espaço comercial terá como função assegurar as condições de conservação dos diversos produtos disponíveis na superfície comercial, ao mesmo tempo que se irá permitir a climatização do espaço destinado a área de vendas da superfície comercial. Neste último ponto, as condições de climatização do espaço deverão ter em consideração todos os requisitos legais em vigor quanto à qualidade do ar interior.

Tudo isto deverá ser conseguido através de um método que torne possível englobar as especialidades de refrigeração e climatização num único sistema, que será desenvolvido de forma sustentável e com a garantia do seu correto funcionamento e operação nos diferentes espaços.

1.3 Estrutura do documento

O presente trabalho de projeto encontra-se distribuído por sete capítulos diferentes e correspondentes subcapítulos por forma a conseguir organizar a informação contida neste documento da melhor forma possível e de fácil e rápido acesso através do índice inicial.

- **Capítulo 1** – Introdução ao trabalho, enquadramento histórico da tecnologia desenvolvida, qual a motivação que levou a escolher este tema de trabalho e qual o objetivo que se pretende atingir com o mesmo.
- **Capítulo 2** – Breve resumo do regulamento europeu N.º517/2014 e qual o seu impacto no presente trabalho
- **Capítulo 3** – Explicação dos diferentes sistemas a considerar neste trabalho, incluindo alguns conceitos teóricos e princípios de funcionamento
- **Capítulo 4** – Apresentação da formulação matemática necessária a considerar para o desenvolvimento do estudo
- **Capítulo 5** – Apresentação do caso de estudo, incluindo todo o cálculo, dimensionamento de infraestruturas, seleção de equipamentos e filosofias de comando consideradas.
- **Capítulo 6** – Resultados obtidos com a análise do caso de estudo
- **Capítulo 7** – Conclusões resultantes do trabalho desenvolvido

Página deixada propositadamente em branco

2 Regulamento (EU) N.º 517/2014

O regulamento europeu n.º517/2014, também conhecido internacionalmente como F-Gas foi a resposta da União Europeia ao agravamento das alterações climáticas que se têm vindo a verificar nos últimos anos.

Os fluidos refrigerantes à base de clorofluorcarbonetos (CFC) e hidroclorofluorcarbonetos (HFC) utilizados em sistemas de arrefecimento são considerados gases de efeito de estufa com um grande impacto no aquecimento global.

Em resposta a este problema global a Comissão Europeia emitiu este regulamente com o objetivo de elaborar um guia para uma redução global das emissões deste tipo de gases até ao ano de 2050.

Este regulamento define regras restritas quanto à utilização, armazenamento e destruição deste tipo de gases, mas a principal medida apresentada neste regulamento é um plano de decréscimo gradual das quotas de HFC disponíveis no mercado desde 2015 até 2030. A quantidade disponível é gradualmente limitada desde os 100% em 2015 até apenas 21% em 2030. [1]

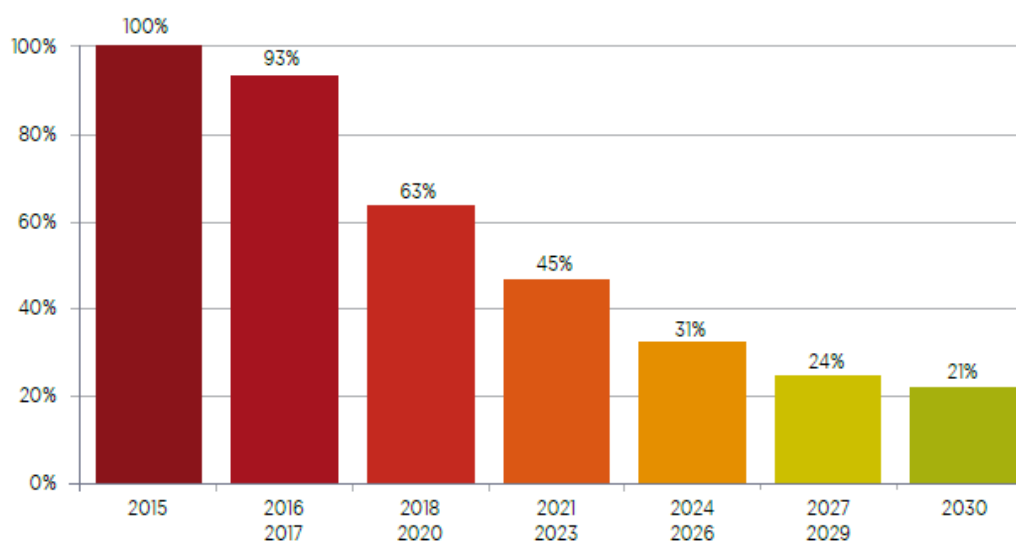


Figura 1 - Progressão da limitação de quotas de HFC (fonte: LENNOX)

A principal limitação imposta na utilização dos fluidos frigoríficos em sistemas de arrefecimento é em função do seu Potencial de Aquecimento Global ou *Global Warming Potential* (GWP) como é referido internacionalmente.

De acordo com este regulamento, os fluidos com um GWP superior a 2500 estão proibidos de serem utilizados em novas instalações a partir do ano 2020 e em instalações existentes a partir do ano 2030. [1]

Ainda no caso de novas instalações, para algumas destas, nomeadamente do tipo comercial de instalação autónoma ou com recurso a uma central frigorífica com potência igual ou superior a 40 kW, o valor máximo de GWP sofre uma revisão no ano de 2022 passando a estar limitado a 150. [1]

2.1 Fluido R-1234ze

No presente projeto, considera-se a utilização do fluido R-1234ze no circuito frigorífico responsável pelo ciclo de refrigeração. Este é considerado como um natural substituto ao fluido R-134a pois ambos apresentam condições de funcionamento muito similares.

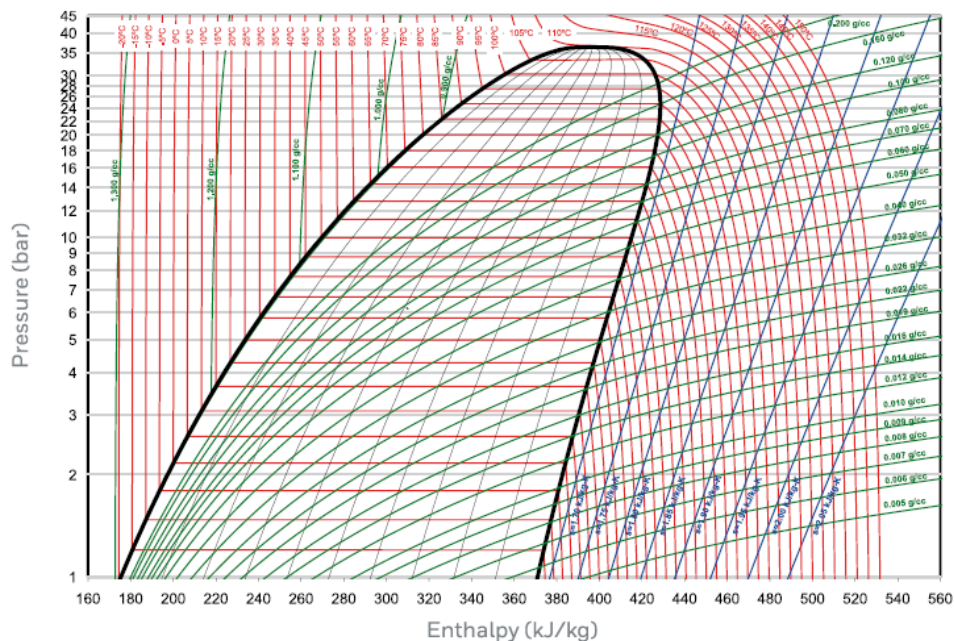


Figura 2 - Diagrama de Mollier do fluido R-1234ze (fonte: HONEYWELL)

A nomenclatura química deste fluido é trans-1,3,3,3-tetrafluoro -1-propeno, mas designação pela qual ele é conhecido no mercado é atribuída de acordo com a Standard 34 da ASHRAE. Este documento também lhe atribui a sua classificação de segurança como sendo um fluido de classe A2L. [2]

As características mais importantes deste fluido no que respeita às questões ambientais abordadas anteriormente são o seu GWP e ODP, os quais assumem os valores de 6 e 0 respetivamente. Isto significa que, independentemente da possível revisão que o regulamento possa vir a sofrer, a utilização deste fluido dificilmente se tornará inviável. [2]

2.2 Fluido R-449A

Para o ciclo de congelados, o fluido considerado neste projeto é o fluido R-449A. Este é um fluido composto por uma mistura de outros fluidos frigorigéneos e foi concebido com a ótica de ser um claro substituto do fluido R-404A o qual era considerado como de referência para instalações frigoríficas para temperaturas de conservação negativas, mas devido ao seu GWP de 3922, o mesmo teve de ser abandonado e uma alternativa teve de ser criada.

A composição deste novo fluido é a seguinte:

Tabela 1 - Composição do fluido R-449A [3]

Fluido	Quantidade presente na composição do R-449A
R-1234yf	25,3%
R-125	24,7%
R-134a	25,7%
R-32	24,3%

De acordo com a Standard 34 da ASHRAE, a qual lhe atribuiu a nomenclatura indicada, atribui também a sua classificação de segurança como sendo um fluido de classe A1. [3]

O seu GWP, apesar de não se aproximar ao do fluido R-1234ze apresentado anteriormente, é bastante mais baixo do que o limite de 2500 imposto atualmente, assumindo o valor de

1397. Já o seu valor de ODP assume um valor idêntico ao do fluido R-1234ze referido anteriormente, ou seja, 0. [3]

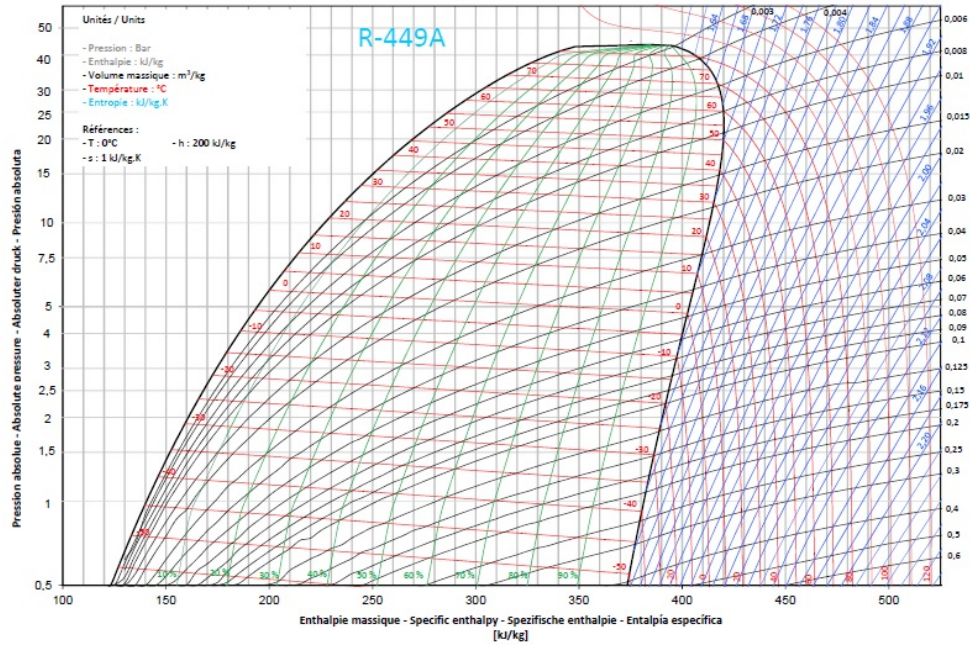


Figura 3 - Diagrama de Mollier do fluido R-449A (fonte: CLIMALIFE)

Página deixada propositalmente em branco

Página deixada propositadamente em branco

3 Instalações de Refrigeração e Climatização

3.1 Ciclo frigorífico

A Refrigeração baseia-se no processo termodinâmico de remoção de energia calorífica de uma fonte fria e transferência da mesma para outra a temperatura mais alta (fonte quente).

Este princípio é utilizado em ambas as áreas abordadas neste trabalho, nomeadamente a refrigeração responsável pela conservação de produtos, bem como a climatização responsável pela garantia das condições interiores de conforto em espaços ocupados por intermédio do tratamento do ar interior, bem como a renovação de ar através da insuflação de ar novo por forma a garantir a qualidade do ar.

Este processo de refrigeração é conseguido através de um ciclo de compressão de vapor, onde o fluido de trabalho será um fluido frigorígeno.

Para o funcionamento deste ciclo são necessários alguns componentes, nomeadamente os seguintes: compressor, condensador, dispositivo de expansão e evaporador.

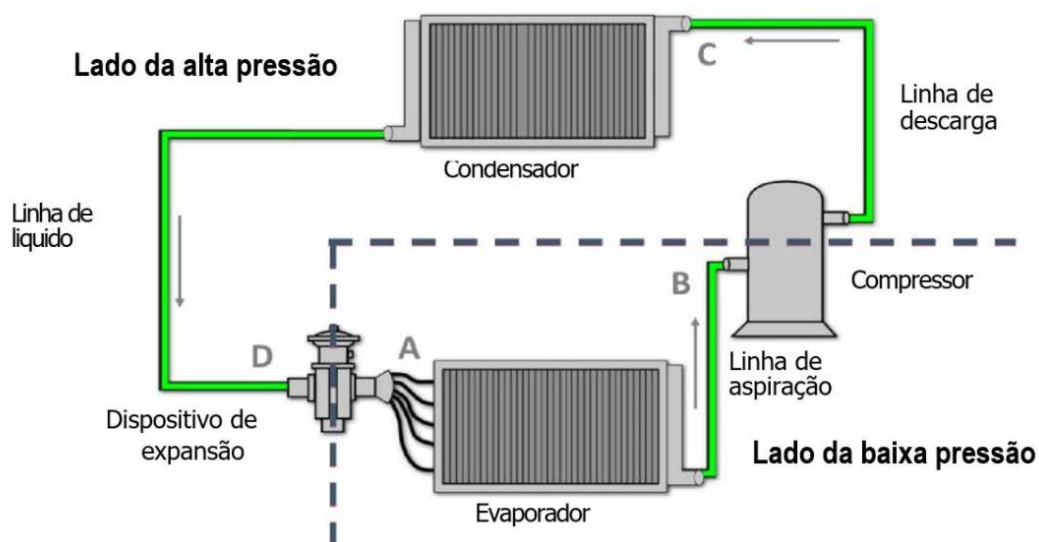


Figura 4 - Esquema de ciclo frigorífico [4]

O compressor desempenha o papel de comprimir o fluido frigorífero em estado gasoso de forma a conseguir aumentar a sua pressão. Este aumento de pressão acarreta consequentemente um aumento de temperatura.

Como o propósito deste ciclo de trabalho é dar ao fluido a capacidade de absorção de energia calorífica no espaço a arrefecer, este aumento de temperatura deve ser dissipado. Para isso recorre-se a um condensador, onde neste, o fluido irá dissipar a energia térmica adquirida pelo processo de compressão, alterado o seu estado físico de vapor sobreaquecido para líquido comprimido quando sai deste equipamento.

De seguida, o fluido é encaminhado através de tubagens até um dispositivo que provoca uma elevada queda de pressão no fluido e consequentemente uma abrupta diminuição da sua temperatura.

A baixa temperatura a que o fluido entra numa unidade evaporadora é suficiente para permitir a realização das trocas de energia térmica necessárias para ser possível absorver o calor existente no espaço a refrigerar, baixando a sua temperatura interior até ao valor pretendido. Analisando o ciclo de vapor descrito acima descrito, representado num diagrama de *Mollier*, o qual demonstra as propriedades de um determinado fluido entre pressão e entalpia, é possível visualizar os diferentes processos a que o fluido é sujeito ao longo do ciclo.

A entalpia é a grandeza física correspondente à quantidade de energia por quilograma de refrigerante. Neste gráfico é visível a curva característica do fluido que indica quando o mesmo se encontra no estado líquido quando à esquerda da curva, uma mistura de líquido e vapor quando na parte central da curva, ou no estado de vapor quando à direita da curva.



Figura 5 - Ciclo frigorífico num diagrama de Mollier

O momento em que o fluido frigorigéneo entra no evaporador a baixa pressão num estado de mistura de líquido e vapor é representado pelo ponto 1. Neste equipamento o fluido absorve calor do espaço onde está instalado, aumentando a sua entalpia a temperatura constante e no decorrer deste processo o fluido evapora, conforme representado no ponto 2. O fluido no estado de vapor a baixa temperatura e baixa pressão é então aspirado do evaporador pelo compressor, aumentando a sua pressão e temperatura, tal como indica o ponto 3. O fluido frigorigéneo quente resultante do processo de compressão entra no condensador, onde rejeita o calor adquirido pelo mesmo para o ar ambiente, onde condensa e altera o seu estado físico para o estado líquido, conforme indicado no ponto 4.

3.2 Instalações frigoríficas em supermercados

Na refrigeração comercial podemos encontrar os dois principais tipos de instalação: sistemas autónomos e sistemas centralizados. No primeiro tipo, referimo-nos a equipamentos independentes como frigoríficos expositores ou vitrinas, os quais são normalmente referenciados como equipamentos tipo *stand-alone*, isto porque todo o sistema frigorífico a eles afeto se encontra totalmente instalado no seu interior. É com grande frequência que se

encontram este tipo de equipamentos em supermercados de pequena dimensão, restaurantes, talhos ou peixarias.

No segundo tipo de instalações referido acima é vulgarmente utilizado em espaços comerciais de maiores dimensões (supermercados ou hipermercados) ou até mesmo entrepostos de distribuição. Neste, a instalação frigorífica encontra-se dispersa pelo espaço a que se destina, centralizando toda a produção de frio num único local e distribuindo a energia frigorífica pelos vários equipamentos terminais dispostos pelos diversos espaços a arrefecer, por meio de uma rede de tubagem.

Como este trabalho de projeto aborda a refrigeração em superfícies comerciais de maior dimensão, o foco será dado nas instalações do tipo centralizado.

As superfícies comerciais como supermercados e hipermercados são espaços onde existem elevados consumos energéticos, principalmente de energia elétrica, representando uma importante parcela de consumo de energia de todo o mundo, isto porque a necessidade de manter os bens alimentares às temperaturas de conservação necessárias de forma a garantir a sua durabilidade e qualidade está diretamente associada à manutenção da humanidade.

Neste tipo de instalações, tipicamente, os principais consumidores de energia são o sistema de refrigeração, o sistema de climatização e a iluminação, tal como se verifica na figura 6. [5]

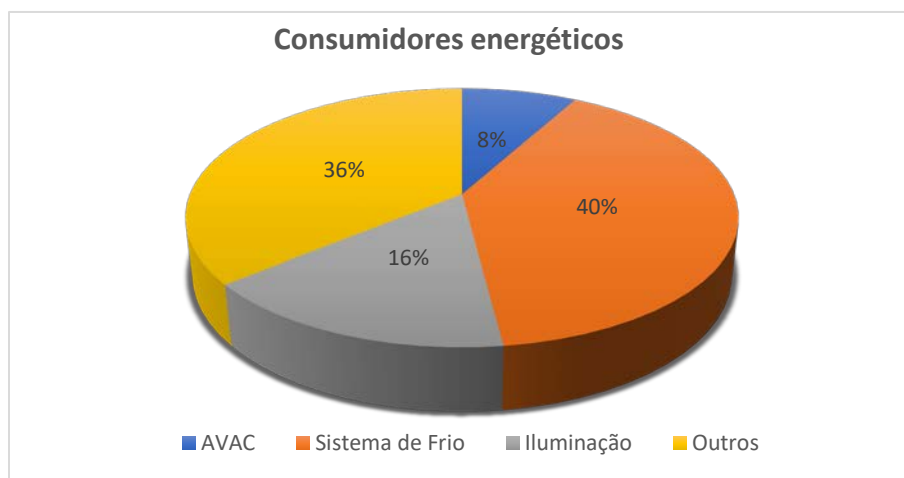


Figura 6 - Consumos desagregados de um supermercado tipo [5]

Os valores destes consumos podem sofrer variações de edifício para edifício consoante a sua localização da loja, isto porque tal significa que também as condições climáticas, perfis de ocupação e período de funcionamento poderão ser diferentes em cada caso.

O sistema de refrigeração de uma superfície comercial, tipicamente encontra-se distribuído por duas centrais. Uma será responsável pela refrigeração de produtos, mantendo-os a uma temperatura suficientemente baixa que permita a conservação dos mesmos mas alta o suficiente que garanta que se encontram num estado próprio para consumo imediato. Esta central é normalmente referenciada como central de positivos.

A segunda central é chamada de central de negativos e está afeta aos produtos congelados que se pretendem conservar e armazenar por maiores períodos de tempo. Esta central designa-se normalmente por central de negativos.

Cada uma destas centrais é composta pelo seu grupo de compressores e respetivo condensador frigorífico, por forma a poder gerar a potência frigorífica necessária para alimentar os diversos equipamentos terminais, como é o caso das câmaras frigoríficas, expositores e vitrinas, estando estes últimos na área de vendas enquanto as câmaras se localizam na zona de armazém.

Os expositores e vitrinas podem existir em ambos os circuitos, tal como as câmaras frigoríficas que são responsáveis por armazenar os produtos antes de serem disponibilizados para venda. Também estas poderão existir em ambos os circuitos.

No circuito de negativos ainda é possível encontrar como equipamento terminal uma unidade responsável pela produção de gelo em escama. Normalmente esta unidade encontra-se instalada no interior da câmara frigorífica afeta à peixaria, onde o gelo produzido é utilizado nas vitrinas de atendimento deste espaço.

Os grupos de compressores tipicamente são instalados em salas técnicas destinadas para esse efeito, bem como todos os quadros elétricos responsáveis pelos circuitos de alimentação e comando e controlo de todo o sistema. Enquanto isso, podemos encontrar os diversos condensadores no exterior do edifício, podendo estes ser instalados numa fachada do edifício ou, como é mais recorrente, na cobertura do mesmo.

3.3 Instalações de climatização em supermercados

As superfícies comerciais têm como propósito a venda de bens essenciais, e para que tal seja possível, os clientes devem deslocar-se a estes espaços para realizarem as suas compras. Partindo deste ponto de princípio, rapidamente se conclui que diversas variáveis têm que ser tidas em conta quando queremos abordar a climatização de um espaço como este.

Quando nos referimos a espaços comerciais de menores dimensões, sistemas mais simples como do tipo *Variable Refrigerant Flow* (VRF) poderão ser suficientes para vencer as cargas térmicas existentes no interior do espaço, mas dependem sempre de equipamentos externos que consigam garantir o número de renovações de ar necessárias para o espaço, isto porque este tipo de sistemas apenas faz uma recirculação do ar interior, conseguindo influenciar apenas a sua temperatura e, conseqüentemente, a sua humidade.

No caso de superfícies comerciais de maior dimensão, como o caso de estudo abordado neste trabalho de projeto, as cargas térmicas são de tão maior escala que a quantidade de sistemas do tipo VRF e a quantidade de ventiladores responsáveis pelas renovações de ar necessárias seriam de igual forma num número bastante superior, tornando a instalação de uma complexidade tal que a sua manutenção seria bastante difícil de realizar.

Como tal, para este tipo de requisitos, opta-se tipicamente por um sistema onde existe uma unidade produtora de energia térmica, como por exemplo um Chiller/Bomba de Calor, e equipamentos terminais compactos, como é o caso das Unidades de Tratamento de Ar (UTA). Estas são responsáveis pelo tratamento do ar interior, gerindo através de equipamento de controlo a qualidade do ar utilizando ventiladores de insuflação, ventiladores de extração e elementos filtrantes que são responsáveis pelas renovações de ar bem como pela qualidade do mesmo. Relativamente ao tratamento do ar quanto à sua temperatura e humidade, este é feito com recurso a baterias de arrefecimento e aquecimento que são alimentadas pela unidade produtora do sistema.

Em alternativa a este tipo de solução que se baseia num sistema com recurso a diversos elementos, existem também as soluções compactas. Estes equipamentos são, na sua essência,

todo o sistema descrito acima mas compactado em uma única unidade e são chamadas de unidades tipo *RoofTop*. No seu interior dispõem de um circuito frigorífico que garante o aquecimento ou arrefecimento do ar, bem como um ventilador de insuflação. Tipicamente não existe um ventilador de extração associado pois a rejeição de ar, apesar de ser feita pela unidade *RoofTop*, baseia-se no princípio de diferencial de pressões, isto é, o ar é encaminhado para o exterior devido à pressurização do espaço realizada pelo ventilador de insuflação da unidade.

As suas capacidades de aquecimento e arrefecimento, bem como caudal de ventilação são relativamente limitadas, pelo que quando se trata de uma superfície comercial de maior dimensão, opta-se por dividir a necessidade total do espaço por diversas unidades *RoofTop*, as quais são distribuídas de forma uniforme por todo o espaço, de maneira a homogeneizar a qualidade do ar interior na área de vendas.

No caso de estudo deste trabalho, como se pretende desenvolver uma recuperação do sistema de refrigeração para o sistema de climatização, a utilização deste tipo de equipamentos inviabiliza a análise do conceito em estudo, por ser um sistema fechado sem a possibilidade de integração de fontes térmicas exteriores à unidade, pelo que se irá considerar a utilização de UTA para climatizar a área de vendas.

Página deixada propositadamente em branco

4 Formulação Matemática

O dimensionamento das instalações associadas a este projeto têm como base os balanços térmicos referentes a cada espaço a climatizar, tanto pelo ciclo de refrigeração como de climatização. De forma a obter as cargas térmicas efetuam-se os seguintes cálculos.

4.1 Balanço térmico para as câmaras frigoríficas

4.1.1 Carga térmica devido à transmissão de calor

Para se proceder a este cálculo utiliza-se a formulação abaixo. [6]

$$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)} \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

Q_1 - Potência térmica ganha pelo elemento i (kW)

A_i - Área do elemento i (m²)

U_i - Coeficiente global de transmissão de calor do elemento i (kW/m².K)

ΔT_i - Diferença de temperatura entre o interior e exterior para o elemento i (°C)

i – Representa as diferentes zonas de contacto da câmara (teto [t], chão [c] e parede [p])

Sendo assim a carga térmica total perdida por condução ($\dot{Q}_{tot(cond)}$) pode ser escrita da seguinte forma.

$$\dot{Q}_{tot(cond)} = \sum (Q_{paredes} + Q_{teto} + Q_{chão}) \quad (\text{Eq.2})$$

Note-se que as áreas a considerar são sempre as exteriores e, tendo em conta que se consideraram as paredes de cor branca, poderia ser necessário efetuar uma correção no valor da diferença de temperatura entre o interior e o exterior da câmara de forma a contabilizar o

efeito da exposição solar, mas considerando que nenhuma das câmaras se encontra em espaço exterior, tal não é necessário.

4.1.2 Carga térmica devido aos produtos

Cálculo do calor sensível a retirar ao produto na refrigeração e na congelação. [7]

$$Q_{2_{ac}} = \frac{\dot{m} \times C_{ac} \times \Delta T}{24 \times 3600} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq.3})$$

$$Q_{2_{ab}} = \frac{\dot{m} \times C_{ab} \times \Delta T}{24 \times 3600} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq.4})$$

Onde:

\dot{m} – Caudal mássico de produto que entra por dia (kg/24h)

C_{ac} - Calor específico acima do ponto de congelação (kJ/kg°C)

C_{ab} – Calor específico abaixo do ponto de congelação (kJ/kg°C)

ΔT – Diferença entre a temperatura de entrada e a temperatura de conservação (°C)

A equação 3 é aplicável para uma situação de refrigeração enquanto a equação 4 é válida para todo o processo de congelação, desde a entrada do produto com temperatura acima da de congelação até à temperatura final de conservação abaixo do ponto de congelação do produto.

Para os produtos hortofrutícolas conservados acima do seu ponto de congelação é necessário considerar o calor libertado pelo processo de respiração.

Este valor é definido da seguinte fórmula. [7]

$$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

\dot{m} – Caudal mássico de produto que entra por dia (kg/24h)

CR – Calor libertado pelo processo de respiração (kJ/ton.24h)

Considerando o facto de no caso de estudo não existir o processo de mudança de fase do produto, em função das condições de conservação do produto e do processo a este associado, o calor total a retirar ao produto é definido pela equação 6.

$$\dot{Q}_{tot(prod)} = \dot{Q}_{ac} + \dot{Q}_{bc} + \dot{Q}_{resp} \quad (\text{Eq. 6})$$

4.1.3 Cargas internas por iluminação, ocupação e equipamentos

Cálculo do calor libertado no interior do espaço a refrigerar pela iluminação instalada no seu interior, pelos equipamentos com motorização elétrica em funcionamento e pelos ocupantes em permanência. [7]

$$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq. 8})$$

$$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq. 9})$$

$$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq. 10})$$

Onde:

T_{int} – Temperatura no interior do espaço (°C)

$n_{pessoas}$ – Número de ocupantes do espaço

$h_{ocupação}$ – Número de horas de ocupação (h/dia)

$P_{iluminação}$ – Potência de iluminação (W/m²)

A – Área da zona de iluminação (m²)

$P_{motores}$ - Potencia elétrica dos motores dos equipamentos (kW)

$F_{motores}$ – Equivalente térmico dos motores elétricos

$h_{motores}$ – Número de horas de funcionamento dos motores dos equipamentos (h/dia)

4.1.4 Carga térmica por infiltrações de ar

Cálculo do calor que passa para o interior do espaço a refrigerar por infiltrações devido ao diferencial de temperatura entre as condições interiores e exteriores. [7]

$$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} \text{ (kW)} \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde,

Vd - Caudal volúmico (m^3/dia)

Δh - Diferença de entalpias entre o ar exterior e o ar interior (kJ/m^3)

4.1.5 Carga térmica frigorífica

Cálculo da carga térmica total necessária vencer pelo equipamento terminal a instalar no interior do espaço por forma a conseguir garantir as condições de refrigeração necessárias no seu interior.

$$\sum_{i=1}^4 \dot{Q}_i = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)} \quad (Eq. 12)$$

Onde:

TFE – Tempo de efetivo de funcionamento do sistema frigorífico (h/dia)

Conforme é possível verificar pela equação 12, na mesma não está considerado o calor libertado pelo próprio equipamento que irá fornecer a potência frigorífica necessária. Estes equipamentos também dispõem de motores elétricos nos ventiladores e resistências elétricas para processo de descongelação.

Para a seleção dos equipamentos a instalar nos espaços é necessário realizar um processo iterativo de análise onde é necessário confirmar se a capacidade frigorífica do equipamento permite é igual ou superior à obtida pelas equações seguintes. [7]

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)} \quad (Eq. 13)$$

$$Q_{frig} = \sum_{i=1}^5 \dot{Q}_i = \left(\sum_{i=1}^4 \dot{Q}_i + \left(Q_5 \times \frac{24}{TFE} \right) \right) \times CS \text{ (kW)} \quad (Eq. 14)$$

Onde:

$n_{ventiladores}$ – Número de ventiladores do equipamento

$P_{ventiladores}$ – Potência elétrica dos ventiladores (kW)

$t_{ventiladores}$ – Tempo de funcionamento dos ventiladores (h/dia)

CS – Coeficiente de segurança

4.2 Balanço térmico de climatização para a área de vendas

4.2.1 Hourly Analysis Program

Este trabalho de projeto, apesar de ter o seu foco no sistema de refrigeração e no dimensionamento de todos os seus componentes, também para o circuito de climatização deverá ser tida em conta a regulamentação em vigor por forma a ser possível obter valores de cargas térmicas associadas a este espaço com a precisão e coerência necessária.

Por forma a simplificar o processo de cálculo das cargas térmicas para o sistema de climatização, optou-se por recorrer à utilização de um *software* de cálculo desenvolvido para este propósito.

O mesmo foi desenvolvido pela empresa *Carrier* e tem o nome de *Hourly Analysis Program* (HAP) e, tal como o nome indica, permite fazer balanços energéticos de edifícios com precisão suficiente para conseguir escalonar os mesmos de hora a hora.

Apesar de se recorrer a um *software* para realizar este balanço, o mesmo permite a introdução manual de alguns dados por forma a conseguir personalizar o mais possível o estudo ao caso que se pretende analisar, evitando utilizar bases de dados que o próprio *software* tem que podem não ser as mais ajustadas ao caso em estudo.

Desta forma, é necessário recolher alguns dados, como por exemplo:

- Dados climatológicos da estação meteorológica mais próxima do local onde se baseia o caso de estudo

- Coeficientes de condutibilidade térmica de elementos construtivos existentes na envolvente do edifício.
- Perfis de utilização e ocupação do tipo de serviço do edifício considerado

Com estes elementos podemos corrigir os dados a considerar no *software* por outros mais próximos da realidade, ajustando os valores de cargas térmicas a considerar nos espaços.

Página deixada propositadamente em branco

5 Caso de Estudo

Por forma a implementar este projeto onde se pretende analisar uma compatibilização e integração entre as instalações de frio e de climatização, foi necessário basear o mesmo numa instalação onde as duas especialidades fossem simultaneamente necessárias.

Definido o tipo de espaço, é necessário caracterizar diversos fatores essenciais no dimensionamento da instalação, nomeadamente as condições ambientais do espaço que o edifício está inserido, as temperaturas necessárias nos diferentes espaços a climatizar, a tipologia e localização dos vários equipamentos a considerar, o melhor traçado das redes de fluídos e todos os seus componentes associados.

5.1 Tipologia

Considerando a necessidade de existir simultaneamente uma instalação de AVAC e de Refrigeração, o principal tipo de espaço que poderá acomodar ambas as especialidades será um espaço comercial do tipo Supermercado ou Hipermercado.

Nesta tipologia existe a necessidade de climatizar a área de vendas por forma a garantir as condições de conforto e qualidade do ar interior para os ocupantes do espaço, como os diversos trabalhadores e clientes que frequentem o espaço.

Simultaneamente, existe a necessidade de garantir as condições necessárias para a conservação dos produtos refrigerados e congelados que são disponibilizados para venda e que são armazenados em local próprio fora da área de vendas, nomeadamente em câmaras refrigeradas onde as condições interiores são controladas de forma a conseguir essas mesmas condições.

5.2 Descrição do espaço

Tratando-se de um espaço comercial onde o que se pretende é garantir as condições de conservação no interior das câmaras frigoríficas, bem como climatizar a área de vendas,

deve-se caracterizar estes espaços por forma a saber quais as considerações particulares a tomar em função das várias zonas a calcular.

- **Planta do piso 0**

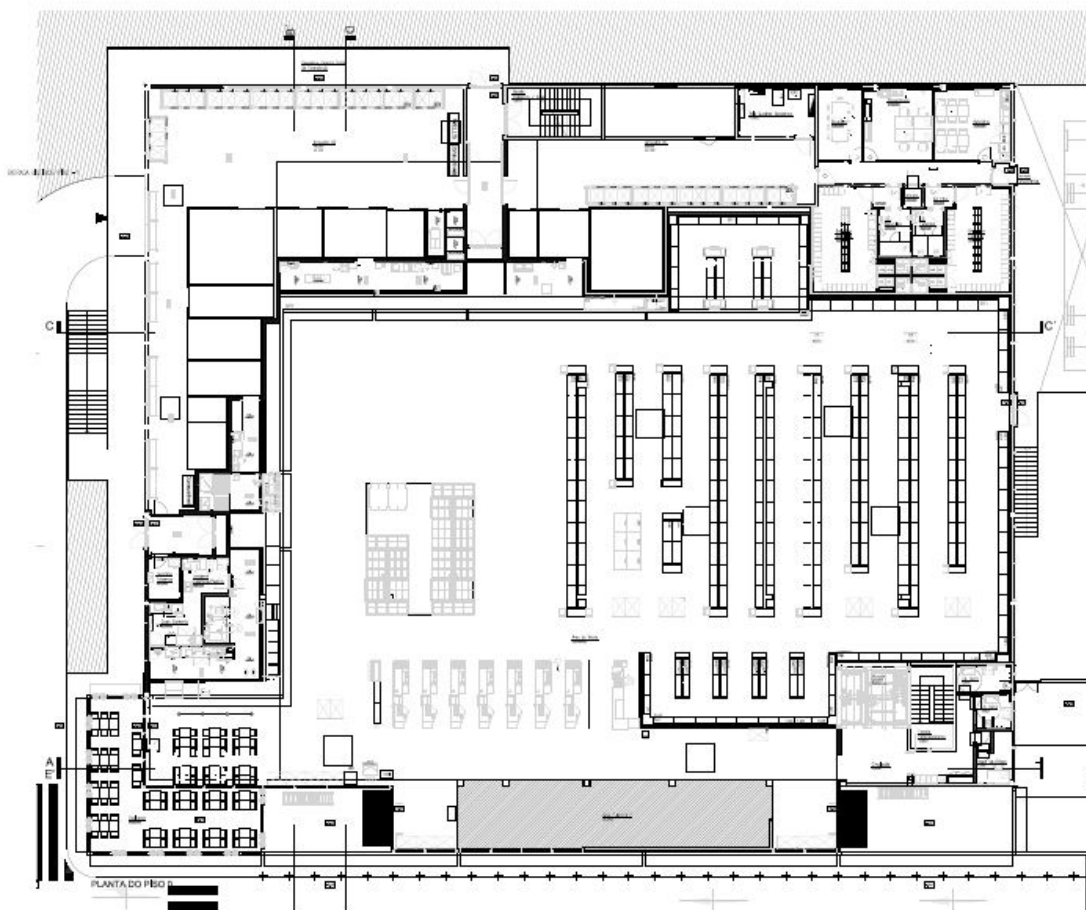


Figura 7 - Planta de arquitetura do piso 0

- **Planta da cobertura**

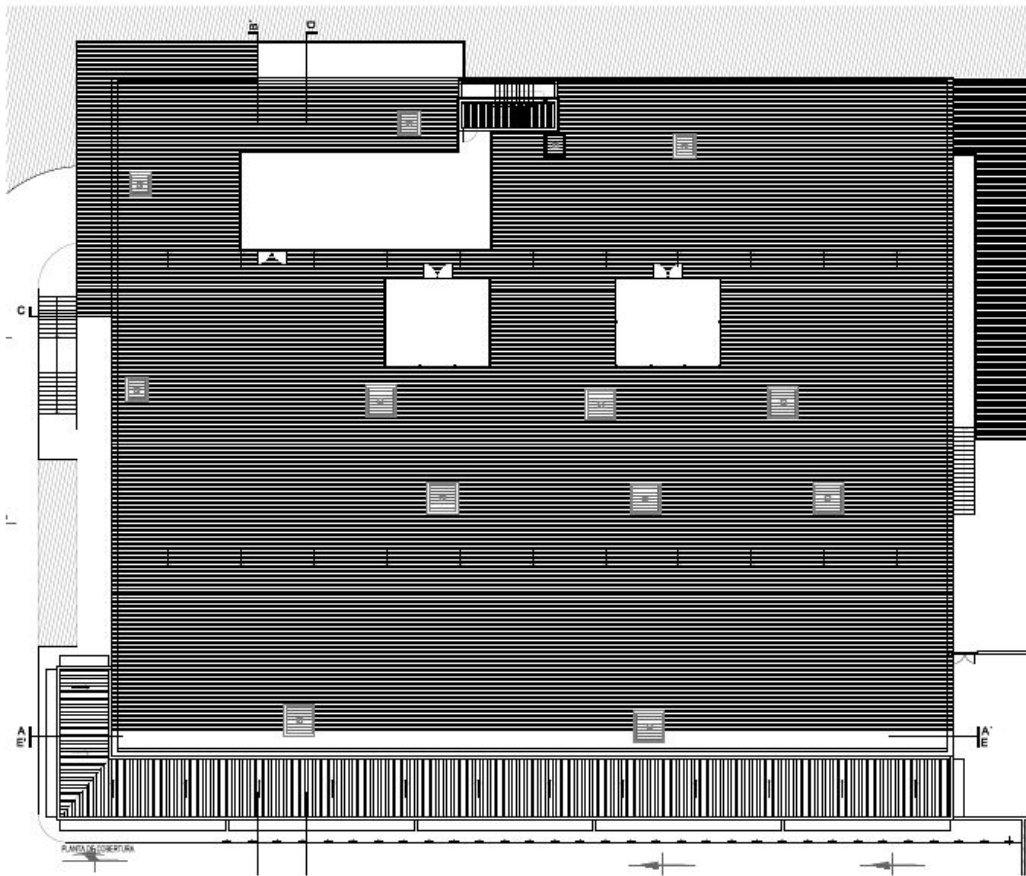


Figura 8 - Planta de arquitetura do piso 1 (Cobertura)

No piso 0 é possível identificar a área de vendas onde o produto é exposto e disponibilizado para venda através dos diversos expositores, vitrinas e estantes. Identifica-se também uma zona de armazém, a qual serve de espaço técnico para toda a equipa responsável pelo estabelecimento comercial, bem como será o espaço onde são instaladas as diversas câmaras frigoríficas.

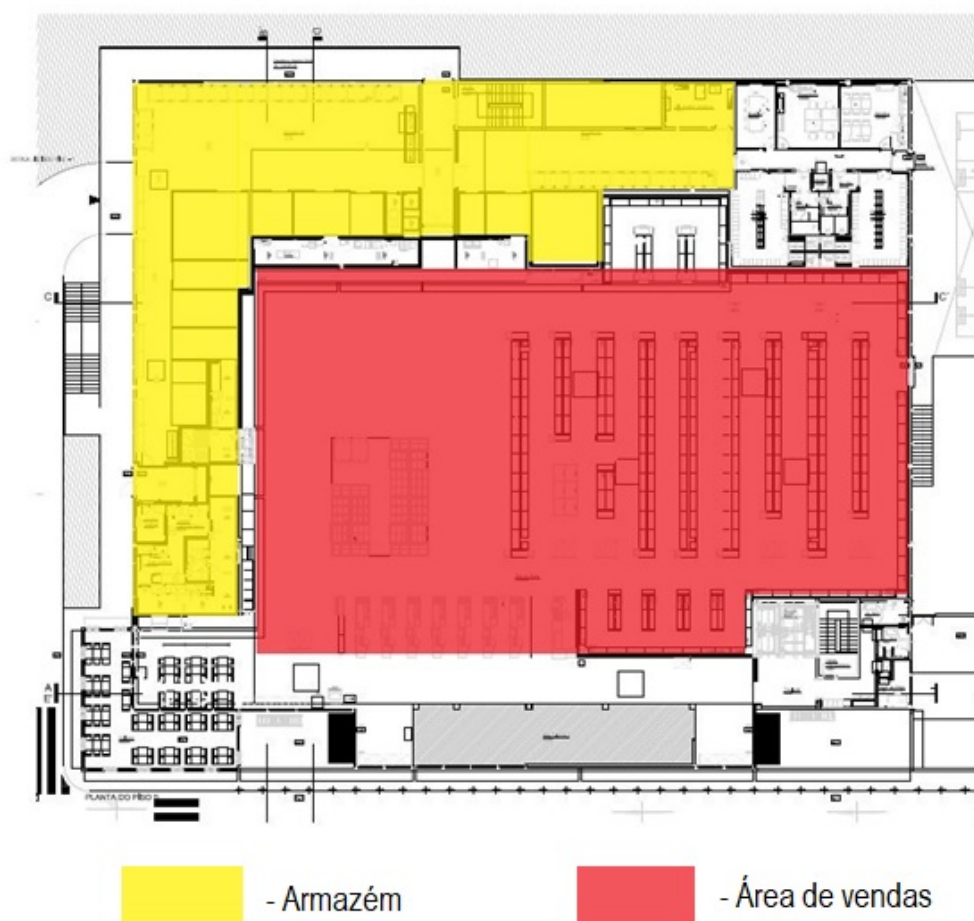


Figura 9 - Identificação gráfica do espaço correspondente a armazém e a área de vendas

5.2.1 Equipamento frigorífico

Das plantas fornecidas, é possível identificar os diferentes espaços a considerar para a instalação de Refrigeração nomeadamente as câmaras frigoríficas, vitrinas e expositores, bem como o tipo de produtos em cada um dos mesmos.

Tabela 2 - Categorização dos espaços com equipamento frigorífico

Circuito	Referência do equipamento	Tipo de equipamento	Produto
Refrigerados	CF1	Câmara frigorífica	Hortofrutícolas
	CF2	Câmara frigorífica	Peixe
	CF3	Câmara frigorífica	Lacticínios
	CF4	Câmara frigorífica	Charcutaria
	CF5	Câmara frigorífica	Preparação Charcutaria
	CF6	Câmara frigorífica	Frango
	CF7	Câmara frigorífica	Padaria (+)
	CF8	Câmara frigorífica	Lavagens
	CF9	Câmara frigorífica	Preparação Carne
	CF10	Câmara frigorífica	Carne
	VTRN1, VTRN2	Vitrina	Charcutaria
	VTRN3 a VTRN7	Vitrina	Peixaria
	VTRN8 e VTRN9	Vitrina	Talho
	EXP1 a EXP4	Expositor	Refrigerados
Congelados	CF11	Câmara frigorífica	Padaria (-)
	CF12	Câmara frigorífica	Congelados
	EXP5 a EXP8	Expositor	Congelados

Verifica-se assim que deverão existir dois circuitos de refrigeração, onde um será responsável pelos produtos com temperaturas de conservação acima do ponto de congelação, denominado circuito de refrigerados e outro responsável pelos produtos com temperaturas de conservação abaixo do ponto de congelação, denominado circuito de congelados.

Fazem parte do ciclo de refrigerados um total de dez câmaras frigoríficas, dois conjuntos de vitrinas e um corredor de expositores murais.

No circuito de congelados existem duas câmaras frigoríficas, e um corredor de expositores murais.

5.2.2 Área de vendas

Para definir o ciclo de climatização, é necessário delimitar as áreas que deverão ter ar tratado. Neste caso de estudo, como apenas pretendemos considerar a zona ocupada por clientes e funcionários da superfície comercial, o espaço a categorizar será a área de vendas.

A principal característica deste espaço a retirar da arquitetura disponibilizada será a área de implantação da mesma que é de 1200 m².

5.3 Localização

Para o espaço comercial a analisar, considerou-se a sua localização no município de Rio Maior, distrito de Santarém. Como tal, é necessário reunir as climatéricas do local por forma a calcular os efeitos das condições exteriores nas cargas térmicas a que o espaço fica sujeito. Como fonte dos dados necessários, recorreu-se ao programa informático *SCE.CLIMA* disponibilizado pela *Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG)*, bem como a base de dados com as Normas Climatológicas disponibilizada pelo *Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA)*.

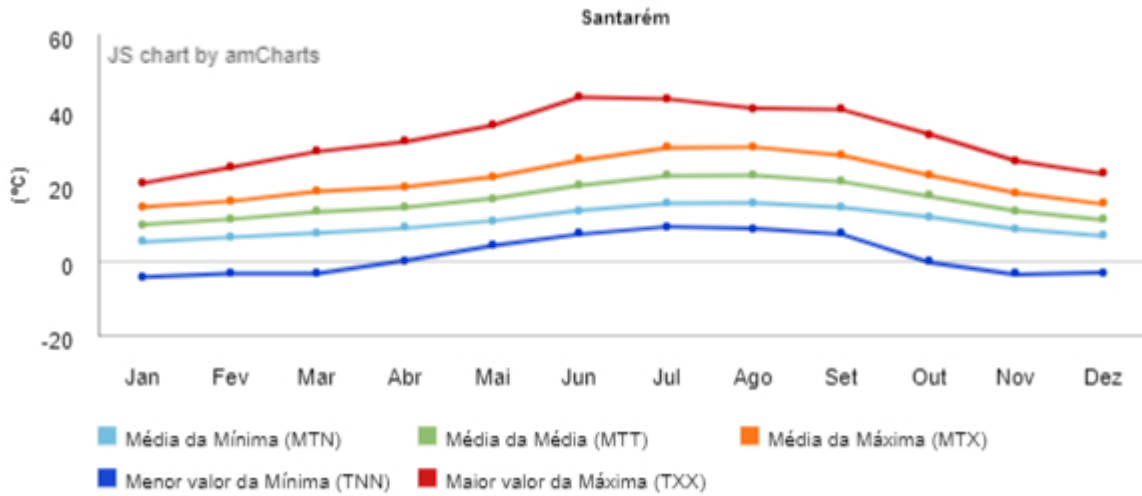


Figura 10 - Normais Climatológicas de Santarém (fonte: IPMA)

Considerando os dados disponibilizados pelas fontes acima mencionadas, é possível definir alguns valores característicos de relevo que servirão como premissas que a considerar nos cálculos necessários.

- **Temperatura exterior**

Como parâmetro de cálculo, a temperatura exterior de projeto é obtida através da média das médias de temperatura máxima ao longo do ano, logo apresenta-se abaixo a tabela 3:

Tabela 3 – Determinação da temperatura exterior

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
T (°C)	14.9	16.4	19.6	20.9	23.7	28.3	30.7	31.1	29.3	24.2	18.7	15.5	22.8

- **Temperatura de Condensação**

A temperatura de condensação é a temperatura a que se prevê que o fluido primário do circuito frigorífico irá sofrer a mudança de fase. Considerando que estamos a falar de uma alteração, onde apenas se procede a uma libertação de calor a pressão constante, como fator de segurança a mesma será definida utilizando uma ponderação da média das temperaturas exteriores apenas dos meses com temperaturas exteriores mais elevadas, ou seja, o pior

cenário para uma dissipação de calor considerando as trocas energéticas sob a forma de calor com o ar exterior nas condições menos favoráveis para o efeito. Para tal, considerou-se o período compreendido entre os meses de Junho e Setembro, acrescido de um ΔT de 10°C. Este ΔT tem como objetivo compensar possíveis picos de temperatura de um ano atípico, sendo o valor considerado da mesma ordem de grandeza que o assumido empiricamente por projetistas.

Tabela 4 - Determinação da temperatura de condensação

Mês	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Média	Temperatura Condensação
T (°C)	28.3	30.7	31.1	29.3	29.9	40.0

- **Temperatura do solo**

A temperatura do solo estima-se que seja idêntica à temperatura média anual, calculando desta forma uma média dos valores de temperatura média mensais ao longo do ano.

Tabela 5 - Determinação da temperatura do solo

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
T (°C)	10.4	11.6	12.1	15.4	17.7	21.4	23.5	23.8	22.4	18.6	14.1	11.2	17.0

- **Temperatura na envolvente das câmaras**

Tratando-se de um edifício do tipo Hipermercado, tipicamente as câmaras frigoríficas ficam instaladas em espaços não climatizados interiores, nomeadamente em zonas técnicas de apoio à área de vendas. Considera-se também que o pé direito da superfície comercial é superior ao das câmaras frigoríficas, logo toda a envolvente das mesmas estará a uma temperatura que não é idêntica à temperatura exterior por serem instaladas no interior do edifício, mas também não é idêntica à da área de vendas pois o local onde as câmaras são instaladas não é espaço climatizado. Para definir qual é esta temperatura, considera-se a seguinte fórmula. [8]

$$T_{\text{espaços não climatizados}} = T_{\text{exterior}} - 4^{\circ}\text{C} \quad (\text{Eq. 15})$$

Como tal, considerando a temperatura exterior definida anteriormente de 22,8°C, define-se a temperatura da envolvente das câmaras frigoríficas como sendo **18,8°C**.

5.4 Espaços considerados

Para o cálculo das potências frigoríficas necessárias, é necessário definir quais os requisitos de cada espaço. Para isso é necessário fazer um balanço térmico de cada zona onde deverá ser instalado um equipamento terminal que seja capaz de disponibilizar a capacidade frigorífica requerida para essa mesma zona.

5.4.1 Câmaras frigoríficas

Sendo a área da refrigeração o principal foco de toda a instalação, começa-se por definir alguns elementos de cálculo característicos das câmaras frigoríficas, os quais são necessários para toda a formulação matemática a aplicar no dimensionamento dos equipamentos terminais para estes espaços.

Exemplo destes elementos são as respetivas dimensões de cada câmara, tipo de iluminação considerada, ocupação diária por parte dos funcionários da superfície comercial, tipo de produto a armazenar no seu interior, as suas condições de chegada e armazenamento e respetiva rotação de produto.

5.4.1.1 Dimensões

Tendo como base as plantas do projeto de arquitetura, é possível retirar da mesma as dimensões previstas para cada câmara frigorífica, resultando dessa análise a tabela 6 abaixo.

Tabela 6 - Caracterização dimensional das câmaras frigoríficas

Referência da Câmara	Área (m2)	Altura (m)	Volume (m3)
Padaria (+)	7,25	3,0	21,75
Frangos	4,0	3,0	12,0
Preparação Charcutaria	10,23	3,0	30,69
Charcutaria	11,86	3,0	35,58

Laticínios	9,15	3,0	27,45
Peixe	12,4	3,0	37,2
Hortofrutícolas	6,9	3,0	20,7
Lavagens	5,7	3,0	17,1
Preparação de Carnes	9,45	3,0	28,35
Carnes	23,66	3,0	70,98
Padaria (-)	10,8	3,0	32,4
Congelados Multipurpose	25,38	3,0	76,14

5.4.1.2 Características comuns

Enumeram-se algumas características que são transversais às diversas câmaras, incluindo algumas propriedades dos materiais utilizados na sua construção.

Também alguns dados relativamente à utilização e exploração das câmaras são aqui enumerados.

Tabela 7 - Características dos materiais construtivos das câmaras frigoríficas

Materiais Construtivos		
Local	Material	Condutibilidade Térmica (W/m².K)
Paredes	Painel Sandwich 100mm	0,22
Tetos	Painel Sandwich 120mm	0,18
Pavimentos	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8

Tabela 8 - Número de horas de ocupação por tipo de câmara [9]

Número de horas de ocupação	
Câmaras de Preparação	12
Câmaras de Refrigerados	8
Câmaras de Congelados	6

Tabela 9 - Potência de iluminação por tipo de câmara [7]

Potência de Iluminação (W/m²)	
Câmaras para conservação de produtos	11
Câmaras de Preparação	16

Tabela 10 - Rotação de produto por tipo de câmara [9]

Rotação de Produto (%)	
Câmaras para conservação de produtos	40
Câmaras de Preparação	10

Tabela 11 - Densidade de armazenamento por tipo de conservação [10]

Densidade de Armazenamento (kg/m³)	
Câmaras de Refrigerados	160
Câmaras de Congelados	300

5.4.1.3 Características dos produtos

Na tabela 12 enumeram-se as propriedades e parâmetros de controlo a considerar no dimensionamento das câmaras frigoríficas. [7][11]

Tabela 12 - Características físicas e requisitos de conservação dos produtos

Produto	T_{Interior} (°C)	T_{Entrada} (°C)	C_{ac} (kJ/kg.°C)	C_{ab} (kJ/kg.°C)	CR (kJ/ton.24h)
Pão	0	3	2,030	-	-
Frango	0	4	3,171	-	-
Charcutaria	3	9	3,350	-	-
Lacticínios	0	6	3,207	-	-
Peixe	-1	2	3,404	-	-
Hortofrutícolas	5	10	3,750	-	1603,6
Carnes	0	7	3,100	-	-
Pão Congelado	-18	-12	-	1,288	-
Congelados	-18	-12	-	1,860	-

Nas câmaras onde se considera a presença de pessoal em trabalho, nomeadamente a câmara de lavagens, a câmara de preparação de carnes e a câmara de preparação de charcutaria, a temperatura interior das mesmas é de 8°C.

Relativamente às propriedades dos produtos nas câmaras de preparação acima referidas, a temperatura de entrada dos produtos considerada é de 10°C. Isto deve-se ao produto ter de ser retirado da respetiva câmara de conservação e transportado pelo armazém até ao interior da sua câmara de preparação, sendo sujeito a um ambiente que se considera estar a 18,8°C, conforme indicado anteriormente.

5.4.1.4 Cálculo das cargas térmicas

Com base em todas as premissas enumeradas acima, é agora possível determinar a potência frigorífica necessária em cada câmara.

A título de exemplo é agora demonstrada a aplicação da formulação matemática anteriormente apresentada e agora aplicada à câmara da Padaria do ciclo de Refrigerados. Para as restantes câmaras apenas se apresentam os valores finais.

Câmara Padaria (+)

- **Carga térmica por condução**

Construindo a tabela 13 com os valores das variáveis a considerar e aplicando a equação 1 obtemos as seguintes cargas térmicas em cada superfície da câmara.

Tabela 13 - Cargas térmicas por condução na câmara Padaria (+)

Superfície	Área (m ²)	Material	U (W/m ² .K)	ΔT (°C)	Q (kW)
Parede Norte	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Parede Sul	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	0,04125

Parede Este	8,7	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	0,04785
Parede Oeste	8,7	Painel Sandwich 100mm	0,22	18,8	0,0359832
Teto	7,25	Painel Sandwich 120mm	0,18	18,8	0,024534
Chão	7,25	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	17	0,0986

Fazendo o somatório das cargas térmicas por condução a que a câmara está sujeita em cada uma das suas superfícies, obtemos o valor correspondente à carga térmica por condução da mesma, sendo o seu valor de 0,25 kW.

- **Carga térmica do produto**

Construindo a tabela 14 com os valores das variáveis a considerar e aplicando as equações 3, 5 e 6 obtemos a carga térmica devida ao produto que entra na câmara em condições diferentes das de conservação.

Tabela 14 – Valores das variáveis para o cálculo da carga térmica referente ao produto

Volume (m ³)	Densidade Armazenagem (kg/m ³)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/dia)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
21,75	160	3480	40	1392	-	2,03	-	3

Considerando o facto de ser um produto não hortofrutícola e com temperatura de conservação acima do seu ponto de congelação, este não assume qualquer valor para as variáveis *CR* e *Cab*.

Fazendo o somatório dos valores obtidos pela aplicação das equações acima referidas, obtemos a carga térmica a que a câmara está sujeita pelo produto a que se destina, sendo o seu valor de 0,1 kW.

- **Cargas térmicas internas**

Aplicando as equações 7, 8, 9 e 10 obtemos os valores correspondentes às cargas térmicas devido à presença de pessoas, à iluminação instalada e a equipamentos com motorização elétrica existentes no seu interior, respetivamente. Para isso é necessário construir a tabela 15 com os valores das variáveis a considerar.

Tabela 15 – Valores das variáveis para o cálculo das cargas térmicas internas

T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m²)	Área (m²)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Fator de Motores
0	2	8	11	7,25	1	1,13	2	1,45

O valor considerado para motores elétricos existentes no interior da câmara foi baseado no pressuposto de existir um equipamento para mobilização e transporte das mercadorias entre a chegada de produto à superfície comercial, a mobilização do mesmo para o interior da respetiva câmara e daqui para a área de vendas onde é disponibilizado ao público. Este valor foi transversal a todas as câmaras frigoríficas, tanto do ciclo de Refrigerados como do ciclo de Congelados.

Fazendo o somatório dos três valores obtidos pela aplicação das equações 7 a 10, obtemos a carga térmica a que a câmara está sujeita devido a fontes térmicas internas, sendo o seu valor de 0,21 kW.

- **Carga térmica por infiltrações de ar**

Construindo a tabela 16 com os valores das variáveis a considerar e aplicando a equação 11 obtemos a cargas térmicas a que a câmara é sujeita devido a infiltrações de ar exterior a uma temperatura superior que a do interior da mesma, devido às sucessivas aberturas de porta provenientes da operação na câmara frigorífica.

Tabela 16 - Valor das variáveis para o cálculo da carga térmica por infiltrações de ar

Vd (m ³ /dia)	Δh (kJ/m ³)
632	42,47

Como resultado para este parâmetro, obtemos o valor de 0,31 kW.

- **Carga térmica total**

Através da adição dos vários valores acima obtidos, obtemos o resultado correspondente à carga térmica a que a câmara frigorífica está sujeita ao longo de um dia de serviço. Para obtermos a potência frigorífica que o equipamento terminal a instalar no seu interior deverá disponibilizar para fazer face às cargas térmicas calculadas acima, é necessário concentrar o valor obtido no tempo de funcionamento da central frigorífica que estará a disponibilizar essa mesma potência. Neste caso estudo, o tempo de funcionamento da central considerado é de 18 horas por dia.

Desta forma, aplicando a equação 12 é obtido o valor de 1,15 kW para a potência frigorífica necessária.

Não esquecendo que o próprio equipamento terminal tem motorização elétrica e ainda um sistema de descongelamento natural por ventilação, para a seleção dos equipamentos terminais estas cargas deverão ser adicionadas ao valor acima. Este passo não pode ser já realizado pois os estes valores variam em função do aparelho a analisar, tratando-se de um processo iterativo que será novamente referido no capítulo correspondente à caracterização dos equipamentos selecionados para este caso estudo.

➤ **Câmara Frangos**

Tabela 17 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Frangos

Carga térmica por condução	0,1274 kW
Carga térmica do produto	0,1127 kW
Cargas térmicas internas	0,1961 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,2399 kW
Potência frigorífica	0,9 kW

➤ **Câmara Preparação Charcutaria**

Tabela 18 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Prep. de Charcutaria

Carga térmica por condução	0,1950 kW
Carga térmica do produto	0,0381 kW
Cargas térmicas internas	0,5305 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,4664 kW
Potência frigorífica	1,64 kW

➤ **Câmara Charcutaria**

Tabela 19 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Charcutaria

Carga térmica por condução	0,2045 kW
Carga térmica do produto	0,5296 kW
Cargas térmicas internas	0,2129 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,4778 kW
Potência frigorífica	1,9 kW

➤ **Câmara Laticínios**

Tabela 20 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Laticínios

Carga térmica por condução	0,2018 kW
Carga térmica do produto	0,3910 kW
Cargas térmicas internas	0,2150 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,3515 kW
Potência frigorífica	1,55 kW

➤ **Câmara Peixe**

Tabela 21 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Peixe

Carga térmica por condução	0,3580 kW
Carga térmica do produto	0,2814 kW
Cargas térmicas internas	0,2309 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,4246 kW
Potência frigorífica	1,73 kW

➤ **Câmara Hortofrutícolas**

Tabela 22 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Hortofrutícolas

Carga térmica por condução	0,1739 kW
Carga térmica do produto	0,3121 kW
Cargas térmicas internas	0,1868 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,3321 kW
Potência frigorífica	1,34 kW

➤ **Câmara Lavagens**

Tabela 23 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Lavagens

Carga térmica por condução	0,1118 kW
Cargas térmicas internas	0,1702 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,1757 kW
Potência frigorífica	0,61 kW

➤ **Câmara Preparação Carnes**

Tabela 24 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Prep. de Carnes

Carga térmica por condução	0,1284 kW
Carga térmica do produto	0,0326 kW
Cargas térmicas internas	0,5260 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,4507 kW
Potência frigorífica	1,52 kW

➤ **Câmara Carnes**

Tabela 25 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Carnes

Carga térmica por condução	0,6713 kW
Carga térmica do produto	1,1409 kW
Cargas térmicas internas	0,2682 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,5614 kW
Potência frigorífica	3,53 kW

➤ **Câmara Padaria (-)**

Tabela 26 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Padaria (-)

Carga térmica por condução	0,5466 kW
Carga térmica do produto	0,3478 kW
Cargas térmicas internas	0,2198 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,5389 kW
Potência frigorífica	2,21 kW

➤ **Câmara Congelados Geral**

Tabela 27 - Cargas térmicas e potência frigorífica para a câmara de Congelados Geral

Carga térmica por condução	1,2063 kW
Carga térmica do produto	1,1802 kW
Cargas térmicas internas	0,2599 kW
Carga térmica por infiltrações de ar	0,7918 kW
Potência frigorífica	4,59 kW

Como forma de validação do cálculo analítico realizado para o balanço térmico de todas as câmaras frigoríficas, realizou-se o mesmo balanço térmico com recurso a um *software* de cálculo reconhecido no mercado, nomeadamente o *CALCAM-Quiron* da marca *CENTAURO*.

Com este *software* é possível realizar o mesmo cálculo de balanço térmico de câmaras frigoríficas, onde o processo de cálculo que está embutido no programa toma como referência as bases de dados desenvolvidas pelo fabricante. A principal vantagem da utilização deste tipo de *software* como método de validação de resultados é o facto de as bases de dados serem regularmente atualizadas por forma a manterem-se enquadradas com os requisitos e legislação vigente.

Para esta análise da fiabilidade dos resultados obtidos de forma analítica, optou-se por se verificar qual o desvio entre estes valores e os obtidos pelo *software* acima referido numa

amostra composta por câmaras frigoríficas de cada um de três tipos diferentes: câmara de preparação, câmara de produtos congelados e câmara de produtos refrigerados.

Os resultados obtidos pelo *software* encontram-se no Anexo 5 e estão refletidos de forma comparativa com os valores calculados pelo método analítico na tabela 28.

Tabela 28 - Comparativo de resultados entre o método analítico e o software de cálculo

Refª Câmara	Potência frigorífica Método analítico	Potência frigorífica Software CENTAURO	Diferença
Preparação Charcutaria	1,52 kW	1,62 kW	6,6%
Frangos	0,9 kW	0,93 kW	3,3%
Congelados Geral	4,59 kW	4,29 kW	7%

Como é possível verificar na tabela 28, a maior diferença de resultados ronda os 7%. Este valor não é elevado o suficiente para questionar a validade dos resultados obtidos pelo método analítico, pelo que os mesmos serão considerados no desenvolvimento do presente trabalho.

5.4.2 Área de vendas

5.4.2.1 Cálculo das cargas térmicas

O objetivo de um sistema de climatização é garantir as necessárias condições de conforto dos ocupantes de um determinado espaço, sendo para isso necessário garantir determinadas condições interiores de temperatura e humidade relativa, as quais são definidas de acordo com o tipo de atividade a que o espaço em análise se destina.

Para além destes critérios, aquando da definição do sistema que será responsável pelo tratamento do ar para que este consiga ter as características necessárias, deverão ser tidos em conta vários parâmetros que definem essencialmente as cargas térmicas a que o espaço está sujeito.

Estas cargas térmicas, originadas por processos de transferência de calor por condução, convecção ou radiação, podem ser categorizadas da seguinte forma:

- **Cargas térmicas interiores**

Cargas térmicas originadas por elementos que influenciam o espaço interior do volume de controlo. Estes elementos dissipadores de calor são normalmente os ocupantes do espaço, a iluminação dedicada ao espaço e aparelhos com motorização elétrica existentes no local.

- **Cargas térmicas exteriores**

Cargas térmicas provenientes de processos de transferência de calor entre a envolvente do edifício e o espaço exterior, bem como as provenientes do ar exterior a introduzir no espaço devido às necessidades de renovação do ar interior. Nesta categoria de cargas térmicas os elementos construtivos do edifício têm maior importância devido às suas propriedades de condutibilidade térmica.

Considerando o acima referido, é possível deduzir que o sistema a dimensionar deverá, para além de garantir a qualidade do ar necessária, ter a capacidade de remover as cargas térmicas a que o espaço está sujeito.

Como ferramenta para o cálculo das cargas térmicas, bem como para dimensionar os equipamentos necessários para o sistema de climatização, utilizou-se o *software Hourly Analysis Program 4.8* da *Carrier* (HAP). [12]

Este *software* é de referência e utilizado por diversos gabinetes de engenharia, pois permite o cálculo de cargas térmicas e dimensionamento de instalações de climatização do mais vasto tipo de edifícios com variados níveis de complexidade. [12]

Remetendo para o caso em estudo, como apenas se pretende analisar o espaço afeto à área de vendas, o dimensionamento realizado tem em consideração apenas uma única zona. Por forma a caracterizá-lo é necessário definir alguns dados que, de acordo com os vários menus do *software*, são necessários preencher.

De seguida explica-se de forma sucinta os diversos menus que foram necessários preencher por forma a obter os resultados necessários. [12]

➤ Menu *Weather*

Pretende-se neste menu, caracterizar as condições de projeto e os parâmetros climáticos do local em que o edifício se insere. À semelhança do referido anteriormente relativamente à localização do edifício, da mesma fonte são retirados os dados climáticos referentes à localidade de Rio Maior.

- *Design Parameters*

O primeiro passo consiste no preenchimento do submenu *Design Parameters* do HAP. Nesta janela do programa, podem ser alterados os vários parâmetros relacionados com o local em estudo.

Relativamente às propriedades cartesianas do local como a latitude, longitude e altitude, estas foram alteradas para os valores dados pelo *software SCE.CLIMA* da DGEG, como se demonstra na figura 11.

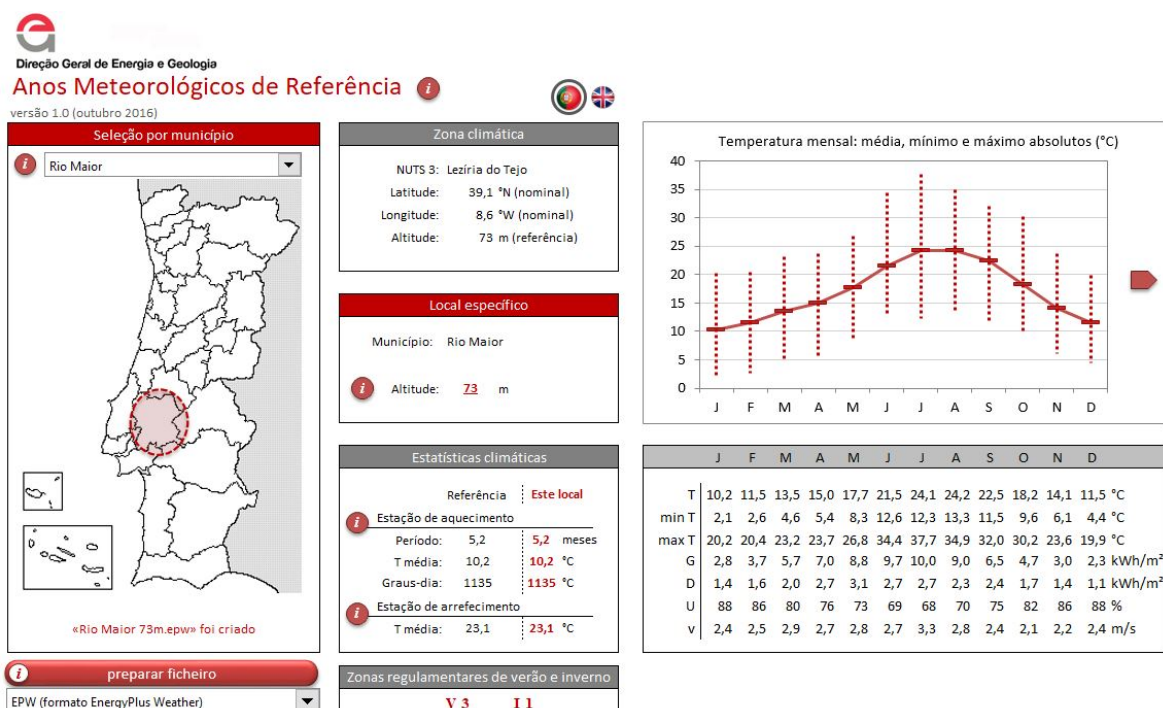


Figura 11 - Condições climáticas para Rio Maior pelo software SCE.CLIMA (DGEG)

Primeiro definiu-se a temperatura (seca) exterior de projeto para o Verão, bem como a temperatura de bolbo húmido coincidente e também a amplitude térmica diária. Para isso foi utilizado o quadro II.A do Anexo 6 de onde se retiraram os valores referidos anteriormente para uma probabilidade de ocorrência de 99%.

Para a temperatura de projeto de Inverno procedeu-se da mesma forma, consultando assim o quadro I.A do Anexo 6 de onde se retirara a temperatura de bolbo seco para uma probabilidade acumulada de ocorrência de 1%.

Ao optar pelas probabilidades de ocorrência acima referidas, estamos a tomar uma postura mais conservadora, estando a condicionar a formulação matemática a realizar direcionada para o pior cenário

Ainda para as condições de inverno, uma vez que a humidade relativa a considerar deverá estar compreendida entre 90% a 100%, optou-se por atribuir um valor de 90%, marcando desta forma o ponto característico numa carta psicrométrica para determinar a temperatura de bolbo húmido correspondente.

Desta forma, resume-se na tabela 29 as temperaturas exteriores de projeto.

Tabela 29 - Temperaturas exteriores de projeto

Temperatura de bolbo seco - Verão	34,5°C
Temperatura de bolbo húmido - Verão	22,1°C
Amplitude térmica diária - Verão	13,2°C
Temperatura de bolbo seco – Inverno	-2,7°C
Temperatura de bolbo húmido - Inverno	-3,0°C

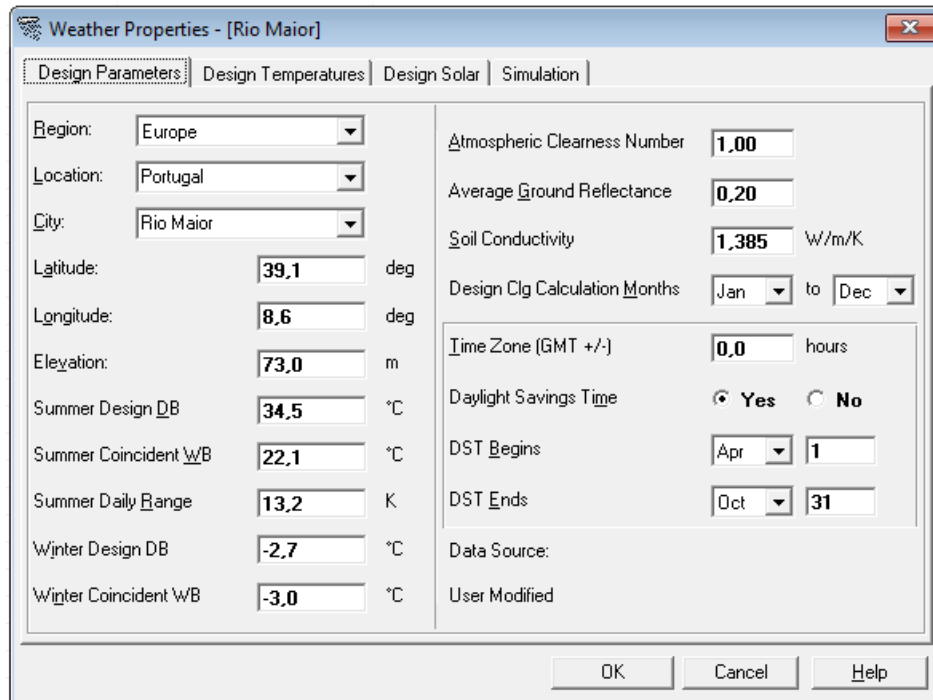


Figura 12 - Separador Design Parameters do software HAP

- *Design Temperatures*

Posteriormente ao preenchimento do separador *Design Parameters*, o passo seguinte é a correção do separador *Design Temperatures*.

O objetivo deste processo é corrigir para cada mês a temperatura máxima e temperatura mínima de bolbo seco (DB) e bolbo húmido (WB). Para tal, necessitamos de consultar a tabela das normais para a zona de Rio Maior.

Conforme a tabela 29 apresentada, verifica-se que o mês de projeto é Julho, isto porque é neste onde se registaram as temperaturas mais extremas.

Ainda com base nesta tabela, é feita a correção dos valores referentes à temperatura média de bolbo seco máxima e mínima.

Tabela 30 - Temperaturas exteriores mensais para a localidade de Rio Maior

ESTACÃO RIO MAIOR MÉDIAS DE 1951/1980
 $\phi = 39^{\circ} 21' N$; $\lambda = 8^{\circ} 56' W$; $g = 9,8010 \text{ m/s}^2$; $\Delta G = 0$; $H_s = 69$; $H_b =$; $h_1 = 1,5$; $h_2 = 8,0$; $h_3 = 8,0$; $h_4 = 1,5$

Pressão atmosférica P (mb)		Temperatura do ar								Mês
		\bar{T} (°C)					T (°C)			
No local	Red ao nível do mar	9...h	...h	18...h	Mensal	Max	Min	Max	Min	
-	-	7,7	-	10,7	9,2	14,4	4,0	22,1	-5,0	Janeiro
-	-	9,1	-	11,9	10,0	15,1	4,9	24,7	-6,2	Fevereiro
-	-	11,6	-	14,1	11,7	17,2	6,2	27,0	-2,5	Março
-	-	14,1	-	16,2	13,4	19,2	7,6	29,0	-1,0	Abril
-	-	16,8	-	18,7	15,9	21,7	10,1	37,0	3,0	Maió
-	-	19,4	-	21,1	18,6	24,7	12,5	39,6	4,0	Junho
-	-	21,4	-	23,7	21,1	27,6	14,6	45,3	7,1	Julha
-	-	21,1	-	23,8	21,1	27,7	14,5	41,4	5,5	Agosto
-	-	19,6	-	22,3	19,9	26,7	13,1	39,5	3,0	Setembro
-	-	16,4	-	18,2	16,6	22,9	10,3	34,4	-3,5	Outubro
-	-	11,5	-	13,1	12,1	17,6	6,6	25,6	-5,5	Novembro
-	-	8,0	-	10,9	9,7	15,0	4,4	22,5	-5,0	Dezembro
-	-	14,7	-	17,1	15,0	20,8	9,1	45,3	-6,2	Ano

Por forma a obter os valores correspondentes às temperaturas húmidas máxima e mínima, devemos consultar a tabela 31.

Tabela 31 - Humidade relativa mensal para a localidade de Rio Maior

Humidade relativa do ar U (%)			Nebulosidade N (0-10)			Insolação I		Precipitação R (mm)		Evapora- ção (mm)	Mês
9...h	...h	18...h	9...h	...h	18...h	Total (h)	Percent. (%)	Total	Max (diário)		
										1971-80	
86	-	81	6	-	6	-	-	123,1	79,8	35,0	Janeiro
84	-	77	6	-	6	-	-	127,8	66,2	42,3	Fevereiro
80	-	71	6	-	5	-	-	105,4	55,4	58,7	Março
73	-	66	5	-	4	-	-	66,3	54,5	80,9	Abril
72	-	64	4	-	4	-	-	53,9	27,9	92,5	Maió
71	-	64	4	-	3	-	-	24,2	30,7	100,5	Junho
68	-	59	3	-	2	-	-	3,4	17,2	123,8	Julha
69	-	58	3	-	2	-	-	6,6	19,0	132,9	Agosto
76	-	61	4	-	3	-	-	27,6	62,1	102,1	Setembro
80	-	74	4	-	4	-	-	88,6	60,0	66,4	Outubro
85	-	82	5	-	5	-	-	110,3	99,3	41,9	Novembro
87	-	82	6	-	5	-	-	118,4	48,4	32,0	Dezembro
78	-	70	5	-	4	-	-	855,6	99,3	909,0	Ano

Da tabela 31 verifica-se qual o valor mais elevado de humidade relativa e através dos valores de temperatura média de bolbo seco referidos anteriormente, obtemos os valores de temperatura máxima e mínima de bolbo húmido.

Com os valores finais obtidos, corrige-se o separador *Design Temperatures* de acordo com a figura 13.

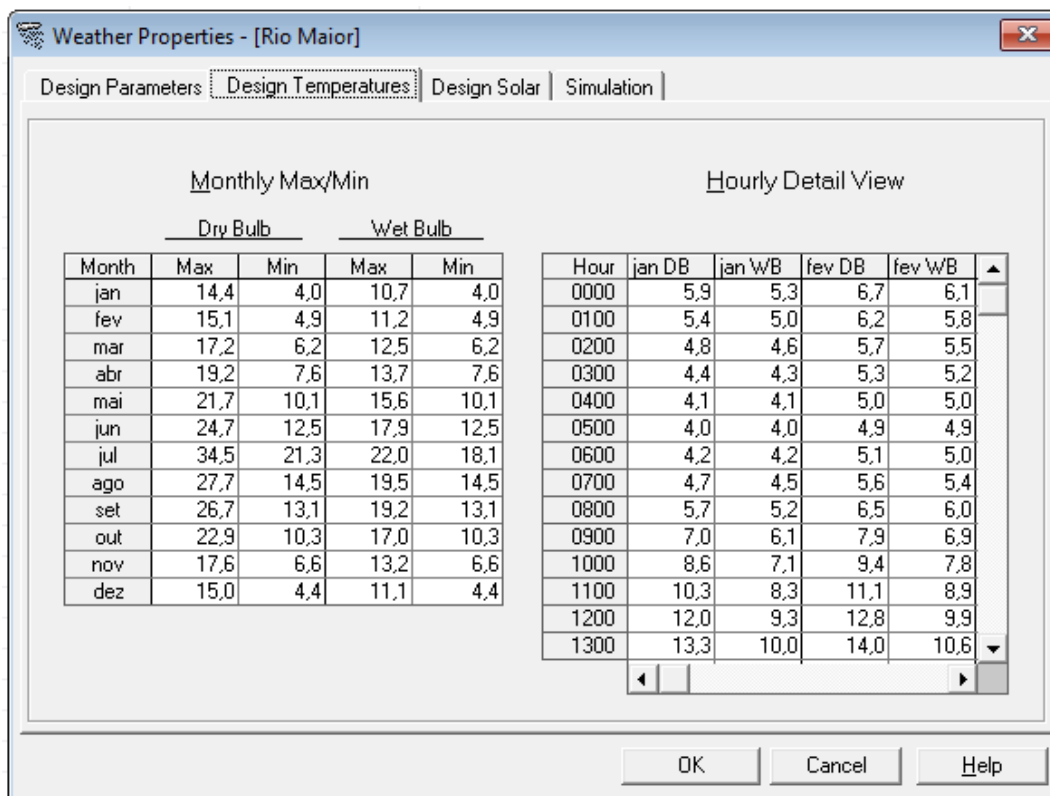


Figura 13 - Separador Design Temperatures do software HAP

- *Design Solar*

O objetivo do separador Design Solar é ajustar os valores correspondentes aos ganhos térmicos solares.

Através do *software* HAP, obtém-se o relatório *simulation solar profile graphs* de onde se retiram as tabelas de ganhos solares totais para cada mês. Destas utilizam-se os valores

correspondentes à radiação solar no plano horizontal, representados na coluna com a designação *HOR*.

Os valores obtidos são inseridos numa folha de cálculo. Uma vez que estes são apresentados em W/m^2 , os mesmos devem ser convertidos para $kWh/mês.m^2$.

Para se obter o fator multiplicador de correção é ainda necessário saber a radiação solar global correspondente a cada mês. Para tal, consultam-se os mapas de radiação solar para todos os meses, que se encontram disponíveis na *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica* de 1981.

Por fim, inserem-se os valores da radiação global de cada mês na respetiva folha de cálculo e determinam-se os fatores multiplicadores de correção para cada mês, que vão ser o quociente entre este valor e a potência instantânea de radiação total mensal.

Após a conclusão de todos os cálculos, os valores obtidos são inseridos no *software* conforme a figura 14.

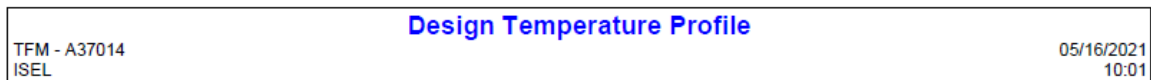
Month	Multiplier	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
Jan	0,89	56,1	56,1	56,1	234,1	438,4	580,3	682,2	712,3	711
Feb	0,85	65,2	65,2	149,9	329,7	519,1	628,0	669,5	656,4	638
Mar	0,82	75,4	75,4	256,0	443,9	557,4	621,2	603,0	551,3	524
Apr	0,93	99,6	212,6	410,8	564,8	657,9	650,6	590,6	490,5	439
May	0,94	110,5	305,2	491,0	599,4	652,9	612,6	511,3	382,5	320
Jun	0,99	149,3	359,1	538,0	635,2	675,3	615,0	495,6	349,5	284
Jul	1,10	132,3	361,8	559,6	695,4	751,0	694,3	583,0	432,6	363
Aug	1,10	123,6	251,1	461,8	651,4	749,8	740,3	673,0	558,9	502
Sept	1,00	95,6	95,6	278,3	507,6	653,0	715,3	711,8	653,9	621
Oct	1,00	79,4	79,4	146,2	399,0	575,3	710,8	755,5	746,1	730
Nov	1,10	70,6	70,6	70,6	277,7	528,9	717,2	824,6	858,3	867
Dec	1,00	57,1	57,1	57,1	199,7	437,5	605,5	740,0	790,5	800

Figura 14 - Separador Design Solar do software HAP

- *Simulation*

Por fim efetua-se a importação do perfil de simulação, o qual foi retirado do *software SCE.CLIMA* da DGEG. Para além disto, foi ainda necessário definir todos os feriados nacionais a considerar para o perfil de simulação.

Com base nos parâmetros introduzidos no *software* HAP, obtemos as seguintes simulações de temperatura e radiação solar que se apresentam abaixo nas figuras 15, 16 e 17 correspondentes ao mês de Julho. As restantes simulações podem ser consultadas no Anexo 8.



Location: Rio Maior, Portugal

Design Temperature Profiles for July

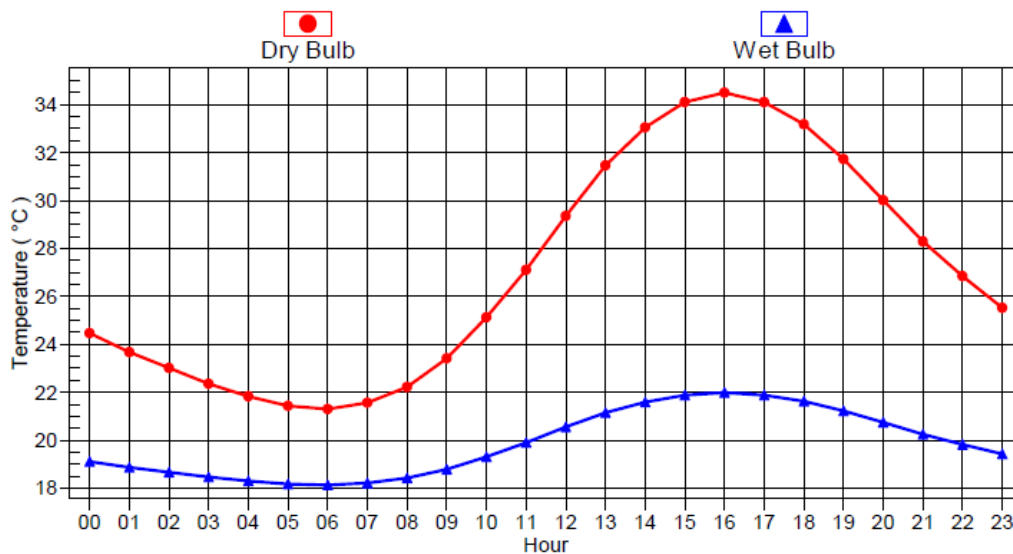


Figura 15 - Relatório Design Temperature Profile para o mês de Julho

Solar Profiles for Monday, July 1 (day 182) thru Wednesday, July 31 (day 212)

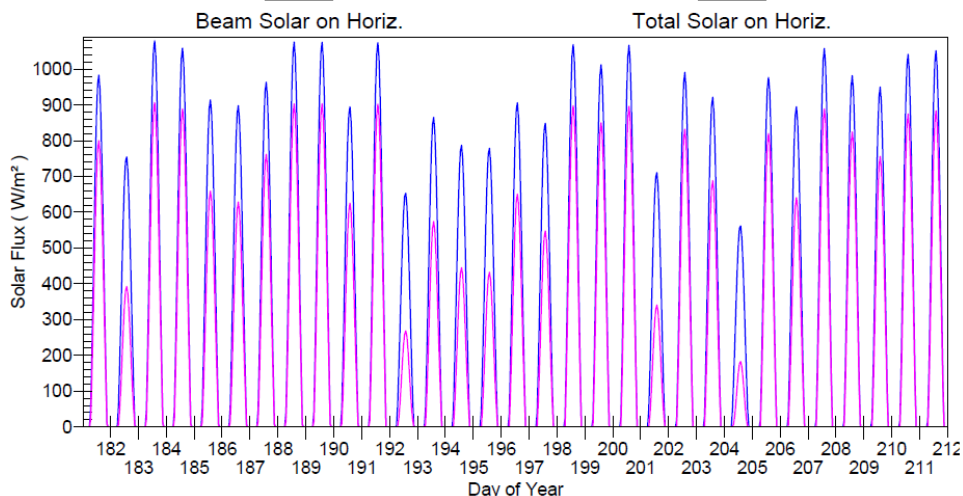


Figura 166 - Relatório Simulation Weather Solar Graph para o mês de Julho

Temperature Profiles for Monday, July 1 (day 182) thru Wednesday, July 31 (day 212)

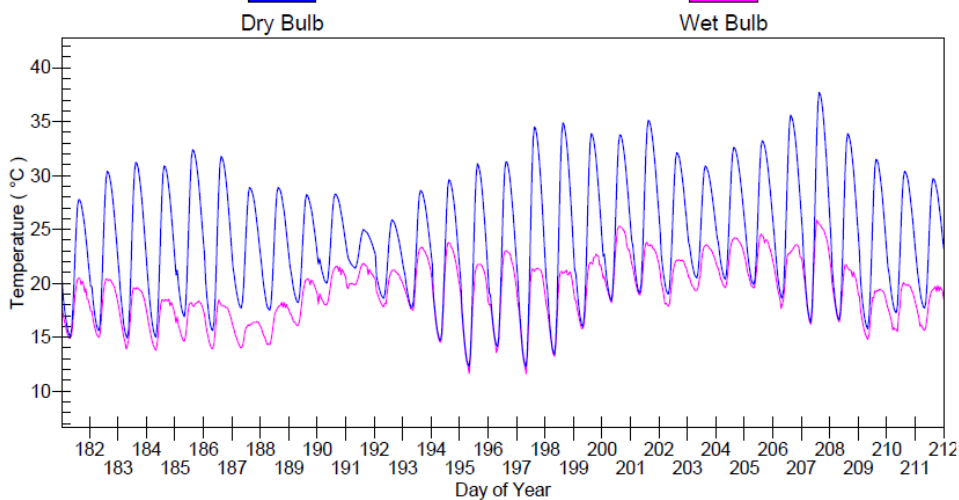


Figura 177 - Relatório Simulation Weather Temperature Graph para o mês de Julho

➤ *Menu Spaces*

Neste menu pretende-se caracterização do edifício a climatizar. Esta caracterização pressupõe a descrição das envolventes físicas do edifício e das suas propriedades térmicas, a definição de perfis térmicos, de ocupação, de cargas térmicas interiores e de iluminação para o espaço, sendo neste caso de estudo o correspondente à área de vendas.

Estas condições, em conjunto com as condições requeridas no seu interior conduzem a necessidades de renovações de ar interior e de dissipação térmica das cargas provenientes dos perfis definidos.

Antes do preenchimento deste menu é necessário introduzir os elementos construtivos do espaço a caracterizar, como as paredes exteriores, paredes interiores, cobertura, pavimento e vãos envidraçados.

Para a parede exterior, tomou-se como referência uma parede dupla de alvenaria com isolamento térmico a preencher a totalidade do espaço de ar, considerando os valores de condutibilidade térmica indicados na Informação Técnica de Edifícios nº 50 (ITE50), publicada pelo LNEC.

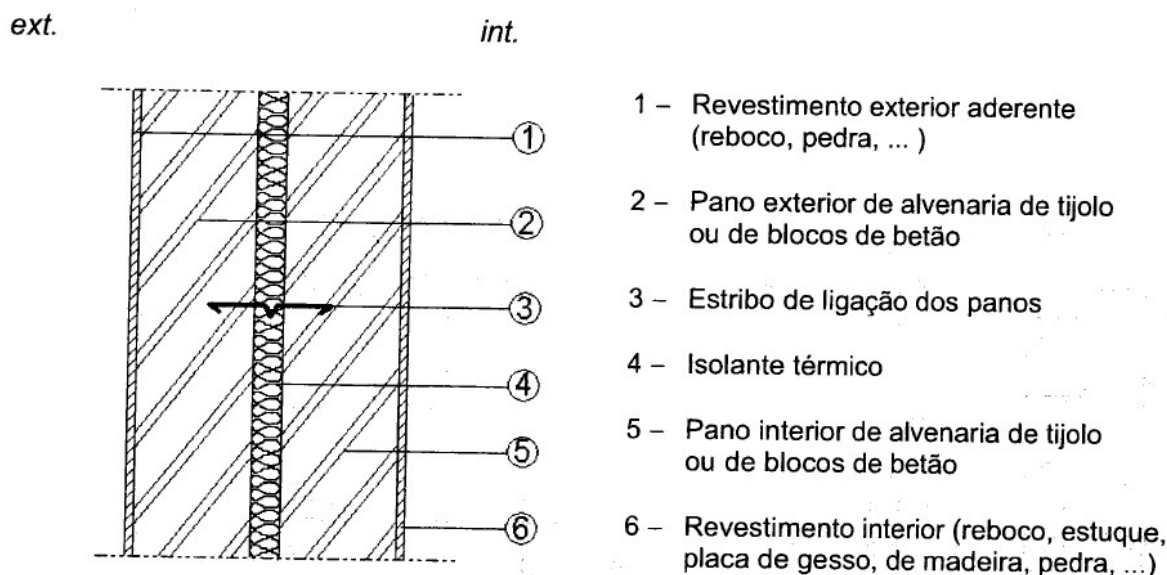


Figura 18 - Elementos construtivos da parede exterior [13]

Tabela 32 - Cálculo da condutibilidade térmica da parede exterior geral [13]

Parede Exterior Geral (alvenaria)				
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
Resistência Interior	-	-	0,130	0,651
Estuque Tradicional	0,010	0,57	0,018	
Alvenaria de Tijolo Cerâmico	0,110	0,41	0,270	
Isolamento XPS	0,030	0,037	0,801	
Alvenaria de Tijolo Cerâmico	0,110	0,38	0,270	
Reboco Tradicional	0,010	1,30	0,008	
Resistência Exterior	-	-	0,040	

Wall Properties - [Parede Exterior Geral]

Wall Assembly Name: Parede Exterior Geral

Outside Surface Color: Light Absorptivity: 0.450

Layers: Inside to Outside	Thickness mm	Density kg/m ³	Specific Ht. kJ/kg/K	R-Value m ² .K/W	Weight kg/m ²
Inside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,13000	0,0
Estuque Tradicional	10,000	720,8	1,34	0,01800	7,2
Alvenaria Tijolo Cerâmico	110,000	1922,2	0,84	0,27000	211,4
Isolamento XPS	30,000	32,0	0,92	0,80100	1,0
Alvenaria Tijolo Cerâmico	110,000	1922,2	0,84	0,27000	211,4
Reboco Tradicional	10,000	720,8	1,34	0,00800	7,2
Outside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,04000	0,0
Totals	270,000			1,54	438,3

Overall U-Value: 0.651 W/m²/K

OK Cancel Help

Figura 19 - Dados da parede exterior geral no software HAP

Para a parede interior, tomou-se como referência uma parede simples de alvenaria sem isolamento térmico, considerando os valores de condutibilidade térmica indicados na ITE50.

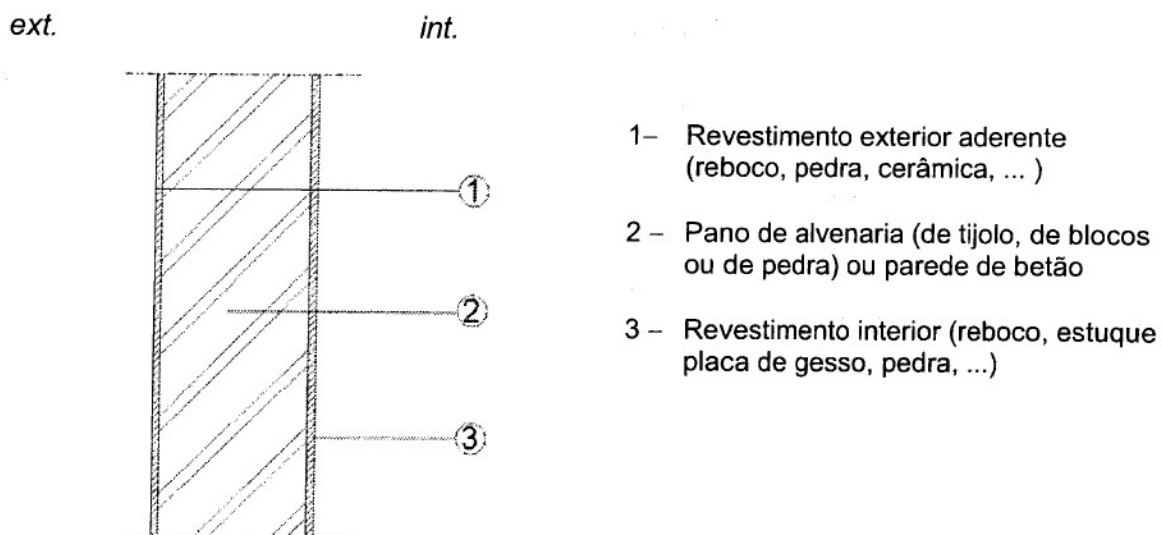


Figura 20 - Elementos construtivos da parede interior [13]

Tabela 33 - Cálculo da condutibilidade térmica da parede interior [13]

Parede Interior (alvenaria)				
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
Resistência Interior	-	-	0,130	1,227
Estuque Tradicional	0,010	0,57	0,018	
Alvenaria de Tijolo Cerâmico	0,220	N.D.	0,520	
Estuque Tradicional	0,010	0,57	0,018	
Resistência Interior	-	-	0,130	

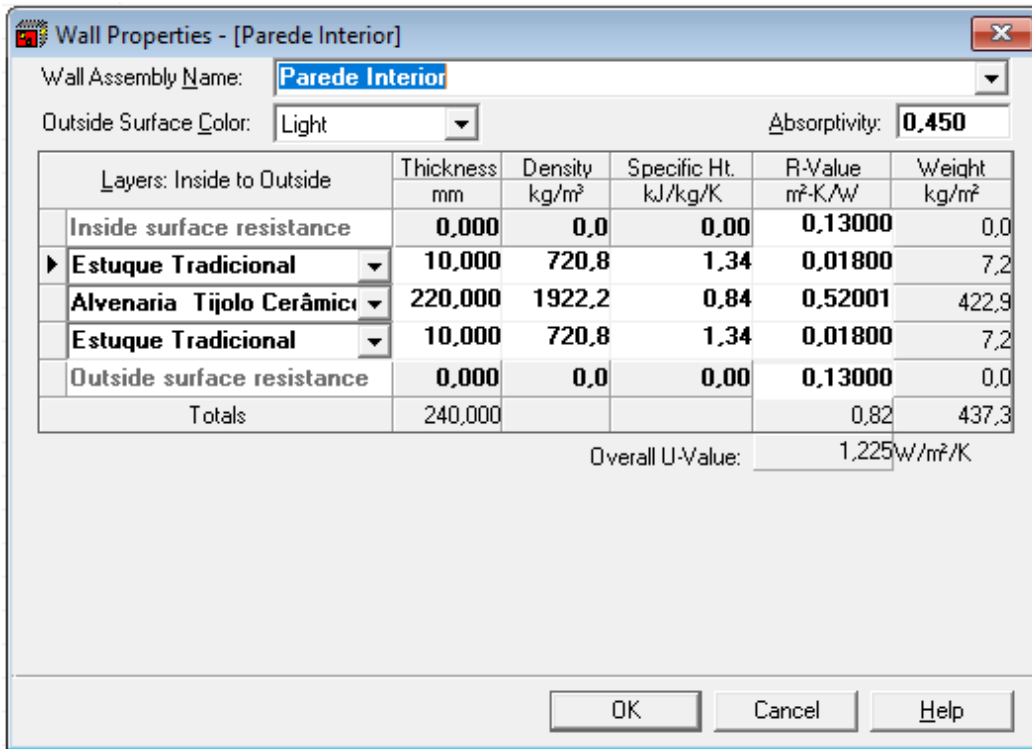


Figura 21 - Dados da parede interior no software HAP

Para a cobertura, tomou-se como referência uma cobertura horizontal com isolamento térmico no exterior, considerando os valores de condutibilidade térmica indicados na ITE50.

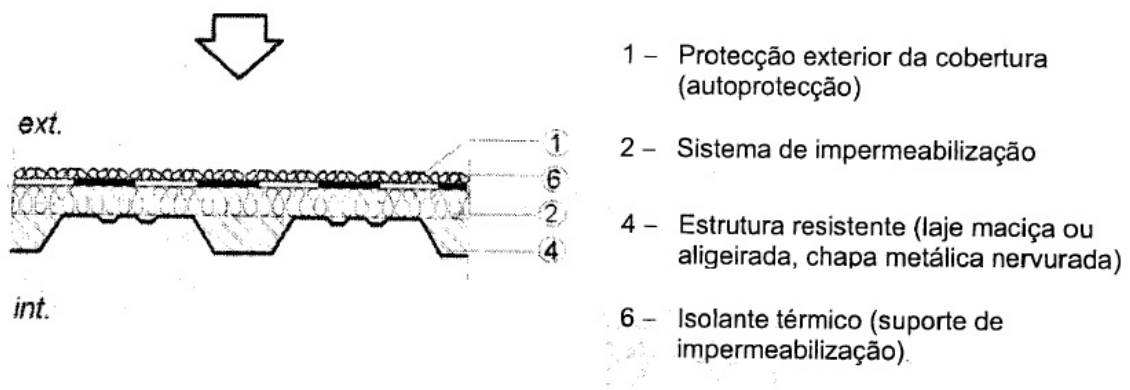


Figura 22 - Elementos construtivos da cobertura [13]

Tabela 34 - Cálculo da condutibilidade térmica da cobertura exterior [13]

Cobertura Exterior				
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)
Resistência Interior	-	-	0,170	0,337
Chapa nervurada	0,001	50,000	0,000	
Isolamento	0,100	0,042	2,500	
Tela Asfáltica	0,013	1,150	0,253	
Resistência Exterior	-	-	0,040	

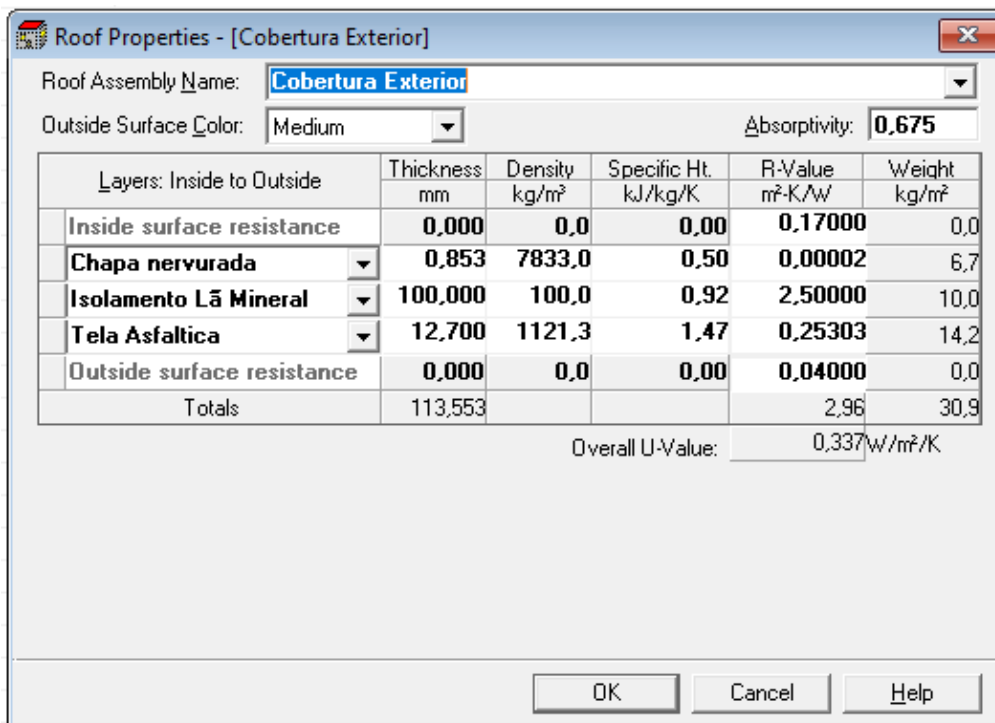


Figura 23 - Dados da cobertura exterior no software HAP

Para os vãos envidraçados considerou-se vidro duplo com caixa-de-ar, corte térmico e caixilharia metálica. Como o *software* já dispõe uma base de dados para a seleção dos vãos

envidraçados, selecionaram-se os elementos de forma a que o valor do coeficiente de transmissão térmica seja o mais próximo possível do indicado na ITE50.

Tipo de vão envidraçado	Número de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar [mm]	$U_w^{(1)}$ [W/(m ² . °C)]	$U_{wdn}^{(2)}$ [W/(m ² . °C)]		
					Dispositivo de oclusão nocturna		
					Cortina interior opaca	Outros dispositivos	
Com permeabilidade ao ar elevada	Com permeabilidade ao ar baixa						
Simples (1 janela)	1 (vidro simples)	fixa, giratória ou de correr	—	5,4	4,5	4,1	3,6
	2 (vidro duplo)		6	3,7	3,3	3,1	2,7
			16	3,3	2,9	2,8	2,5
		16 low e ⁽³⁾	3,0	2,7	2,6	2,3	

Figura 24 - Condutibilidade térmica de elementos envidraçados [13]

Figura 25 - Dados do elemento envidraçado no software HAP

Definidos os elementos construtivos a considerar na análise do edifício, ainda antes de preencher o menu *Spaces*, deve-se definir os perfis de utilização do espaço. Para isso tem-se

como base o indicado no Anexo XV (Padrões de referência de utilização dos edifícios) do Decreto-Lei nº79/2006 de 4 de Abril. [14][15]

Este documento especifica quais os padrões de referência a considerar para ocupação, iluminação e equipamentos no caso específico de Hipermercados.

Para além destes perfis, também fornece outros dados que foram tomados em conta no preenchimento dos dados de entrada necessários no *software*, nomeadamente os abaixo indicados na tabela 35.

Tabela 35 - Dados a considerar no balanço térmico da área de vendas [14]

Ocupação	5m ² /Ocupante
Equipamento	13w/m ²
Sistemas de frio	6W/m ²

A partir da densidade de ocupação do espaço acima indicada é possível estimar o número de ocupantes e conseqüentemente o caudal de ar novo necessário para o espaço, como será demonstrado mais a frente.

O termo “Equipamento” indicado na tabela 35 corresponde a todos os equipamentos elétricos existentes na loja, como por exemplo as caixas de *Check-Out*, televisores, aparelhos de limpeza entre outros.

Os sistemas de frio acima referidos considera-se serem móveis expositores de frio e do tipo autónomos, ou seja, com circuito frigorífico completamente integrado no móvel, dissipando calor para o espaço em que está inserido, nomeadamente a área de vendas.

Apresentam-se abaixo os perfis considerados para a ocupação, iluminação e utilização de equipamentos, retirada do documento anteriormente indicado.

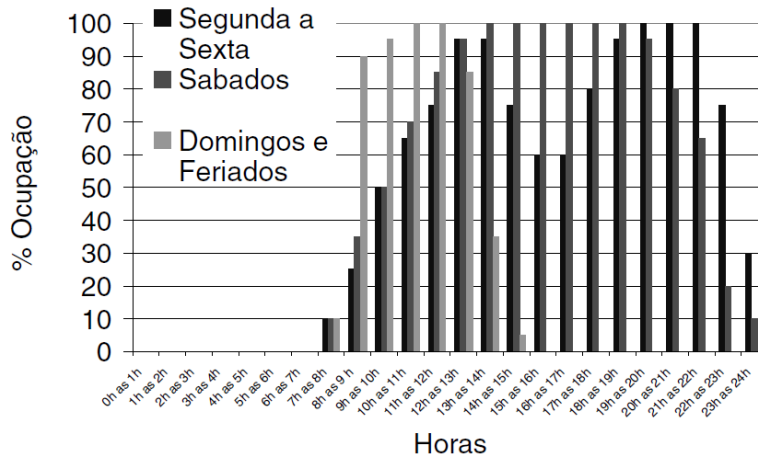


Figura 26 - Perfil de ocupação para supermercados [14]

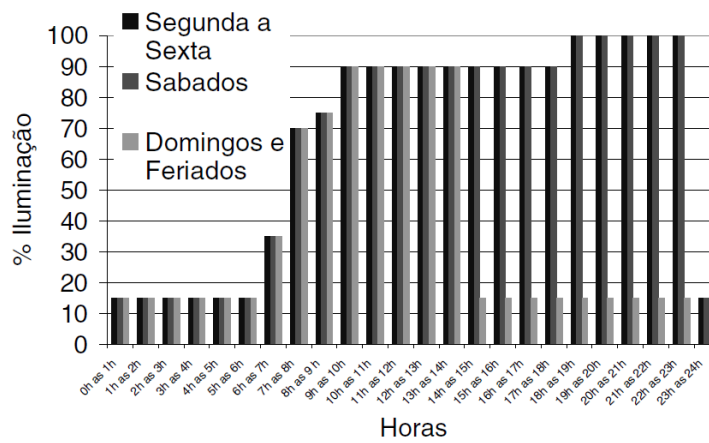


Figura 27 - Perfil de iluminação para supermercados [14]

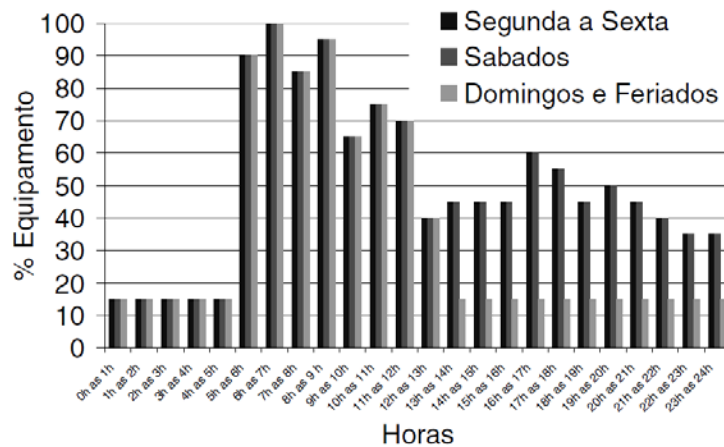


Figura 28 - Perfil de funcionamento de equipamentos para supermercados [14]

Definidos todos estes dados, podemos agora proceder ao preenchimento no menu *Spaces*, conforme abaixo descrito.

- *General*

Neste separador, os dados a preencher começam pela área associada ao espaço que estamos a analisar que, conforme indicado anteriormente é de 1200m². Para além deste valor, é necessário indicar qual o pé direito médio do espaço que, para este caso de estudo se considerou ser de 6 metros. Indica-se também o tipo de construção do edifício a qual se considerou ser do tipo médio. O tipo de utilização não é preenchido pois mais tarde serão associados os perfis de utilização criados anteriormente e serão associados a esta simulação mais tarde. O caudal de ar novo indicado corresponde ao retirado da Tabela I.04 - Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida à ocupação da Portaria nº353-A/2013 de 4 de Dezembro, no qual se refere que para edifícios de atividade comercial, nomeadamente Lojas e similares, o caudal mínimo de ar novo deverá ser de 30 m³/(h.ocupante), o que corresponde a 8,3 L/(s.ocupante). [15]

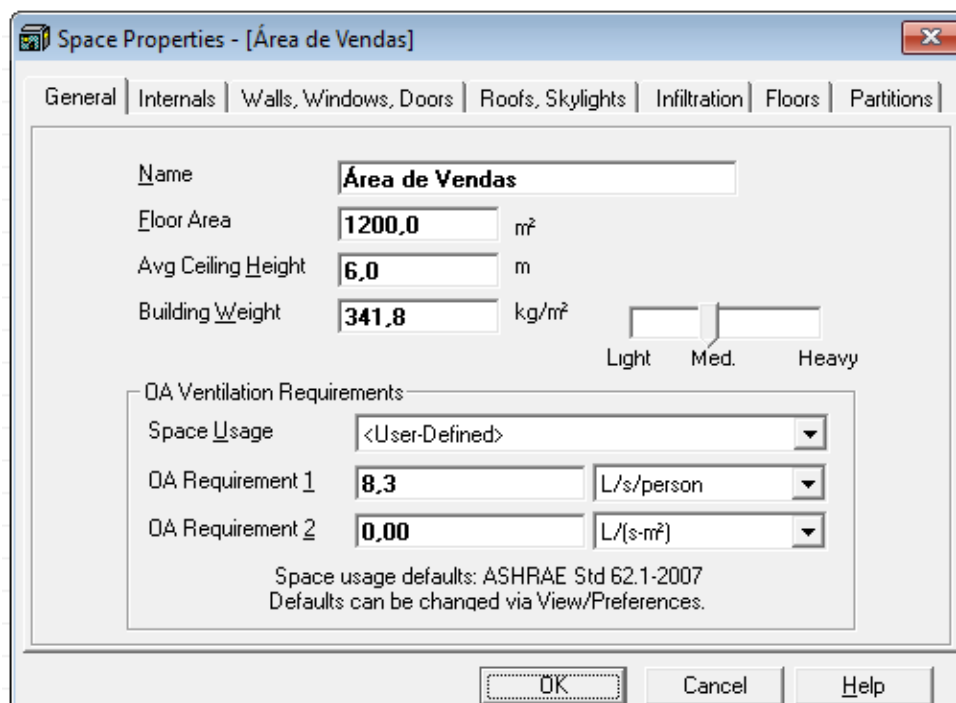


Figura 29 - Separador General do software HAP

- *Internals*

Neste separador pretende-se definir todas as cargas internas associadas ao volume de controlo, bem como introduzir os perfis de utilização que deverão ser associados às respetivas cargas térmicas a que correspondem.

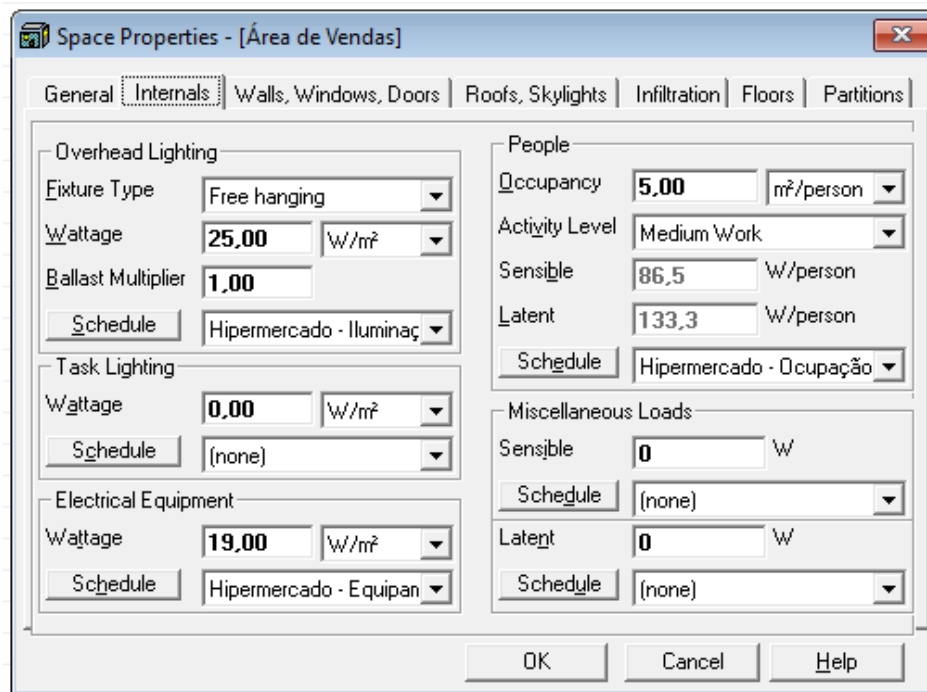


Figura 30 - Separador Internals do software HAP

- *Walls, Windows, Doors*

Neste separador introduzem-se os elementos construtivos definidos anteriormente, nomeadamente a parede exterior e parede interior.

Face à orientação considerada para o edifício, apenas as fachadas a Este e a Sul estarão expostas ao exterior. A fachada Norte e Oeste correspondem à separação física entre o exterior e estas, zona onde está inserido o espaço de armazém da superfície comercial.

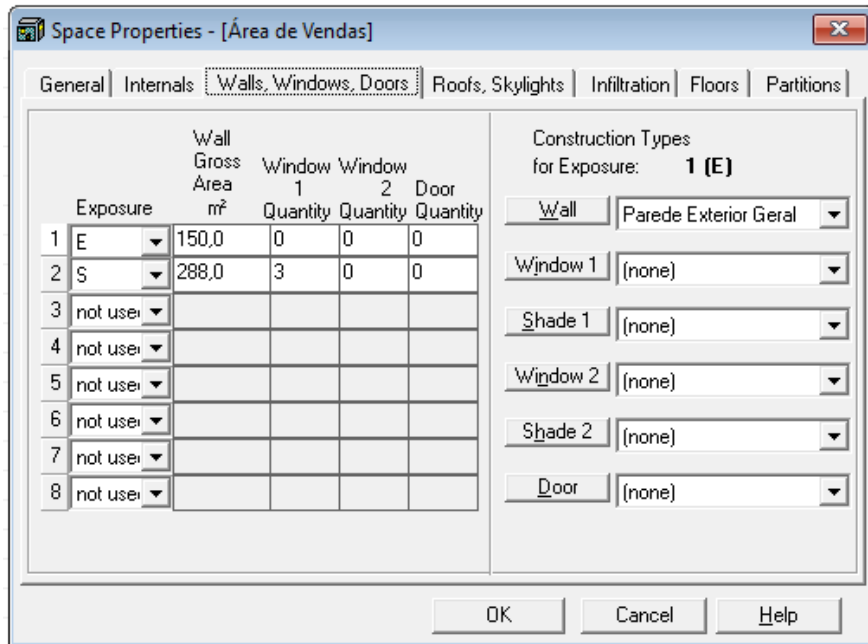


Figura 31 - Separador Walls, Windows, Doors do software HAP

- Roofs, Skylights

Neste separador associa-se a cobertura anteriormente criada a esta simulação. A mesma terá uma área idêntica à do espaço a analisar, bem como se considera ser paralela ao pavimento.

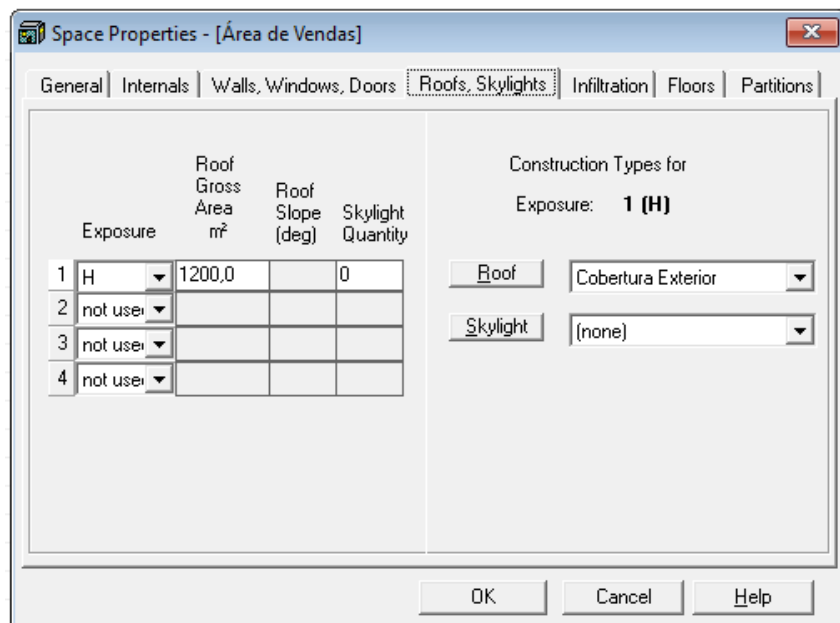


Figura 32 - Separador Roofs, Skylights do software HAP

- *Floors*

Neste separador preenche-se o coeficiente de transmissão térmica correspondente ao pavimento. Este valor, à semelhança dos outros elementos construtivos, foi retirado da ITE50. Para este caso de estudo considerou-se um pavimento de blocos de betão leve com isolamento térmico.

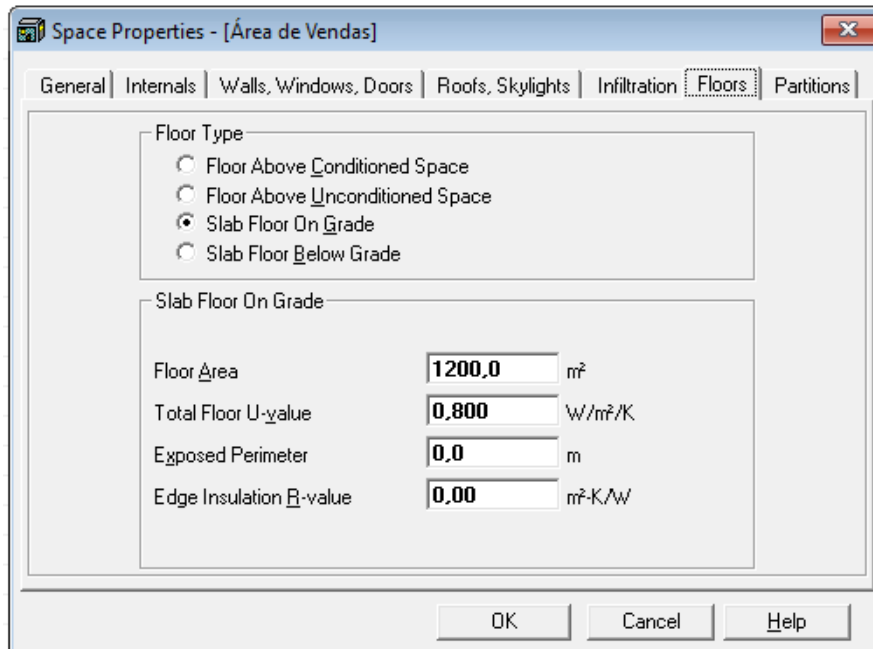


Figura 33 - Separador Floors do software HAP

- *Partitions*

Tal como indicado anteriormente no separador *Walls, Windows, Doors* existe uma separação física entre a área de vendas e o exterior, onde se insere o armazém. Esta separação, por ser considerada uma zona limítrofe entre espaço interior climatizado e espaço interior não climatizado, é considerado como uma partição. Desta forma, indica-se neste separador qual a área de parede correspondente a esta separação.

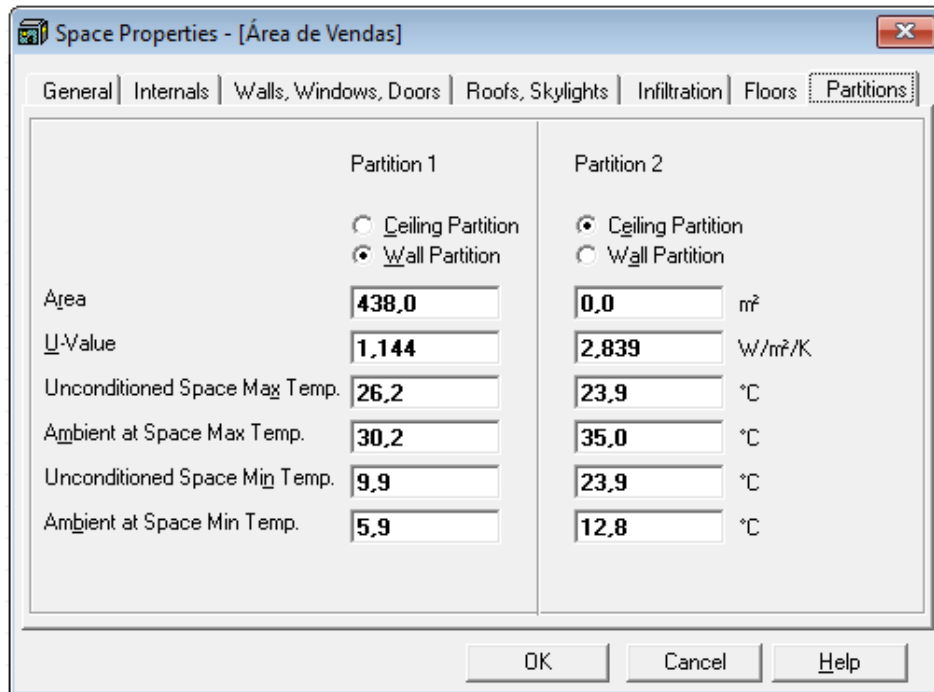


Figura 34 - Separador Partitions do software HAP

➤ Menu Systems

É neste menu que se define o tipo de sistema a dotar para garantir as condições de qualidade do ar interior necessárias para a área de vendas da superfície comercial.

- *General*

Neste separador é introduzido o nome do sistema UTA 1, bem como o tipo de equipamento, que neste caso é *Chilled Water Air Handling Units* pois trata-se de uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) equipada com baterias de aquecimento e arrefecimento a água.

É também definido o tipo de sistema de ventilação a adotar. Neste caso de estudo, considerando o facto de apenas se pretender analisar o espaço afeto à área de vendas, considera-se a aplicação de um sistema do tipo *Constant Air Volume – Single Zone*.

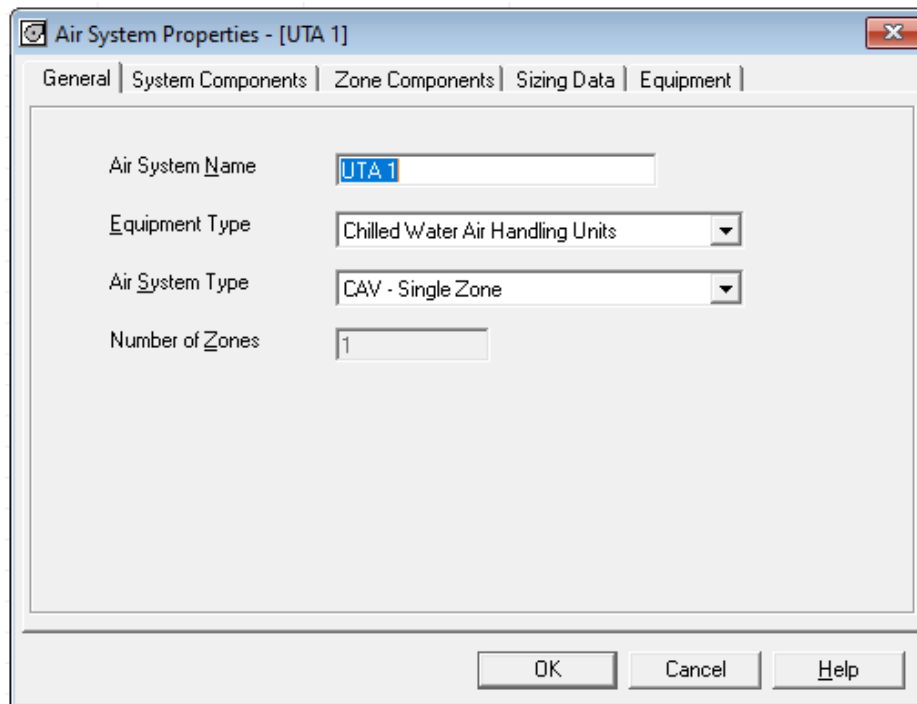


Figura 35 - Separador General do software HAP

- *System Components*

Neste separador são caracterizados os diversos componentes que integram a UTA, nomeadamente os elementos abaixo caracterizados. [12]

Ventilation Air – É definido qual o tipo de controlo relativo ao caudal de ar, sendo o mesmo definido como constante. O método de dimensionamento dos caudais de ventilação está definido como sendo o somatório dos diversos caudais de ar novo necessários, mas considerando o facto de apenas se estar a analisar uma única zona, este fator é irrelevante.

Define-se também que em caso de não ocupação do espaço, a UTA estará desligada, não existindo climatização fora do horário de ocupação atribuído ao espaço.

Considerou-se para o ar exterior uma concentração de CO₂ de 400ppm.

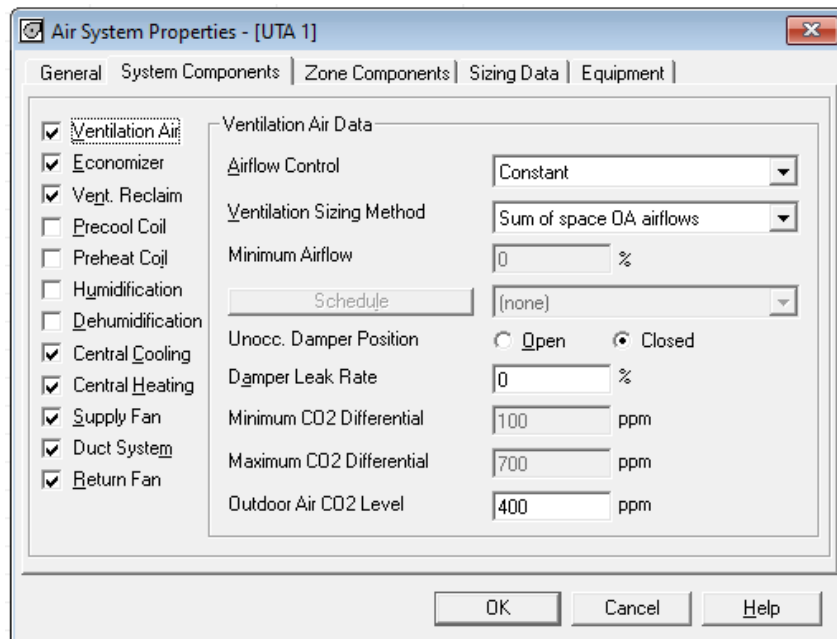


Figura 36 - Separador System Components – Ventilation Air do software HAP

Economizer – Aqui define-se qual o parâmetro de controlo para free-cooling, indicando também a banda de temperaturas em que o mesmo é admissível.

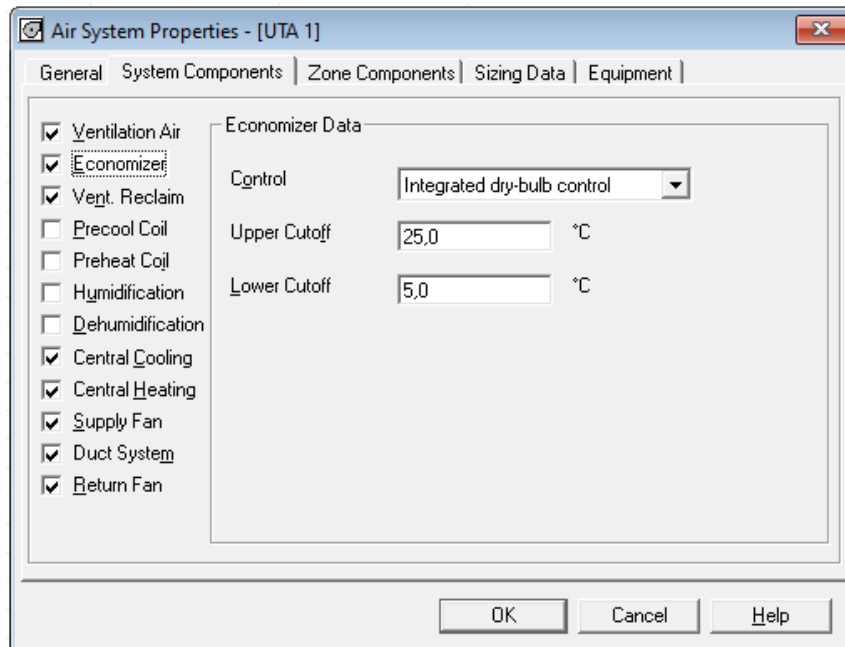


Figura 37 - Separador System Components – Economizer do software HAP

Ventilation Reclaim – Neste ponto é definido o tipo de recuperação térmica que se pretende na UTA. Como a mesma deverá ser equipada com um sistema de recuperação térmica do tipo Roda Térmica, esta deverá ter uma eficiência no mínimo de 73%, conforme definido no Regulamento Europeu n.º 1253/2014 de 7 de Julho. Para este caso de estudo considerou-se uma eficiência de recuperação de 75% e um motor elétrico acoplado com um consumo de cerca de 0,25kW. O objetivo deste recuperador será o de conseguir captar calor sensível do ar interior do espaço que está a ser removido pelo ventilador de extração da UTA e disponibilizar essa parcela de calor sensível como pré-tratamento do ar exterior antes de este passar pelas baterias de aquecimento e arrefecimento, processo que deverá estar disponível durante todo o ano.

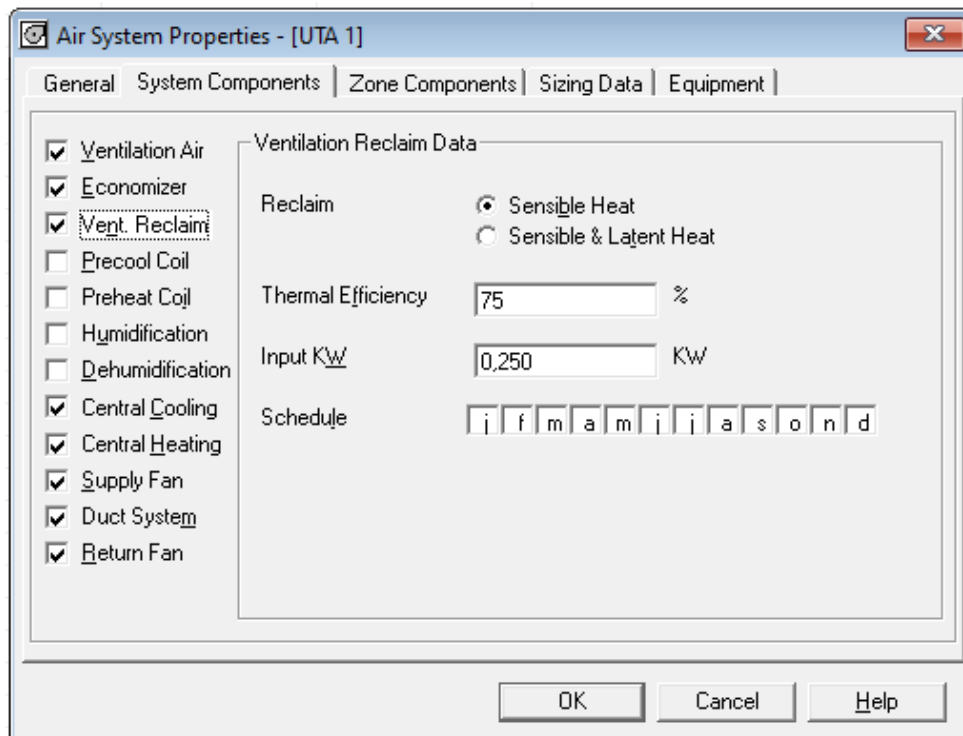


Figura 38 - Separador System Components – Ventilation Reclaim do software HAP

Central Cooling – São definidos os parâmetros segundo os quais a bateria de arrefecimento irá funcionar. Considerou-se uma temperatura do ar de insuflação de 14,4°C e um fator de *bypass* da bateria de 0,1. Sendo o sistema de arrefecimento por água gelada através do permutador de placas existente no ciclo de refrigeração. Seleciona-se a opção *Chilled Water*. Quanto ao período de funcionamento, considerou-se que a UTA está em funcionamento durante todo o ano e conseqüentemente a bateria de arrefecimento também. O controlo da mesma será feito através do caudal de água que é modulado de forma a controlar a capacidade de arrefecimento da bateria.

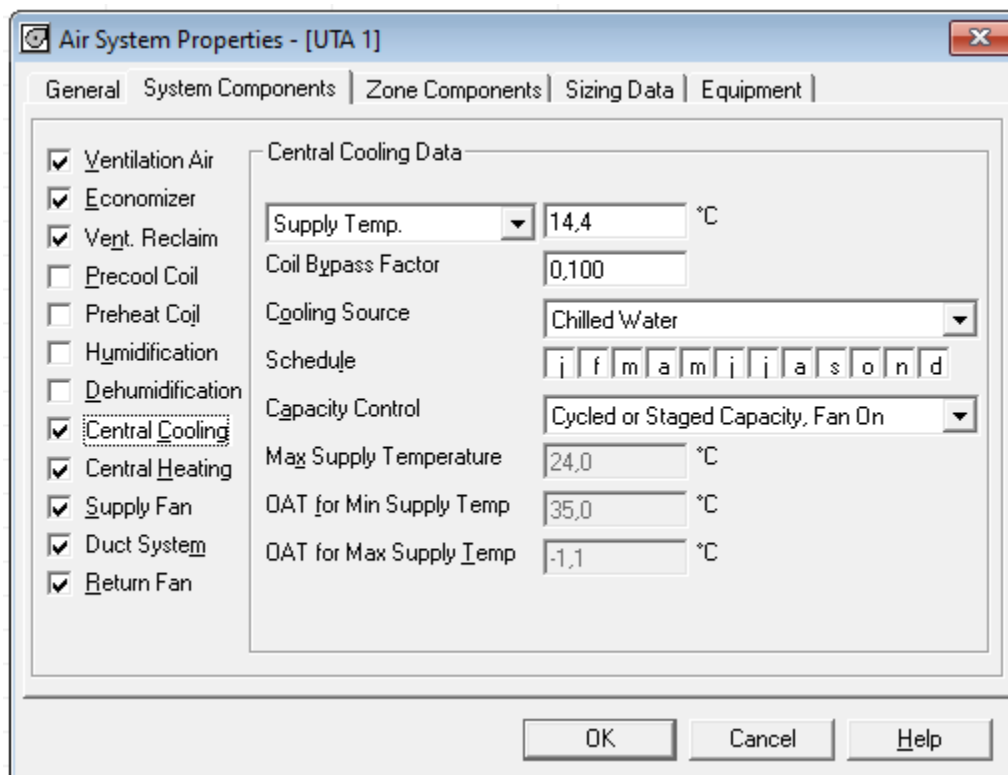


Figura 39 - Separador System Components – Central Cooling do software HAP

Central Heating – As considerações são as mesmas que a bateria de arrefecimento, com exceção de dois parâmetros, nomeadamente a temperatura de insuflação que, neste caso, é de 35°C e o período de funcionamento da bateria que se considera desativada durante os períodos de temperatura do ar exterior mais elevada, sendo neste caso o período compreendido entre os meses de Junho e Agosto.

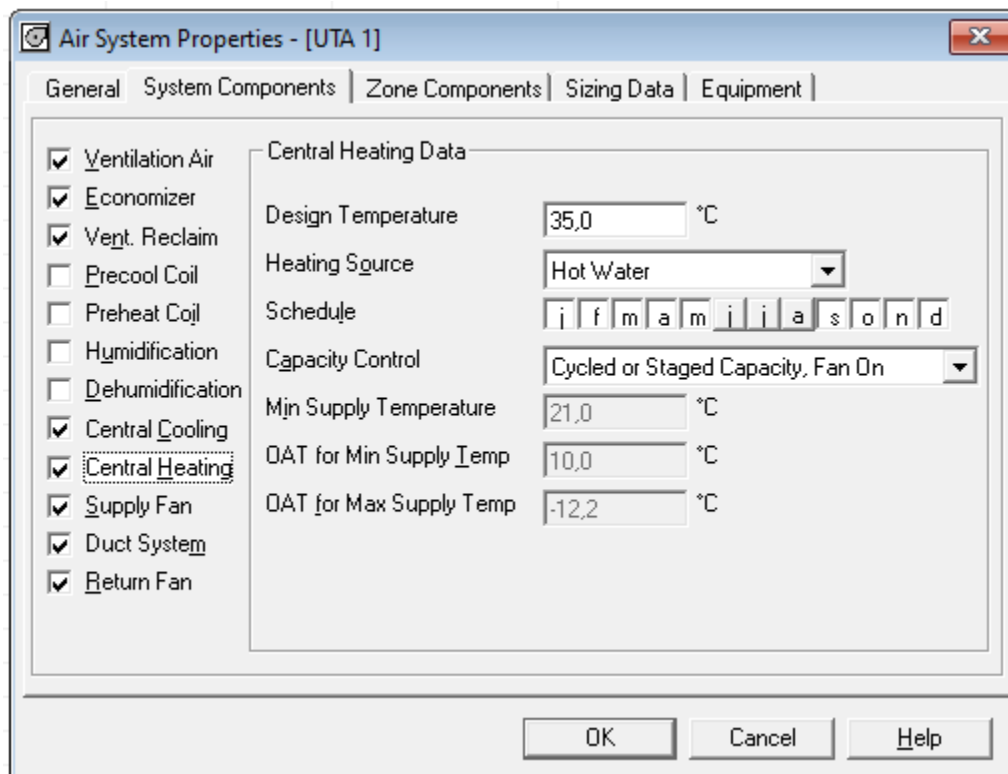


Figura 40 - Separador System Components – Central Heating do software HAP

Supply Fan – Neste ponto é caracterizado o tipo de pás do ventilador, que para esta UTA se considerou ser do tipo *Forward Curved* com uma eficiência de 65%. Estimou-se uma pressão estática de 1400Pa de acordo com o calculado no Anexo 7, associada a toda a rede de condutas bem como todos os componentes internos da UTA como as baterias e os elementos de filtragem.

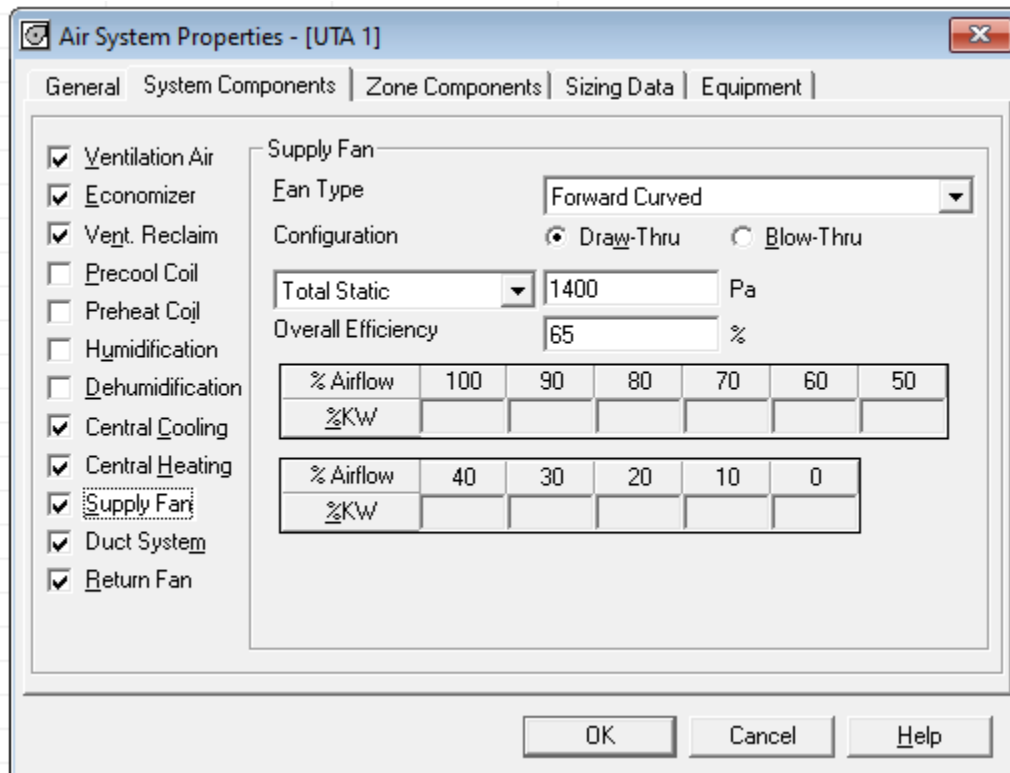


Figura 41 - Separador System Components – Supply Fan do software HAP

Duct System – Este ponto é deixado em branco, selecionando-se apenas a opção *Ducted Return* pois considera-se que o ar de retorno é conduzido até à UTA por uma rede de condutas.

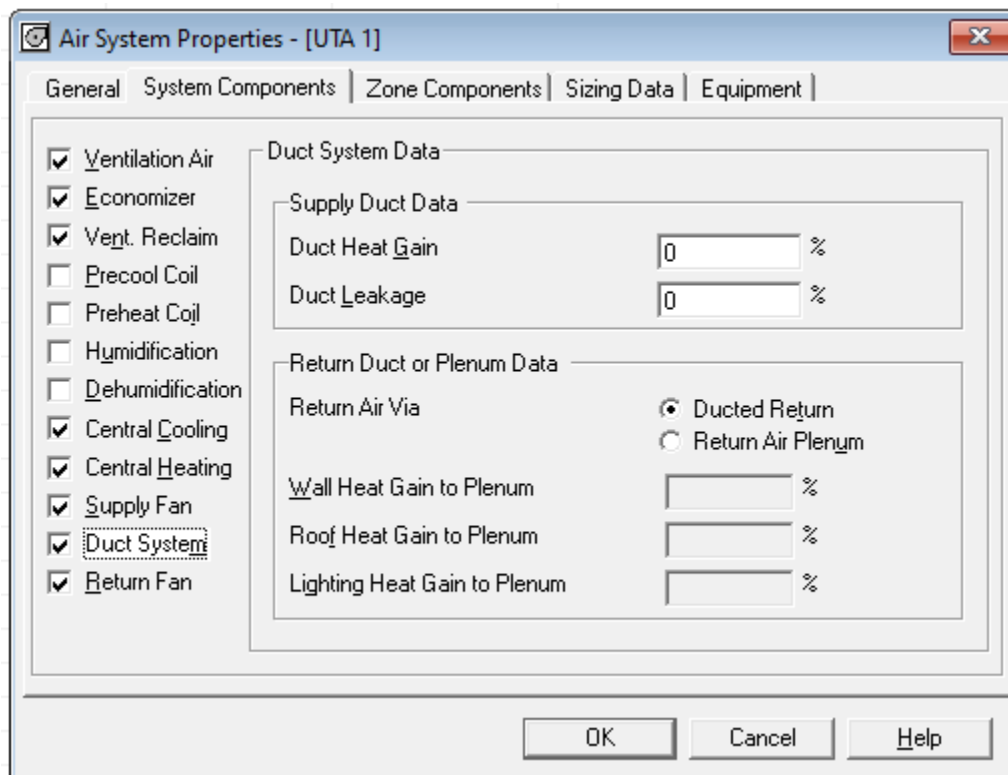


Figura 42 - Separador System Components – Duct System do software HAP

Return Fan - As considerações são as mesmas que o ventilador de insuflação com exceção de dois parâmetros, nomeadamente a perda de carga que se considera ser de 1100Pa, conforme calculado no Anexo 7, e a eficiência do ventilador que será de cerca de 48%.

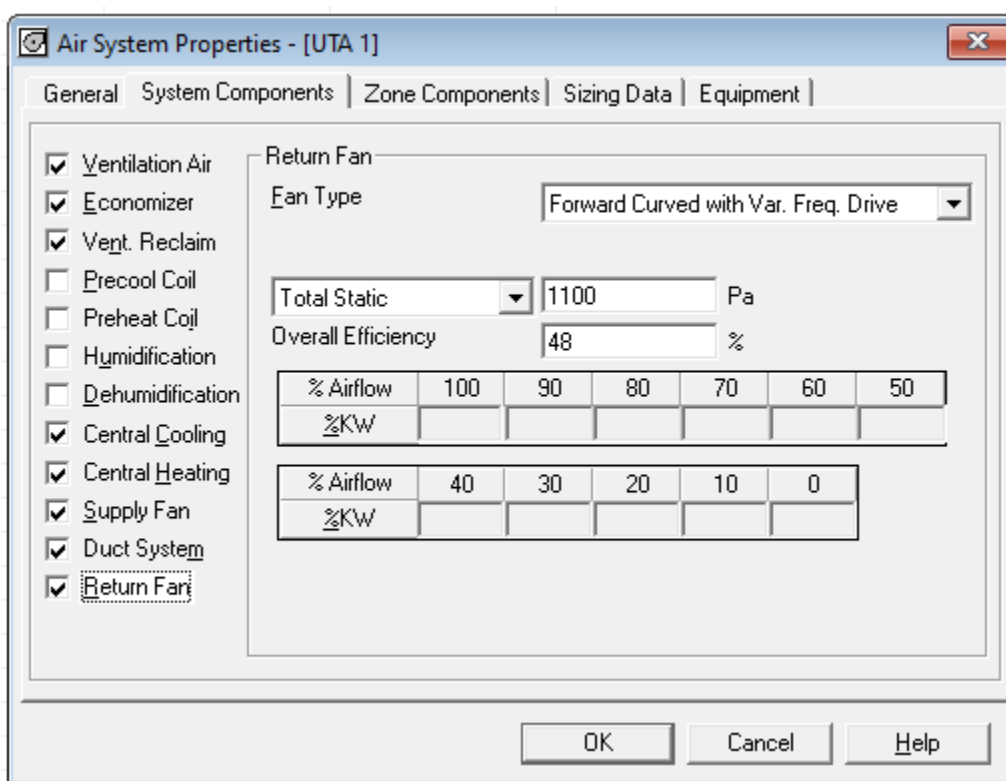


Figura 43 - Separador System Components – Return Fan do software HAP

- *Zone Components*

Spaces – Neste ponto são adicionadas as zonas a tratar pela UTA, sendo neste caso de estudo apenas a área de vendas.

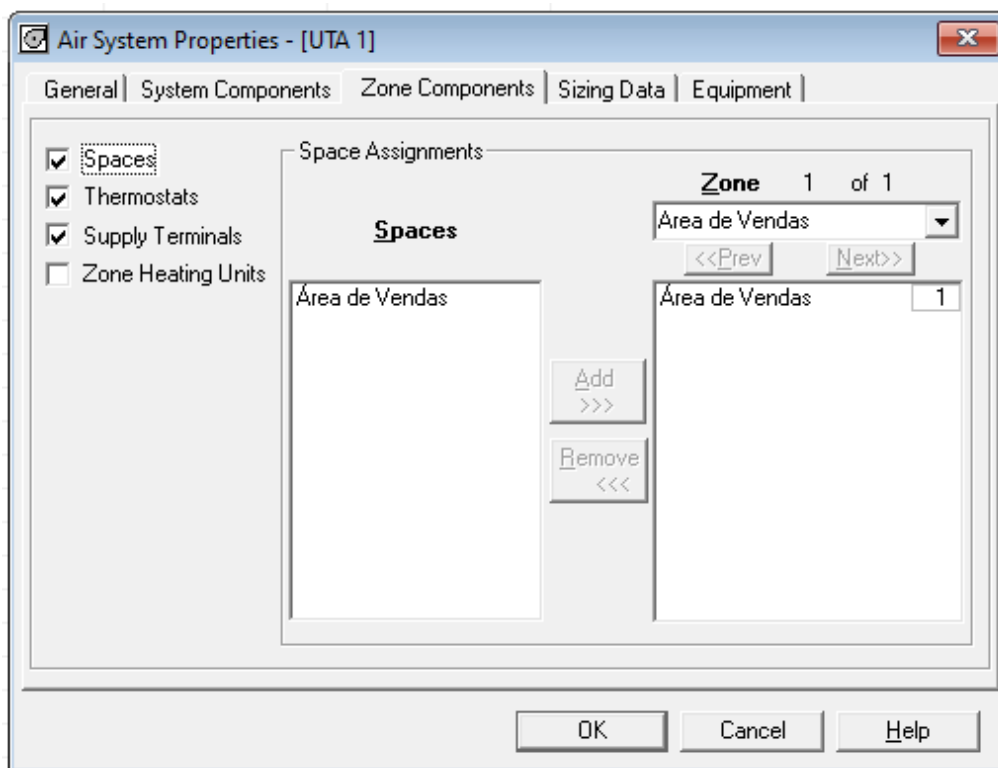


Figura 44 - Separador Zone Components - Spaces do software HAP

Thermostats – Neste ponto são estabelecidos os *setpoints* de arrefecimento e de aquecimento para o espaço em análise, podendo variar em $\pm 1^\circ\text{C}$ como se pode observar em *T-stat Throttling Range*”.

Para a área de vendas, os *setpoints* pretendidos para verão e inverno são 25°C e 20°C , respetivamente. Com o intervalo anteriormente indicado, afetou-se com 1°C ambos os *setpoints*.

Associa-se também o perfil de ocupação como referência para o controlo de temperatura, não se admitindo climatização em períodos de não ocupação, conforme referido anteriormente.

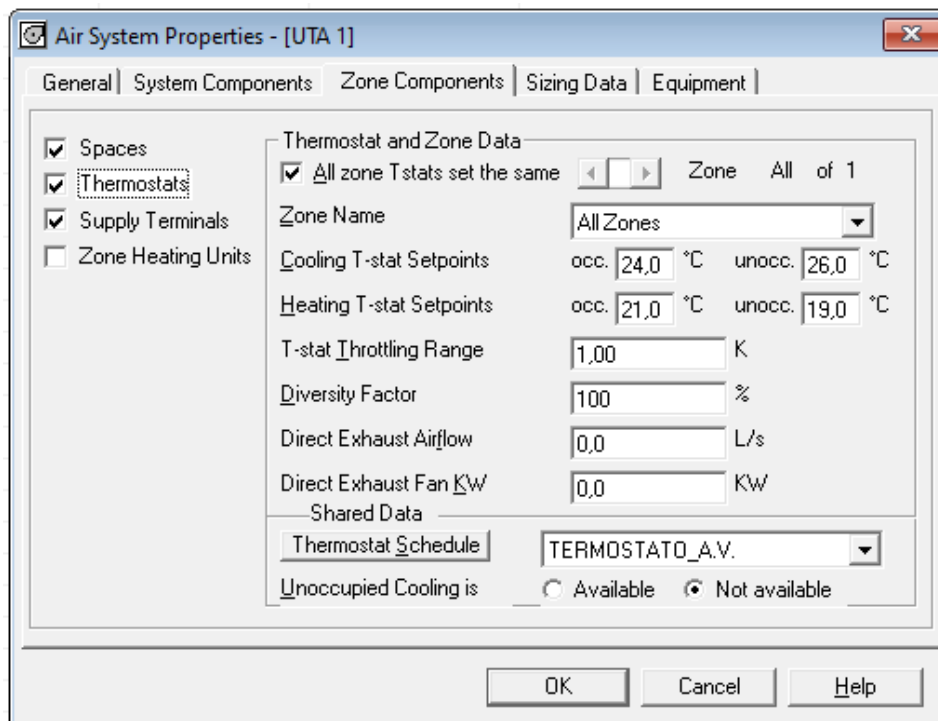


Figura 45 - Separador Zone Components - Thermostats do software HAP

Supply Terminals – Neste ponto pode definir-se o tipo de insuflação por zonas caso se tratasse de várias divisões com controlos diferentes, mas sendo neste caso estudo apenas uma única zona, considera-se a opção *All Zones*. No tipo de sistema terminal existem duas opções para seleccionar, podendo estas ser do tipo difusor simples ou difusor com reaquecimento, mas para este caso de estudo, considera-se a opção *Diffuser*, ou seja, sem reaquecimento.

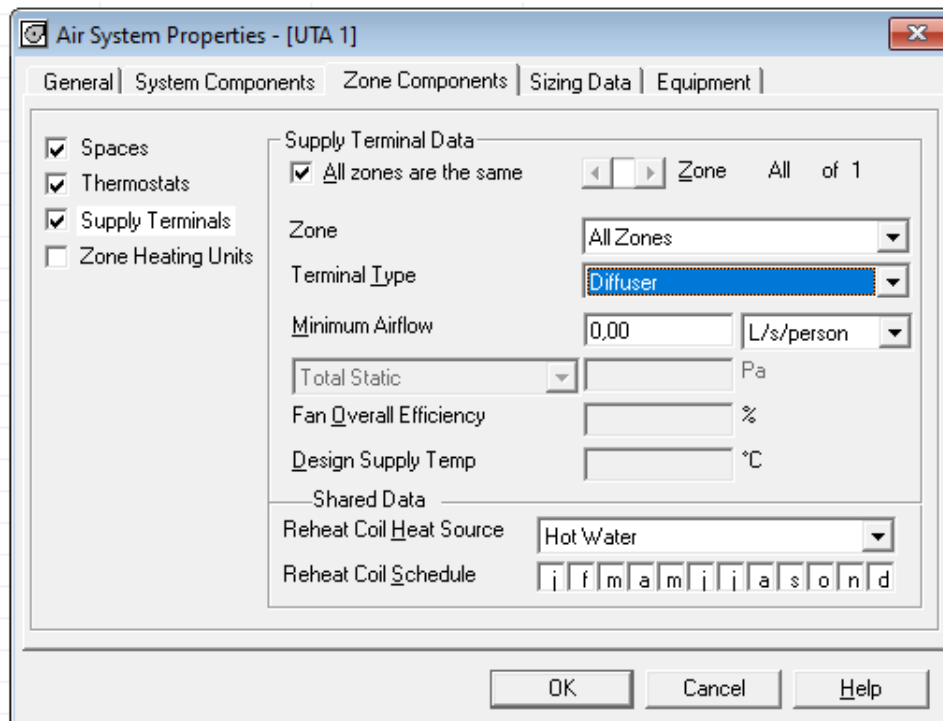


Figura 46 - Separador Zone Components - Supply Terminals do software HAP

- Sizing Data

Em *Sizing Data* encontram-se os pontos *System Sizing* e *Zone Sizing*. Neste último não se altera qualquer parâmetro. Em *System Sizing* introduz-se a variação de temperatura para o circuito de água fria e para a o circuito de água quente. Tipicamente, neste tipo de sistemas hidráulicos com recurso a um Chiller com recuperação de calor para produção de água arrefecida e água aquecida, estes circuitos trabalham com $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ e como tal introduz-se esta mesma variação de temperatura no *software*.

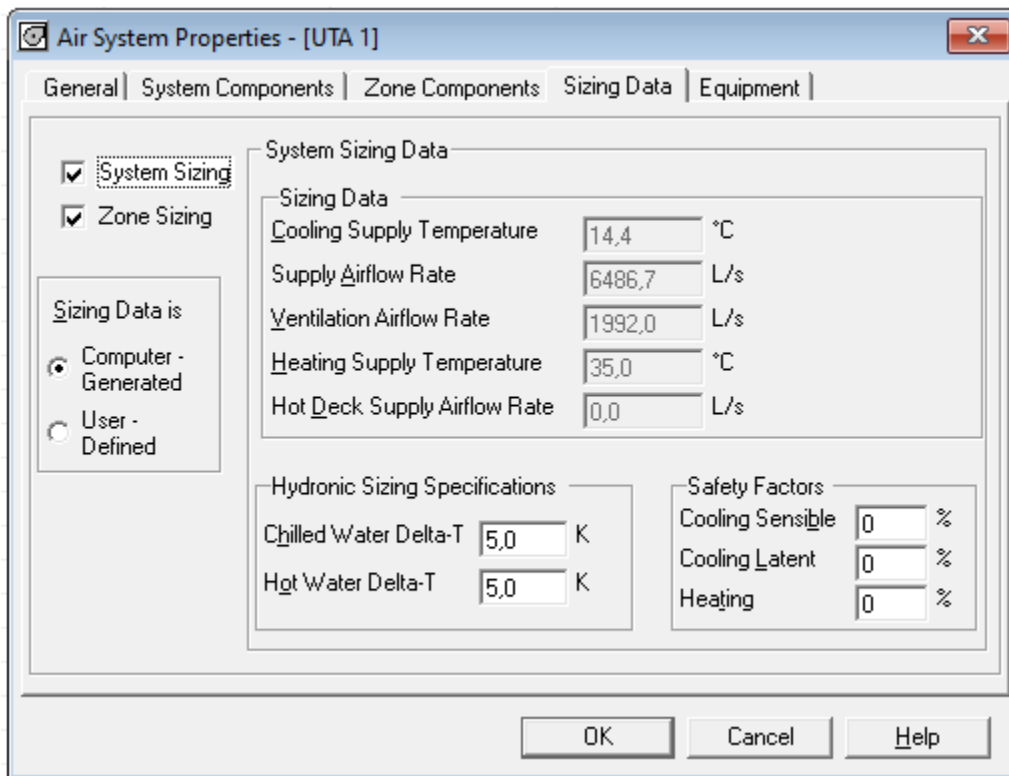


Figura 47 - Separador Sizing Data do software HAP

➤ Sistema de climatização

Como resultado do processo descrito anteriormente é possível obter um relatório conforme o Anexo 8 no qual encontramos, como resultado do balanço térmico calculado, as seguintes potências de aquecimento e arrefecimento.

Tabela 36 - Potência total necessária para a climatização da área de vendas

	Potência	
	Total [kW]	Específica [W/m ²]
Aquecimento	54,1	45,1
Arrefecimento	161,5	134,6

5.5 Descrição das soluções e sistemas

Analisando os cálculos anteriormente efetuados concluímos que, de acordo com os diferentes tipos de espaços a considerar, claramente se identifica que serão necessários três sistemas que, normalmente, seriam independentes, nomeadamente:

- Circuito de Refrigerados;
- Circuito de Congelados,
- Circuito de Climatização.

No caso de uma instalação de acordo com o que é considerado dentro do tradicionalmente aplicado, uma solução possível para esta instalação seria a implementação de duas centrais frigoríficas e uma central de Climatização.

Cada uma das centrais frigoríficas seria responsável por uma das gamas de temperaturas de evaporação existentes no sistema, isto é, uma correspondente ao ciclo de refrigerados e outra correspondente ao ciclo de congelados.

A central térmica seria responsável pela produção de água quente ou gelada para o ciclo de climatização, em função do regime de temperaturas necessário para os equipamentos terminais do ciclo de climatização.

Mas sendo o objetivo deste trabalho desenvolver uma solução integrada e criar uma solução alternativa que consiga centralizar o melhor possível estes três sistemas, é necessário definir as temperaturas necessárias para cada local, e a partir daí, analisar onde é possível criar algum aproveitamento energético entre os diversos sistemas. Para isso devemos avaliar quais as temperaturas que necessitamos nos espaços a considerar para as diversas instalações.

No caso das câmaras frigoríficas, podemos obter estes valores nas temperaturas de conservação dos diversos produtos.

Analisando as temperaturas necessárias observamos que, considerando para a temperatura de evaporação do ciclo de refrigerados um $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ relativamente à temperatura de conservação dos produtos, o pior caso será na câmara de peixe onde a temperatura de conservação do mesmo é de -1°C e conseqüentemente a respetiva temperatura de evaporação deverá ser de -6°C .

No ciclo de congelados, aplicando as mesmas considerações verifica-se que a temperatura de evaporação será de -23°C .

Para os circuitos de climatização que utilizam a água como fluido primário, as temperaturas tipicamente são de $45^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$ (Ida / Retorno) para o ciclo de inverno e de $7^{\circ}\text{C}/12^{\circ}\text{C}$ (Ida / Retorno) para o ciclo de verão. [12]

Avaliando estas temperaturas, observamos que, a temperatura de evaporação no ciclo de refrigerados é a que mais se aproxima da temperatura necessária para o ciclo de verão do circuito de climatização.

Como tal, a possível integração de circuitos de produção de frio poderá estar no aproveitamento da produção de uma gama de temperaturas mais baixas para o ciclo de refrigerados, considerando que a mesma unidade deverá ter ainda capacidade necessária para, através de um permutador de calor, arrefecer a água para climatização.

Para que tal seja possível, devemos então considerar a utilização de uma unidade produtora de água gelada para o ciclo de refrigerados (CH1).

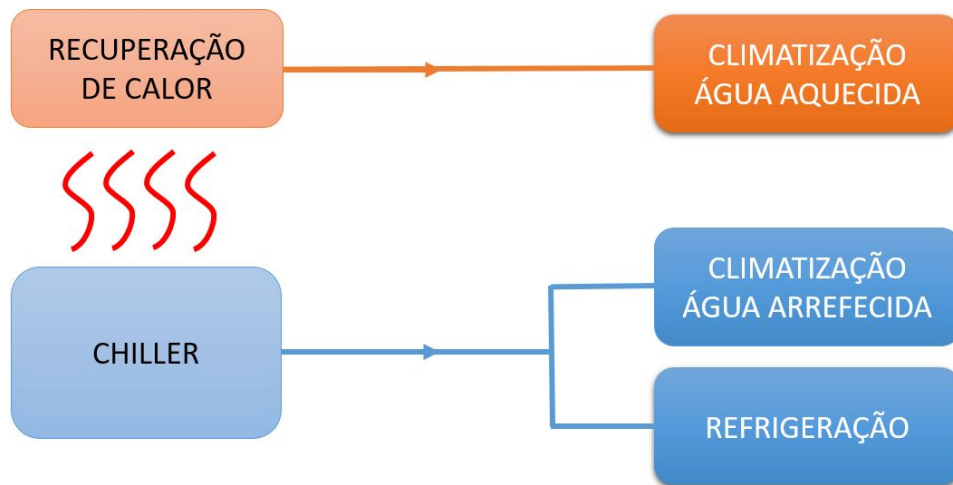


Figura 48 - Simplificação gráfica do sistema combinado

Utiliza-se assim água glicolada como fluido primário no ciclo de refrigeração. A água deverá ser arrefecida neste Chiller através de permutador de calor com recurso a um ciclo frigorífico utilizando um fluido frigorígeno.

Considerando também que, através da utilização de frigodifusores, vitrinas e expositores preparados para a utilização de água glicolada, nestes equipamentos dispomos de um $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ entre a ida e o retorno, após todos estes equipamentos teremos água a retornar a uma temperatura de -1°C .

Relembrando que a temperatura de ida do ciclo de verão é de 7°C , temos então uma diferença de temperatura de 8°C entre esta e o retorno do ciclo de refrigerados.

Poderíamos, assim, aproveitar esta diferença de temperaturas num permutador de calor e, desta forma, integrar o ciclo de verão do circuito de climatização no circuito de refrigerados.

Infelizmente, este tipo de aproveitamento faria com que a temperatura de retorno ao Chiller aumentasse para 4°C, o que inviabiliza a utilização do Chiller pois atualmente, de acordo com os diversos equipamentos disponíveis no mercado, estes não permitem um ΔT superior a cerca 8°C.

Portanto, a única alternativa a este tipo de recuperação será a integração da capacidade frigorífica necessária para o ciclo de verão do sistema de climatização na capacidade frigorífica do circuito de refrigeração. Esta solução é possível através também da utilização de um permutador de calor que, em vez de ser integrado na linha de retorno do fluido primário, terá de ser integrado no circuito de refrigeração como sendo mais um equipamento terminal, idêntico aos restantes frigidifusores, expositores e vitrinas.

Como a temperatura de entrada no permutador do lado do ciclo de refrigerados é de -1°C, para evitar congelamento da água do ciclo de verão, esta também deverá conter uma taxa de etilenoglicol, se bem que inferior à necessária para o ciclo de refrigerados.

Para modular a quantidade de fluido primário necessário para permutador de calor deverá ser instalada uma válvula de 3 vias motorizada com atuador modulante. Esta válvula irá limitar a quantidade de fluido que chega ao permutador em função das necessidades de arrefecimento do sistema de climatização. Este controlo deverá ser assegurado através de um sistema de gestão técnica centralizada, tendo como parâmetros controlo a medição do diferencial de temperatura entre a ida e o retorno do circuito de arrefecimento do sistema de climatização.

Relembrando que o sistema de refrigeração se baseia na utilização de um Chiller, este equipamento baseia-se na utilização de um circuito frigorífico onde o respetivo evaporador resume-se a um permutador de calor gás-água para o arrefecimento do fluido primário sistema de refrigeração. Neste mesmo circuito frigorífico, como qualquer outro através de um ciclo de vapor, existe calor que é necessário dissipar após o processo de compressão do fluido de trabalho. Considerando as necessidades de água quente para o ciclo de inverno do sistema de climatização, este calor que, através de um condensador normal seria rejeitado para a atmosfera, poderá ser a fonte de calor necessária para satisfazer este mesmo ciclo.

Conforme lecionado na U.C. de Refrigeração, é possível utilizar um equipamento no circuito frigorífico que consegue aproveitar este calor antes de ser dissipado no condensador denominado Dessobreaquecedor. [6]

Numa ótica mais pratica e enquadrada com o que no mercado atual estes equipamentos disponibilizam, o Dessobreaquecedor é na sua essência um permutador de calor que antecede o condensador do circuito frigorífico do Chiller e tem a capacidade de recuperar o calor gerado no processo de compressão do fluido, disponibilizando essa potência térmica para ser utilizada num sistema que necessite de água quente e trabalhe em paralelo ao de refrigeração.

Terá de ser um sistema paralelo ao de refrigeração porque, como é possível perceber tendo em consideração o circuito frigorífico em que este equipamento se baseia, esta potência térmica apenas é disponibilizada quando existe consumo por parte do circuito de refrigeração.

Os equipamentos existentes no mercado que possibilitam a integração deste tipo de recuperador, têm normalmente a sua capacidade escalonada em função da necessidade de calor e tendo como referência a potência total frigorífica do Chiller. Os escalões de potência disponibilizados normalmente são de 25% ou 50% da capacidade frigorífica do Chiller e chama-se, neste caso, Chiller com recuperação parcial. Existe também a possibilidade de o recuperador ser de 100% da capacidade frigorífica do Chiller, tendo neste caso a nomenclatura de Chiller com recuperação total.

Para o caso em estudo, considerando a capacidade total de refrigeração de 46,2kW e a capacidade de arrefecimento do circuito de climatização de 161,5kW, temos uma necessidade de arrefecimento total de 207,7kW. Contrapondo com a necessidade de aquecimento por parte do circuito de climatização de 54,1kW, verifica-se que um Chiller com recuperação parcial de cerca de 26% será suficiente para satisfazer as necessidades das três instalações em estudo.

Dirigindo a atenção para o circuito de climatização, este baseia-se na utilização de água quente e água fria e, portanto, serão necessários depósitos de inercia para acumular um determinado volume de água a estas temperaturas.

De forma a evitar a utilização de diversas bombas circuladoras para fazer a movimentação do fluido nos sistemas, ambos os depósitos deverão ser integrados na linha de ida de cada um dos circuitos, pois é nesta que se encontra a principal temperatura de trabalho e é a qual pretendemos armazenar. Desta forma, não criamos uma separação de circuitos primário e secundário, necessitando apenas de um grupo impulsor para cada circuito.

Por forma a não comprometer ambos os ciclos no caso de avaria destes grupos de impulsão, os mesmos deverão ter duplo corpo, fazendo alternância entre si, garantindo o mesmo número de horas de funcionamento para ambos os motores. Com isto, consegue-se efetuar uma redundância no sistema de forma a garantir a continuidade de resposta do mesmo em caso de avaria ou de necessidade de qualquer tipo de intervenção neste equipamento.

Conforme indicado anteriormente, para a distribuição de ar tratado pelo ciclo de climatização na área de vendas, considera-se a utilização de uma rede de condutas que se encontra ligada a unidades de tratamento de ar.

Por questões de espaço disponível nas áreas técnicas, bem como a uniformização da distribuição de ar tratado pela área de vendas considera-se a utilização de duas unidades de tratamento de ar. Estes equipamentos serão idênticos pois para o dimensionamento dos mesmos apenas se fará uma divisão equitativa das potências térmicas de aquecimento, arrefecimento e caudais de ar pelas duas UTAs.

No ciclo de congelados poderá ser adotada uma solução típica que compreende uma central de frio dedicada a esta gama de temperaturas, e os equipamentos terminais específicos para trabalhar com um fluido frigorigéneo.

Tal como no Chiller referido anteriormente, também neste ciclo frigorífico existe calor proveniente do processo de compressão do fluido e que será necessário dissipar. Existe portanto outra oportunidade de recuperação de energia neste ponto do ciclo.

Considerando o facto de ambos os ciclos do circuito de climatização já se encontram satisfeitos pelo circuito de refrigerados, uma possível interligação de outra necessidade de água quente neste ponto será a produção de águas quentes sanitárias (AQS), nomeadamente para os balneários dos trabalhadores da superfície comercial e, principalmente, para as seções

de lavagens da frente de frescos por questões higiénicas regulamentadas para este tipo de atividade.

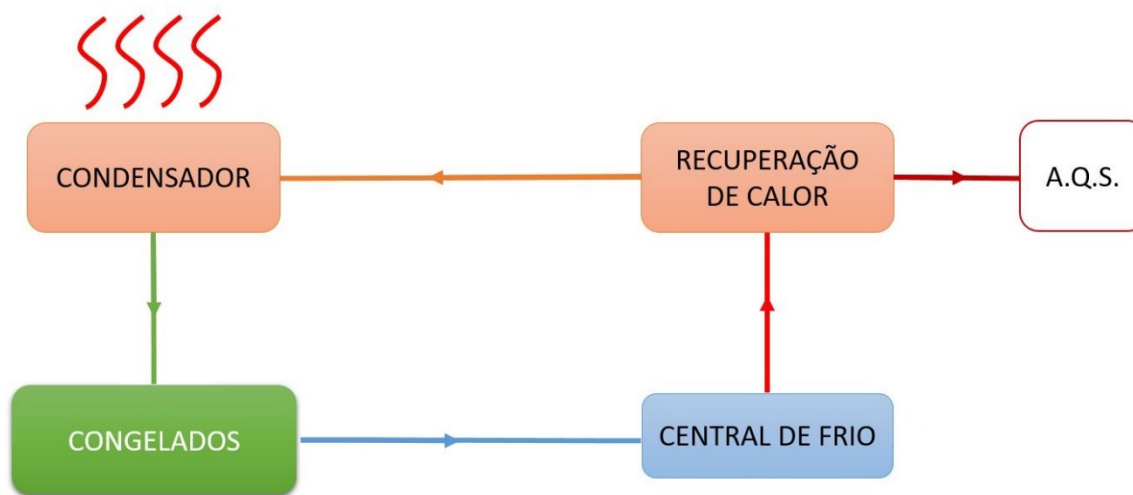


Figura 49 - Simplificação gráfica da produção de A.Q.S.

Para que tal seja possível, será então integrado um novo Dessobreaquecedor entre a descarga dos compressores e a entrada no condensador deste ciclo frigorífico

Este permutador será também do tipo gás-água no qual será ligado o circuito de AQS. Neste o seu fluido será movimentado por meio de um grupo de impulsão, também de dupla motorização, que fará circular esta água aquecida no permutador pelo interior de uma serpentina que percorre o interior de um depósito de acumulação previsto apenas para esta necessidade, aquecendo todo o seu volume de água.

A utilização de esta forma de aquecimento indireto deve-se pelo facto de o volume de água que se pretende aquecer é para um sistema aberto de consumo de água, devendo evitar-se a todo o custo ter água da rede sem qualquer tratamento químico a trocar calor diretamente no permutador instalado no circuito frigorífico por questões higiénicas, pois qualquer defeito no mesmo poderia comprometer a qualidade da água que se pretende ser de consumo, bem como pela manutenção do bom funcionamento do equipamento, evitando a acumulação de depósitos de calcário no seu interior e comprometendo a operação do sistema. Com esta separação, apesar de representar uma ligeira perda no rendimento do processo de recuperação

de calor, a mesma não tem grande expressão pois as perdas estão associadas aos comprimentos de tubagem que interligam estes equipamento e ao calor que poderá ser libertado ao longo das mesmas. Mas conforme é possível verificar nas peças desenhadas que acompanham este projeto, ambos os equipamentos encontram-se instalados muito próximos um do outro, pelo que tal como referido anteriormente, estas perdas não são suficientes para ponderar a não utilização deste sistema.

Para evitar que o fluido frigorígeno passe pelo permutador de calor de AQS quando tal não é necessário, na linha de ida ao permutador, antes do mesmo deverá ser instalada uma válvula de 3 vias motorizada modulante. Esta válvula irá limitar a quantidade de fluido que chega ao permutador em função das necessidades de água quente para o circuito de produção de AQS. Este controlo deverá ser assegurado através de um sistema de gestão técnica centralizada, tendo como parâmetro de controlo a medição da temperatura no interior do depósito de acumulação.

5.5.1 Esquemas de princípio do Ciclo de Refrigeração e AVAC

Abaixo demonstra-se de forma gráfica os diferentes modos de funcionamento do sistema refrigeração responsável pelas câmaras frigoríficas, vitrinas e expositores, bem como a sua interligação com o sistema de climatização da área de vendas.

Regime de Refrigeração

Conforme indicado anteriormente, na figura 50 é possível observar o ciclo de funcionamento para a refrigeração. Como unidade produtora deste sistema temos o Chiller que, através do circuito frigorífico que dispõe no seu interior juntamente com o módulo hidráulico onde é feita a permuta de energia térmica entre o fluido frigorígeno e o fluido primário da instalação frigorífica, fornece a água gelada necessária à instalação onde a mesma é armazenada num depósito de inércia.

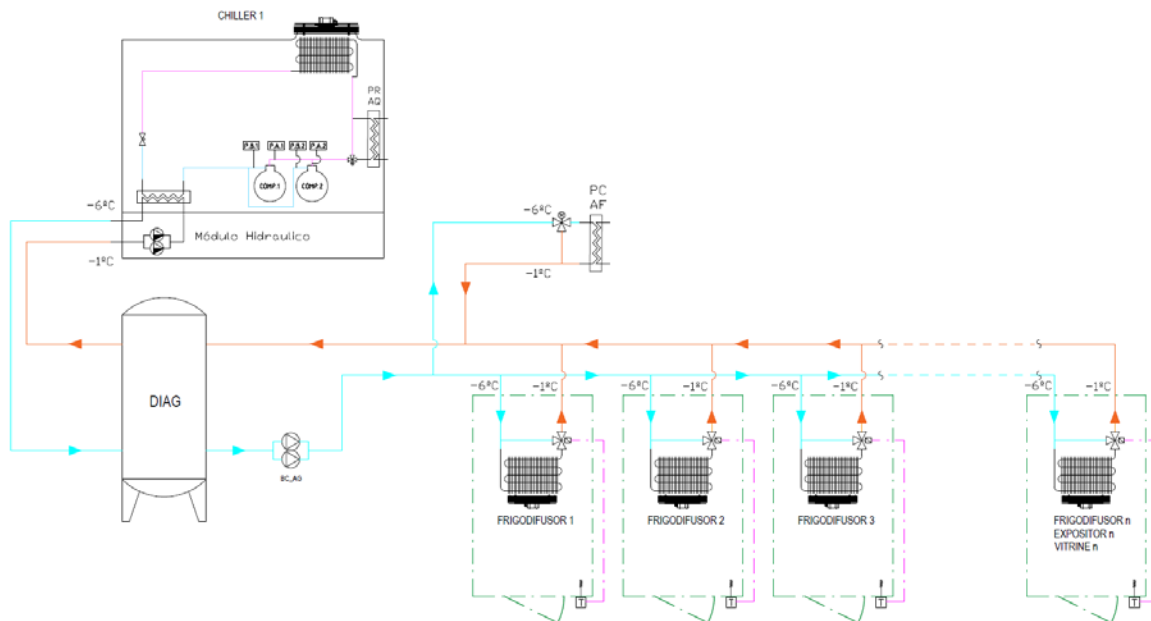


Figura 50 - Diagrama da central térmica - Regime de refrigeração

Com este volume de acumulação torna-se possível disponibilizar energia térmica ao sistema assim que a mesma seja solicitada, não dependendo de uma resposta imediata da unidade produtora.

Este depósito serve também como uma separação hidráulica entre circuito primário e secundário da instalação.

Considera-se como circuito primário o que está entre a unidade produtora e o depósito de inercia. Após o depósito é possível identificar o circuito secundário da instalação, desenvolvendo-se desde o depósito de inercia até aos equipamentos consumidores de energia que neste caso são as diversas unidades terminais, tudo isto através de uma rede de tubagens onde o fluido é impulsionado pela instalação graças a um grupo de impulsão composto por uma bomba dupla.

Nas unidades terminais é possível verificar a existência de válvulas de três vias do tipo *On/Off* onde, em função da leitura de temperatura pelo termostato instalado no interior da respetiva câmara relativamente ao *set-point* definido, a sua posição altera entre “Aberto” e “Fechado”, regulando a quantidade de água gelada que chega à bateria de arrefecimento da unidade.

O mesmo sucede nos restantes dispositivos alimentados por este circuito, apesar de em alguns, este tipo de controlo já vir instalado de fábrica, como é o caso dos expositores.

Regime de Climatização

Na figura 51 é possível identificar o processo de recuperação para a produção de águas quentes para o ciclo de inverno do sistema de climatização. Conforme descrito anteriormente, este Chiller vem equipado com um permutador de placas instalado entre a linha de descarga dos compressores do seu circuito frigorífico e o respetivo condensador, tornando possível a produção de água quente através do aproveitamento do calor gerado no processo de compressão do fluido frigorigéneo.

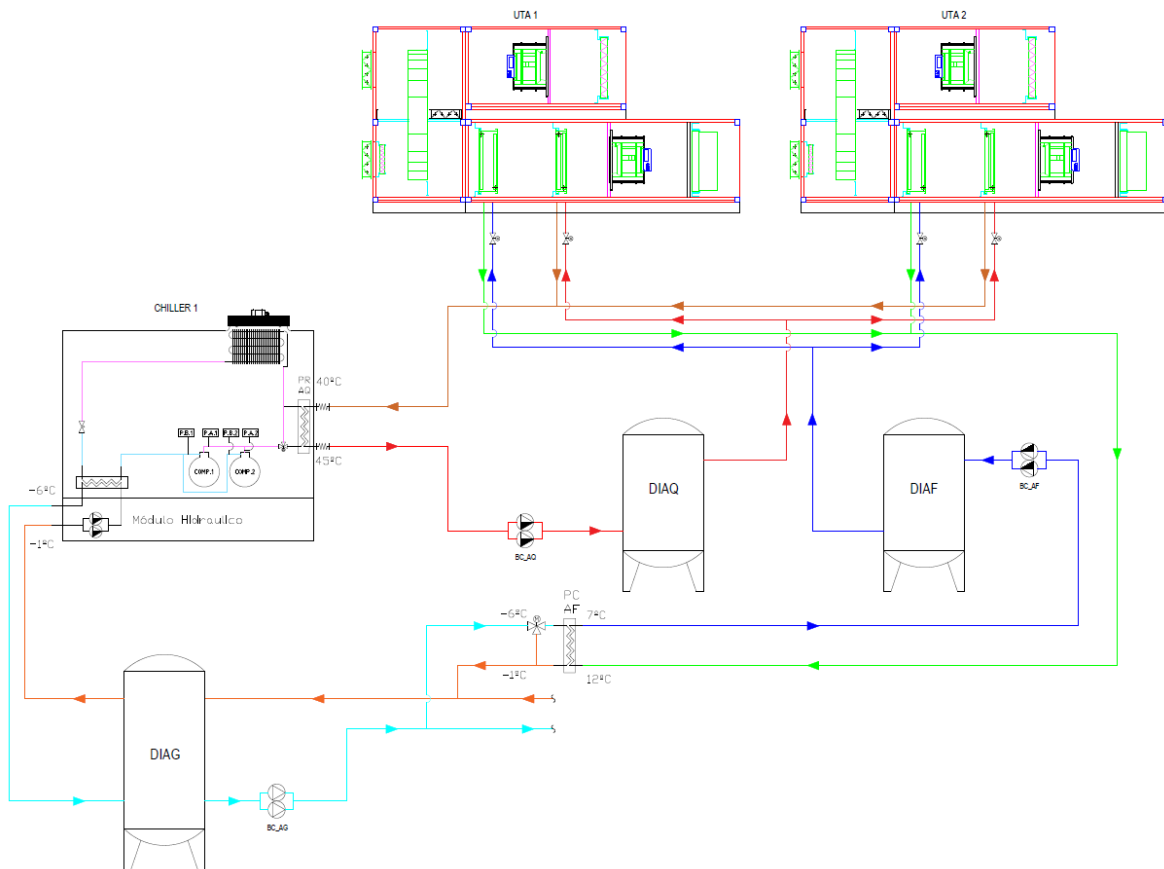


Figura 51 - Diagrama da central térmica - Regime de climatização

Também neste circuito se considera a utilização de um depósito de inércia para acumulação térmica de energia por forma a estar sempre disponível quando solicitada pela instalação.

Neste caso não se verifica a existência de circuitos primário e secundário, isto porque se considera a instalação de um depósito de acumulação na linha de ida do circuito. Com esta solução não existe a necessidade de instalar mais grupos de impulsão. A mesma situação se aplica no circuito de produção de água arrefecida, sendo que neste não existe recuperação por parte do Chiller, mas sim uma integração no circuito de alimentação de água gelada produzida por este.

A regulação da capacidade de arrefecimento é realizada por intermédio de uma válvula de três vias do tipo modulante, ou seja, permite deixar passar maior ou menor quantidade de água gelada no permutador. Esta regulação é realizada em função da leitura da temperatura de retorno do circuito de arrefecimento ao permutador de calor.

No caso da produção de água quente, a capacidade disponibilizada à instalação é total, sendo o único mecanismo de controlo o existente no interior do Chiller que por questões de segurança, permite sempre que o fluido dissipe calor no condensador da unidade, para o caso de a energia térmica do fluido não ter sido completamente consumida pelo circuito de aquecimento e existir o perigo de o fluido não ter condensado por completo.

Nas unidades de tratamento de ar, a regulação da capacidade das baterias de aquecimento e de arrefecimento é controlada através de válvulas de duas vias do tipo *Pressure Independent Control Valve* (PICV). Este tipo de válvulas permite modelar a posição do veio através do respetivo atuador em função da diferença entre o ΔT medido entre a linha de ida e a linha de retorno da respetiva bateria e o ΔT de referência definido para a mesma.

Quando a quantidade de fluido que chega á bateria não é suficiente, o ΔT vai aumentar, abrindo a válvula para que este diminua até o valor definido. Exatamente o oposto acontece quando se trata de excesso de fluido relativamente ao necessário.

5.5.2 Esquemas de princípio do Ciclo de Congelados e AQS

Abaixo demonstra-se de forma gráfica os diferentes modos de funcionamento do circuito frigorífico responsável pelas câmaras frigoríficas de produtos congelados, máquina de produção de gelo e expositores de produtos congelados, bem como a recuperação conseguida para produção de águas quentes sanitárias.

Regime de Refrigeração

Na figura 52 é possível observar o ciclo de funcionamento para a refrigeração de produtos conservados a uma temperatura inferior à de congelação. Como unidade produtora deste sistema temos uma central frigorífica composta essencialmente por dois compressores configurados num sistema tipo *booster*, onde o esforço por parte dos compressores para comprimirem o fluido frigorígeno é repartido pelos dois. [6]

Tendo em conta o diferencial de pressões entre a aspiração do grupo de frio e a impulsão do fluido por parte da mesma de volta ao sistema, e considerando também que a instalação em causa é relativamente pequena, não se considera necessária a instalação de grupos de impulsão para garantir a deslocação do fluido pela tubagem da instalação.

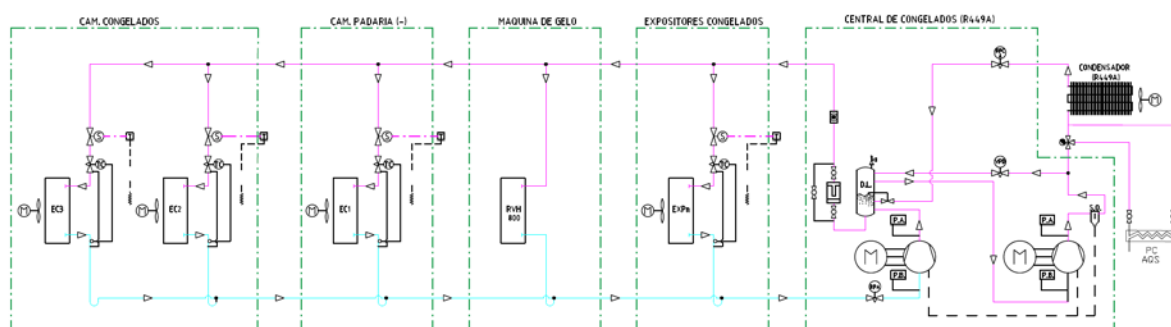


Figura 52 - Diagrama do circuito de congelados - Regime de refrigeração

Considera-se a central já equipada com todos os dispositivos de proteção do sistema, nomeadamente pressostatos de sinalização de baixa e alta pressão.

A regulação de capacidade frigorífica nos evaporadores é feita de forma idêntica à das unidades terminais do circuito de refrigeração. Nestes verifica-se a existência de válvulas de

solenóide que desempenham o papel de válvula do tipo *On-Off* e são atuadas em função da temperatura detetada pelo termostato instalado no interior da respetiva câmara relativamente ao *set-point* definido.

O mesmo sucede nos restantes equipamentos alimentados por este circuito frigorífico apesar de, à semelhança do circuito de refrigeração, em alguns este tipo de controlo já vem instalado de fábrica.

Regime de produção de AQS

No caso da produção de água quente sanitária (AQS), a mesma é conseguida através de um processo de recuperação idêntico ao do circuito de aquecimento do sistema de climatização, conforme se observa na figura 53.

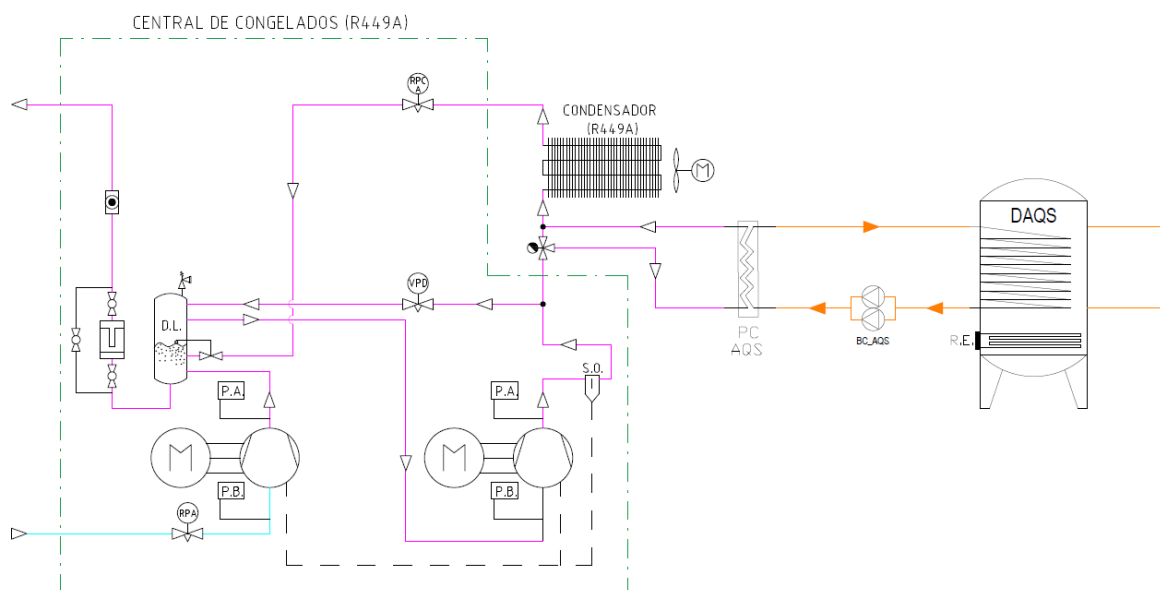


Figura 53 - Diagrama da central de congelados - Regime de recuperação para AQS

A principal diferença que existe neste caso comparativamente ao Chiller é o facto de este permutador ser externo à central de frio, ou seja, é uma instalação que tem de ser efetuada no interior da sala de máquinas.

A produção de AQS é realizada no interior de um depósito de acumulação por intermédio de uma bateria interna, a qual é alimentada com a água quente proveniente do permutador acima

referido. A circulação da água neste circuito fechado é garantida pela utilização de um grupo de impulsão.

No caso de ser necessário algum tipo de intervenção de manutenção no permutador, considera-se a existência de uma resistência elétrica de apoio para o aquecimento da água de consumo no interior do depósito, por forma a este tipo de atividade não comprometer o regular abastecimento de águas quentes sanitárias.

5.6 Equipamentos e Materiais Selecionados

5.6.1 Elementos construtivos

5.6.1.1 Painéis de isolamento

Nos tetos e paredes das câmaras deverão ser aplicados painéis tipo sandwich com parede dupla metálica e composto por espuma de poliuretano, com ligações do tipo encaixe macho-fêmea, da marca ISOPAN ou equivalente. Consideram-se os modelos e espessuras indicadas abaixo.

Tabela 37 - Características dos painéis de isolamento

Modelo	Tipo de conservação	Espessura (mm)	Local de aplicação
ISOFROZEN	Congelados	100	Paredes
		120	Teto
ISOFRIGO	Refrigerados	100	Paredes
		120	Teto

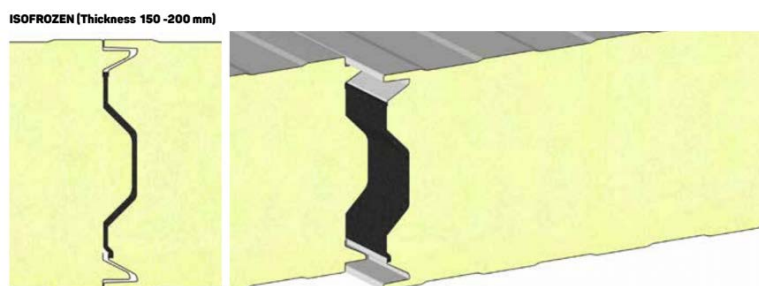


Figura 54 - Isolamento ISOFROZEN (fonte: ISOPAN)

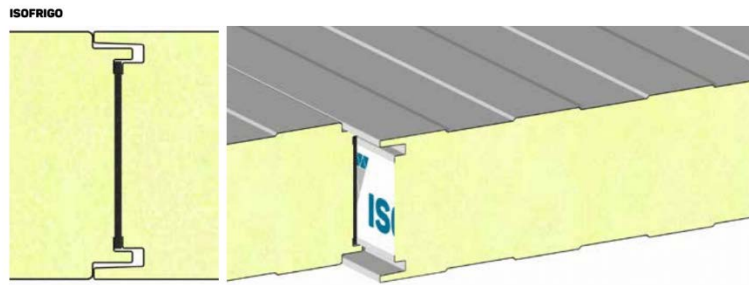


Figura 55 - Isolamento ISOFRIGO (fonte: ISOPAN)

5.6.1.2 Pavimento de aglomerado negro de cortiça

Pretendendo seguir uma política de responsabilidade ecológica, considerou-se o aglomerado negro de cortiça é considerado como o isolamento ideal para o pavimento de câmaras frigoríficas, sejam elas de conservação ou congelação. Como principais características deste material temos o baixo coeficiente de condutibilidade térmica, permitindo uma elevada resistência térmica com baixa espessura de material, estando associado ainda um bom nível de resistência à flexão e à compressão. Como referência considera-se a instalação de aglomerado de cortiça negro expandida com uma condutibilidade de 0,8 W/m.K, modelo ICB50 da marca ISOCOR® ou equivalente. O mesmo deverá ser aplicado sobre uma laje com barreira de vapor. Sobre o isolamento deverá ser aplicado uma camada de impermeabilização, seguida de uma betonilha e de pavimento final.

Câmaras de Conservação

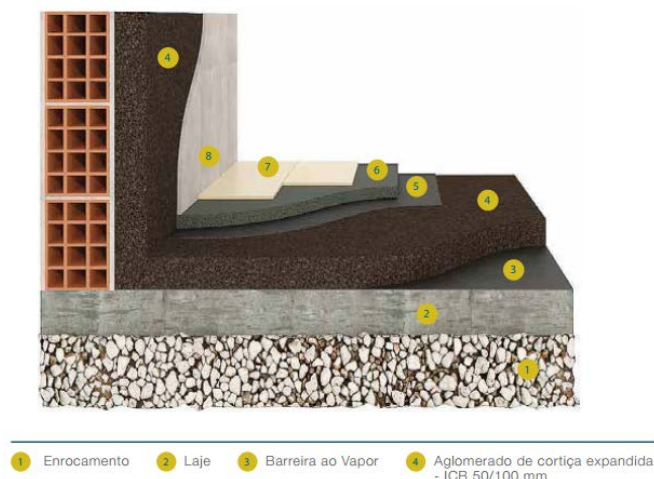


Figura 56 - Isolamento ICB50 (fonte: ISOCOR)

5.6.1.3 Vazio Sanitário

O problema que afeta desde sempre as câmaras de baixa temperatura é a eventualidade de o frio, transmitindo-se através das estruturas, chegue até ao terreno, colocando-o a temperaturas inferiores a zero. A água, ao congelar, aumenta de volume e pode levantar o pavimento da câmara partindo-o. Para evitar este fenómeno, deve-se elevar o pavimento do terreno e ventilá-lo de modo a manter a temperatura da caixa-de-ar superior a zero e eliminar a humidade presente no solo. Para obter isto, através de ventilação natural, a caixa-de-ar tem de ter uma altura superior a 20 cm. Devido à facilidade de colocação e à poupança de material, prevê-se a aplicação de módulos de elevação da marca Daliform modelo Iglù® h25 ou equivalente.

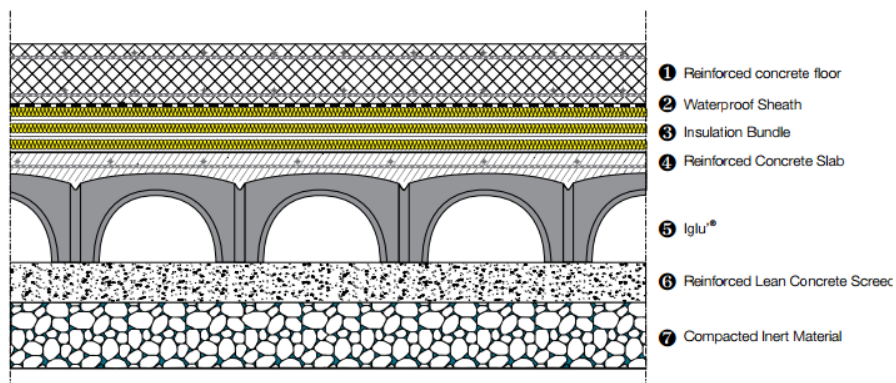


Figura 57 - Vazio sanitário IGLU H25 (fonte: DALIFORM)

5.6.1.4 Portas isotérmicas

Para as diversas câmaras frigoríficas deverá ser considerada a instalação de portas isotérmicas por forma a eliminar pontes térmicas nos acessos aos espaços e assim sobrecarregando a instalação.

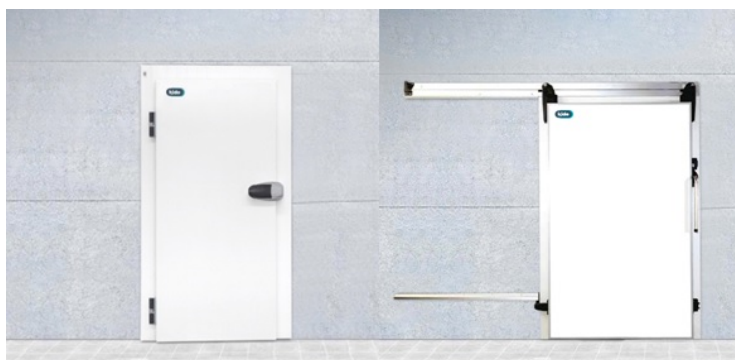


Figura 58 - Portas para câmaras frigoríficas P40 à esquerda e QP à direita (fonte: KIDE)

Estas portas podem ter dois tipos de mecanismos de abertura, sendo eles o tipo pivotante e o tipo deslizante. De acordo com a planta de arquitetura correspondente ao piso 0 onde as câmaras se encontram instaladas, definiu-se o tipo de mecanismo de abertura que melhor se adequa a cada câmara.

Desta forma, foram seleccionadas portas isotérmicas da marca KIDE® de acordo com a tabela 38 abaixo apresentada.

Tabela 38 - Distribuição de modelos de porta pelas câmaras frigoríficas

Câmara	Tipo de porta	Modelo
Hortofrutícolas	Pivotante	P40
Peixe	Deslizante	QP
Lacticínios	Deslizante	QP
Charcutaria	Pivotante	P40
Preparação Charcutaria	Deslizante	QP
Frango	Pivotante	P40
Padaria (+)	Deslizante	QP
Lavagens	Pivotante	P40
Preparação Carne	Deslizante	QP
Carne	Deslizante	QP
Padaria (-)	Pivotante	P40
Congelados	Deslizante	QP

5.6.2 Ciclo de Congelados e produção de A.Q.S.

5.6.2.1 Grupo de frio

Este grupo será da marca Friga-Bohn® será constituído pelos seguintes componentes: compressores semi-herméticos alternativos de alimentação elétrica, separador de óleo, depósito de líquido, filtro secador, visor de líquido, válvulas de seccionamento do tipo macho

esférico nas ligações, pressostátos de alta e baixa nas ligações aos compressores, pressostáto de segurança de alta pressão, estrutura de suporte dos equipamentos e apoios antivibráticos. [16]

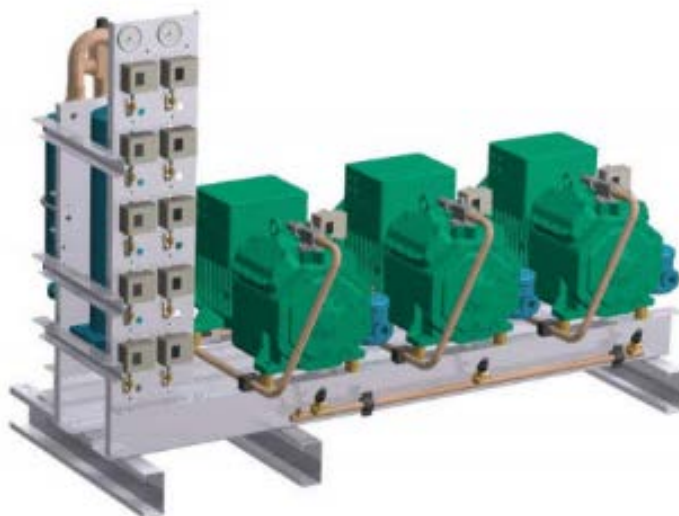


Figura 59 - Grupo de compressores (fonte: FRIGA-BOHN)

Tabela 39 - Características técnicas do grupo de compressores

Referência de Projeto	GF1
Modelo	COM 3N/4NES-14Y
Fluido Frigorigéneo	R-449A
Regime T. evap/T. Cond	-30°C/40°C
Alimentação Elétrica	400V / 3 / 50+NHZ
Potência Frigorífica	28,9 kW
Potência Elétrica Absorvida	18 kW

5.6.2.2 Condensador

Para dissipação do calor absorvido no circuito frigorífico pelo processo de compressão do fluido frigorigéneo considera-se a instalação de um condensador a ar de descarga vertical da marca Friga-Bohn®. [16]

Por questões de segurança e bom funcionamento da instalação a potência de dissipação de calor deste equipamento é majorada em cerca de 25% relativamente à potência frigorífica do grupo de frio mencionado anteriormente, por forma a permitir a rejeição de calor proveniente dos motores dos compressores do mesmo e que pode ser absorvido pelo fluido.



Figura 60 - Condensador a ar (fonte: FRIGA-BOHN)

Tabela 40 - Características técnicas do condensador a ar

Referência de Projeto	COND1
Modelo	WA 81 04/06P
Tipo	Condensação a ar
Fluido Frigorígeno	R-449A
Temp. Condensação	40°C
Capacidade (kW)	36,7
Potência Elétrica Absorvida (kW)	4,05

5.6.2.3 Evaporadores

Foram considerados os seguintes evaporadores para as câmaras frigoríficas de congelados da marca Friga-Bohn®, com as características abaixo descritas. [16]



Figura 61 - Evaporador modelo 3C-A (fonte: FRIGA-BOHN)

- **Câmara Congelados Multipurpose**

Tabela 41 - Características técnicas do evaporador da câmara de congelados Multipurpose

Referência de Projeto	EC_2, EC_3
Modelo	3C-A 3243 E
Tipo	Cúbico
Quantidade (un.)	2
Fluido Frigorigéneo	R-449A
T. evap (°C)	-23°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	2,9
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,16
Potência Frigorífica Câmara (kW)	2,86

- **Câmara Padaria (-)**

Tabela 42 - Características técnicas do evaporador da câmara Padaria (-)

Referência de Projeto	EC_1
Modelo	3C-A 3243 E
Tipo	Cúbico
Fluido Frigorígeno	R-449A
T. evap (°C)	-23°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	2,9
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,16
Potência Frigorífica Câmara (kW)	2,76

5.6.2.4 Expositores

Foram considerados os seguintes evaporadores para produtos congelados da marca ARNEG®, com as características abaixo descritas.

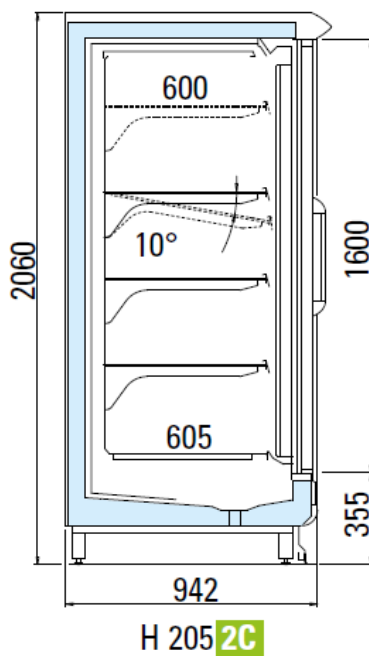


Figura 62 - Expositor ASTANA 2C H205 (fonte: ARNEG)

Tabela 43 - Características técnicas do expositor de congelados

Referência de Projeto	EXP5, EXP6, EXP7, EXP8
Modelo	ASTANA 2C H205
Quantidade	L=3905mm – 3 unidades L=3124mm – 1 unidade
Fluido Frigorígeno	R-449A
T. evap (°C)	-23
Potência Frigorífica (W/m)	656
Potência Elétrica Absorvida	L=3905mm – 1,8 kW L=3124mm – 1,46 kW

5.6.3 Ciclo de Refrigerados e Climatização

5.6.3.1 Unidade produtora de água gelada com recuperação

A unidade produtora de água gelada considerada para este trabalho de projeto é da marca TRANE® e tem instalados os principais componentes: circuito frigorífico com dois compressores do tipo parafuso, pressostatos de segurança de alta pressão e baixa pressão nas ligações aos compressores, permutador de calor Fréon-Água para a produção de água gelada e módulo hidráulico composto por bombas duplas de alta-pressão. Enquanto o permutador de calor que trabalha como evaporador do circuito frigorífico para a produção de água gelada, existe também um segundo permutador de calor instalado na linha de descarga dos compressores do circuito frigorífico e terá a função de módulo de recuperação com uma capacidade de recuperação térmica, para produção de água quente, de 50% da energia a dissipar no condensador.



Figura 63 - Chiller de condensação a ar, modelo RTAF (fonte: TRANE)

Tabela 44 - Características técnicas do Chiller 1

Referência de Projeto	CH1
Modelo	RTAF G 101 HSE SN EC PHR
Fluido Frigorífero	R-1234ze
Ciclo de Refrigerados (Ida/ Retorno)	-6°C / -1°C
Ciclo de Recuperação (Ida/Retorno)	45°C / 40°C
Potência Frigorífica (kW)	249,45
Potência Recuperação (kW)	119,78
Potência Elétrica Absorvida (kW)	116,55

5.6.3.2 Unidades de tratamento de ar

As unidades de tratamento de ar (UTA) consideram-se de construção modular, compreendendo vários compartimentos, cada um responsável por um dos processos de tratamento do ar a insuflar para o ambiente interior.



Figura 64 - Exemplo de unidade de tratamento de ar (fonte: TRANE)

Os principais módulos característicos das UTA são os abaixo indicados. [12]

- **Módulo de admissão com pré-filtro**

Considera-se um módulo vazio equipado com um registo motorizado que permite o equilíbrio de caudais de ar, bem como o fecho da admissão de ar quando a unidade não se encontra em funcionamento. Após o registo motorizado encontra-se um elemento filtrante de classe F5.

- **Recuperador de calor do tipo Roda Térmica**

Módulo de recuperação de elevada eficiência, composto por uma roda construída com múltiplas camadas de lâminas onduladas sobrepostas de funcionamento por adsorção. A roda é acionada através de um motor elétrico com transmissão por correia, sendo a velocidade

deste variável em função do valor de recuperação pretendido. No caso de se criarem condições favoráveis à realização de *Free-Cooling*, este equipamento fica estacionário.

- **Módulo de mistura**

Secção vazia equipada com um registo motorizado por forma a possibilitar a mistura do ar de retorno com o ar novo admitido do exterior.

- **Bateria de Arrefecimento**

Bateria de arrefecimento construída de forma a ter uma geometria de serpentina tubular, onde a admissão de água é realizada em contracorrente relativamente ao fluxo de ar, de forma a potenciar o máximo possível a permuta de calor entre estes dois elementos.

Na parte inferior deste módulo deverá estar equipado um tabuleiro de colheita de condensados, de forma a encaminhar os mesmos para fora da UTA.

- **Bateria de Aquecimento**

De igual forma que a bateria de arrefecimento, também esta deverá ser construída de forma a ter uma geometria tubular, onde a admissão de água seja realizada em contracorrente relativamente ao fluxo de ar.

- **Ventiladores**

Os ventiladores responsáveis pela admissão de ar exterior e pela rejeição do ar interior serão do tipo centrífugos Plug-Fan com pás à reação, com motorização de acoplamento direto equipada com variação de velocidade integrada e comandada por sinal externo de 0-10V.

Tabela 45 - Características técnicas da UTA 1 e UTA 2

Referência de Projeto	UTA 1, UTA 2
Modelo	CLCF 5
Caudal de insuflação	11500 m ³ /h @ 300 Pa
Caudal de extração	11500 m ³ /h @ 200 Pa
Caudal de ar novo mínimo	3600 m ³ /h
Potência de arrefecimento (kW)	81,0
Temperaturas de arrefecimento (Ida/Retorno)	7°C / 12°C
Potência de aquecimento (kW)	27,0
Temperaturas de aquecimento (Ida/Retorno)	45°C / 40°C
Tipo de recuperação	Roda Térmica
Eficiência de recuperação	76%
Potência Elétrica Absorvida (kW)	6,9

5.6.3.3 Frigodifusores

Foram considerados os seguintes frigodifusores para as câmaras frigoríficas de produtos refrigerados da marca Friga-Bohn® e FRIMETAL®, com as características abaixo. [16][17]



Figura 65 - Frigodifusor estático, modelo SN (fonte: FRIMETAL)



Figura 66 - Frigodifusores de teto e de dupla descarga horizontal (fonte: FRIGA-BOHN)

- **Câmara Padaria (+)**

Tabela 46 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Padaria (+)

Referência de Projeto	FRIGODIF. 7
Modelo	3C-A 3155 L
Tipo	Cúbico
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Refrigerica Equipamento (kW)	1,54
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,07
Potência Refrigerica Câmara (kW)	1,43

- **Câmara Frango**

Tabela 47 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Frango

Referência de Projeto	FRIGODIF. 6
Modelo	3C-A 3145 R-6V
Tipo	Cúbico
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Refrigerica Equipamento (kW)	1,16
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,07
Potência Refrigerica Câmara (kW)	1,14

- **Câmara Preparação Charcutaria**

Tabela 48 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Preparação de Charcutaria

Referência de Projeto	FRIGODIF. 5
Modelo	NTA W 1L1-AC PV-12V
Tipo	Dupla descarga horizontal
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Refrigerica Equipamento (kW)	2,41
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,1
Potência Refrigerica Câmara (kW)	2,03

- **Câmara Charcutaria**

Tabela 49 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Charcutaria

Referência de Projeto	FRIGODIF. 4
Modelo	3C-A 3145 L-2V
Tipo	Cúbico
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Refrigerica Equipamento (kW)	2,42
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,07
Potência Refrigerica Câmara (kW)	2,28

- **Câmara Lactícínios**

Tabela 50 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Lactícínios

Referência de Projeto	FRIGODIF. 3
Modelo	3C-A 3165 R-2V
Tipo	Cúbico
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Refrigerica Equipamento (kW)	1,92
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,07
Potência Refrigerica Câmara (kW)	1,88

- **Câmara Peixe**

Tabela 51 - Características técnicas do frigidifusor da câmara Peixe

Referência de Projeto	FRIGODIF. 2
Modelo	SN 70
Tipo	Estático
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	2,19
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0
Potência Frigorífica Câmara (kW)	1,99

- **Câmara Hortofrutícolas**

Tabela 52 - Características técnicas do frigidifusor da câmara Hortofrutícolas

Referência de Projeto	FRIGODIF. 1
Modelo	MR 180 R-2V
Tipo	Teto de baixo perfil
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	1,74
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,114
Potência Frigorífica Câmara (kW)	1,7

- **Câmara Lavagens**

Tabela 53 - Características técnicas do frigidifusor da câmara Lavagens

Referência de Projeto	FRIGODIF. 8
Modelo	MR 65 L-1V
Tipo	Cúbico
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	0,91
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,038
Potência Frigorífica Câmara (kW)	0,76

- **Câmara Preparação de Carnes**

Tabela 54 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Preparação de Carnes

Referência de Projeto	FRIGODIF. 9
Modelo	NTA W 1L 1-AC PV-14V
Tipo	Dupla descarga horizontal
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	2,36
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,1
Potência Frigorífica Câmara (kW)	1,89

- **Câmara Carnes**

Tabela 55 - Características técnicas do frigodifusor da câmara Carnes

Referência de Projeto	FRIGODIF. 10, FRIGODIF. 11
Modelo	3C-A 3245 L-3V
Tipo	Cúbico
Quantidade	2
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica Equipamento (kW)	2,44
Potência Elétrica Absorvida (kW)	0,1
Potência Frigorífica Câmara (kW)	2,17

5.6.3.4 Vitrinas

Foram consideradas vitrinas para exposição de produtos refrigerados nas frentes de frescos da marca ARNEG®, com as características abaixo descritas.

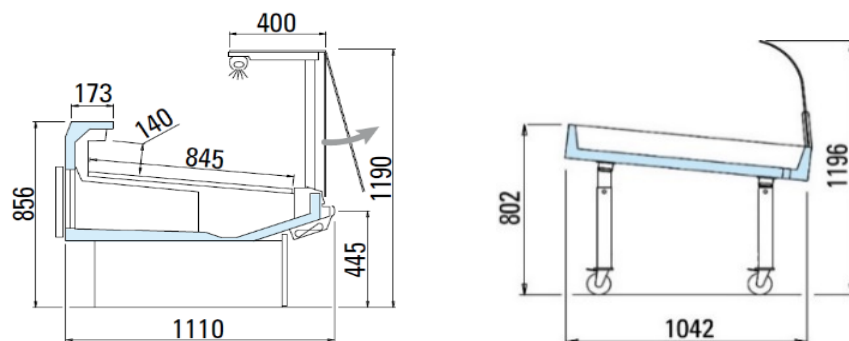


Figura 67 - Vitrinas VENEZIA 2 VAC e LAGUNA VC (fonte: ARNEG)

- **Charcutaria**

Tabela 56 - Características técnicas das vitrinas de refrigerados da charcutaria

Referência de Projeto	VTRN1, VTRN2
Modelo	VENEZIA 2 VCA
Quantidade	L=2500mm – 1 unidade L=1875mm – 1 unidade
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica (W/m)	240
Potência Elétrica Absorvida	L=2500mm – 0,106 kW L=1875mm – 0,086 kW

- **Talho**

Tabela 57 - Características técnicas das vitrinas de refrigerados do talho

Referência de Projeto	VTRN8, VTRN9
Modelo	VENEZIA 2 VCA
Quantidade	L=2500mm – 2 unidades
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica (W/m)	240
Potência Elétrica Absorvida	L=2500mm – 0,106 kW

- **Peixaria**

Tabela 58 - Características técnicas das vitrinas da peixaria

Referência de Projeto	VTRN3, VTRN4, VTRN5, VTRN6, VTRN7
Modelo	LAGUNA VC
Quantidade	L=2500mm – 4 unidades L=1250mm – 1 unidade
Modo de arrefecimento	Cama de gelo
Potência Frigorífica	Sem circuito frigorifico

5.6.3.5 Expositores

Foram considerados os seguintes evaporadores para produtos congelados da marca ARNEG®, com as características abaixo descritas.

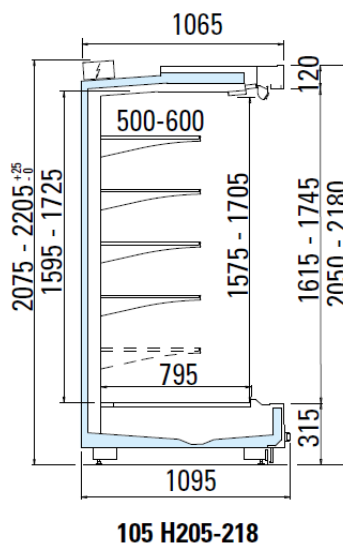


Figura 68 - Expositor LISBONA 2 LF 105/205 (fonte: ARNEG)

Tabela 59 - Características técnicas do expositor de produtos refrigerados

Referência de Projeto	EXP1, EXP2, EXP3, EXP4
Modelo	LISBONA 2 LF 105/205
Quantidade	L=3750mm – 4 unidades
Fluido de trabalho	Água Glicolada
Temperaturas de funcionamento (Ida/Retorno)	-6°C / -1°C
Potência Frigorífica (W/m)	1241
Potência Elétrica Absorvida (kW)	L=3750mm - 0,222 kW

5.6.4 Rede de fluido frigorigéneo

5.6.4.1 Tubagem

As linhas responsáveis pelo transporte de fluido frigorigéneo pela instalação são em tubagem de cobre desoxidado e desidratado com uniões do tipo soldadas. Tanto a linha de líquido como a linha de aspiração devem ser termicamente isoladas com recurso a isolamento do tipo coquilha em espuma elastomérica com um coeficiente de condutibilidade térmica igual ou inferior a 0,040 W/(m·K) a 20°C, sendo a espessura do isolamento a aplicar ser de acordo com a tabela I.22 existente na Portaria 349-D/2013 (2 de Dezembro de 2013).

5.6.4.2 Valvularia

- **Válvulas de seccionamento**

Em todas as ligações dos diversos equipamentos deverão ser instaladas válvulas de seccionamento de ligações soldadas e operação manual. Como referência, consideram-se válvulas da marca *Danfoss®*, mod. GBC. [18]



Figura 69 - Válvula de corte, modelo GBC (fonte: DANFOSS)

- **Válvulas solenoide**

Na ligação a montante dos evaporadores, deverão ser instaladas válvulas solenoide do tipo herméticas ON/OFF servo-acionadas de ligações soldadas, permitindo assim o controlo automático do fluxo de fluido frigorífero para o dispositivo de expansão em função da leitura de temperatura do termóstato ambiente instalado no mesmo espaço que o evaporador a controlar. Como referência, consideram-se válvulas da marca *Danfoss®*, mod. EVR. [18]



Figura 70 - Válvula solenoide, modelo EVR (fonte: DANFOSS)

- **Válvulas expansoras**

Para execução do processo de laminagem do fluido frigorífero em cada evaporador considera-se a instalação de válvulas expansoras do tipo termostático. As mesmas têm a capacidade de manter um grau de sobreaquecimento constante à saída do evaporador, tendo ainda um dispositivo de regulação da quantidade de líquido a ser evaporado na serpentina de modo a que esta corresponda à carga do evaporador.



Figura 71 - Válvula expansora, modelo TXV T2 (fonte: DANFOSS)

Adicionalmente estas válvulas terão uma linha de equalização de pressão externa, por forma a compensar eventuais quedas de pressão no processo de evaporação. Como referência, consideram-se válvulas da marca *Danfoss*®, mod. TXV T2. [18]

5.6.5 Rede de água glicolada

5.6.5.1 Tubagem para refrigeração

Para a condução do fluido primário deste circuito, considera-se a utilização de tubagem da marca *Georg Fischer*®, modelo COOL-FIT ABS Plus. Este é um sistema de tubagem em plástico pré isolado próprio para sistemas de refrigeração com soluções a água glicolada. Estas tubagens baseiam-se num tubo de ABS resistente a baixas temperaturas (permite entre -50 °C e 60 °C) e ao impacto (submetido a ensaios de impacto de acordo com a norma ISO 17025:2002), isolado com espuma de poliuretano, além de uma camada exterior resistente a raios UV.



Figura 72 - Tubagem COOL-FIT ABS Plus (fonte: GEORG FISCHER)

Por forma a integrar os restantes equipamentos neste tipo de tubagem, existem acessórios de transição para ligações normalizadas, bem como todas as curvas e uniões de tubagem necessárias para realizar o traçado de tubagem preconizado em projeto. A superfície interior

lisa do tubo ABS garante uma perda de carga mínima, enquanto a baixa condutividade térmica do plástico e do isolamento de poliuretano asseguram a manutenção da temperatura interior do fluido de trabalho.

Determinou-se as secções de tubagem a utilizar, tendo como premissas a limitação da velocidade de escoamento no interior das tubagens abaixo de 2 m/s, bem como um limite de 250Pa/m para perda de carga linear. [12]

5.6.5.2 Tubagem para climatização

Para a condução da água em circuito fechado para o ciclo de climatização, considera-se a utilização dos seguintes sistemas de tubagem:

- $\geq \text{Ø } 2'' \frac{1}{2}$: Tubagem em ferro preto com costura DIN 2440 de série média com acabamento exterior com duas demãos de primário e com ligações soldadas.
- $< \text{Ø } 2'' \frac{1}{2}$: Tubagem em aço carbono galvanizado com ligações executadas com acessórios de cravar, também conhecido como sistema *pressfitting* da marca *VSH®*, modelo XPress Carbon.

Toda a tubagem deverá ser isolada com isolamento do tipo coquilha em espuma elastomérica com um coeficiente de condutibilidade térmica igual ou inferior a 0,040 W/(m·K) a 20°C, sendo a espessura do isolamento a aplicar ser de acordo com a tabela I.22 existente na Portaria 349-D/2013 (2 de Dezembro de 2013).

5.6.5.3 Concentração de etilenoglicol

Devido às baixas temperaturas de funcionamento dos circuitos de refrigeração e de climatização, deve-se considerar a introdução de uma determinada concentração de glicol por forma a prevenir fenómenos de congelação no interior das tubagens, evitando expansões no interior do circuito que possam provocar algum tipo de rutura na tubagem.

Como tal, considera-se a utilização de etilenoglicol da marca *DOW*®, modelo DOWTHERM SW-1. Este fluido é apropriado para instalações em circuito fechado, sistemas AVAC baseados em água, indústria alimentar entre outras.

Este concentrado tem um corante de cor rosa fluorescente o que torna possível detetar com facilidade possíveis fugas nos sistemas.

Tabela 60 - Concentração de etilenoglicol (fonte: DOWTHERM)

Typical Concentrations of DOWTHERM SR-1 Fluid Required to Provide Freeze and Burst Protection at Various Temperatures

Temperature °C (°F)	Percent DOWTHERM SR-1 Fluid Concentration Required	
	For Freeze Protection Volume %	For Burst Protection Volume %
-7 (20)	16.8	11.5
-12 (10)	26.2	17.8
-18 (0)	34.6	23.1
-23 (-10)	40.9	27.3
-29 (-20)	46.1	31.4
-34 (-30)	50.3	31.4
-40 (-40)	54.5	31.4
-46 (-50)	58.7	31.4
-51 (-60)	62.9	31.4

Como é possível ver pela tabela 60, considerando a temperatura de ida do circuito de refrigerados a -6°C, e conforme o fabricante recomenda, fazendo uma análise para 3°C inferior à do sistema como segurança, ou seja, considerando -9°C, verifica-se que deverá ser garantida uma concentração deste produto de cerca de 22%. Para tornar a sua aplicação mais simples em obra e de forma a aumentar a segurança na utilização deste sistema, considera-se uma concentração de 30%.

Tendo em conta que o circuito de água arrefecida do sistema de climatização está a efetuar permuta com um fluido que se encontra a -1°C, como medida de segurança considera-se a utilização da mesma concentração de etilenoglicol neste circuito.

5.6.5.4 Permutadores de calor

Os permutadores de calor terão como principal função a troca de energia térmica entre dois fluidos. Serão de construção do tipo placas brasadas e terão ligações roscadas para a conexão das linhas de tubagem de ambos os circuitos a interligar.

Deverão ser instalados na permuta entre o circuito de refrigerados e o circuito de arrefecimento do sistema de climatização, bem como no circuito frigorífico de congelados, entre a linha de descarga dos compressores e a admissão dos condensadores, por forma a possibilitar a recuperação de calor para a produção de AQS e como tal, para estes permutadores considerou-se a marca *ALFA LAVAL*®, modelo AC.



Figura 73 - Permutador de calor de placas brasadas, modelo AC (fonte: ALFA LAVAL)

Tabela 61 - Características técnicas dos permutadores de calor

Referência de projeto	Fluidos (Primário/Secundário)	Potência térmica (kW)
PC AF	Água / Água	161,5
PC AQS	R-449A / Água	28,9

5.6.5.5 Bombas Circuladoras

Para a seleção das eletrobombas circuladores, recorreu-se ao *software GRUNDFOS Product Center®*, no qual, através da ferramenta de seleção rápida de bombas, introduziu-se o caudal necessário de cada circuito, o qual é igual ao somatório do caudal necessário para a totalidade das unidades terminais, a perda de carga necessária vencer pela bomba e cujo valor foi calculado no dimensionamento hidráulico onde todos os metros de tubagem e respetivos acessórios foram contabilizados, e o tipo de aplicação, nomeadamente sistemas de climatização.



Figura 74 - Grupo de impulsão, modelo MAGNA3 D (fonte: GRUNDFOS)

Os caudais considerados para cada bomba circuladora foram calculados através da equação 16, por forma a ser possível converter potência térmica em caudal hidráulico.

$$P = \dot{Q} \times c_p \times \Delta T \text{ (kW)} \quad (\text{Eq. 16})$$

Onde:

P – Potência térmica (kW)

\dot{Q} – Caudal hidráulico (L/s)

cp – Calor específico a pressão constante para a água (kJ/kg.K)

ΔT – Diferencial de temperatura entre ida e retorno (K)

Considerando os pontos de funcionamento abaixo, foram selecionados os modelos da marca *GRUNDFOS*®, conforme a tabela 62. [12]

Tabela 62 - Características técnicas dos grupos de impulsão

Referência Projeto	Caudal (l/h)	Perda de carga (kPa)	Modelo	Potência Elétrica Absorvida
BC_AG	42000	82,39	MAGNA1 D 100-120 F	1,52 kW
BC_AF	32400	27,19	MAGNA3 D 80-60 F	0,53 kW
BC_AQ	9360	10,62	MAGNA3 D 40-40 F	0,1 kW
BC_AQS	4300	10	MAGNA1 D 32-40 F	0,07 kW

5.6.5.6 Depósitos de acumulação

Para a determinação do volume de acumulação necessário por tipo de sistema (água quente, água fria e água gelada), é necessário considerar qual o volume de água existente no sistema, tendo em conta a seleção das tubagens das redes, bem como o tempo de inatividade admitido para a unidade produtora, no qual se consegue dar resposta ao sistema a partir do volume de acumulação. Face às potências necessárias para cada um dos sistemas, definiu-se um tempo mínimo de funcionamento de 2 minutos e de acordo com o acima indicado. Como resultado da filosofia de cálculo acima descrita, é possível obter a equação 17. [12]

$$V_{inércia} = \frac{(P_{min} - C_{min}) \times t_{min} \times 60}{cp \times \Delta T} (L) \quad (Eq. 17)$$

Onde:

$V_{inércia}$ – Volume mínimo de acumulação (L)

P_{min} – Capacidade mais baixa da central produtora de energia térmica (kW)

C_{min} – Carga térmica mais baixa do sistema (kW)

t_{min} – Tempo mínimo de funcionamento dos compressores (min)

cp – Calor específico a pressão constante para a água (kJ/kg.K)

ΔT – Diferencial de temperatura entre ida e retorno (K)

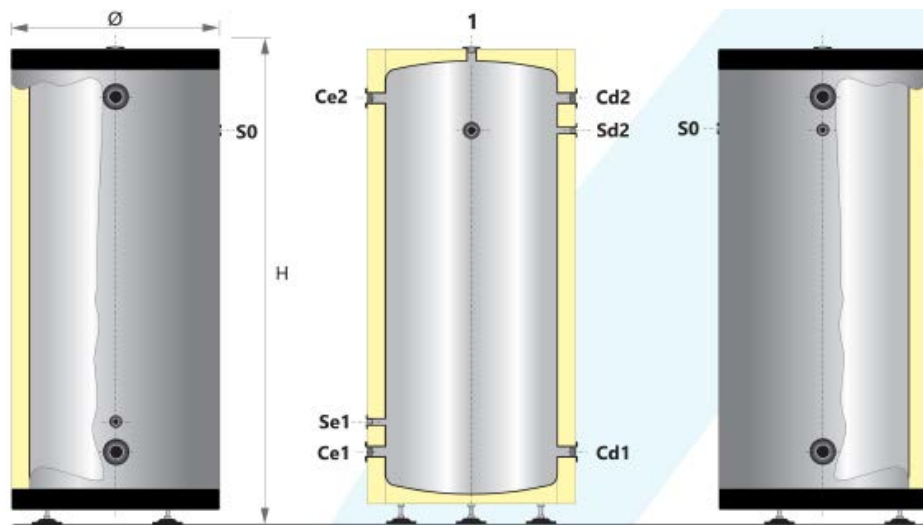


Figura 75 - Exemplo de depósitos de inércia (fonte: AQUAFER)

Segundo a metodologia de cálculo acima indicada, obtiveram-se os seguintes volumes de acumulação necessários para cada um dos circuitos.

Tabela 63 - Capacidades dos depósitos de acumulação térmica

Referência Projeto	Volume (L)	Observações
DIAG	2500	Barreira de vapor, isolamento e revestimento impermeável
DIAF	600	Barreira de vapor, isolamento e revestimento impermeável
DIAQ	600	Isolamento e revestimento impermeável
DAQS	500	Isolamento, permutador interno de 25kW e resistência elétrica

5.6.5.7 Valvularia

- **Válvulas de seccionamento**

As válvulas de seccionamento até Ø2” serão do tipo macho esférico, com corpo em latão niquelado, esfera em latão duro-cromado e vedantes em PTFE. As válvulas de seccionamento acima de Ø2” ½ (inclusive) serão do tipo borboleta com o corpo e borboleta em ferro fundido, vedante em EPDM, eixo em aço inox AISI 316 e manípulo em alumínio. As válvulas de macho esférico consideram-se da marca *GENEBRE®*, modelo 3029, enquanto as válvulas do tipo borboleta se consideram da marca *GENEBRE®*, modelo 2103.



Figura 76 - Válvulas de seccionamento macho esférico e borboleta (fonte: *GENEBRE*)

- **Válvulas de retenção**

As válvulas de retenção serão de aperto entre flanges, do tipo duplo prato, com corpo em ferro fundido, pratos em latão, eixo em aço inox AISI 304, sede em nitrilo e pintadas com tinta epóxi. Para estas válvulas, considera-se a marca *GENEBRE®*, modelo 2401.



Figura 77 - Válvula de retenção de duplo prato (fonte: GENE BRE)

- **Válvulas de segurança**

As válvulas de segurança deverão ser certificadas e reguladas para a pressão de disparo requerida pelos circuitos que protegem. As ligações de descarga das válvulas serão encaminhadas para os circuitos de esgoto e drenagem. A pressão nominal das válvulas de segurança a instalar na central térmica de vera ser de acordo com o indicado nas peças desenhadas deste trabalho de projeto. Para estas válvulas, considera-se a marca *CALEFFI®*, modelo 311.



Figura 78 - Válvula de segurança (fonte: CALEFFI)

- **Filtros Y**

Serão do tipo “Y” com corpo em ferro fundido, com ligações roscadas ou flangeadas conforme a seção da tubagem a que se destinam. O elemento filtrante será em malha de aço inoxidável AISI 316L e os parafusos da tampa de acesso serão em aço carbono. Consideram-se filtros da marca *TECFLOW*®, modelo TF-YS-DI-F.



Figura 79 - Filtro tipo Y (fonte: *TECFLOW*)

- **Termômetros**

Serão de quadrante, com caixa em aço inoxidável, Ø100 mm e escala de -20°C a 60°C para os circuitos de água fria e 0°C a 120°C para os circuitos de água quente. O elemento de medida será bimetálico, incluindo a bainha para imersão na tubagem com diâmetro de ligação de ½”. Consideraram-se manômetros da marca *GESA*®, modelo D01.



Figura 80 - Termómetro (fonte: *GESA*)

- **Manómetros**

Serão de quadrante, com caixa em aço inoxidável, Ø100 mm, escala de 0 a 6 bar e com graduação de 0,1 bar. Mecanismo e mostrador serão imersos em glicerina. Diâmetro de ligação de 1/2". Serão equipados com uma válvula de corte com dispositivo de purga. Consideraram-se manómetros da marca *GESA*®, modelo M0301.



Figura 81 - Manómetro (fonte: GESA)

5.6.5.8 Rede de esgoto de condensados

A rede de esgoto de condensados compreende a ligação dos tabuleiros de condensados dos evaporadores, frigidifusores, expositores, vitrinas e UTA até às prumadas ou ramais de esgoto pluvial do próprio edifício.

Considera-se a instalação desta rede com recurso a tubagem do tipo PVC rígido com classe de pressão PN4 e com ligações do tipo cónico com manga selada a cola.

No caso das ligações aos tabuleiros de condensados dos evaporadores instalados nas câmaras de conservação de produtos congelados, onde a temperatura interior da câmara será consideravelmente abaixo de 0°C, a tubagem instalada no interior da respetiva câmara deverá ser realizada em tubagem de cobre desoxidado e desidratado. Nesta tubagem de cobre será ainda instalada uma traçagem elétrica por meio de cabos elétricos resistivos especiais para produzirem calor por efeito Joule. Estes cabos são instalados de forma a ficarem em contacto físico com esta tubagem em toda a sua extensão, transferindo o calor para o tubo, por forma a prevenir a congelação dos condensados no seu interior.

5.7 Sistemas de Controlo

5.7.1 *Ciclo de Congelados*

Para o ciclo de congelados, o controlo é realizado de forma relativamente simples e autónoma. Isto porque o controlo dos compressores é realizado de forma a estes trabalharem num regime *On/Off*, onde o seu arranque e paragem é realizado em função das leituras dos pressostatos de alta pressão e baixa pressão a eles associados.

Relativamente às unidades terminais, o seu controlo é totalmente *stand-alone*, onde a permissão de funcionamento das mesmas é comandada pelo termostato instalado no interior do espaço a que as mesmas se destinam, dando ordem de abertura ou fecho da válvula solenoide em função da leitura da temperatura no interior do espaço.

Enquanto isso, a quantidade de fluido que chega à bateria do evaporador é regulada pela válvula expansora em função da capacidade frigorífica para que esta se encontra calibrada.

No caso da recuperação de calor para a produção de AQS, isto é garantido graças à utilização de uma válvula de três vias *On-Off* instalada na linha de descarga dos compressores.

Esta válvula é acionada em função da leitura da temperatura no interior do depósito de acumulação. Quando a temperatura no interior do depósito está de acordo com as necessidades de AQS reguladas, o controlador associado a este processo dá ordem de fecho à válvula, e em caso contrário ao anteriormente descrito é dada ordem de abertura à mesma.

O grupo de impulsão responsável pela circulação da água neste sistema de recuperação é acionado em paralelo com a ordem de abertura ou fecho da válvula de três vias.

Mesmo com esta válvula na posição de aberto, o fluido terá sempre de passar no condensador do circuito frigorífico após a recuperação de calor para a produção de AQS, isto porque apesar de existir necessidade de energia térmica no interior do depósito, a necessidade pode não ser suficiente para retirar todo o calor disponível no fluido, e como este tem de ser dissipado antes de ser encaminhado para as unidades terminais, a dissipação desta energia residual será sempre obrigatória por forma a garantir o bom funcionamento do sistema.

5.7.2 Ciclo de Refrigerados e Climatização

Sendo o sistema de refrigerados e de climatização de uma complexidade de controlo relativamente superior, decidiu-se recorrer a um sistema de gestão técnica centralizado.

Este tipo de sistema de controlo baseia-se na utilização de controladores que, através de uma filosofia de comando instalada nos mesmos, recorrem a informação recolhida nos diversos equipamentos de medição no campo, e em função das suas leituras decidem de que forma atuam nos equipamentos passíveis de atuação por ordem externa, como por exemplo atuadores de registos de ar ou de válvulas de comando e controlo.

Estas filosofias de comando são estabelecidas em função de listas de pontos, onde se identificam os diversos tipos de pontos de comando e leitura de um determinado equipamento. [19]

5.7.2.1 Listas de Pontos

Abaixo apresentam-se as listas de pontos de controlo consideradas para implementação nos controladores responsáveis pela monitorização e comando da instalação desenvolvida neste projeto.

- **Lista de pontos da central de refrigeração, AVAC e AQS**

Tabela 64 - Lista de pontos para a central de refrigeração, AVAC e AQS

LISTA DE PONTOS - CENTRAL DE REFRIGERAÇÃO, AVAC E AQS						
CHILLER, BOMBAS DE PRIMÁRIO, BOMBAS DE SECUNDÁRIO, DEPÓSITOS DE INERCIA E PERMUTADORES DE CALOR						
DESCRIÇÃO DO PONTO	ED	SD	EA	SA	BUS	OBSERVAÇÕES
CHILLER 1 - Comutador MAN/0/AUTO	1					
CHILLER 1 - Comando		1				
CHILLER 1 - Estado	1					
CHILLER 1 - Avaria	1					
CHILLER 1 - Caudal	1					Fluxostato de água
CHILLER 1 - Temperatura de Ida			1			Sonda de temperatura de imersão
CHILLER 1 - Temperatura de Retorno			1			Sonda de temperatura de imersão
MH.CHILLER 1 - Comutador MAN/0/AUTO	1					
MH.CHILLER 1 - Comando		1				

MH.CHILLER 1 - Estado	1				
MH.CHILLER 1 - Disparo de Proteções	1				
Depósito de Inercia de Água Gelada - Temperatura			1		Sonda de temperatura de imersão
Circuito Água Gelada - Temperatura Ida			1		Sonda de temperatura de imersão
Circuito Água Gelada - Temperatura Retorno			1		Sonda de temperatura de imersão
BC_AG - Comutador MAN/0/AUTO	2				
BC_AG - Comando		2			
BC_AG - Estado	1				Pressostato diferencial de água
BC_AG - Alarme	2				
PC AF - Temperatura de Ida			1		Sonda de temperatura de imersão
PC AF - Temperatura de Retorno			1		Sonda de temperatura de imersão
PC AF - Válvula Circuito Água Fria Climatização				1	Válvula de 3 vias com atuador modulante
Depósito de Inercia de Água Fria - Temperatura			1		Sonda de temperatura de imersão
BC_AF - Comutador MAN/0/AUTO	1				
BC_AF - Comando Frequência Variador		1			
BC_AF - Estado	1				Pressostato diferencial de água
BC_AF - Alarme	1				
PR AQ - Temperatura de Ida			1		Sonda de temperatura de imersão
PR AQ - Temperatura de Retorno			1		Sonda de temperatura de imersão
PR AQ - Caudal	1				Fluxostato de água
Depósito de Inercia de Água Quente - Temperatura			1		Sonda de temperatura de imersão
BC_AQ - Comutador MAN/0/AUTO	1				
BC_AQ - Comando Frequência Variador		1			
BC_AQ - Estado	1				Pressostato diferencial de água
BC_AQ - Alarme	1				
PC AQS - Temperatura de Ida			1		Sonda de temperatura de imersão
PC AQS - Temperatura de Retorno			1		Sonda de temperatura de imersão
PC AQS - Válvula Recuperação AQS		1			Válvula de 3 vias com atuador On-Off
PC AQS - Contagem de energia térmica				5	Contador de entalpia
Depósito Termoacumulador AQS - Temperatura			1		Sonda de temperatura de imersão
BC_AQS - Comutador MAN/0/AUTO	2				
BC_AQS - Comando		2			
BC_AQS - Estado	1				Pressostato diferencial de água
BC_AQS - Alarme	2				

- **Lista de pontos para as UTA 1 e 2**

Tabela 65 - Lista de pontos para as UTA 1 e 2

LISTA DE PONTOS TIPO						
UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR COM RECUPERAÇÃO POR RODA TÉRMICA						
DESCRIÇÃO DO PONTO	ED	SD	EA	SA	BUS	OBSERVAÇÕES
UTA / VI - Comutador MAN/O/AUTO	1					
UTA / VI - Comando		1				
UTA / VI - Estado	1					Pressostato diferencial de ar
UTA / VI - Disparo de Proteções	1					
UTA / VI - Pré-Filtro Colmatado	1					Pressostato diferencial de ar
UTA / VI - Filtro Colmatado	1					Pressostato diferencial de ar
UTA / VE - Comutador MAN/O/AUTO	1					
UTA / VE - Comando		1				
UTA / VE - Estado	1					Pressostato diferencial de ar
UTA / VE - Disparo de Proteções	1					
UTA / VE - Filtro Colmatado	1					Pressostato diferencial de ar
UTA / RT - Comutador MAN/O/AUTO	1					
UTA / RT - Comando ON/OFF		1				
UTA / RT - Comando Frequência Motor				1		
UTA / RT - Estado Motor (Frequência)			1			Sinal do respetivo variador de frequência
UTA / RT - Disparo de Proteções	1					
UTA - Temperatura de Ar Novo			1			Sonda de temperatura e humidade de conduta
UTA - Humidade de Ar Novo			1			
UTA - Temperatura de Retorno			1			Sonda de temperatura e humidade de conduta
UTA - Humidade de Retorno			1			
UTA - Qualidade do Ar de Retorno (CO2)			1			Sonda de CO2 de conduta
UTA - Temperatura de Insuflação			1			Sonda de temperatura e humidade de conduta
UTA - Humidade de Insuflação			1			
UTA - Válvula Água Fria Comando				1		Válvula de 2 vias com atuador modulante
UTA - Bateria de Água Fria - Temperatura de Ida			1			Sonda de temperatura de imersão
UTA - Bateria de Água Fria - Temperatura de Retorno			1			Sonda de temperatura de imersão
UTA - Válvula Água Quente Comando				1		Válvula de 2 vias com atuador modulante
UTA - Bateria de Água Quente - Temperatura de Ida			1			Sonda de temperatura de imersão
UTA - Bateria de Água Quente - Temperatura de Retorno			1			Sonda de temperatura de imersão
UTA - Registo de Ar Novo/Rejeição/Mistura - Comando				1		3 Registos com atuadores modulantes

- **Lista de pontos tipo por equipamento terminal do circuito de refrigerados**

Tabela 66 - Lista de pontos para os equipamentos terminais do circuito de refrigeração

LISTA DE PONTOS TIPO						
FRIGODIFUSORES, VITRINAS E EXPOSITORES						
DESCRIÇÃO DO PONTO	ED	SD	EA	SA	BUS	OBSERVAÇÕES
EQUIP. TERMINAL - Comutador MAN/0/AUTO	1					
EQUIP. TERMINAL- Comando		1				
EQUIP. TERMINAL - Estado	1					Pressostato diferencial de ar
EQUIP. TERMINAL - Disparo de Proteções	1					
EQUIP. TERMINAL- Válvula de Água Gelada Comando		1				Válvula de 3 vias com atuador On-Off
EQUIP. TERMINAL - Temperatura Ambiente			1			Sonda de temperatura e humidade ambiente
EQUIP. TERMINAL - Humidade Ambiente			1			

Legenda

- ED – Entrada digital
- SD – Saída digital
- EA – Entrada analógica
- SA – Saída analógica

Através da implementação destes pontos de controlo no *software* instalado nos controladores de um quadro de gestão técnica centralizada, é possível garantir o bom funcionamento de todo o sistema, com uma ótica de eficiência energética, possibilitando também o menor consumo de energia primária possível sem comprometer o funcionamento de todos os circuitos.

Página deixada propositadamente em branco

Página deixada propositalmente em branco

6 Resultados

Como resultado final deste trabalho de projeto temos duas instalações frigoríficas distintas, as quais são suficientes para satisfazer as necessidades de refrigeração para a conservação de produtos a uma temperatura positiva, as necessidades de congelação para a conservação de produtos conservados a uma temperatura inferior à do seu ponto de congelação, necessidades de climatização para garantir a qualidade do ar interior e as condições de conforto necessárias para os diversos ocupantes do espaço, bem como ainda garantir a produção de águas quentes sanitárias para as infraestruturas do espaço comercial que necessitem das mesmas.

Apresentam-se abaixo as tabelas 67, 68 e 69 que resumem as potências térmicas consideradas no desenvolvimento deste projeto, referentes a cada um dos sistemas analisados.

Tabela 67 - Potências térmicas sistema refrigerados

Sistema Refrigerados	
Equipamento	Potência térmica total
Frigodifusores	19,44 kW
Vitrinas	2,25 kW
Expositores	18,62 kW
TOTAL	40,31 kW
Coeficiente de segurança	15%
TOTAL (Corrigido)	46,4 kW

Tabela 68 - Potências térmicas sistema climatização

Sistema Climatização	
Equipamento	Potência térmica total
UTAs - Arrefecimento	161,5 kW
UTAs - Aquecimento	54,1 kW

Tabela 69 - Potências térmicas sistema congelados

Sistema Congelados	
Equipamento	Potência térmica total
Evaporadores	8,48 kW
Máquina de gelo	4,0 kW
Expositores	9,73 kW
TOTAL	22,21 kW
Coeficiente de segurança	15%
TOTAL (Corrigido)	25,6 kW

Dos valores acima é possível verificar que, considerando a aglutinação das potências de arrefecimento necessárias para o circuito de refrigerados e o circuito de arrefecimento do sistema de climatização, a potência total necessária será de cerca de 208 kW.

Sendo este valor consideravelmente superior ao da potência de aquecimento do sistema de climatização de 54,1 kW, torna viável a obtenção desta potência térmica através de uma recuperação parcial de energia no processo de dissipação de calor do circuito de

arrefecimento do Chiller, satisfazendo as necessidades dos três circuitos com um único equipamento.

Ponderando uma idêntica recuperação de energia térmica através de um processo de dissipação de calor, a mesma é também viável para a produção de águas quentes sanitárias.

Para este sistema, a energia dissipada a considerar será a do processo de condensação do circuito frigorífico do sistema de congelados, o qual tem um valor de potência térmica necessária de 25,6 kW.

Este valor de potência térmica, quando recuperado na totalidade, é suficiente para aquecer a água de um depósito de acumulação até atingir uma temperatura que satisfaça as necessidades de água quente que possam existir na exploração deste supermercado.

Por forma a ser possível atribuir uma classificação à instalação desenvolvida, temos agora condições de determinar a eficiência da mesma através do cálculo do seu COP (*Coefficient of Performance*). [6]

$$COP = \frac{Q}{W} \quad (Eq. 18)$$

Onde:

Q – Potência térmica do sistema (kW)

W – Potência elétrica absorvida pelos diversos equipamentos do sistema (kW)

Com a fórmula acima, é possível calcular a eficiência da solução concebida, através do rácio entre a potência térmica do sistema e a potência elétrica absorvida por cada um dos seus equipamentos. Desta forma, considerando o pico de utilização do sistema no ciclo de verão, onde temos a central de refrigeração a trabalhar para os frigodifusores, bem como para o circuito de arrefecimento do sistema de climatização, existem diversos intervenientes a serem considerados, conforme indicado na equação 19.

$$COP_{CentralVer\tilde{a}o} = \frac{Q_{Refrigerados} + Q_{AVAC\ Arrefecimento}}{W_{CH1} + W_{BC_AG} + W_{Equip.\ Term.} + W_{BC_AF} + W_{UTAs}} \quad (Eq. 19)$$

Onde:

$COP_{CentralVer\tilde{a}o}$ – COP da central quando em funcionamento em modo *Ver\tilde{a}o*

$Q_{Refrigerados}$ – Pot\~{e}ncia t\~{e}rmica do circuito de refrigerados (kW)

$Q_{AVAC\ Arrefecimento}$ – Pot\~{e}ncia t\~{e}rmica de arrefecimento do sistema de AVAC (kW)

W_{CH1} – Pot\~{e}ncia el\~{e}trica absorvida pelo Chiller (kW)

W_{BC_AG} – Pot\~{e}ncia el\~{e}trica absorvida pela eletrobomba BC_AG (kW)

$W_{Equip.Term.}$ – Pot\~{e}ncia el\~{e}trica absorvida por todos os equipamentos terminais (kW)

W_{BC_AF} – Pot\~{e}ncia el\~{e}trica absorvida pela eletrobomba BC_AF (kW)

W_{UTAs} – Pot\~{e}ncia el\~{e}trica absorvida por todas as UTAs (kW)

Substituindo as vari\~{a}veis acima indicadas pelos valores determinados no dimensionamento deste projeto, obtemos o seguinte COP.

$$COP_{CentralVer\tilde{a}o} = \frac{46,4 + 161,5}{116,55 + 1,521 + 2,12 + 0,53 + 13,8} = 1,55$$

Considerando agora o caso em que a central est\~{a} a funcionar para o ciclo de inverno, em que temos a acumula\~{c}\~{a}o de \u00e1gua gelada para necessidades de desumidifica\~{c}\~{a}o da \u00e1rea de vendas, bem como recupera\~{c}\~{a}o de calor para a produ\~{c}\~{a}o de \u00e1gua quente para aquecimento, obtemos a equa\~{c}\~{a}o 20.

$$COP_{CentralInverno} = \frac{Q_{Refrigerados} + Q_{AVAC\ Aquecimento}}{W_{CH1} + W_{BC_AG} + W_{Equip.Term.} + W_{BC_AQ} + W_{UTAs}} \quad (Eq. 20)$$

Onde:

$COP_{CentralInverno}$ – COP da central quando em funcionamento em modo *Inverno*

$Q_{Refrigerados}$ – Potência térmica do circuito de refrigerados (kW)

$Q_{AVAC\ Aquecimento}$ – Potência térmica de aquecimento do sistema de AVAC (kW)

W_{CH1} – Potência elétrica absorvida pelo Chiller (kW)

W_{BC_AG} – Potência elétrica absorvida pela eletrobomba BC_AG (kW)

$W_{Equip.Term.}$ – Potência elétrica absorvida por todos os equipamentos terminais (kW)

W_{BC_AQ} – Potência elétrica absorvida pela eletrobomba BC_AQ (kW)

W_{UTAs} – Potência elétrica absorvida por todas as UTAs (kW)

Substituindo as variáveis acima indicadas pelos valores determinados no dimensionamento deste projeto, obtemos o seguinte COP.

$$COP_{CentralInverno} = \frac{46,4 + 54,1}{42,5 + 1,521 + 2,12 + 0,1 + 13,8} = 1,67$$

Em ambos os cálculos, o valor correspondente à potência absorvida pelo Chiller foi corrigida em função da potência térmica gerada.

Simultaneamente a estes sistemas, temos também a central de congelados. Este circuito estará a funcionar para o seu ciclo de refrigeração responsável pela conservação de produtos abaixo do seu ponto de congelação, bem como para o sistema de recuperação de calor para a produção de águas quentes sanitárias.

Também para este sistema é possível determinar o seu coeficiente de performance através gerando a fórmula representada pela equação 21.

$$COP_{Central\ Congelados} = \frac{Q_{Congelados} + Q_{AQS}}{W_{GF1} + W_{COND1} + W_{Equip.Term.} + W_{BC_AQS}} \quad (Eq. 21)$$

Onde:

$COP_{Central\ Congelados}$ – COP da central de congelados

$Q_{Congelados}$ – Potência térmica do circuito de congelados (kW)

Q_{AQS} – Potência térmica para produção de águas quentes sanitárias (kW)

W_{GF1} – Potência elétrica absorvida pelo grupo de frio (kW)

W_{COND1} – Potência elétrica absorvida pelo condensador (kW)

$W_{Equip.Term.}$ – Potência elétrica absorvida por todos os equipamentos terminais (kW)

W_{BC_AQS} – Potência elétrica absorvida pela eletrobomba BC_AQS (kW)

Substituindo as variáveis acima indicadas pelos valores determinados no dimensionamento deste projeto, obtemos o seguinte COP.

$$COP_{Central\ Congelados} = \frac{25,6 + 25,6}{18 + 4,05 + 7,34 + 0,073} = 1,74$$

Com os valores acima obtidos através das equações 19, 20 e 21 é agora possível construir a tabela 70 onde se resumem os coeficientes de performance obtidos para os diversos modos de operação da instalação projetada.

Tabela 70 - Resumo dos valores de COP da instalação

Modo de funcionamento	COP
Central térmica – Verão	1,55
Central térmica – Inverno	1,67
Central de congelados	1,74

É possível verifica-se que nos diversos modos de funcionamento da instalação, os valores globais de COP são sempre superiores a 1,5.

Isto indica que, em qualquer período no tempo onde qualquer uma das duas centrais esteja em pleno funcionamento, ambas estarão a produzir energia térmica com uma eficiência superior a 50% relativamente à potência elétrica absorvida pela totalidade dos equipamentos que integram as mesmas.

Página deixada propositadamente em branco

7 Conclusões

A realização deste trabalho de projeto ofereceu-me a possibilidade de consolidar os conhecimentos adquiridos no decorrer da minha formação académica, bem como os adquiridos ao longo da minha experiência profissional na área das instalações de especiais, nomeadamente AVAC.

Ao mesmo tempo, também me permitiu expandir horizontes na área da refrigeração, não sendo a minha área de especialidade no âmbito profissional, apesar de estar muitas vezes em contacto com a mesma.

Considerando as diversas obras em que participei no decorrer do desenvolvimento deste projeto, passei a ter uma perspetiva de análise um pouco diferente relativamente a esta outra especialidade, procurando retirar ideias e esclarecendo algumas dúvidas que foram surgindo na conceção da instalação aqui projetada.

Deste trabalho retiro uma conclusão bastante importante, a de que existem imensas possibilidades disponíveis para otimizar e até mesmo combinar os sistemas de climatização e refrigeração num só, em casos que ambos sejam simultaneamente necessários.

Para que tal aconteça certamente será necessário pensar um pouco fora da caixa e visualizar soluções de integração onde, apesar de serem possíveis, as mesmas ainda não estejam desenvolvidas no mercado.

Acredito que a solução desenvolvida neste trabalho de projeto tenha uma grande viabilidade de implementação no mercado nacional, isto porque, do ponto de vista técnico relativamente ao trabalho desenvolvido no cálculo e dimensionamento das instalações, é um projeto de possível execução.

Quando analisamos a viabilidade deste projeto numa ótica financeira, verifica-se que o valor previsto de investimento obtido de 1.016.875,99€, conforme a estimativa orçamental no Anexo 3, quando comparado com os valores praticados no mercado atual, ambos se encontram na mesma ordem de grandeza. Isto porque atualmente os valores de adjudicação para a especialidade de climatização rondam os 300.000,00€ a 400.000,00€, enquanto os

valores de adjudicação da especialidade de refrigeração rondam os 600.000,00€ a 700.000,00€ totalizando um valor de investimento que encontra entre os 900.000,00€ e os 1.100.000,00€

A utilização do sistema desenvolvido no presente trabalho tem algumas potenciais desvantagens, nomeadamente as seguintes:

- Quando se comparam com valores de COP de equipamentos dedicados a instalações de climatização e refrigeração, os quais rondam os 3,5 e os 2,9 respetivamente, verifica-se que a utilização desta solução reduz bastante este valor. Esta conclusão traduz-se no facto de a potência elétrica absorvida nesta solução será superior a uma solução tradicional, tornando a eficiência energética deste sistema inferior.
- A atual oferta no mercado relativamente a unidades de produção de água gelada, a mesma tem como limite inferior de capacidade de recuperação parcial o valor de 25%. Isto obriga a que as necessidades de água aquecida por parte do sistema de climatização representem no mínimo 25% da total produção de água gelada. Nos casos em que tal não seja possível, irá existir uma produção de água aquecida que não será consumida, levando a que a mesma seja desperdiçada.

Contudo, apesar do acima referido, foi possível com este trabalho validar as principais vantagens previstas com a utilização deste sistema integrado, nomeadamente as seguintes:

- Utilização de um único equipamento para satisfazer as necessidades de refrigerados e climatização, eliminando a necessidade de adquirir diversos equipamentos de produção de energia térmica como seria o caso de se tratar de uma instalação tradicional, onde teria de ser considerado um novo grupo de frio, o respetivo condensador e ainda os equipamentos responsáveis pela climatização, como por exemplo a utilização de unidades *RoofTop*.
- Centralização do controlo das instalações em um único sistema, pois todos os equipamentos considerados para o circuito de refrigerados e de climatização estariam diretamente ligados ao sistema de gestão técnica centralizada. Apesar do sistema responsável pelo circuito de congelados ter a sua central de controlo e comando

independente, a mesma permite ser monitorizada pelo sistema de gestão técnica centralizada, recorrendo à sua integração por protocolo de comunicação.

- Utilização de fluidos frigorigéneos com baixo GWP, o que permite ter um impacto ambiental bastante reduzido. Para esta instalação em particular, considerando a opção da utilização de duas unidades *RoofTop* com uma potência total de arrefecimento idêntica à calculada para este projeto, as mesmas estariam cada uma equipada com cerca de 21kg de fluido frigorigéneo R-410A, cujo GWP é de 2088. Esta quantidade deste fluido totaliza uma contribuição de 87,7 toneladas equivalentes de CO₂. Analisando agora a solução considerada neste projeto, o Chiller implementado utiliza uma carga de 86 kg de fluido R-1234ze, o qual tem um GWP de 6. Estes valores correspondem a uma contribuição para o ambiente de apenas 0,6 toneladas equivalentes de CO₂, valor que se torna quase insignificante quando comparado com uma solução com unidades *RoofTop* responsáveis apenas pela climatização, enquanto o Chiller tem a capacidade de satisfazer as necessidades de climatização bem como as de refrigeração positiva.

No decorrer do trabalho realizado foi-me dada a possibilidade de entrar em contacto com diversos fornecedores de materiais e equipamentos de possível implementação na solução desenvolvida e destes novos contactos criados, foi possível contar com o seu feedback e chamadas de atenção para certos pormenores que só alguém que está profissionalmente ligado à área da refrigeração comercial teria a perspicácia de se aperceber dos mesmos.

Com a realização deste trabalho retiro algumas valências que de outra forma não seria possível e que certamente me irão servir como maior valia na minha carreira profissional, abrindo a porta para possibilidade de explorar de forma mais direta a área da refrigeração.

Numa perspetiva de futuro, espero vir a ter a oportunidade de participar no desenvolvimento e implementação desta ou de outra solução de sistema integrado de refrigeração e climatização para um supermercado, pois acredito que dentro de alguns anos esta solução será o futuro dos projetos de refrigeração e climatização para este tipo de superfícies comerciais.

Página deixada propositadamente em branco

8 Bibliografia

- [1] LENNOX EMEA. (2018) "F-Gas regulation"
- [2] HONEYWELL. (2019) "THE ENVIRONMENTAL ALTERNATIVE TO TRADITIONAL REFRIGERANTS - Solstice® ze Refrigerant (HFO-1234ze (E))"
- [3] ALDIFRIO. (2017) "Opteon™ XP40 - Folheto informativo do produto para equipamentos fixos de refrigeração".
- [4] O INSTALADOR. (2020) "Fundamentos das Bombas de Calor" [Online] [Consultado a 31 de Outubro de 2020] <https://www.oinstalador.com/Artigos/315228-Fundamentos-das-Bombas-de-Calor.html>
- [5] RIBEIRO DA SILVA, J. M. B. (2012) "Eficiência Energética em Lojas de Retalho Alimentar: Os Desafios e Possíveis Soluções Em Portugal", Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- [6] GARCIA, J. (2019), Slides de apoio da Unidade Curricular: Refrigeração, Mestrado em Engenharia Mecânica - Ramo de Energia, Refrigeração e Climatização, Instituto Superior de Engenharia em Lisboa
- [7] SANTOS, A. (2016) "REFRIGERAÇÃO I - Manual de apoio ao ensino e à profissão - Fundamentos", s.l.: ENGEBOOK, 2016
- [8] BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 256, I de 24 de Outubro de 2019, Real Decreto 552/2019 de 27 de Setembro de 2019 "INSTRUCCIÓN IF-11 - CÁMARAS FRIGORÍFICAS, CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL Y LOCALES REFRIGERADOS PARA PROCESOS"
- [9] EFRIARC. (2021) "Webinar EFRIARC - O uso das cargas térmicas no dimensionamento das câmaras frigoríficas" [Online][Assistido a 11 de Fevereiro de 2021].
- [10] GONÇALVES DOS SANTOS, F.M. (2008) "Instalações Frigoríficas" Unidade Curricular: Instalações Frigoríficas, Mestrado em Engenharia Mecânica - Ramo de Energia, Refrigeração e Climatização, Instituto Superior de Engenharia em Lisboa
- [11] ARESP. (2008) "Código de boas práticas para o transporte de alimentos"
- [12] CASACA, C. e CARDOSO, J. (2019), Apontamentos da Unidade Curricular: Instalações Técnicas Especiais, Mestrado em Engenharia Mecânica - Ramo de Energia, Refrigeração e Climatização, Instituto Superior de Engenharia em Lisboa
- [13] LNEC. (2006) "COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA DE ELEMENTOS DA ENVOLVENTE DE EDIFÍCIOS - Versão actualizada 2006", INFORMAÇÃO TÉCNICA EDIFÍCIOS 50.
- [14] Decreto-Lei nº79/2006 de 4 de Abril de 2006 que aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios.

- [15] Decreto-Lei nº118/2013 de 20 de Agosto de 2013 que aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios
- [16] FRIGA-BOHN. (2021) FRIGASOFT 2021 - V4.08. Software de cálculo
- [17] FRIMETAL. (2021) Frimetal KSelect 2021 Build 210201. Software de cálculo
- [18] DANFOSS. (2021) Coolselector®2 Versão 4.5.1. Software de cálculo
- [19] APIRAC. (2018) “GUIA TÉCNICO - SISTEMAS DE GESTÃO TÉCNICA”, s.2.: EUROPRESS, 2018

Página deixada propositadamente em branco

Página deixada propositalmente em branco

9 Anexos

Anexo 1 – Peças desenhadas

I.S.E.L. - T.F.M. - A37014

Lista de Peças Desenhadas

Nº de Referência	Título
TFM0001	PISO 0 - CICLO DE CONGELADOS, TRAÇADO DE TUBAGEM E IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
TFM0002	PISO 0 - CICLO DE REFRIGERADOS, TRAÇADO DE TUBAGEM E IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
TFM0003	COBERTURA - ÁREA TÉCNICAS, TRAÇADO DE TUBAGEM E IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
TFM0004	CENTRAL TÉRMICA DE REFRIGERADOS E AVAC, ESQUEMA DE PRINCÍPIO
TFM0005	CENTRAL TÉRMICA DE CONGELADOS E AQS, ESQUEMA DE PRINCÍPIO
TFM0006	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR, DIAGRAMA DE COMANDO E CONTROLO
TFM0007	PISO 0 - CLIMATIZAÇÃO, TRAÇADO DE CONDUTAS

Anexo 2 – Mapa de Quantidades

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
1	Trabalhos de apoio de construção civil			
1.1	Câmaras de Congelados			
1.1.1	Fornecimento e instalação de vazio sanitário por ventilação natural sob a laje das câmaras de congelados, incluindo módulos de pavimento da marca DALIFORM, mod. IGLU h25	37 m2		
1.1.2	Fornecimento e instalação de pavimento composto por aglomerado negro de cortiça expandida da marca ISOCOR, mod. ICB 50 assente sobre barreira de vapor, seguido de tela de impermeabilização, betonilha e pavimento final, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	37 m2		
1.1.3	Fornecimento e instalação de painéis do tipo sandwich com parede dupla metálica e composto por espuma de poliuretano, com ligações do tipo encaixe macho-fêmea, da marca ISOPAN, mod. ISOFROZEN, incluindo todos materiais de suportes e restantes trabalhos e acessórios necessários, das seguintes espessuras:			
	100mm - Paredes	92 m2		
	120mm - Tetos	37 m2		
1.1.4	Fornecimento e instalação de porta isotermica do tipo pivotante, da marca KIDE mod. P40, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	1 un		
1.1.5	Fornecimento e instalação de porta isotermica do tipo deslizante, da marca KIDE mod. QP, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	1 un		
1.2	Câmaras de Refrigerados			
1.2.1	Fornecimento e instalação de pavimento composto por aglomerado negro de cortiça expandida da marca ISOCOR, mod. ICB 50 assente sobre barreira de vapor, seguido de tela de impermeabilização, betonilha e pavimento final, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	100 m2		
1.2.2	Fornecimento e instalação de painéis do tipo sandwich com parede dupla metálica e composto por espuma de poliuretano, com ligações do tipo encaixe macho-fêmea, da marca ISOPAN, mod. ISOFRIGO, incluindo todos materiais de suportes e restantes trabalhos e acessórios necessários, das seguintes espessuras:			
	100mm	293 m2		
	120mm	100 m2		
1.2.3	Fornecimento e instalação de portas isotermicas do tipo pivotante, da marca KIDE mod. P40, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	4 un		
1.2.4	Fornecimento e instalação de porta isotermica do tipo deslizante, da marca KIDE mod. QP, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	6 un		
2	Instalação Frigorífica e Hidráulica			
2.1	Circuito de Congelados			
2.1.1	Fornecimento e instalação de central frigorífica com fluido frigorígeno do tipo R449A e 28,9kW de potência frigorífica, da marca FRIGA-BOHN, mod. COM 3N/4NES-14Y, incluindo compressores do tipo semi-herméticos, depósito de líquido, equipamento de controlo, segurança e monitorização, apoios anti-vibráticos e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários			
	GF1	1 un		

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.1.2	Fornecimento e instalação de unidade de condensação a ar de descarga vertical para fluido frigorigéneo do tipo R449A com 36,7kW de capacidade de dissipação de energia térmica, da marca FRIGA-BOHN, mod. WA 81 04/06P, incluindo ventiladores do tipo axiais de descarga vertical, apoios anti-vibráticos e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários			
	COND1	1 un		
2.1.3	Fornecimento e instalação de evaporadores do tipo cubicos com ventiladores axiais da marca FRIGA-BOHN, mod.3C-A, incluindo tabuleiro de condensados, bateria de cobre com alhetas de alumínio e todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	EC1	1 un		
	EC2	1 un		
	EC3	1 un		
2.1.4	Fornecimento e instalação de expositores murais com portas pivotantes da marca ARNEG, mod. ASTANA 2C H205, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=3905mm			
	EXP5	1 un		
	EXP6	1 un		
	EXP7	1 un		
	L=3124mm			
	EXP7	1 un		
2.1.5	Fornecimento e instalação de máquina de produção de gelo laminado para fluido frigorigéneo do tipo R449A com 4,0kW de potência frigorífica, da marca MAJA, mod. RVH 800, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	MG	1 un		
2.1.3	Fornecimento e instalação de tubagem de cobre incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e forra mecânica quando no exterior, ligações soldadas, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	Tubagem com isolamento e forra mecânica			
	1" 1/8"	20 ml		
	5/8"	20 ml		
	Tubagem com isolamento			
	2" 1/8	34 ml		
	1" 5/8	10 ml		
	1" 3/8	37 ml		
	1" 1/8	29 ml		
	7/8"	50 ml		
	5/8"	24 ml		
	1/2"	47 ml		
	3/8"	11 ml		
	5/16"	50 ml		
2.1.4	Fornecimento e instalação de componentes de controlo e medição da rede frigorigénea, incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e forra mecânica quando no exterior, ligações soldadas e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
2.1.4.1	Válvulas de seccionamento do tipo macho-esférico da marca DANFOSS, mod. GBC			
	GBC 6s V2	1 un		
	GBC 10s V2	2 un		
	GBC 18s V2	3 un		
	GBC 22s V2	2 un		
2.1.4.2	Válvulas de solenoide da marca DANFOSS, mod. EVR 3 v2	3 un		
2.1.4.3	Válvulas expansoras termostáticas de equalização de pressões externa da marca DANFOSS, mod. TXV T2-3	3 un		

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.1.4.4	Termostato ambiente do tipo fole, incluindo bolbo do tipo "air-coil", diferencial de temperatura ajustável e rearme automático, da marca DANFOSS, mod KP-61	3 un		
2.1.4.5	Central de controlo e comando da marca DANFOSS, mod. AK-PC 651	1 un		
2.1.4.6	Válvula de controlo de 3 vias para recuperação de calor, marca ALCO, mod. MPO incluindo motorização de accionamento eléctrico do tipo ON-OFF	1 un		
2.1.5	Rede de drenagem de condensados, incluindo tubagem do tipo cobre com traçagem eléctrica no interior das câmaras e restante tubagem do tipo PVC PN4			
2.1.5.1	Tubagem de cobre com traçagem eléctrica			
	1 1/8"	6 ml		
2.1.5.2	Tubagem PVC PN4			
	Ø32	9 ml		
2.2	Circuito de Produção de AQS			
2.2.1	Fornecimento e instalação de depósito de acumulação com 500 litros de capacidade, incluindo permutador interno, resistência eléctrica de apoio, isolamento térmico, revestimento exterior em lona impermeável e todos os trabalhos e acessórios necessários			
	DAQS	1 un		
2.2.2	Fornecimento e instalação de permutador de calor freon-água do tipo placas com potência térmica de 28,9kW, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	PC AQS	1 un		
2.2.3	Fornecimento e instalação de bomba circuladora dupla de caudal constante da marca GRUNDFOS, mod. MAGNA1 D 32-40 F, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	BC AQS	1 un		
2.2.4	Fornecimento e instalação de sistema de tratamento de águas, incluindo cuba de reagente, contador por impulsos, bomba doseadora e restantes trabalhos e acessórios necessários:	1 conj		
2.2.5	Fornecimento e instalação de tubagem de aço carbono galvanizado incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica, ligações do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	DN40	12 ml		
2.2.6	Fornecimento e instalação de tubagem de aço inoxidável incluindo ligações do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	DN15	9 ml		
2.2.7	Fornecimento e instalação de componentes hidráulicos, incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
2.2.7.1	Válvulas de seccionamento do tipo macho esférico			
	DN40	6 un		
	DN15	8 un		
2.2.7.2	Válvulas de retenção			
	DN40	1 un		
	DN15	1 un		
2.2.7.3	Filtros tipo Y			
	DN40	1 un		
2.2.7.4	Juntas anti-vibráticas			
	DN40	2 un		
2.2.7.5	Vasos de expansão			
	VEXP4 - Água Aquecida	1 un		
2.2.7.6	Valvulas de segurança			
	DN 15	2 un		
2.2.7.7	Purgadores de ar automáticos			
	DN15	1 un		

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.2.7.8	Manómetros	4 un		
2.2.7.9	Termómetros	3 un		
2.3	Circuito de Refrigerados e AVAC			
2.3.1	Fornecimento e instalação de Chiller de condensação a ar com módulo de recuperação de calor parcial e módulo hidráulico composto por bomba dupla de caudal variável e pressão standard, fluido frigorigéneo do tipo R1234ze, potência frigorífica de 249,45kW, potência recuperação de 119,78kW, da marca TRANE, mod. RTAF G 101 HSE SN EC PHR, incluindo apoios anti-vibráticos e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários			
	CH1	1 un		
2.3.2	Fornecimento e montagem de unidades de tratamento de ar do tipo duplo deck, incluindo recuperação de calor através de roda térmica, ventiladores do tipo plug-fan, bateria de aquecimento, bateria de arrefecimento, módulos de filtragem e todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	UTA1	1 un		
	UTA2	1 un		
2.3.3	Fornecimento e instalação de depósito de acumulação de inércia incluindo isolamento térmico, barreira de vapor (quando acumulação de baixa temperatura), revestimento exterior em lona impermeável e todos os trabalhos e acessórios necessários			
	DIAG - 2500 Litros	1 un		
	DIAF - 600 Litros	1 un		
	DIAQ - 600 Litros	1 un		
2.3.4	Fornecimento e instalação de permutador de calor água-água do tipo placas com potência térmica de 161,5kW, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	PC AF	1 un		
2.3.5	Fornecimento e instalação de bombas circuladoras duplas de caudal constante ou variável, da marca GRUNDFOS, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	BC_AG - Caudal Constante - MAGNA1 D 100-120 F	1 un		
	BC_AF - Caudal Variável - MAGNA3 D 80-60 F	1 un		
	BC_AQ - Caudal Variável - MAGNA3 D 40-40 F	1 un		
2.3.6	Fornecimento e instalação de sistema de tratamento de águas, incluindo cuba de reagente, contador por impulsos, bomba doseadora e restantes trabalhos e acessórios necessários:	1 conj		
2.3.7	Fornecimento e instalação de frigidifusores do tipo teto de baixo perfil, cúbicos ou de dupla descarga horizontal, marca FRIGA-BOHN, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	Teto de baixo perfil - Mod. MR			
	FRIGODIF. 1	1 un		
	FRIGODIF. 8	1 un		
	Cúbicos - Mod. 3C-A			
	FRIGODIF. 3	1 un		
	FRIGODIF. 4	1 un		
	FRIGODIF. 6	1 un		
	FRIGODIF. 7	1 un		
	FRIGODIF. 10	1 un		
	FRIGODIF. 11	1 un		
	Dupla descarga horizontal - Mod. NTA			
	FRIGODIF. 5	1 un		
	FRIGODIF. 9	1 un		
2.3.8	Fornecimento e instalação de frigidifusor do tipo estático, marca FRIMETAL, mod. SN, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	FRIGODIF. 2	1 un		

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.3.9	Fornecimento e instalação de vitrinas com bateria de arrefecimento, marca ARNEG, mod. VENEZIA 2 VCA, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=2500mm			
	VTRN1	1 un		
	VTRN8	1 un		
	VTRN9	1 un		
	L=1875mm			
	VTRN2	1 un		
2.3.10	Fornecimento e instalação de vitrinas para cama de gelo, marca ARNEG, mod. LAGUNA VC, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=2500mm			
	VTRN3	1 un		
	VTRN4	1 un		
	VTRN5	1 un		
	VTRN6	1 un		
	L=1250mm			
	VTRN7	1 un		
2.3.11	Fornecimento e instalação de expositores murais sem porta, marca ARNEG, mod. LISBONA 2 LF 105/205, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=3750mm			
	EXP1	1 un		
	EXP2	1 un		
	EXP3	1 un		
	EXP4	1 un		
2.3.12	Fornecimento e instalação de tubagem de ferro preto DIN 2440 até DN65 e aço carbono galvanizado inferior a DN50 (inclusivé), incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e forra mecânica quando no exterior, ligações soldadas ou do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	Tubagem com isolamento e forra mecânica			
	DN100	29 ml		
	DN65	103 ml		
	DN50	72 ml		
2.3.13	Fornecimento e instalação de tubagem de aço inoxidável incluindo ligações do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	DN15	30 ml		
2.3.14	Fornecimento e instalação de tubagem de plástico pré-isolado, marca Georg Fischer, mod. COOL-FIT ABS Plus incluindo materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	Tubagem pré-isolada com forra mecânica			
	DN100	19 ml		
	DN65	72 ml		
	Tubagem pré-isolada			
	DN65	48 ml		
	DN50	7 ml		
	DN40	26 ml		
	DN32	82 ml		
	DN25	86 ml		
	DN20	60 ml		
	DN15	44 ml		
2.3.15	Fornecimento e instalação de componentes hidráulicos, incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica, forra mecânica quando instalados no exterior e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
2.3.15.1	Válvulas de seccionamento do tipo borboleta			

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
	DN100	9 un		
	DN65	14 un		
2.3.15.2	Válvulas de seccionamento do tipo macho esférico			
	DN50	4 un		
	DN25	9 un		
	DN20	12 un		
	DN15	41 un		
2.3.15.3	Válvulas de retenção			
	DN100	2 un		
	DN65	1 un		
	DN15	3 un		
2.3.15.4	Filtros tipo Y			
	DN100	2 un		
	DN65	1 un		
2.3.15.5	Juntas anti-vibráticas			
	DN100	6 un		
	DN65	2 un		
2.3.15.6	Vasos de expansão			
	VEXP1 - Água Arrefecida	1 un		
	VEXP2 - Água Arrefecida	1 un		
	VEXP3 - Água Aquecida	1 un		
2.3.15.7	Valvulas de segurança			
	DN25	1 un		
	DN20	2 un		
	DN 15	3 un		
2.3.15.8	Purgadores de ar automáticos			
	DN15	3 un		
2.3.15.9	Válvula de regulação de by-pass	2 un		
2.3.15.10	Manómetros	10 un		
2.3.15.11	Termómetros	7 un		
3	Sistema de gestão técnica centralizada para regulação, controlo e monitorização das instalações hidráulicas (Refrigerados, AVAC e AQS)			
3.1	Fornecimento e instalação de quadro elétrico de comando, incluindo módulos de comando, software de programação do sistema de controlo, telas gráficas e painel de supervisão do tipo touch-screen embutido.			
	QGTC	1 un		
3.2	Fornecimento e instalação de cablagem de comando, incluindo caminhos de cabos, material de suportagem e todos os trabalhos e acessórios necessários	1 vg		
3.3	Equipamento de campo			
3.3.1	Contador de energia térmica para circuito de água quente, incluindo contador de água, sondas de temperatura de imersão e integrador com protocolo MODBUS			
	DN40	1 un		
3.3.2	Válvula 3 vias motorizada do tipo modelante			
	DN100	1 un		
3.3.3	Válvula 3 vias motorizada do tipo ON-OFF			
	DN25	4 un		
	DN20	5 un		
	DN15	10 un		
3.3.4	Válvula 2 vias PICV motorizada			
	DN50 - 16.325 l/h	2 un		
	DN40 - 4.680 l/h	2 un		
3.3.5	Fluxostato de água	2 un		
3.3.6	Sonda de temperatura de imersão	22 un		
3.3.7	Pressostato diferencial			
	Ar	28 un		
	Água	4 un		
3.3.8	Sonda combinada de temperatura e humidade de ar	15 un		

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
3.3.9	Sonda de qualidade do ar	2 un		
3.3.10	Actuador para registo de caudal de ar	6 un		
4	Rede de condutas			
4.1	Fornecimento e instalação de condutas em chapa de aço galvanizado, de secção rectangular, incluindo isolamento do tipo lã mineral, forra mecânica e todos os trabalhos e acessórios necessários	1 vg		
4.2	Fornecimento e instalação de condutas em chapa de aço galvanizado, de secção rectangular e circular, incluindo registos de caudal manuais, isolamento do tipo espuma elastomérica, pintura quando à vista e todos os trabalhos e acessórios necessários	1 vg		
4.3	Fornecimento e instalação de conduta textil microperfurada, incluindo sistema de fixação e suportagem do tipo dupla calha e todos os trabalhos e acessórios necessários	6 conj		
5	Instalação eléctrica			
5.1	Instalação eléctrica associada, incluindo quadro eléctrico de alimentação, cablagem de potência, caminhos de cabos, material de suportagem e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários	1 vg		
6	Diversos			
6.1	Ensaio e arranque da instalação	1 vg		
6.2	Entrega de compilação técnica da instalação incluindo descrição dos equipamentos e respectivo método de funcionamento, IOM's dos equipamentos e plano de manutenção preventiva.	1 vg		
6.3	Entrega de telas finais da instalação.	1 vg		
TOTAL INSTALAÇÕES DE REFRIGERAÇÃO E AVAC				

Anexo 3 – Estimativa Orçamental

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
ESTIMATIVA ORÇAMENTAL				
1	Trabalhos de apoio de construção civil			
1.1	Câmaras de Congelados			
1.1.1	Fornecimento e instalação de vazio sanitário por ventilação natural sob a laje das câmaras de congelados, incluindo módulos de pavimento da marca DALIFORM, mod. IGLU h25	37 m2	71,32	2 638,84
1.1.2	Fornecimento e instalação de pavimento composto por aglomerado negro de cortiça expandida da marca ISOCOR, mod. ICB 50 assente sobre barreira de vapor, seguido de tela de impermeabilização, betonilha e pavimento final, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	37 m2	52,98	1 960,26
1.1.3	Fornecimento e instalação de painéis do tipo sandwich com parede dupla metálica e composto por espuma de poliuretano, com ligações do tipo encaixe macho-fêmea, da marca ISOPAN, mod. ISOFROZEN, incluindo todos materiais de suportes e restantes trabalhos e acessórios necessários, das seguintes espessuras:			
	100mm - Paredes	92 m2	177,32	16 313,44
	120mm - Tetos	37 m2	191,36	7 080,32
1.1.4	Fornecimento e instalação de porta isoterma do tipo pivotante, da marca KIDE mod. P40, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	1 un	4 083,30	4 083,30
1.1.5	Fornecimento e instalação de porta isoterma do tipo deslizante, da marca KIDE mod. QP, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	1 un	6 757,40	6 757,40
1.2	Câmaras de Refrigerados			
1.2.1	Fornecimento e instalação de pavimento composto por aglomerado negro de cortiça expandida da marca ISOCOR, mod. ICB 50 assente sobre barreira de vapor, seguido de tela de impermeabilização, betonilha e pavimento final, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	100 m2	52,98	5 298,00
1.2.2	Fornecimento e instalação de painéis do tipo sandwich com parede dupla metálica e composto por espuma de poliuretano, com ligações do tipo encaixe macho-fêmea, da marca ISOPAN, mod. ISOFRIGO, incluindo todos materiais de suportes e restantes trabalhos e acessórios necessários, das seguintes espessuras:			
	100mm	293 m2	154,70	45 327,10
	120mm	100 m2	166,40	16 640,00
1.2.3	Fornecimento e instalação de portas isotermicas do tipo pivotante, da marca KIDE mod. P40, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	4 un	3 468,40	13 873,60
1.2.4	Fornecimento e instalação de porta isoterma do tipo deslizante, da marca KIDE mod. QP, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	6 un	6 298,50	37 791,00
2	Instalação Frigorífica e Hidráulica			
2.1	Circuito de Congelados			
2.1.1	Fornecimento e instalação de central frigorífica com fluido frigorígeno do tipo R449A e 28,9kW de potência frigorífica, da marca FRIGA-BOHN, mod. COM 3N/4NES-14Y , incluindo compressores do tipo semi-herméticos, depósito de líquido, equipamento de controlo, segurança e monitorização, apoios anti-vibráticos e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários			
	GF1	1 un	65 278,90	65 278,90

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.1.2	Fornecimento e instalação de unidade de condensação a ar de descarga vertical para fluido frigorigéneo do tipo R449A com 36,7kW de capacidade de dissipação de energia térmica, da marca FRIGA-BOHN, mod. WA 81 04/06P, incluindo ventiladores do tipo axiais de descarga vertical, apoios anti-vibráticos e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários			
	COND1	1 un	13 196,56	13 196,56
2.1.3	Fornecimento e instalação de evaporadores do tipo cubicos com ventiladores axiais da marca FRIGA-BOHN, mod.3C-A, incluindo tabuleiro de condensados, bateria de cobre com alhetas de alumínio e todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	EC1	1 un	3 572,69	3 572,69
	EC2	1 un	3 572,69	3 572,69
	EC3	1 un	3 572,69	3 572,69
2.1.4	Fornecimento e instalação de expositores murais com portas pivotantes da marca ARNEG, mod. ASTANA 2C H205, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=3905mm			
	EXP5	1 un	12 117,30	12 117,30
	EXP6	1 un	12 117,48	12 117,48
	EXP7	1 un	12 117,48	12 117,48
	L=3124mm			
	EXP7	1 un	10 259,81	10 259,81
2.1.5	Fornecimento e instalação de máquina de produção de gelo laminado para fluido frigorigéneo do tipo R449A com 4,0kW de potência frigorífica, da marca MAJA, mod. RVH 800, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	MG	1 un	16 616,60	16 616,60
2.1.3	Fornecimento e instalação de tubagem de cobre incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e forra mecânica quando no exterior, ligações soldadas, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	Tubagem com isolamento e forra mecânica			
	1" 1/8"	20 ml	63,10	1 287,24
	5/8"	20 ml	37,13	757,45
	Tubagem com isolamento			
	2" 1/8	34 ml	111,98	3 762,53
	1" 5/8	10 ml	81,38	781,25
	1" 3/8	37 ml	67,70	2 518,44
	1" 1/8	29 ml	50,84	1 464,19
	7/8"	50 ml	40,35	2 033,64
	5/8"	24 ml	25,74	617,76
	1/2"	47 ml	19,24	900,43
	3/8"	11 ml	16,77	181,12
	5/16"	50 ml	14,95	753,48
2.1.4	Fornecimento e instalação de componentes de controlo e medição da rede frigorífeca, incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e forra mecânica quando no exterior, ligações soldadas e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
2.1.4.1	Válvulas de seccionamento do tipo macho-esférico da marca DANFOSS, mod. GBC			
	GBC 6s V2	1 un	115,70	115,70
	GBC 10s V2	2 un	119,60	239,20
	GBC 18s V2	3 un	148,20	444,60
	GBC 22s V2	2 un	165,10	330,20
2.1.4.2	Válvulas de solenoide da marca DANFOSS, mod. EVR 3 v2	3 un	214,50	643,50
2.1.4.3	Válvulas expansoras termostáticas de equalização de pressões externa da marca DANFOSS, mod. TXV T2-3	3 un	156,00	468,00

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.1.4.4	Termostato ambiente do tipo fole, incluindo bolbo do tipo "air-coil", diferencial de temperatura ajustável e rearme automático, da marca DANFOSS, mod KP-61	3 un	170,30	510,90
2.1.4.5	Central de controlo e comando da marca DANFOSS, mod. AK-PC 651	1 un	2 133,30	2 133,30
2.1.4.6	Válvula de controlo de 3 vias para recuperação de calor, marca ALCO, mod. MPO incluindo motorização de accionamento eléctrico do tipo ON-OFF	1 un	648,70	648,70
2.1.5	Rede de drenagem de condensados, incluindo tubagem do tipo cobre com traçagem eléctrica no interior das câmaras e restante tubagem do tipo PVC PN4			
2.1.5.1	Tubagem de cobre com traçagem eléctrica			
	1 1/8"	6 ml	52,13	312,78
2.1.5.2	Tubagem PVC PN4			
	Ø32	9 ml	6,50	58,50
2.2	Circuito de Produção de AQS			
2.2.1	Fornecimento e instalação de depósito de acumulação com 500 litros de capacidade, incluindo permutador interno, resistência eléctrica de apoio, isolamento térmico, revestimento exterior em lona impermeável e todos os trabalhos e acessórios necessários			
	DAQS	1 un	3 355,30	3 355,30
2.2.2	Fornecimento e instalação de permutador de calor freon-água do tipo placas com potência térmica de 28,9kW, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	PC AQS	1 un	1 640,60	1 640,60
2.2.3	Fornecimento e instalação de bomba circuladora dupla de caudal constante da marca GRUNDFOS, mod. MAGNA1 D 32-40 F, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	BC AQS	1 un	2 359,50	2 359,50
2.2.4	Fornecimento e instalação de sistema de tratamento de águas, incluindo cuba de reagente, contador por impulsos, bomba doseadora e restantes trabalhos e acessórios necessários:	1 conj	1 640,60	1 640,60
2.2.5	Fornecimento e instalação de tubagem de aço carbono galvanizado incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica, ligações do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	DN40	12 ml	51,80	621,60
2.2.6	Fornecimento e instalação de tubagem de aço inoxidável incluindo ligações do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	DN15	9 ml	47,09	423,81
2.2.7	Fornecimento e instalação de componentes hidráulicos, incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
2.2.7.1	Válvulas de seccionamento do tipo macho esférico			
	DN40	6 un	37,84	227,04
	DN15	8 un	18,54	148,32
2.2.7.2	Válvulas de retenção			
	DN40	1 un	42,26	42,26
	DN15	1 un	20,31	20,31
2.2.7.3	Filtros tipo Y			
	DN40	1 un	41,17	41,17
2.2.7.4	Juntas anti-vibráticas			
	DN40	2 un	35,73	71,46
2.2.7.5	Vasos de expansão			
	VEXP4 - Água Aquecida	1 un	291,27	291,27
2.2.7.6	Valvulas de segurança			
	DN 15	2 un	24,82	49,64
2.2.7.7	Purgadores de ar automáticos			
	DN15	1 un	21,82	21,82

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.2.7.8	Manómetros	4 un	50,87	203,48
2.2.7.9	Termómetros	3 un	42,13	126,39
2.3	Circuito de Refrigerados e AVAC			
2.3.1	Fornecimento e instalação de Chiller de condensação a ar com módulo de recuperação de calor parcial e módulo hidráulico composto por bomba dupla de caudal variável e pressão standard, fluido frigorigéneo do tipo R1234ze, potência frigorífica de 249,45kW, potência recuperação de 119,78kW, da marca TRANE, mod. RTAF G 101 HSE SN EC PHR, incluindo apoios anti-vibráticos e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários			
	CH1	1 un	161 296,20	161 296,20
2.3.2	Fornecimento e montagem de unidades de tratamento de ar do tipo duplo deck, incluindo recuperação de calor através de roda térmica, ventiladores do tipo plug-fan, bateria de aquecimento, bateria de arrefecimento, módulos de filtragem e todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	UTA1	1 un	44 699,20	44 699,20
	UTA2	1 un	44 699,20	44 699,20
2.3.3	Fornecimento e instalação de depósito de acumulação de inércia incluindo isolamento térmico, barreira de vapor (quando acumulação de baixa temperatura), revestimento exterior em lona impermeável e todos os trabalhos e acessórios necessários			
	DIAG - 2500 Litros	1 un	7 135,70	7 135,70
	DIAF - 600 Litros	1 un	2 739,10	2 739,10
	DIAQ - 600 Litros	1 un	2 739,10	2 739,10
2.3.4	Fornecimento e instalação de permutador de calor água-água do tipo placas com potência térmica de 161,5kW, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	PC AF	1 un	2 940,60	2 940,60
2.3.5	Fornecimento e instalação de bombas circuladoras duplas de caudal constante ou variável, da marca GRUNDFOS, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários			
	BC_AG - Caudal Constante - MAGNA1 D 100-120 F	1 un	9 638,20	9 638,20
	BC_AF - Caudal Variável - MAGNA3 D 80-60 F	1 un	7 131,80	7 131,80
	BC_AQ - Caudal Variável - MAGNA3 D 40-40 F	1 un	3 097,90	3 097,90
2.3.6	Fornecimento e instalação de sistema de tratamento de águas, incluindo cuba de reagente, contador por impulsos, bomba doseadora e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
		1 conj	1 640,60	1 640,60
2.3.7	Fornecimento e instalação de frigidifusores do tipo teto de baixo perfil, cúbicos ou de dupla descarga horizontal, marca FRIGA-BOHN, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	Teto de baixo perfil - Mod. MR			
	FRIGODIF. 1	1 un	2 045,49	2 045,49
	FRIGODIF. 8	1 un	1 561,14	1 561,14
	Cúbicos - Mod. 3C-A			
	FRIGODIF. 3	1 un	2 854,87	2 854,87
	FRIGODIF. 4	1 un	2 414,28	2 414,28
	FRIGODIF. 6	1 un	2 414,28	2 414,28
	FRIGODIF. 7	1 un	2 845,69	2 845,69
	FRIGODIF. 10	1 un	4 300,15	4 300,15
	FRIGODIF. 11	1 un	4 300,15	4 300,15
	Dupla descarga horizontal - Mod. NTA			
	FRIGODIF. 5	1 un	3 038,14	3 038,14
	FRIGODIF. 9	1 un	3 038,14	3 038,14
2.3.8	Fornecimento e instalação de frigidifusor do tipo estático, marca FRIMETAL, mod. SN, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	FRIGODIF. 2	1 un	1 467,70	1 467,70

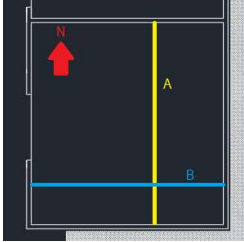
Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
2.3.9	Fornecimento e instalação de vitrinas com bateria de arrefecimento, marca ARNEG, mod. VENEZIA 2 VCA, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=2500mm			
	VTRN1	1 un	7 170,29	7 170,29
	VTRN8	1 un	7 170,29	7 170,29
	VTRN9	1 un	7 170,29	7 170,29
	L=1875mm			
	VTRN2	1 un	6 541,83	6 541,83
2.3.10	Fornecimento e instalação de vitrinas para cama de gelo, marca ARNEG, mod. LAGUNA VC, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=2500mm			
	VTRN3	1 un	2 470,00	2 470,00
	VTRN4	1 un	2 470,00	2 470,00
	VTRN5	1 un	2 470,00	2 470,00
	VTRN6	1 un	2 470,00	2 470,00
	L=1250mm			
	VTRN7	1 un	1 879,80	1 879,80
2.3.11	Fornecimento e instalação de expositores murais sem porta, marca ARNEG, mod. LISBONA 2 LF 105/205, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários:			
	L=3750mm			
	EXP1	1 un	5 252,65	5 252,65
	EXP2	1 un	5 252,65	5 252,65
	EXP3	1 un	5 252,65	5 252,65
	EXP4	1 un	5 252,65	5 252,65
2.3.12	Fornecimento e instalação de tubagem de ferro preto DIN 2440 até DN65 e aço carbono galvanizado inferior a DN50 (inclusivé), incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica e forra mecânica quando no exterior, ligações soldadas ou do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	Tubagem com isolamento e forra mecânica			
	DN100	29 ml	117,11	3 372,77
	DN65	103 ml	88,50	9 133,20
	DN50	72 ml	80,59	5 802,48
2.3.13	Fornecimento e instalação de tubagem de aço inoxidável incluindo ligações do tipo pressfitting, materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	DN15	30 ml	47,09	1 412,70
2.3.14	Fornecimento e instalação de tubagem de plástico pré-isolado, marca Georg Fischer, mod. COOL-FIT ABS Plus incluindo materias de suportagem e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
	Tubagem pré-isolada com forra mecânica			
	DN100	19 ml	135,16	2 595,07
	DN65	72 ml	101,27	7 291,44
	Tubagem pré-isolada			
	DN65	48 ml	81,64	3 918,72
	DN50	7 ml	74,08	533,38
	DN40	26 ml	58,67	1 548,89
	DN32	82 ml	53,66	4 378,66
	DN25	86 ml	49,29	4 258,66
	DN20	60 ml	45,27	2 716,20
	DN15	44 ml	37,50	1 665,00
2.3.15	Fornecimento e instalação de componentes hidráulicos, incluindo isolamento do tipo espuma elastomérica, forra mecânica quando instalados no exterior e restantes trabalhos e acessórios necessários:			
2.3.15.1	Válvulas de seccionamento do tipo borboleta			

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
	DN100	9 un	205,01	1 845,09
	DN65	14 un	143,93	2 015,02
2.3.15.2	Válvulas de seccionamento do tipo macho esférico			
	DN50	4 un	98,07	392,28
	DN25	9 un	25,85	232,65
	DN20	12 un	21,52	258,24
	DN15	41 un	18,54	760,14
2.3.15.3	Válvulas de retenção			
	DN100	2 un	179,16	358,32
	DN65	1 un	117,35	117,35
	DN15	3 un	20,31	60,93
2.3.15.4	Filtros tipo Y			
	DN100	2 un	270,26	540,52
	DN65	1 un	164,82	164,82
2.3.15.5	Juntas anti-vibráticas			
	DN100	6 un	126,70	760,20
	DN65	2 un	85,05	170,10
2.3.15.6	Vasos de expansão			
	VEXP1 - Água Arrefecida	1 un	336,31	336,31
	VEXP2 - Água Arrefecida	1 un	291,27	291,27
	VEXP3 - Água Aquecida	1 un	291,27	291,27
2.3.15.7	Valvulas de segurança			
	DN25	1 un	48,74	48,74
	DN20	2 un	32,24	64,48
	DN 15	3 un	24,82	74,46
2.3.15.8	Purgadores de ar automáticos			
	DN15	3 un	21,82	65,46
2.3.15.9	Válvula de regulação de by-pass	2 un	94,25	188,50
2.3.15.10	Manómetros	10 un	50,87	508,70
2.3.15.11	Termómetros	7 un	42,13	294,91
3	Sistema de gestão técnica centralizada para regulação, controlo e monitorização das instalações hidráulicas (Refrigerados, AVAC e AQS)			
3.1	Fornecimento e instalação de quadro elétrico de comando, incluindo módulos de comando, software de programação do sistema de controlo, telas gráficas e painel de supervisão do tipo touch-screen embutido.			
	QGTC	1 un	35 672,00	35 672,00
3.2	Fornecimento e instalação de cablagem de comando, incluindo caminhos de cabos, material de suportagem e todos os trabalhos e acessórios necessários	1 vg	53 508,00	53 508,00
3.3	Equipamento de campo			
3.3.1	Contador de energia térmica para circuito de água quente, incluindo contador de água, sondas de temperatura de imersão e integrador com protocolo MODBus			
	DN40	1 un	1 209,85	1 209,85
3.3.2	Válvula 3 vias motorizada do tipo modelante			
	DN100	1 un	2 147,66	2 147,66
3.3.3	Válvula 3 vias motorizada do tipo ON-OFF			
	DN25	4 un	365,83	1 463,32
	DN20	5 un	348,44	1 742,20
	DN15	10 un	333,36	3 333,60
3.3.4	Válvula 2 vias PICV motorizada			
	DN50 - 16.325 l/h	2 un	2 215,61	4 431,22
	DN40 - 4.680 l/h	2 un	813,23	1 626,46
3.3.5	Fluxostato de água	2 un	102,44	204,88
3.3.6	Sonda de temperatura de imersão	22 un	107,08	2 355,76
3.3.7	Pressostato diferencial			
	Ar	28 un	80,69	2 259,32
	Água	4 un	252,76	1 011,04
3.3.8	Sonda combinada de temperatura e humidade de ar	15 un	328,58	4 928,70

Item	Descrição	Qt.	Valor Unitário	Valor Total
3.3.9	Sonda de qualidade do ar	2 un	330,05	660,10
3.3.10	Actuador para registo de caudal de ar	6 un	185,46	1 112,76
4	Rede de condutas			
4.1	Fornecimento e instalação de condutas em chapa de aço galvanizado, de secção rectangular, incluindo isolamento do tipo lâ mineral, forra mecânica e todos os trabalhos e acessórios necessários	1 vg	6 863,04	6 863,04
4.2	Fornecimento e instalação de condutas em chapa de aço galvanizado, de secção rectangular e circular, incluindo registos de caudal manuais, isolamento do tipo espuma elastomérica, pintura quando à vista e todos os trabalhos e acessórios necessários	1 vg	6 171,40	6 171,40
4.3	Fornecimento e instalação de conduta textil microperfurada, incluindo sistema de fixação e suportagem do tipo dupla calha e todos os trabalhos e acessórios necessários	6 conj	1 781,00	10 686,00
5	Instalação eléctrica			
5.1	Instalação eléctrica associada, incluindo quadro eléctrico de alimentação, cablagem de potência, caminhos de cabos, material de suportagem e todos os restantes trabalhos e acessórios necessários	1 vg	90 775,10	90 775,10
6	Diversos			
6.1	Ensaio e arranque da instalação	1 vg	3 328,00	3 328,00
6.2	Entrega de compilação técnica da instalação incluindo descrição dos equipamentos e respectivo método de funcionamento, IOM's dos equipamentos e plano de manutenção preventiva.	1 vg	975,00	975,00
6.3	Entrega de telas finais da instalação.	1 vg	650,00	650,00
TOTAL INSTALAÇÕES DE REFRIGERAÇÃO E AVAC				1 016 875,99

Anexo 4 – Cálculo das cargas térmicas nas câmaras frigoríficas

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Padaria

Planta da Câmara	Características	
	Dimensão	Comp. (m)
	A	2,9
	B	2,5
	P.D.	3
	Área (m2)	
	7,25	
	Produto	
	Pão	
	Temp. Conservação	
	0°C	

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Parede Sul	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	41,25
Parede Este	8,7	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	47,85
Parede Oeste	8,7	Painel Sandwich 100mm	0,22	18,8	35,9832
Tecto	7,25	Painel Sandwich 120mm	0,18	18,8	24,534
Chão	7,25	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	17	98,6
Q _{condução total (kW)}					0,2482

Q_produto								
$Q_{2.ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2.ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2.resp} = \frac{\dot{m} \times CR}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
21,75	160	3480	40	1392	0	2,03	0	3
Q_produto acima congelação(kW)						0,0981		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,0981		

Q_internas								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
0	2	8	11	7,25	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1813		
Q_iluminação (kW)						0,0266		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2081		

Q_infiltrações	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
632	42,47
Q_infiltrações total (kW)	
0,3107	

Q_{1...4}

$$Q_{e\ 1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,2482
Q_produto (kW)	0,0981
Q_internas (kW)	0,2081
Q_infiltrações (kW)	0,3107
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,1534
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3155 L
Potência Frigorífica (kW)	1,54

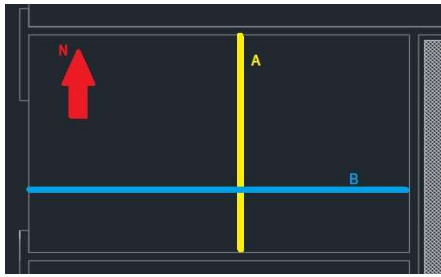
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,07	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0642
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + \left(Q_5 \times \frac{24}{TFE} \right)) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	1,4248
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Frango

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	1,6		
	B	2,5		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	4			
	Produto			
	Frango			
	Temp. Conservação			
	0°C			

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	8	13,2
Parede Sul	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Parede Este	4,8	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	26,4
Parede Oeste	4,8	Painel Sandwich 100mm	0,22	18,8	19,8528
Tecto	4	Painel Sandwich 120mm	0,18	18,8	13,536
Chão	4	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	17	54,4
Q _{condução total (kW)}					0,1274

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
12	160	1920	40	768	0	3,171	0	4
Q_produto acima congelação(kW)						0,1127		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,1127		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
0	2	8	11	4	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1813		
Q_iluminação (kW)						0,0147		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,1961		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
488	42,47
Q_infiltrações total (kW)	
0,2399	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,1274
Q_produto (kW)	0,1127
Q_internas (kW)	0,1961
Q_infiltrações (kW)	0,2399
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	0,9015
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3145 R-6V
Potência Frigorífica (kW)	1,16

Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,07	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0642
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q_{total} (kW)	1,1352
-------------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Preparação Charcutaria

Planta da Câmara	Características	
	Dimensão	Comp. (m)
	A	2,2
	B	4,65
	P.D.	3
	Área (m2)	
	10,23	
	Produto	
	-	
	Temp. Conservação	
	8°C	

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	13,95	Painel Sandwich 100mm	0,22	-5	-15,345
Parede Sul 1	7,5	Painel Sandwich 100mm	0,22	-8	-13,2
Parede Sul 2	6,45	Painel Sandwich 100mm	0,22	17	24,123
Parede Este	6,6	Painel Sandwich 100mm	0,22	17	24,684
Parede Oeste	6,6	Painel Sandwich 100mm	0,22	10,8	15,6816
Tecto	10,23	Painel Sandwich 120mm	0,18	10,8	19,88712
Chão	10,23	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	17	139,128
Q _{condução total (kW)}					0,1950

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m ³)	Densidade Armazenagem (kg/m ³)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
30,69	160	4910,4	10	491,04	0	3,35	0	2
Q_produto acima congelação(kW)						0,0381		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,0381		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m ²)	Área (m ²)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
8	4	12	16	10,23	2	0,42	12	1,67
Q_pessoas (kW)						0,4480		
Q_iluminação (kW)						0,0818		
Q_motores (kW)						0,0007		
Q_internas total (kW)						0,5305		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m³/dia)	Δh (kJ/m³)
1006	40,06
Q_infiltrações total (kW)	
0,4664	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q _{condução} (kW)	0,1950
Q _{produto} (kW)	0,0381
Q _{internas} (kW)	0,5305
Q _{infiltrações} (kW)	0,4664
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,6400
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	NTA W 1L1-AC PV-12V
Potência Frigorífica (kW)	2,41


Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,1	22	15

Q _{equipamento} (kW)	0,0917
-------------------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	2,0266
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Charcutaria

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	2,55		
	B	4,65		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	11,86			
	Produto			
	Charcutaria			
	Temp. Conservação			
	3°C			

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	13,95	Painel Sandwich 100mm	0,22	-15	-46,035
Parede Sul	13,95	Painel Sandwich 100mm	0,22	5	15,345
Parede Este	7,65	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	42,075
Parede Oeste	7,65	Painel Sandwich 100mm	0,22	15,8	26,5914
Tecto	11,86	Painel Sandwich 120mm	0,18	15,8	33,72984
Chão	11,86	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	14	132,832
Q _{condução total (kW)}					0,2045

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
35,5725	160	5691,6	40	2276,64	0	3,35	0	6
Q_produto acima congelação(kW)						0,5296		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,5296		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
3	2	8	11	11,86	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1693		
Q_iluminação (kW)						0,0435		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2129		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
819	50,4
Q_infiltrações total (kW)	
0,4778	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,2045
Q_produto (kW)	0,5296
Q_internas (kW)	0,2129
Q_infiltrações (kW)	0,4778
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,8998
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3145 L-2V
Potência Frigorífica (kW)	2,42

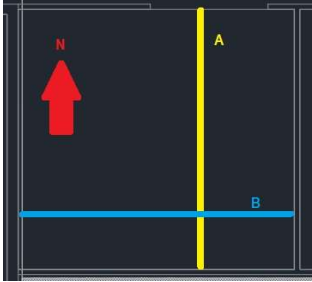
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,07	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0642
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	2,2832
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Lactínicos

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	3,1		
	B	2,95		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	9,15			
	Produto			
	Lactínicos			
	Temp. Conservação			
	0°C			

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	8,85	Painel Sandwich 100mm	0,22	18,8	36,6036
Parede Sul	8,85	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	48,675
Parede Este	9,3	Painel Sandwich 100mm	0,22	-1	-2,046
Parede Oeste	9,3	Painel Sandwich 100mm	0,22	-18	-36,828
Tecto	9,15	Painel Sandwich 120mm	0,18	18,8	30,9636
Chão	9,15	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	17	124,44
Q _{condução total (kW)}					0,2018

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
27,44	160	4389,6	40	1755,84	0	3,207	0	6
Q_produto acima congelação(kW)						0,3910		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,3910		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
0	2	8	11	9,15	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1813		
Q_iluminação (kW)						0,0335		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2150		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
715	42,47
Q_infiltrações total (kW)	
0,3515	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,2018
Q_produto (kW)	0,3910
Q_internas (kW)	0,2150
Q_infiltrações (kW)	0,3515
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,5457
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3165 R-2V
Potência Frigorífica (kW)	1,92

Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,07	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0642
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	1,8760
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Peixe

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	3,1		
	B	4		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	12,40			
	Produto			
	Peixe			
	Temp. Conservação			
	-1°C			

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	12	Painel Sandwich 100mm	0,22	19,8	52,272
Parede Sul	12	Painel Sandwich 100mm	0,22	26	68,64
Parede Este	9,3	Painel Sandwich 100mm	0,22	6	12,276
Parede Oeste	9,3	Painel Sandwich 100mm	0,22	1	2,046
Tecto	12,4	Painel Sandwich 120mm	0,18	19,8	44,1936
Chão	12,4	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	18	178,56
Q _{condução total (kW)}					0,3580

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$				$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$				
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
37,2	160	5952	40	2380,8	0	3,404	0	3
Q_produto acima congelação(kW)						0,2814		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,2814		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
-1	2	8	11	12,40	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1853		
Q_iluminação (kW)						0,0455		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2309		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
838	43,78
Q_infiltrações total (kW)	
0,4246	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,3580
Q_produto (kW)	0,2814
Q_internas (kW)	0,2309
Q_infiltrações (kW)	0,4246
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,7266
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIMETAL
Modelo	SN 70
Potência Frigorífica (kW)	2,19

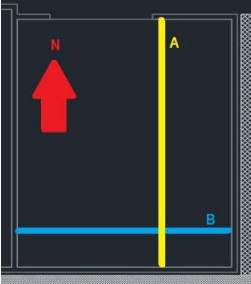
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
0	0	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0000
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q_{total} (kW)	1,9856
-------------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Hortofrutículas

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	3		
	B	2,3		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	6,90			
	Produto			
	Hortofrutículas			
	Temp. Conservação			
	5°C			

Q_{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	6,9	Painel Sandwich 100mm	0,22	13,8	20,9484
Parede Sul	6,9	Painel Sandwich 100mm	0,22	20	30,36
Parede Este	9	Painel Sandwich 100mm	0,22	13,8	27,324
Parede Oeste	9	Painel Sandwich 100mm	0,22	6	11,88
Tecto	6,9	Painel Sandwich 120mm	0,18	13,8	17,1396
Chão	6,9	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	12	66,24
Q_{condução total} (kW)					0,1739

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
20,7	160	3312	40	1324,8	1603,6	3,7498	0	5
Q_produto acima congelação(kW)						0,2875		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0246		
Q_produto total (kW)						0,3121		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
5	2	8	11	6,90	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1613		
Q_iluminação (kW)						0,0253		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,1868		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
617	46,5
Q_infiltrações total (kW)	
0,3321	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,1739
Q_produto (kW)	0,3121
Q_internas (kW)	0,1868
Q_infiltrações (kW)	0,3321
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,3397
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	MR 180 R-2V
Potência Frigorífica (kW)	1,74

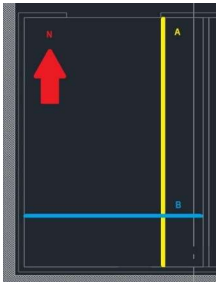
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
3	0,038	22	15

Q Equipamento (kW)	0,1045
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q total (kW)	1,7009
---------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Lavagens

Planta da Câmara	Características	
	Dimensão	Comp. (m)
	A	3
	B	1,9
	P.D.	3
	Área (m2)	
	5,70	
	Produto	
	-	
	Temp. Conservação	
	8°C	

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	5,7	Painel Sandwich 100mm	0,22	10,8	13,5432
Parede Sul	5,7	Painel Sandwich 100mm	0,22	17	21,318
Parede Este	9	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Parede Oeste 1	6,45	Painel Sandwich 100mm	0,22	10,8	15,3252
Parede Oeste 2	2,55	Painel Sandwich 100mm	0,22	17	9,537
Tecto	5,7	Painel Sandwich 120mm	0,18	10,8	11,0808
Chão	5,7	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	9	41,04
Q _{condução total (kW)}					0,1118

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
17,1	160	2736	0	0	0	0	0	0
Q_produto acima congelação(kW)						0,0000		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,0000		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
8	2	8	11	5,70	0	0	0	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1493		
Q_iluminação (kW)						0,0209		
Q_motores (kW)						0,0000		
Q_internas total (kW)						0,1702		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
379	40,06
Q_infiltrações total (kW)	
0,1757	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,1118
Q_produto (kW)	0,0000
Q_internas (kW)	0,1702
Q_infiltrações (kW)	0,1757
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	0,6104
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	MR 65 L-1V
Potência Frigorífica (kW)	0,91

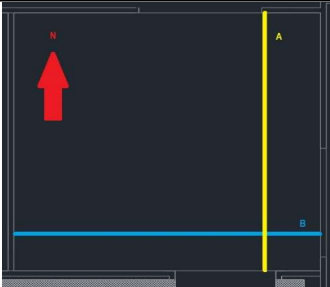
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,038	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0348
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	0,7554
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Preparação Carnes

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	3		
	B	3,15		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	9,45			
	Produto			
	-			
	Temp. Conservação			
	8°C			

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	9,45	Painel Sandwich 100mm	0,22	10,8	22,4532
Parede Sul	9,45	Painel Sandwich 100mm	0,22	17	35,343
Parede Este	9	Painel Sandwich 100mm	0,22	-8	-15,84
Parede Oeste	9	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Tecto	9,45	Painel Sandwich 120mm	0,18	10,8	18,3708
Chão	9,45	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	9	68,04
Q _{condução total (kW)}					0,1284

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$				$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$				
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
28,35	160	4536	10	453,6	0	3,1	0	2
Q_produto acima congelação(kW)						0,0326		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,0326		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
8	4	12	16	9,45	3	1,12	12	1,45
Q_pessoas (kW)						0,4480		
Q_iluminação (kW)						0,0756		
Q_motores (kW)						0,0024		
Q_internas total (kW)						0,5260		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
972	40,06
Q_infiltrações total (kW)	
0,4507	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,1284
Q_produto (kW)	0,0326
Q_internas (kW)	0,5260
Q_infiltrações (kW)	0,4507
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	1,5168
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	NTA W 1L 1-AC PV-14V
Potência Frigorífica (kW)	2,36

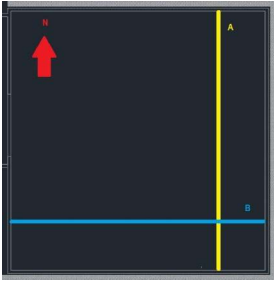
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,1	22	15

Q_equipamento (kW)	0,0917
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q_{total} (kW)	1,8849
-------------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Refrigerados
Refª	Câmara Carnes

Planta da Câmara	Características	
	Dimensão	Comp. (m)
	A	5,2
	B	4,55
	P.D.	3
	Área (m2)	
	23,66	
	Produto	
	Carnes	
	Temp. Conservação	
	0°C	

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	13,65	Painel Sandwich 100mm	0,22	18,8	56,4564
Parede Sul	13,65	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	75,075
Parede Este	15,6	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	85,8
Parede Oeste 1	9	Painel Sandwich 100mm	0,22	8	15,84
Parede Oeste 2	6,6	Painel Sandwich 100mm	0,22	25	36,3
Tecto	23,66	Painel Sandwich 120mm	0,18	18,8	80,06544
Chão	23,66	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	17	321,776
Q _{condução total (kW)}					0,6713

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} \text{ (kW)}$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} \text{ (kW)}$			
$Q_{2_resp} = \frac{\dot{m} \times \frac{CR}{1000}}{24 \times 3600} \text{ (kW)}$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
70,98	160	11356,8	40	4542,72	0	3,1	0	7
Q_produto acima congelação(kW)						1,1409		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,0000		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						1,1409		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} \text{ (kW)}$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} \text{ (kW)}$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} \text{ (kW)}$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
0	2	8	11	23,66	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1813		
Q_iluminação (kW)						0,0868		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2682		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} \text{ (kW)}$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
1142	42,47
Q_infiltrações total (kW)	
0,5614	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q _{condução} (kW)	0,6713
Q _{produto} (kW)	1,1409
Q _{internas} (kW)	0,2682
Q _{infiltrações} (kW)	0,5614
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	3,5224
--------------------	---------------

Nº Evaporadores	Q cada Evaporador
2	1,7612

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3245 L-3V
Potência Frigorífica (kW)	2,44

Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
1	0,1	22	15

Q _{equipamento} (kW)	0,0917
-------------------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	2,1660
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Congelados
Refª	Câmara Padaria

Planta da Câmara	Características	
	Dimensão	Comp. (m)
	A	2
	B	5,4
	P.D.	3
	Área (m2)	
	10,8	
	Produto	
	Pão	
	Temp. Conservação	
	-18°C	

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	16,2	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Parede Sul 1	13,95	Painel Sandwich 100mm	0,22	15	46,035
Parede Sul 2	2,25	Painel Sandwich 100mm	0,22	43	21,285
Parede Este	6	Painel Sandwich 100mm	0,22	43	56,76
Parede Oeste	6	Painel Sandwich 100mm	0,22	36,8	48,576
Tecto	10,8	Painel Sandwich 120mm	0,18	36,8	71,5392
Chão	10,8	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	35	302,4
Q _{condução total (kW)}					0,5466

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \dot{m} \times \frac{CR}{1000} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
32,4	300	9720	40	3888	0	0	1,288	6
Q_produto acima congelação(kW)						0,0000		
Q_produto abaixo congelação(kW)						0,3478		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						0,3478		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
-18	2	6	11	10,8	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1900		
Q_iluminação (kW)						0,0297		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2198		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
616	75,59
Q_infiltrações total (kW)	
0,5389	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q_condução (kW)	0,5466
Q_produto (kW)	0,3478
Q_internas (kW)	0,2198
Q_infiltrações (kW)	0,5389
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	2,2042
--------------------	---------------

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3243 E
Potência Frigorífica (kW)	2,9

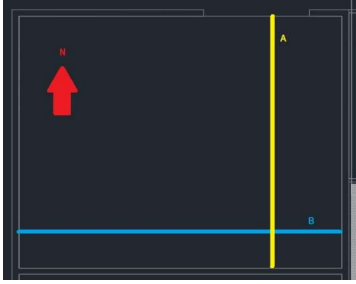
Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
2	0,08	22	15

Q_equipamento (kW)	0,1467
--------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	2,7597
-------------------------	---------------

Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Local	Rio Maior
Ciclo	Congelados
Refª	Câmara Congelados

Planta da Câmara		Características		
	Dimensão	Comp. (m)		
	A	4,7		
	B	5,4		
	P.D.	3		
	Área (m2)			
	25,38			
	Produto			
	Multipurpose			
	Temp. Conservação			
	-18°C			

Q _{condução}					
$Q_1 = U_i \times A_i \times \Delta T_i \text{ (kW)}$					
Superfície	Área (m2)	Material	U (W/m2.K)	ΔT (°C)	Q̇ (W)
Parede Norte	16,2	Painel Sandwich 100mm	0,22	36,8	131,1552
Parede Sul	16,2	Painel Sandwich 100mm	0,22	0	0
Parede Este 1	9,3	Painel Sandwich 100mm	0,22	18	36,828
Parede Este 2	4,8	Painel Sandwich 100mm	0,22	43	45,408
Parede Oeste	14,1	Painel Sandwich 100mm	0,22	36,8	114,1536
Tecto	25,38	Painel Sandwich 120mm	0,18	36,8	168,11712
Chão	25,38	Aglomerado Cortiça 50mm	0,8	35	710,64
Q _{condução total (kW)}					1,2063

Q_{produto}								
$Q_{2_ac} = \frac{\dot{m} \times Cac \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$					$Q_{2_ab} = \frac{\dot{m} \times Cab \times \Delta T}{24 \times 3600} (kW)$			
$Q_{2_resp} = \dot{m} \times \frac{CR}{1000} (kW)$								
Volume (m3)	Densidade Armazenagem (kg/m3)	Capacidade (kg)	Rotação Diária (%)	Caudal (kg/24h)	CR (kJ/ton.24h)	Cac (kJ/kg.°C)	Cab (kJ/kg.°C)	ΔT (°C)
76,14	300	22842	40	9136,8	0	0	1,86	6
Q_produto acima congelação(kW)						0,0000		
Q_produto abaixo congelação(kW)						1,1802		
Q_produto respiração (kW)						0,0000		
Q_produto total (kW)						1,1802		

Q_{internas}								
$Q_3 = Q_{pessoas} + Q_{iluminação} + Q_{motores}$								
$Q_{pessoas} = \frac{(272 - 6 \times T_{int}) \times n_{pessoas} \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{iluminação} = \frac{P_{iluminação} \times A \times h_{ocupação}}{24 \times 1000} (kW)$								
$Q_{motores} = \frac{P_{motores} \times F_{motores} \times h_{motores}}{24 \times 1000} (kW)$								
T int (°C)	Nº Pessoas	Horas Ocupação	Potência Iluminação (W/m2)	Área (m2)	Nº Motores	Potência Motores (kW)	Tempo Trabalho (horas)	Factor de Motores
-18	2	6	11	25,38	1	1,13	2	1,45
Q_pessoas (kW)						0,1900		
Q_iluminação (kW)						0,0698		
Q_motores (kW)						0,0001		
Q_internas total (kW)						0,2599		

Q_{infiltrações}	
$Q_4 = \frac{Vd \times \Delta h}{24 \times 3600} (kW)$	
Vd (m3/dia)	Δh (kJ/m3)
905	75,59
Q_infiltrações total (kW)	
0,7918	

Q_{1...4}

$$Q_{e1...4} = \frac{24}{TFE} \times (Q_{condução} + Q_{produto} + Q_{internas} + Q_{infiltrações}) \text{ (kW)}$$

Q _{condução} (kW)	1,2063
Q _{produto} (kW)	1,1802
Q _{internas} (kW)	0,2599
Q _{infiltrações} (kW)	0,7918
TFE (tempo funcionamento evaporadores) (horas)	18

Q _{1...4}	4,5842
--------------------	---------------

Nº Evaporadores	Q cada Evaporador
2	2,2921

Q_{1...5}

$$Q_5 = n_{ventiladores} \times P_{ventiladores} \times \frac{t_{ventiladores}}{24} \text{ (kW)}$$

Marca	FRIGA-BOHN
Modelo	3C-A 3243 E
Potência Frigorífica (kW)	2,9

Número de Ventiladores	Potência Ventiladores (kW)	Tempo Funcionamento Ventiladores (horas)	Coefficiente de Segurança (%)
2	0,08	22	15

Q _{equipamento} (kW)	0,1467
-------------------------------	---------------

$$Q_{frig} = Q_{1...5} = (Q_{1...4} + (Q_5 \times \frac{24}{TFE})) \times CS \text{ (kW)}$$

Q _{total} (kW)	2,8608
-------------------------	---------------

Anexo 5 – Validação do cálculo analítico com o *software* *CALCAM-Quiron* da *CENTAURO*

Câmara : Preparação Charcutaria

Menu X

Ficheiro About www.centauro.pt

Câmara de Conservação de Frescos

Dados Gerais **Dados Específicos** Dados Seleção

Medições

Interior	Exterior
Comprimento (m)	4,65
Largura (m)	2,2
Altura (m)	3

Seleção DTm

Tipo de Serviço Forte

Tipo de Tunnel Não Contínuo Factor Carga 1,1

Tipo de Construção Painel com Chão Isolado

Temp. Exterior (°C) 35 Uniforme Não Uniforme

Temp. Interior (°C) 8

Temp. Máx. Entrada do Produto (°C) 10

Temp. Média Produto Fim de Ciclo (°C) 8

Exposição Solar

Isolamento Poliuretano - 40 kg/m3 Uniforme Não Uniforme

Espessura (mm) 80 Uniforme Não Uniforme

Balanco Provisório

1,62 kW	Área 10,23 m ²
1389,52 kcal/h	Volume 30,69 m ³

SELECCIONAR APARELHOS

Menu X

Ficheiro About www.centauro.pt

Câmara de Conservação de Frescos

Dados Gerais **Dados Específicos** Dados Seleção

Temperatura do Ar 20°C/60%HR

Densidade de Carga (kg/m³) 160 Alterar

Capacidade de armazenagem (kg) 4910,4

Entrada Diária - 10 % (kg) 491,04 Alterar

Produto Carne Enchidos Frescos

Quantidade a Congelar/Arrefecer por Ciclo (kg) 0

Duração do Ciclo (h) 0

Quantidade a Congelar (kg) 0

Nº de Renovações Automáticas 0

Tempo de Funcionamento do Compressor (h) 18

Embalagem Máquinas

Nº de Pessoas 4 Tempo por Pessoa (h) 12

Iluminação (10.8 < kW < 16.2) 16

Balanco Provisório

1,62 kW	Área 10,23 m ²
1389,52 kcal/h	Volume 30,69 m ³

SELECCIONAR APARELHOS

Menu X

Ficheiro About www.centauro.pt

Câmara de Conservação de Frescos

Dados Gerais **Dados Específicos** Dados Seleção

Gama

Espaçamento Alhetado

Descongelação Circulação de

DT 5

Gás R404A

Quantidade de Evaporadores 1

Descongelação Diária (h)

Funcionamento Diário dos Motores Eléctricos (h) 22

Margem de Cálculo (%) 15

Balanco Provisório

1,62 kW	Área 10,23 m ²
1389,52 kcal/h	Volume 30,69 m ³

SELECCIONAR APARELHOS



Balanço Térmico

**Dados Introduzidos** Vol. Int. **12 m³** Temp. Int. **0 °C**Volume Interior **12 m³** Temp. Entrada **4 °C**
Área Interior **4 m²** Temp. Final Média **0 °C**

	Tosco [m]	Finais [m]
Comprimento	2,7	2,5
Largura	1,8	1,6
Altura	3,22	3

Ar de Renovação **20°C/60%HR**
Renovações Automáticas **0**
Embalagem
% Emb. sobre Peso Total do Produto **0 %**
Potência Máquinas/Extra **0 kW**
Func. Motoventiladores **22 h**
Func. Compressor **18 h**
Produto **Aves**
Capacidade Armazenagem **1920 kg**
Entrada Diária **768 kg**
Quantidade para Congelar **0 kg**
Quantidade por Ciclo **0 kg**
Duração do Ciclo **0 h**
Densidade de Carga **160 kg/m³**
Factor de Carga **1**
Serviço **Normal**
Gás **R404A**
Iluminação **11 W/m² chão**

Temperaturas

Interior	0 °C
Norte	8 °C
Sul	0 °C
Tecto	19 °C
Chão	17 °C
Este	25 °C
Oeste	19 °C

Isolamentos

Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	120 mm
Cortiça - 112 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm

Perdas e Cargas Térmicas**929,64W**

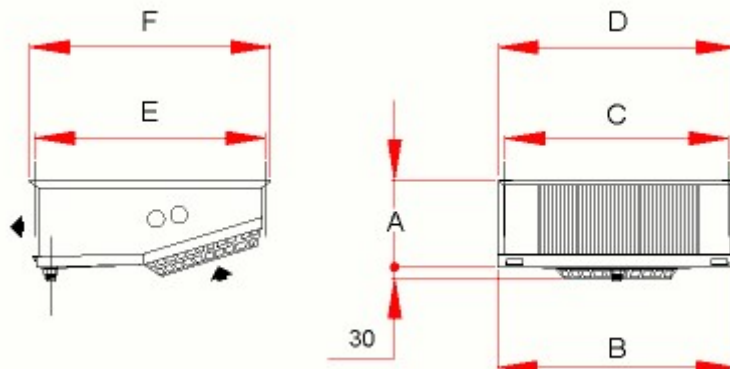
	Margem	0%
	[W.h]	%
Perdas por Isolamento	2457,14	16,15
Perdas por Abertura e Renovação	3720,25	24,46
Carga Térmica do Produto	2821,95	18,55
Carga Térmica de Respiração	0	0
Carga Térmica de Embalagem	0	0
Carga Térmica Pessoal de Estiva	4320,93	28,40
Carga Térmica Máquinas/Extra	0	0
Carga Térmica de Iluminação	352	2,31
Carga Térmica de Motoventiladores	1540	10,12
Carga Térmica de Resistências	0.00	0
Carga Térmica Total	15212,27	100

Evaporador 1 x TA 208

Capacidade por Unidade	DT	[W]
Nominal (Middle Point)	8	1400
Pretendido	5	818,50
DT (Corrigido) no regime	5,7	Sel. DTm

Motor 2 x Ø200 mm**Dimensões [mm]**

A	B	C	C1	D	E	F	G	H
135	868	836	-	862	483	500	-	-





Balanço Térmico



Câmara de Conservação de Congelados

Dados Introduzidos Vol. Int. **76,14** m³ Temp. Int. **-18** °CVolume Interior 76,14 m³ Temp. Entrada -12 °C
Área Interior 25,38 m² Temp. Final Média -18 °C

	Tosco [m]	Finais [m]
Comprimento	5,6	5,4
Largura	4,9	4,7
Altura	3,22	3
Ar de Renovação	20°C/60%HR	
Renovações Automáticas	0	
Embalagem		
% Emb. sobre Peso Total do Produto	0 %	
Potência Máquinas/Extra	0 kW	
Func. Motoventiladores	22 h	
Func. Compressor	18 h	
Produto	Vaca	
Capacidade Armazenagem	22842 kg	
Entrada Diária	9136,8 kg	
Quantidade para Congelar	0 kg	
Quantidade por Ciclo	0 kg	
Duração do Ciclo	0 h	
Densidade de Carga	300 kg/m ³	
Factor de Carga	1	
Serviço	Fraco	
Gás	R404A	
Iluminação	11 W/m ² chão	

Temperaturas

Interior	-18 °C
Norte	19 °C
Sul	-18 °C
Tecto	19 °C
Chão	17 °C
Este	9 °C
Oeste	19 °C

Isolamentos

Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	120 mm
Cortiça - 112 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm
Poliuretano - 40 kg/m ³	100 mm

Evaporador 2 x **BXL 325/38**

Capacidade por Unidade	DT	[W]
Nominal (Middle Point)	8	3810
Pretendido	5	1941,58
DT (Corrigido) no regime	5,5	Sel. DTm

Perdas e Cargas Térmicas**4291,59** W

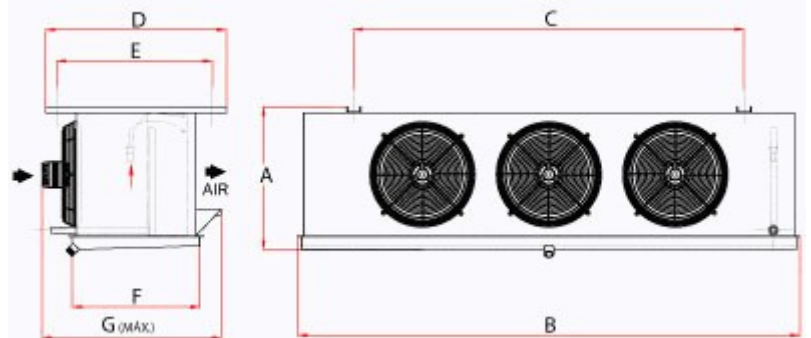
	Margem	0 %
	[W.h]	%
Perdas por Isolamento	18524,63	26,38
Perdas por Abertura e Renovação	8112,22	11,55
Carga Térmica do Produto	25498,05	36,31
Carga Térmica de Respiração	0	0
Carga Térmica de Embalagem	0	0
Carga Térmica Pessoal de Estiva	4536,02	6,46
Carga Térmica Máquinas/Extra	0	0
Carga Térmica de Iluminação	1675,08	2,39
Carga Térmica de Motoventiladores	11880	16,92
Carga Térmica de Resistências	0.00	0
Carga Térmica Total	70226	100

Ratios

R1	56,36 W/m ³	R6	- % (Mot.)
R2	169,09 W/m ²	R7	- m/s
R3	70,13 m ³ /h/m ³	R8	- °C
R4	0,55 m ² /TON	R9	- m ² /TON
R5	0,80 W/m ³ /h	R10	- W/kg

Motor 3 x Ø250 mm**Dimensões [mm]**

A	B	C	C1	D	E	F	G	H
395	1470	1080	-	512	430	380	530	-



Anexo 6 – Temperaturas exteriores de projeto para Verão e Inverno

Quadro I.A - 1 (cont.)
 TEMPERATURAS EXTERIORES DE PROJECTO DE INVERNO
 (PROBABILIDADES ACUMULADAS DE OCORRÊNCIA DE 1, 2.5, 5 e 10%)

REGIÃO	NUMERO DE ORDEM	LOCAL	PROB.(%)			
			1.0	2.5	5.0	10.0
CONTINENTE	30	MONTEMUR-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	UTA/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/GEDFISICO	4.3	5.5	6.4	7.6
	54	PEGUES	-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	

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

REGIÃO	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	MONTEMUR-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	25.5	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	20.5	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	UTA/BASE AEREA	34.8	32.8	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	32.9	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/GEDFISICO	32.9	31.2	29.7	27.5	20.8	20.3	19.9	19.5	21.9	21.2	20.6	19.9	10.5
	54	PEGUES	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/CUKRAIS	36.9	35.2	33.7	31.7	22.5	21.9	21.7	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	

Anexo 7 – Cálculo das perdas de carga associadas às unidades de tratamento de ar

I.S.E.L. - T.F.M. - A37014**Dimensionamento da Perda de Carga nas UTAs****Ventilador Insuflação**

Componente	Perda de Carga (Pa)	Observações
Entrada de ar	100	Majorado devido à geometria de condutas na ligação à UTA
Filtro G4	150	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Recuperador de Calor	300	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Bateria Arrefecimento	140	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Bateria Aquecimento	80	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Filtro F7	150	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Saída de ar	130	Majorado devido à geometria de condutas na ligação à UTA
Atenuador acústico	50	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Rede de condutas	300	Tab. A.8 - EN 13779:2006 / Perda de carga disponível após UTA
TOTAL	1400	

Ventilador Extração

Componente	Perda de Carga (Pa)	Observações
Entrada de ar	150	Majorado devido à geometria de condutas na ligação à UTA
Filtro M5	200	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Recuperador de Calor	300	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Saída de ar	200	Majorado devido à geometria de condutas na ligação à UTA
Atenuador acústico	50	Tab. A.8 - EN 13779:2006
Rede de condutas	200	Tab. A.8 - EN 13779:2006 / Perda de carga disponível após UTA
TOTAL	1100	

NOTA

Foram tomados como referência os valores retirados da Tab. A.8 da EN 13779:2006

**Anexo 8 – Relatório do balanço térmico para climatização pelo *software*
HAP 4.8 da *Carrier***

Air System Sizing Summary for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Air System Information

Air System Name UTA 1	Number of zones 1
Equipment Class CW AHU	Floor Area 1200,0 m ²
Air System Type SZCAV	Location Rio Maior, Portugal

Sizing Calculation Information

Calculation Months Jan to Dec	Zone L/s Sizing Sum of space airflow rates
Sizing Data Calculated	Space L/s Sizing Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load 161,5 kW	Load occurs at Jul 1700
Sensible coil load 124,1 kW	OA DB / WB 34,1 / 21,9 °C
Coil L/s at Jul 1700 6487 L/s	Entering DB / WB 29,0 / 19,6 °C
Max block L/s 6487 L/s	Leaving DB / WB 13,0 / 12,2 °C
Sum of peak zone L/s 6487 L/s	Coil ADP 11,2 °C
Sensible heat ratio 0,768	Bypass Factor 0,100
m ² /kW 7,4	Resulting RH 51 %
W/m ² 134,6	Design supply temp. 14,4 °C
Water flow @ 5,0 °K rise 7,73 L/s	Zone T-stat Check 1 of 1 OK
	Max zone temperature deviation 0,0 °K

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load 54,1 kW	Load occurs at Des Htg
Coil L/s at Des Htg 6487 L/s	W/m ² 45,1
Max coil L/s 6487 L/s	Ent. DB / Lvg DB 14,9 / 21,8 °C
Water flow @ 5,0 °K drop 2,59 L/s	

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s 6487 L/s	Fan motor BHP 17,61 BHP
Standard L/s 6431 L/s	Fan motor kW 13,97 kW
Actual max L/(s-m ²) 5,41 L/(s-m ²)	Fan static 1400 Pa

Return Fan Sizing Data

Actual max L/s 6487 L/s	Fan motor BHP 18,74 BHP
Standard L/s 6431 L/s	Fan motor kW 14,87 kW
Actual max L/(s-m ²) 5,41 L/(s-m ²)	Fan static 1100 Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s 1992 L/s	L/s/person 8,30 L/s/person
L/(s-m ²) 1,66 L/(s-m ²)	

Zone Sizing Summary for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Air System Information

Air System Name **UTA 1**
Equipment Class **CW AHU**
Air System Type **SZCAV**

Number of zones **1**
Floor Area **1200,0** m²
Location **Rio Maior, Portugal**

Sizing Calculation Information

Calculation Months **Jan to Dec**
Sizing Data **Calculated**

Zone L/s Sizing **Sum of space airflow rates**
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 (m ²)	Zone L/(s-m ²)
Area de Vendas	74,5	6487	6487	Jul 1700	23,8	1200,0	5,41

Zone Terminal Sizing Data

No Zone Terminal Sizing Data required for this system.

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s-m ²)
<i>Area de Vendas</i>							
Área de Vendas	1	74,5	Jul 1700	6487	23,8	1200,0	5,41

Ventilation Sizing Summary for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
 Prepared by: ISEL

05/16/2021
 09:36

1. Summary

Ventilation Sizing Method **Sum of Space OA Airflows**
 Design Ventilation Airflow Rate **1992** L/s

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (m ²)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (L/s)	Required Outdoor Air (L/s/person)	Required Outdoor Air (L/(s-m ²))	Required Outdoor Air (L/s)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (L/s)
Area de Vendas									
Área de Vendas	1	1200,0	240,0	6486,7	8,30	0,00	0,0	0,0	1992,0
Totals (incl. Space Multipliers)				6486,7					1992,0

Air System Design Load Summary for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 34,1 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB -2,7 °C / -3,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	30 m ²	3073	-	30 m ²	-	-
Wall Transmission	408 m ²	1320	-	408 m ²	6291	-
Roof Transmission	1200 m ²	10296	-	1200 m ²	9598	-
Window Transmission	30 m ²	783	-	30 m ²	2314	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	1200 m ²	0	-	1200 m ²	0	-
Partitions	438 m ²	704	-	438 m ²	5562	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	30000 W	28427	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	14820 W	14702	-	0	0	-
People	216	15221	28793	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	74527	28793	-	23766	0
Zone Conditioning	-	77562	28793	-	22481	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	6487 L/s	14866	-	6487 L/s	-14866	-
Ventilation Load	1992 L/s	17684	8603	1992 L/s	60449	0
Supply Fan Load	6487 L/s	13972	-	6487 L/s	-13972	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	124084	37395	-	54093	0
Central Cooling Coil	-	124084	37388	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	54093	-
>> Total Conditioning	-	124084	37388	-	54093	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Zone Design Load Summary for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Area de Vendas	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 34,1 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB -2,7 °C / -3,0 °C		
	OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	30 m ²	3073	-	30 m ²	-	-
Wall Transmission	408 m ²	1320	-	408 m ²	6291	-
Roof Transmission	1200 m ²	10296	-	1200 m ²	9598	-
Window Transmission	30 m ²	783	-	30 m ²	2314	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	1200 m ²	0	-	1200 m ²	0	-
Partitions	438 m ²	704	-	438 m ²	5562	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	30000 W	28427	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	14820 W	14702	-	0	0	-
People	216	15221	28793	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	74527	28793	-	23766	0

Space Design Load Summary for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Área de Vendas " IN ZONE " Area de Vendas "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 34,1 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB -2,7 °C / -3,0 °C		
		OCCUPIED T-STAT 24,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	30 m ²	3073	-	30 m ²	-	-
Wall Transmission	408 m ²	1320	-	408 m ²	6291	-
Roof Transmission	1200 m ²	10296	-	1200 m ²	9598	-
Window Transmission	30 m ²	783	-	30 m ²	2314	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	1200 m ²	0	-	1200 m ²	0	-
Partitions	438 m ²	704	-	438 m ²	5562	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	30000 W	28427	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	14820 W	14702	-	0	0	-
People	216	15221	28793	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	74527	28793	-	23766	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Área de Vendas " IN ZONE " Area de Vendas "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² -°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
E EXPOSURE						
WALL	150	0,651	-	590	-	2313
S EXPOSURE						
WALL	258	0,651	-	730	-	3978
WINDOW 1	30	3,255	0,751	783	3073	2314
H EXPOSURE						
ROOF	1200	0,337	-	10296	-	9598

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

DESIGN MONTH: JANUARY										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	5,9	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	5,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	4,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	4,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	4,1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	4,0	6487	3,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	4,2	6487	8,1	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	4,7	6487	11,5	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	5,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	7,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	8,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	10,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	12,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	13,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	14,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	14,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	14,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	13,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	12,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	10,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	9,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	8,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	7,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	6,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESIGN MONTH: FEBRUARY										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	6,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	6,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	5,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	5,3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	5,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	4,9	6487	6,2	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	5,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	5,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	6,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	7,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	9,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	11,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	12,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	14,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	14,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	15,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	14,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	14,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	13,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	11,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	10,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	9,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	8,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	7,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

DESIGN MONTH: MARCH										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	8,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	7,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	7,1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	6,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	6,3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	6,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	6,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	7,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	8,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	9,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	11,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	12,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	14,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	16,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	16,9	6487	8,5	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	17,2	6487	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	16,9	6487	8,2	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	16,1	6487	3,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	14,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	13,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	12,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	10,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	9,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	8,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESIGN MONTH: APRIL										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	10,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	9,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	9,1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	8,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	8,1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	7,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	7,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	7,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	8,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	9,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	11,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	12,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	14,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	16,5	6487	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	17,9	6487	15,8	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	18,9	6487	23,6	23,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	19,2	6487	28,8	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	18,9	6487	26,4	26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	18,0	6487	18,9	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	16,8	6487	9,7	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	15,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	13,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	12,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	11,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
 Prepared by: ISEL

05/16/2021
 09:36

DESIGN MONTH: MAY										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	12,9	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	12,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	11,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	11,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	10,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	10,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	10,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	10,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	10,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	12,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	13,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	15,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	17,2	6487	8,8	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	19,0	6487	28,2	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	20,4	6487	37,5	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	21,4	6487	46,7	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	21,7	6487	51,3	51,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	21,4	6487	47,6	47,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	20,5	6487	40,6	40,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	19,3	6487	31,9	31,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	17,8	6487	14,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	16,2	6487	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	15,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	13,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESIGN MONTH: JUNE										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	15,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	14,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	14,1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	13,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	13,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	12,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	12,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	12,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	13,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	14,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	16,0	6487	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	17,9	6487	19,4	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	19,9	6487	33,9	33,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	21,9	6487	52,0	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	23,4	6487	65,5	65,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	24,3	6487	71,2	71,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	24,7	6487	76,8	81,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	24,3	6487	74,5	78,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	23,5	6487	66,7	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	22,1	6487	55,5	55,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	20,6	6487	41,2	41,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	19,0	6487	26,7	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	17,6	6487	13,3	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	16,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

DESIGN MONTH: JULY										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	24,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	23,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	23,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	22,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	21,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	21,4	6487	47,4	70,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	21,3	6487	45,2	65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	21,6	6487	52,7	82,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	22,2	6487	61,3	97,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	23,4	6487	69,5	105,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	25,1	6487	94,0	121,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	27,1	6487	101,1	134,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	29,4	6487	103,3	138,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	31,5	6487	114,5	152,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	33,0	6487	116,8	150,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	34,1	6487	120,7	152,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	34,5	6487	122,1	153,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	34,1	6487	124,1	161,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	33,2	6487	119,1	157,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	31,7	6487	113,4	150,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	30,0	6487	110,6	148,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	28,3	6487	101,3	136,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	26,8	6487	93,7	124,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	25,5	6487	73,9	86,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESIGN MONTH: AUGUST										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	17,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	16,9	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	16,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	15,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	15,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	14,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	14,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	14,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	15,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	16,6	6487	9,5	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	18,3	6487	25,6	26,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	20,3	6487	42,9	50,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	22,6	6487	58,7	68,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	24,7	6487	75,8	90,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	26,2	6487	95,1	122,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	27,3	6487	96,3	119,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	27,7	6487	100,8	125,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	27,3	6487	99,1	127,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	26,4	6487	95,0	124,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	24,9	6487	79,8	98,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	23,2	6487	67,2	83,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	21,5	6487	52,4	63,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	20,0	6487	35,1	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	18,7	6487	7,8	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

DESIGN MONTH: SEPTEMBER										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	16,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	15,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	14,9	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	14,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	13,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	13,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	13,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	13,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	14,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	15,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	17,0	6487	11,1	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	19,1	6487	31,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	21,4	6487	48,2	48,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	23,6	6487	70,6	86,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	25,2	6487	87,8	111,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	26,3	6487	94,8	118,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	26,7	6487	95,9	119,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	26,3	6487	96,4	125,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	25,3	6487	91,0	119,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	23,8	6487	73,6	91,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	22,1	6487	55,1	59,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	20,3	6487	39,2	39,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	18,8	6487	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	17,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESIGN MONTH: OCTOBER										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	13,3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	12,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	11,9	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	11,3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	10,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	10,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	10,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	10,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	11,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	12,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	14,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	15,8	6487	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	18,0	6487	18,1	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	20,0	6487	37,1	37,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	21,5	6487	51,4	51,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	22,5	6487	56,6	56,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	22,9	6487	63,8	63,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	22,5	6487	57,4	57,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	21,6	6487	52,1	52,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	20,3	6487	37,6	37,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	18,6	6487	24,5	24,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	17,0	6487	10,1	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	15,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	14,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

DESIGN MONTH: NOVEMBER										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	8,6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	8,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	7,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	7,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	6,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	6,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	6,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	7,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	8,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	9,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	11,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	13,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	15,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	16,4	6487	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	17,3	6487	12,7	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	17,6	6487	11,4	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	17,3	6487	13,3	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	16,5	6487	6,2	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	15,3	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	13,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	12,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	11,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	10,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	9,2	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESIGN MONTH: DECEMBER										
Hour	OA TEMP (°C)	SUPPLY AIRFLOW (L/s)	CENTRAL COOLING SENSIBLE (kW)	CENTRAL COOLING TOTAL (kW)	CENTRAL HEATING COIL (kW)	PRECOOL COIL (kW)	PREHEAT COIL (kW)	TERMINAL COOLING (kW)	TERMINAL HEATING (kW)	ZONE HEATING UNIT (kW)
0000	6,3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	5,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	5,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	4,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	4,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	4,4	6487	5,2	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0600	4,6	6487	10,3	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0700	5,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0800	6,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0900	7,5	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	9,1	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1100	10,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1200	12,6	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1300	13,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1400	14,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1500	15,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	14,7	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1700	13,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1800	12,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1900	11,4	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	10,0	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2100	8,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2200	7,8	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2300	6,9	6487	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Zone Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: JANUARY									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	5,9	25,4	-	0,0	13138,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	5,4	25,5	-	0,0	11741,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	4,8	25,5	-	0,0	10441,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	4,4	25,5	-	0,0	9228,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	4,1	25,5	-	0,0	8090,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	4,0	24,4	29	6486,7	20702,2	27625,2	0,0	0,0	0,0
0600	4,2	24,3	33	6486,7	25379,5	31839,9	0,0	0,0	0,0
0700	4,7	24,6	34	6486,7	32341,5	34611,9	0,0	0,0	0,0
0800	5,7	24,3	37	6486,7	36693,4	42085,5	0,0	0,0	0,0
0900	7,0	24,5	40	6486,7	38786,4	41297,6	0,0	0,0	0,0
1000	8,6	24,4	40	6486,7	43443,6	46321,0	0,0	0,0	0,0
1100	10,3	24,6	43	6486,7	47177,0	47445,1	0,0	0,0	0,0
1200	12,0	24,7	45	6486,7	46020,5	45128,2	0,0	0,0	0,0
1300	13,3	24,5	44	6486,7	49475,9	50993,9	0,0	0,0	0,0
1400	14,1	24,6	43	6486,7	49983,9	49957,1	0,0	0,0	0,0
1500	14,4	24,5	41	6486,7	49450,4	49968,1	0,0	0,0	0,0
1600	14,1	24,6	41	6486,7	51735,7	51200,3	0,0	0,0	0,0
1700	13,4	24,6	43	6486,7	50965,0	50054,8	0,0	0,0	0,0
1800	12,2	24,6	45	6486,7	49041,7	48484,2	0,0	0,0	0,0
1900	10,9	24,7	45	6486,7	48915,3	47436,2	0,0	0,0	0,0
2000	9,5	24,4	45	6486,7	47151,9	49212,9	0,0	0,0	0,0
2100	8,4	24,5	46	6486,7	45525,7	46515,5	0,0	0,0	0,0
2200	7,3	24,4	45	6486,7	39214,0	40792,0	0,0	0,0	0,0
2300	6,5	24,4	39	6486,7	20838,8	22468,0	0,0	0,0	0,0

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: FEBRUARY									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	6,7	25,5	-	0,0	14101,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	6,2	25,6	-	0,0	12585,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	5,7	25,6	-	0,0	11208,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	5,3	25,6	-	0,0	9991,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	5,0	25,6	-	0,0	8850,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	4,9	24,5	31	6486,7	21458,6	28568,1	0,0	0,0	0,0
0600	5,1	24,3	33	6486,7	26132,0	33557,7	0,0	0,0	0,0
0700	5,6	24,4	34	6486,7	33089,8	38747,3	0,0	0,0	0,0
0800	6,5	24,4	38	6486,7	37839,1	42091,6	0,0	0,0	0,0
0900	7,9	24,5	41	6486,7	39804,8	42295,8	0,0	0,0	0,0
1000	9,4	24,5	41	6486,7	44549,8	45961,6	0,0	0,0	0,0
1100	11,1	24,6	43	6486,7	48339,3	49126,2	0,0	0,0	0,0
1200	12,8	24,5	45	6486,7	47189,5	48835,5	0,0	0,0	0,0
1300	14,0	24,6	45	6486,7	50641,4	50578,0	0,0	0,0	0,0
1400	14,8	24,5	43	6486,7	51169,9	51985,4	0,0	0,0	0,0
1500	15,1	24,6	42	6486,7	50721,3	50412,9	0,0	0,0	0,0
1600	14,8	24,6	41	6486,7	53256,0	52607,0	0,0	0,0	0,0
1700	14,1	24,6	43	6486,7	52997,9	53007,0	0,0	0,0	0,0
1800	13,0	24,6	45	6486,7	50663,2	50255,6	0,0	0,0	0,0
1900	11,6	24,5	45	6486,7	50335,0	51762,9	0,0	0,0	0,0
2000	10,3	24,6	46	6486,7	48336,3	47946,9	0,0	0,0	0,0
2100	9,2	24,6	46	6486,7	46577,2	46314,1	0,0	0,0	0,0
2200	8,2	24,4	45	6486,7	40208,4	41939,3	0,0	0,0	0,0
2300	7,3	24,3	40	6486,7	21812,6	24893,3	0,0	0,0	0,0

Hourly Zone Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: MARCH									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	8,2	25,6	-	0,0	15337,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	7,6	25,7	-	0,0	13814,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	7,1	25,7	-	0,0	12391,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	6,6	25,7	-	0,0	11079,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	6,3	25,7	-	0,0	9866,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	6,2	24,4	33	6486,7	22452,6	31809,8	0,0	0,0	0,0
0600	6,4	24,4	35	6486,7	27181,4	34257,0	0,0	0,0	0,0
0700	7,0	24,5	36	6486,7	34455,4	39659,4	0,0	0,0	0,0
0800	8,0	24,4	40	6486,7	39174,6	44310,5	0,0	0,0	0,0
0900	9,4	24,5	42	6486,7	41258,2	45085,0	0,0	0,0	0,0
1000	11,0	24,6	42	6486,7	46143,2	48006,9	0,0	0,0	0,0
1100	12,9	24,5	44	6486,7	49976,8	52209,0	0,0	0,0	0,0
1200	14,7	24,6	46	6486,7	48802,3	49662,2	0,0	0,0	0,0
1300	16,0	24,6	45	6486,7	52198,2	52502,5	0,0	0,0	0,0
1400	16,9	24,5	44	6486,7	52667,5	53966,0	0,0	0,0	0,0
1500	17,2	24,8	43	6486,7	52175,9	49837,9	0,0	0,0	0,0
1600	16,9	24,6	43	6486,7	54729,8	54577,0	0,0	0,0	0,0
1700	16,1	24,6	44	6486,7	54708,7	55273,7	0,0	0,0	0,0
1800	14,9	24,5	45	6486,7	52517,4	53558,5	0,0	0,0	0,0
1900	13,5	24,6	46	6486,7	52070,8	51730,8	0,0	0,0	0,0
2000	12,0	24,6	46	6486,7	49854,6	49797,0	0,0	0,0	0,0
2100	10,8	24,6	47	6486,7	47950,0	48046,5	0,0	0,0	0,0
2200	9,7	24,4	46	6486,7	41502,6	43304,1	0,0	0,0	0,0
2300	8,8	24,4	41	6486,7	23067,5	24377,1	0,0	0,0	0,0

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: APRIL									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	10,4	25,8	-	0,0	17677,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	9,7	25,9	-	0,0	16027,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	9,1	26,0	-	0,0	14537,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	8,5	26,0	-	0,0	13152,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	8,1	26,0	-	0,0	11880,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	7,7	24,4	36	6486,7	24374,5	34975,8	0,0	0,0	0,0
0600	7,6	24,4	38	6486,7	28969,9	37010,3	0,0	0,0	0,0
0700	7,8	24,5	38	6486,7	35974,9	42064,8	0,0	0,0	0,0
0800	8,4	24,5	42	6486,7	39989,4	44873,8	0,0	0,0	0,0
0900	9,5	24,5	44	6486,7	41328,2	45298,9	0,0	0,0	0,0
1000	11,0	24,6	44	6486,7	45884,8	48848,0	0,0	0,0	0,0
1100	12,7	24,5	46	6486,7	49676,3	52835,6	0,0	0,0	0,0
1200	14,7	24,6	47	6486,7	48756,9	50385,9	0,0	0,0	0,0
1300	16,5	24,7	46	6486,7	52654,2	52181,0	0,0	0,0	0,0
1400	17,9	24,7	46	6486,7	53751,9	54150,0	0,0	0,0	0,0
1500	18,9	24,6	45	6486,7	54007,0	54535,3	0,0	0,0	0,0
1600	19,2	24,7	45	6486,7	57373,3	57309,7	0,0	0,0	0,0
1700	18,9	24,7	46	6486,7	58082,4	57709,7	0,0	0,0	0,0
1800	18,0	24,7	47	6486,7	56511,2	56376,8	0,0	0,0	0,0
1900	16,8	24,6	47	6486,7	56296,7	56671,0	0,0	0,0	0,0
2000	15,3	24,6	46	6486,7	53834,0	53790,4	0,0	0,0	0,0
2100	13,7	24,7	47	6486,7	51325,6	50561,2	0,0	0,0	0,0
2200	12,5	24,5	47	6486,7	44386,5	46390,7	0,0	0,0	0,0
2300	11,3	24,5	43	6486,7	25619,4	26890,3	0,0	0,0	0,0

Hourly Zone Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: MAY									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	12,9	26,1	-	0,0	19966,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	12,2	26,2	-	0,0	18318,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	11,6	26,2	-	0,0	16844,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	11,0	26,3	-	0,0	15479,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	10,6	26,3	-	0,0	14229,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	10,2	24,3	42	6486,7	26745,6	40686,0	0,0	0,0	0,0
0600	10,1	24,4	44	6486,7	31362,8	41705,5	0,0	0,0	0,0
0700	10,3	24,6	44	6486,7	38474,6	45220,8	0,0	0,0	0,0
0800	10,9	24,5	47	6486,7	42663,5	49667,3	0,0	0,0	0,0
0900	12,0	24,5	48	6486,7	44082,2	49528,1	0,0	0,0	0,0
1000	13,5	24,6	48	6486,7	48539,7	51850,8	0,0	0,0	0,0
1100	15,2	24,6	50	6486,7	52184,8	54662,6	0,0	0,0	0,0
1200	17,2	24,7	51	6486,7	51103,7	52934,9	0,0	0,0	0,0
1300	19,0	24,6	52	6486,7	54844,1	57345,2	0,0	0,0	0,0
1400	20,4	24,7	51	6486,7	55806,8	56577,9	0,0	0,0	0,0
1500	21,4	24,6	50	6486,7	55974,9	57846,4	0,0	0,0	0,0
1600	21,7	24,6	50	6486,7	59351,6	60142,4	0,0	0,0	0,0
1700	21,4	24,7	52	6486,7	60244,3	59747,2	0,0	0,0	0,0
1800	20,5	24,7	52	6486,7	58943,4	58817,3	0,0	0,0	0,0
1900	19,3	24,6	52	6486,7	58853,8	59506,7	0,0	0,0	0,0
2000	17,8	24,8	51	6486,7	56432,2	54915,1	0,0	0,0	0,0
2100	16,2	24,7	51	6486,7	53871,9	54029,6	0,0	0,0	0,0
2200	15,0	24,5	51	6486,7	46786,4	49266,9	0,0	0,0	0,0
2300	13,8	24,2	48	6486,7	27935,5	33005,6	0,0	0,0	0,0

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: JUNE									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	15,4	26,3	-	0,0	22969,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	14,7	26,5	-	0,0	21264,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	14,1	26,5	-	0,0	19752,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	13,5	26,6	-	0,0	18358,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	13,0	26,6	-	0,0	17084,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	12,6	24,5	48	6486,7	29580,6	42824,7	0,0	0,0	0,0
0600	12,5	24,5	50	6486,7	34187,7	44372,8	0,0	0,0	0,0
0700	12,7	24,5	50	6486,7	41321,0	50714,4	0,0	0,0	0,0
0800	13,4	24,6	52	6486,7	45563,0	51644,6	0,0	0,0	0,0
0900	14,5	24,7	53	6486,7	47069,0	50942,1	0,0	0,0	0,0
1000	16,0	24,6	54	6486,7	51493,6	56605,1	0,0	0,0	0,0
1100	17,9	24,7	56	6486,7	55143,4	58409,0	0,0	0,0	0,0
1200	19,9	24,7	58	6486,7	54106,2	56807,8	0,0	0,0	0,0
1300	21,9	24,7	59	6486,7	57913,2	59908,7	0,0	0,0	0,0
1400	23,4	24,6	59	6486,7	58953,6	61502,1	0,0	0,0	0,0
1500	24,3	24,7	57	6486,7	59209,4	60267,4	0,0	0,0	0,0
1600	24,7	24,7	56	6486,7	62691,6	63182,4	0,0	0,0	0,0
1700	24,3	24,8	58	6486,7	63721,6	63820,2	0,0	0,0	0,0
1800	23,5	24,8	59	6486,7	62477,8	62591,0	0,0	0,0	0,0
1900	22,1	24,8	59	6486,7	62413,2	62011,9	0,0	0,0	0,0
2000	20,6	24,8	58	6486,7	59964,7	59871,7	0,0	0,0	0,0
2100	19,0	24,7	58	6486,7	57286,3	57452,6	0,0	0,0	0,0
2200	17,6	24,5	57	6486,7	50033,3	52838,2	0,0	0,0	0,0
2300	16,4	24,3	54	6486,7	31033,0	36548,6	0,0	0,0	0,0

Hourly Zone Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: JULY									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	24,5	27,2	-	0,0	33594,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	23,7	27,5	-	0,0	31819,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	23,0	27,7	-	0,0	30244,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	22,4	27,8	-	0,0	28791,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	21,8	28,0	-	0,0	27463,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	21,4	24,7	55	6486,7	39909,2	59085,2	0,0	0,0	0,0
0600	21,3	24,8	56	6486,7	44469,0	58434,0	0,0	0,0	0,0
0700	21,6	24,8	54	6486,7	51545,9	63808,0	0,0	0,0	0,0
0800	22,2	24,7	54	6486,7	55739,5	66911,9	0,0	0,0	0,0
0900	23,4	24,8	55	6486,7	57228,2	66187,5	0,0	0,0	0,0
1000	25,1	24,8	53	6486,7	61851,5	69009,0	0,0	0,0	0,0
1100	27,1	24,9	54	6486,7	65810,2	71459,3	0,0	0,0	0,0
1200	29,4	25,0	56	6486,7	65120,9	68587,1	0,0	0,0	0,0
1300	31,5	24,8	54	6486,7	68973,3	74310,0	0,0	0,0	0,0
1400	33,0	24,9	53	6486,7	69920,9	73060,6	0,0	0,0	0,0
1500	34,1	24,8	51	6486,7	70104,6	74207,8	0,0	0,0	0,0
1600	34,5	24,9	50	6486,7	73531,2	74996,7	0,0	0,0	0,0
1700	34,1	24,8	51	6486,7	74526,6	77562,3	0,0	0,0	0,0
1800	33,2	24,8	53	6486,7	73372,3	74908,5	0,0	0,0	0,0
1900	31,7	25,0	54	6486,7	73463,6	72961,9	0,0	0,0	0,0
2000	30,0	24,7	54	6486,7	71140,4	73730,2	0,0	0,0	0,0
2100	28,3	24,8	56	6486,7	68260,2	68803,6	0,0	0,0	0,0
2200	26,8	24,6	57	6486,7	60845,7	64134,6	0,0	0,0	0,0
2300	25,5	24,4	61	6486,7	41740,4	47042,9	0,0	0,0	0,0

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: AUGUST									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	17,7	26,6	-	0,0	26717,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	16,9	26,8	-	0,0	24943,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	16,2	26,9	-	0,0	23349,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	15,6	27,0	-	0,0	21869,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	15,0	27,1	-	0,0	20511,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	14,6	24,6	55	6486,7	32927,2	48485,5	0,0	0,0	0,0
0600	14,5	24,6	55	6486,7	37457,6	49317,8	0,0	0,0	0,0
0700	14,8	24,6	56	6486,7	44420,3	53895,5	0,0	0,0	0,0
0800	15,4	24,7	57	6486,7	48458,1	56307,6	0,0	0,0	0,0
0900	16,6	24,6	59	6486,7	49871,9	57533,1	0,0	0,0	0,0
1000	18,3	24,6	59	6486,7	54676,4	60642,9	0,0	0,0	0,0
1100	20,3	24,7	59	6486,7	58831,9	63068,9	0,0	0,0	0,0
1200	22,6	24,7	61	6486,7	58324,8	61585,8	0,0	0,0	0,0
1300	24,7	24,9	59	6486,7	62618,5	63388,7	0,0	0,0	0,0
1400	26,2	24,7	56	6486,7	64045,6	67117,4	0,0	0,0	0,0
1500	27,3	24,8	55	6486,7	64532,7	65983,6	0,0	0,0	0,0
1600	27,7	24,7	53	6486,7	68010,1	69472,0	0,0	0,0	0,0
1700	27,3	24,8	55	6486,7	68702,9	68859,6	0,0	0,0	0,0
1800	26,4	24,8	57	6486,7	67016,3	67047,0	0,0	0,0	0,0
1900	24,9	24,9	58	6486,7	66594,0	65506,5	0,0	0,0	0,0
2000	23,2	24,7	59	6486,7	63835,0	65006,1	0,0	0,0	0,0
2100	21,5	24,6	60	6486,7	61011,9	62885,6	0,0	0,0	0,0
2200	20,0	24,6	62	6486,7	53793,1	56283,4	0,0	0,0	0,0
2300	18,7	24,5	58	6486,7	34816,5	38365,0	0,0	0,0	0,0

Hourly Zone Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: SEPTEMBER									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	16,4	26,6	-	0,0	25644,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	15,5	26,7	-	0,0	23878,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	14,9	26,8	-	0,0	22269,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	14,2	26,9	-	0,0	20763,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	13,6	27,0	-	0,0	19377,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	13,2	24,5	50	6486,7	31766,4	48393,5	0,0	0,0	0,0
0600	13,1	24,5	51	6486,7	36272,1	48787,4	0,0	0,0	0,0
0700	13,4	24,6	51	6486,7	43150,3	52064,0	0,0	0,0	0,0
0800	14,1	24,6	54	6486,7	47224,7	55697,1	0,0	0,0	0,0
0900	15,3	24,7	55	6486,7	48808,0	55214,3	0,0	0,0	0,0
1000	17,0	24,8	56	6486,7	53583,5	57258,9	0,0	0,0	0,0
1100	19,1	24,8	59	6486,7	57664,5	61142,0	0,0	0,0	0,0
1200	21,4	24,7	61	6486,7	57086,8	60211,3	0,0	0,0	0,0
1300	23,6	24,7	59	6486,7	61317,4	65060,8	0,0	0,0	0,0
1400	25,2	24,9	58	6486,7	62685,6	62745,4	0,0	0,0	0,0
1500	26,3	24,6	55	6486,7	63114,2	66565,2	0,0	0,0	0,0
1600	26,7	24,8	54	6486,7	66510,1	67057,9	0,0	0,0	0,0
1700	26,3	24,7	56	6486,7	67029,6	68379,0	0,0	0,0	0,0
1800	25,3	24,8	58	6486,7	64991,1	65392,4	0,0	0,0	0,0
1900	23,8	24,7	58	6486,7	64377,1	66057,5	0,0	0,0	0,0
2000	22,1	24,8	60	6486,7	61803,7	61895,9	0,0	0,0	0,0
2100	20,3	24,7	61	6486,7	59340,1	59585,3	0,0	0,0	0,0
2200	18,8	24,5	59	6486,7	52476,5	55416,7	0,0	0,0	0,0
2300	17,5	24,3	55	6486,7	33680,4	38686,9	0,0	0,0	0,0

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: OCTOBER									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	13,3	26,3	-	0,0	22418,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	12,6	26,4	-	0,0	20695,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	11,9	26,5	-	0,0	19113,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	11,3	26,5	-	0,0	17629,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	10,8	26,5	-	0,0	16260,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	10,4	24,4	42	6486,7	28661,5	42922,5	0,0	0,0	0,0
0600	10,3	24,5	44	6486,7	33173,7	43284,5	0,0	0,0	0,0
0700	10,6	24,6	44	6486,7	40047,8	47968,6	0,0	0,0	0,0
0800	11,2	24,6	47	6486,7	44166,4	50644,5	0,0	0,0	0,0
0900	12,3	24,6	49	6486,7	45931,2	51264,9	0,0	0,0	0,0
1000	14,0	24,6	50	6486,7	50595,2	54734,8	0,0	0,0	0,0
1100	15,8	24,7	52	6486,7	54550,4	57484,7	0,0	0,0	0,0
1200	18,0	24,7	55	6486,7	53868,4	56180,8	0,0	0,0	0,0
1300	20,0	24,7	56	6486,7	57996,2	59664,3	0,0	0,0	0,0
1400	21,5	24,6	56	6486,7	59249,6	61616,2	0,0	0,0	0,0
1500	22,5	24,7	55	6486,7	59541,9	59922,0	0,0	0,0	0,0
1600	22,9	24,7	56	6486,7	62768,5	63756,5	0,0	0,0	0,0
1700	22,5	24,9	57	6486,7	63024,3	61519,8	0,0	0,0	0,0
1800	21,6	24,7	58	6486,7	60526,2	61646,5	0,0	0,0	0,0
1900	20,3	24,8	56	6486,7	60075,1	58988,2	0,0	0,0	0,0
2000	18,6	24,7	55	6486,7	57755,4	57940,6	0,0	0,0	0,0
2100	17,0	24,7	54	6486,7	55665,2	56020,7	0,0	0,0	0,0
2200	15,6	24,5	52	6486,7	49042,3	52102,8	0,0	0,0	0,0
2300	14,3	24,3	49	6486,7	30379,6	35356,6	0,0	0,0	0,0

Hourly Zone Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: NOVEMBER									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	8,6	25,8	-	0,0	17129,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	8,0	25,9	-	0,0	15539,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	7,5	25,9	-	0,0	14046,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	7,0	25,9	-	0,0	12664,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	6,7	25,9	-	0,0	11384,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	6,6	24,4	34	6486,7	23906,3	34641,3	0,0	0,0	0,0
0600	6,8	24,4	36	6486,7	28573,8	36674,8	0,0	0,0	0,0
0700	7,4	24,5	37	6486,7	35609,9	41710,9	0,0	0,0	0,0
0800	8,4	24,5	40	6486,7	40986,6	45560,8	0,0	0,0	0,0
0900	9,8	24,6	43	6486,7	43475,0	47156,2	0,0	0,0	0,0
1000	11,4	24,6	43	6486,7	48644,5	51085,6	0,0	0,0	0,0
1100	13,3	24,6	45	6486,7	52815,7	54472,2	0,0	0,0	0,0
1200	15,1	24,5	47	6486,7	51933,8	54670,1	0,0	0,0	0,0
1300	16,4	24,8	47	6486,7	55468,3	54302,8	0,0	0,0	0,0
1400	17,3	24,7	47	6486,7	55840,6	56229,5	0,0	0,0	0,0
1500	17,6	24,8	45	6486,7	54924,8	53385,2	0,0	0,0	0,0
1600	17,3	24,7	45	6486,7	56471,5	56853,1	0,0	0,0	0,0
1700	16,5	24,7	46	6486,7	55648,2	55742,1	0,0	0,0	0,0
1800	15,3	24,7	47	6486,7	53504,3	53684,9	0,0	0,0	0,0
1900	13,9	24,7	47	6486,7	53300,2	52657,5	0,0	0,0	0,0
2000	12,4	24,5	47	6486,7	51469,8	53668,4	0,0	0,0	0,0
2100	11,2	24,6	48	6486,7	49766,5	50341,9	0,0	0,0	0,0
2200	10,1	24,6	47	6486,7	43371,5	44206,7	0,0	0,0	0,0
2300	9,2	24,3	42	6486,7	24914,0	28722,0	0,0	0,0	0,0

ZONE: Area de Vendas DESIGN MONTH: DECEMBER									
Hour	OA TEMP (°C)	ZONE TEMP (°C)	RH (%)	ZONE AIRFLOW (L/s)	ZONE SENSIBLE LOAD (W)	ZONE COND (W)	TERMINAL COOLING COIL (W)	TERMINAL HEATING COIL (W)	ZONE HEATING UNIT (W)
0000	6,3	25,5	-	0,0	13905,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0100	5,8	25,6	-	0,0	12395,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0200	5,2	25,6	-	0,0	11073,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0300	4,8	25,6	-	0,0	9839,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0400	4,5	25,6	-	0,0	8682,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0500	4,4	24,5	30	6486,7	21275,9	28692,9	0,0	0,0	0,0
0600	4,6	24,4	33	6486,7	25936,5	33103,6	0,0	0,0	0,0
0700	5,1	24,4	33	6486,7	32884,1	38515,0	0,0	0,0	0,0
0800	6,1	24,4	37	6486,7	37347,5	41700,7	0,0	0,0	0,0
0900	7,5	24,5	40	6486,7	39755,1	42491,3	0,0	0,0	0,0
1000	9,1	24,5	41	6486,7	44589,5	46231,4	0,0	0,0	0,0
1100	10,9	24,6	43	6486,7	48468,3	49452,1	0,0	0,0	0,0
1200	12,6	24,5	45	6486,7	47407,1	49335,5	0,0	0,0	0,0
1300	13,8	24,6	44	6486,7	50878,2	50850,3	0,0	0,0	0,0
1400	14,7	24,5	43	6486,7	51294,7	53136,3	0,0	0,0	0,0
1500	15,0	24,5	41	6486,7	50512,9	51246,4	0,0	0,0	0,0
1600	14,7	24,6	41	6486,7	52221,2	51645,8	0,0	0,0	0,0
1700	13,9	24,5	43	6486,7	51621,9	53010,4	0,0	0,0	0,0
1800	12,8	24,6	45	6486,7	49692,4	49059,5	0,0	0,0	0,0
1900	11,4	24,5	45	6486,7	49666,0	50342,3	0,0	0,0	0,0
2000	10,0	24,6	46	6486,7	47960,0	47519,6	0,0	0,0	0,0
2100	8,9	24,6	46	6486,7	46347,5	46042,8	0,0	0,0	0,0
2200	7,8	24,4	45	6486,7	40026,5	41652,4	0,0	0,0	0,0
2300	6,9	24,4	39	6486,7	21632,8	22841,8	0,0	0,0	0,0

System Psychrometrics for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

July DESIGN COOLING DAY, 1700

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	34,1	0,01156	1992	400	17684	8603
Ventilation Reclaim	Outlet	34,1	0,01156	1992	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	29,0	0,01054	6487	1093	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	13,0	0,00856	6487	1093	124084	37388
Central Heating Coil	Outlet	13,0	0,00856	6487	1093	0	-
Supply Fan	Outlet	14,8	0,00856	6487	1093	13972	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00856	6487	1093	-	-
Zone Air	-	24,8	0,01008	6487	1400	77562	28793
Return Plenum	Outlet	24,8	0,01008	6487	1400	0	-
Return Fan	Outlet	26,7	0,01008	6487	1400	14866	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,197 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2922,1 W/(L/s)
Site Altitude = 73,0 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)
Area de Vendas	74527	Cooling	77562	24,8	6487	1400	0	0

System Psychrometrics for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

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	-2,7	0,00284	1992	400	-60449	0
Ventilation Reclaim	Outlet	-2,7	0,00284	1992	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	14,9	0,00284	6487	421	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,9	0,00284	6487	421	0	0
Central Heating Coil	Outlet	21,8	0,00284	6487	421	54093	-
Supply Fan	Outlet	23,6	0,00284	6487	421	13972	-
Cold Supply Duct	Outlet	23,6	0,00284	6487	421	-	-
Zone Air	-	20,7	0,00284	6487	431	-22481	0
Return Plenum	Outlet	20,7	0,00284	6487	431	0	-
Return Fan	Outlet	22,7	0,00284	6487	431	14866	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,197 W/(L/s-K)

Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2922,1 W/(L/s)

Site Altitude = 73,0 m

TABLE 2: ZONE DATA

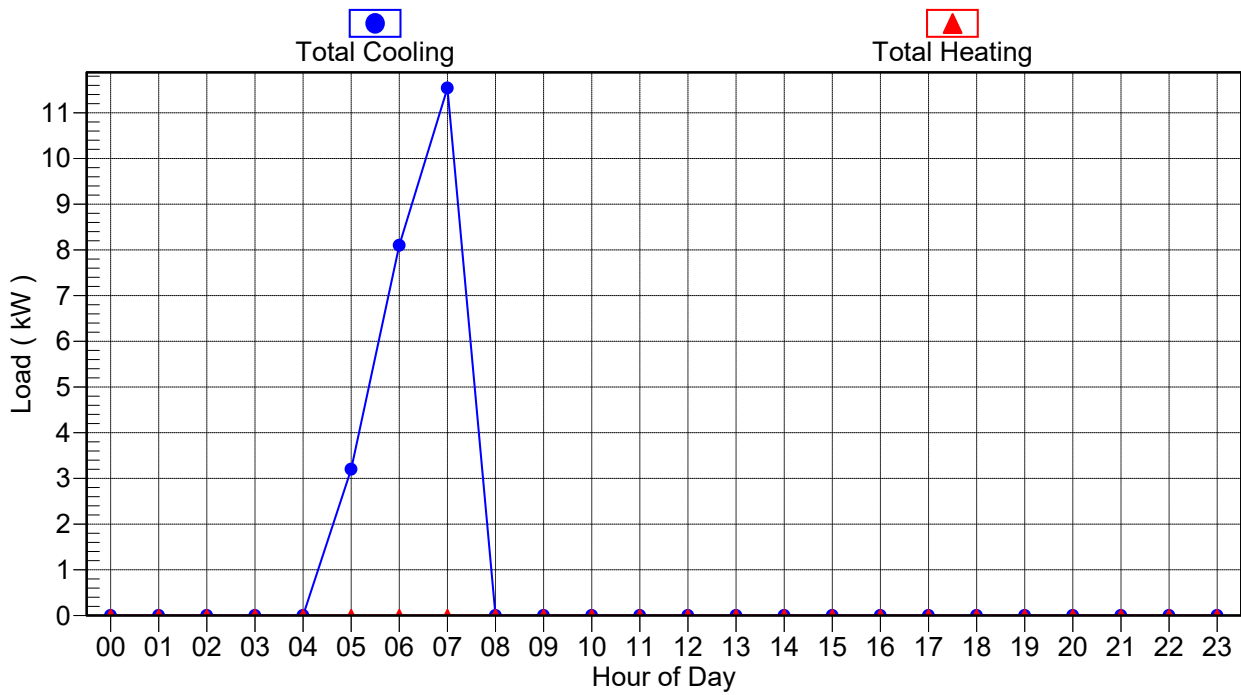
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Area de Vendas	-23766	Heating	-22481	20,7	6487	431	0	0

Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

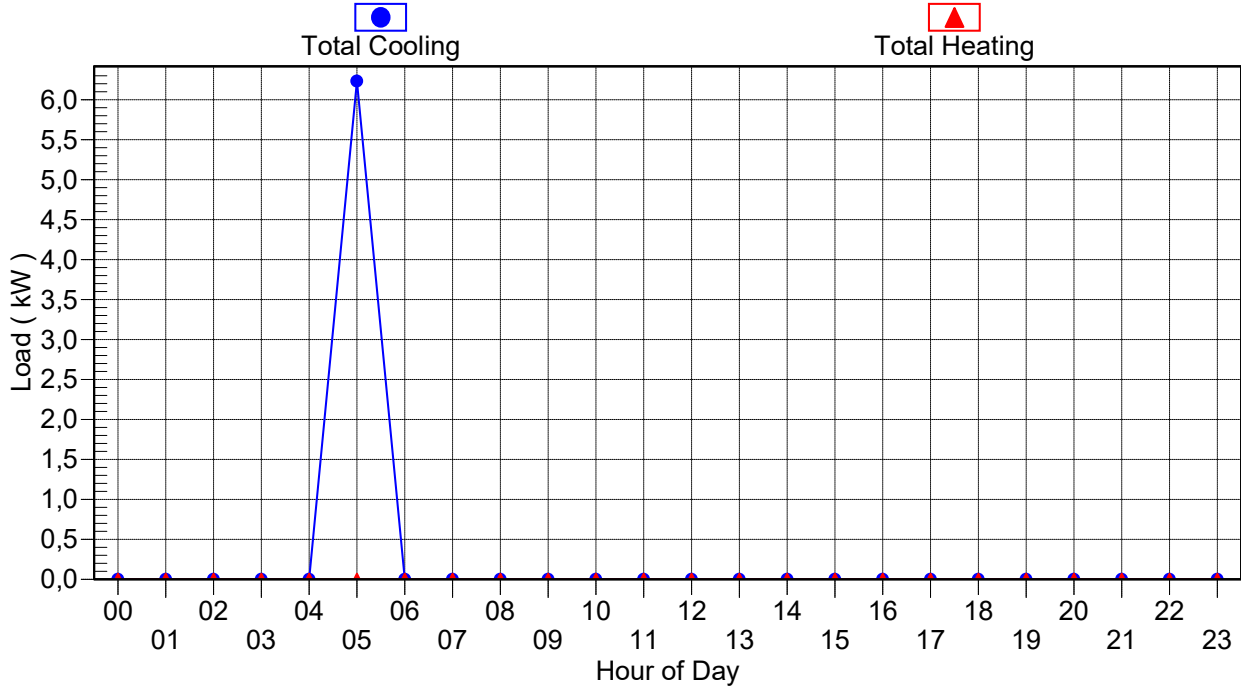
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Data for January



Data for February

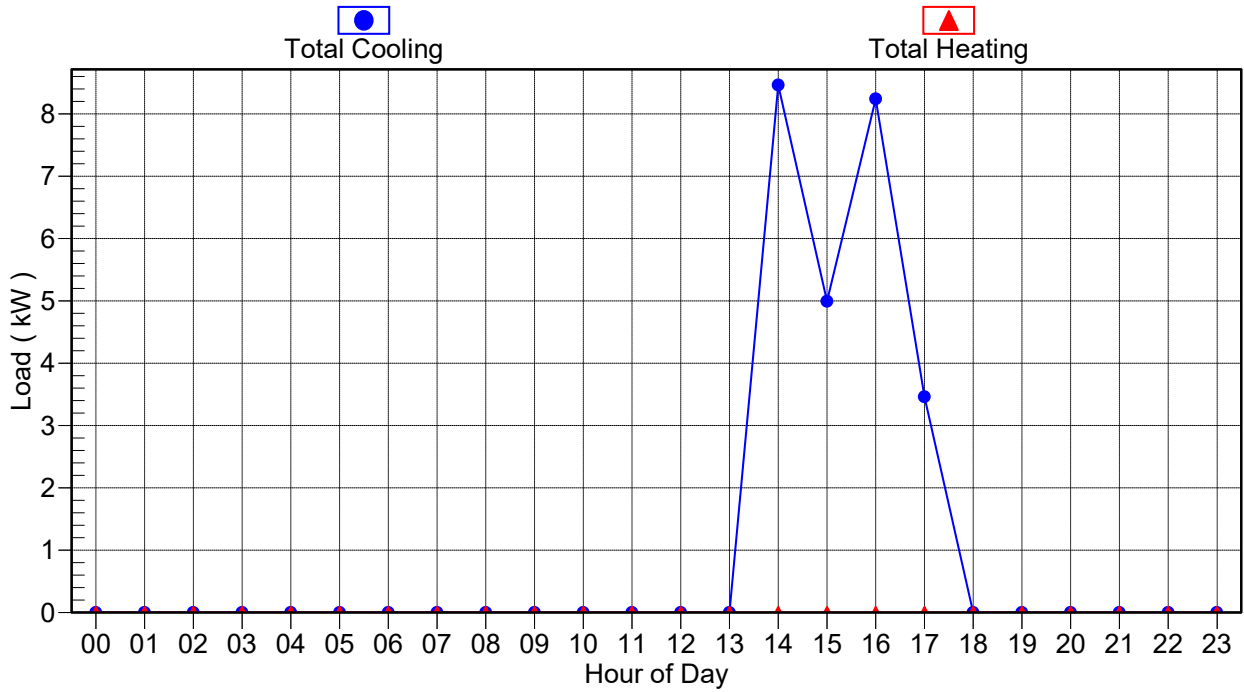


Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

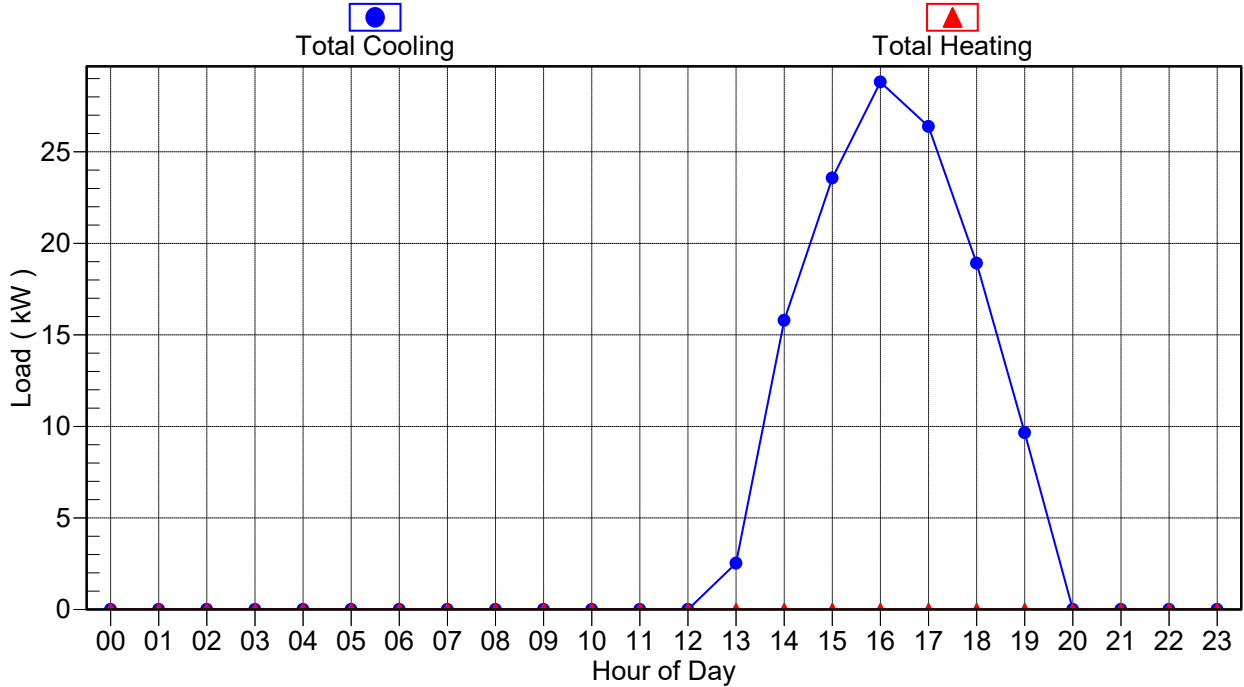
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Data for March



Data for April

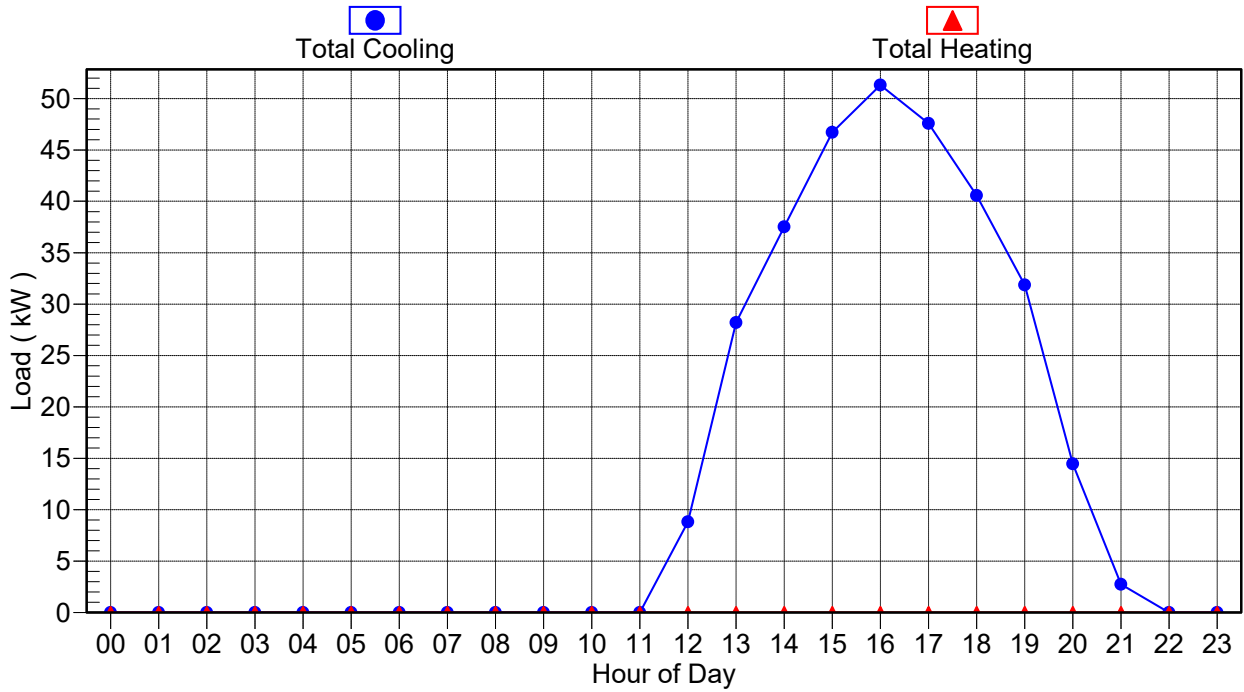


Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

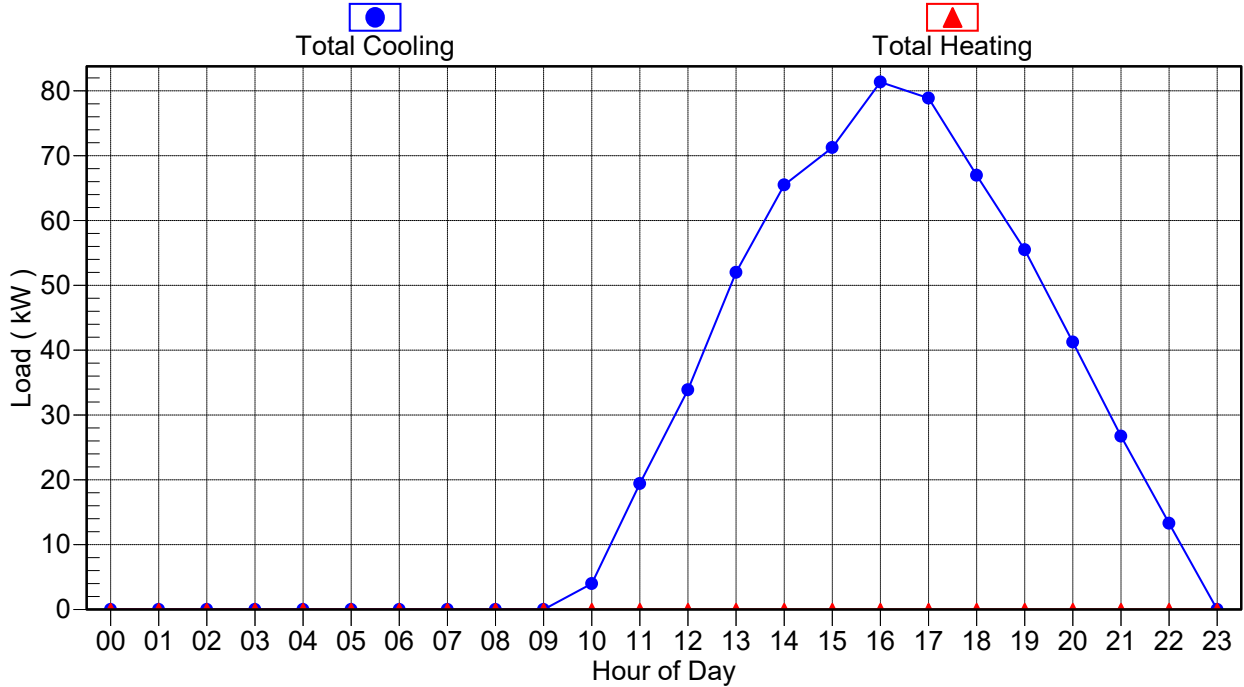
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Data for May



Data for June

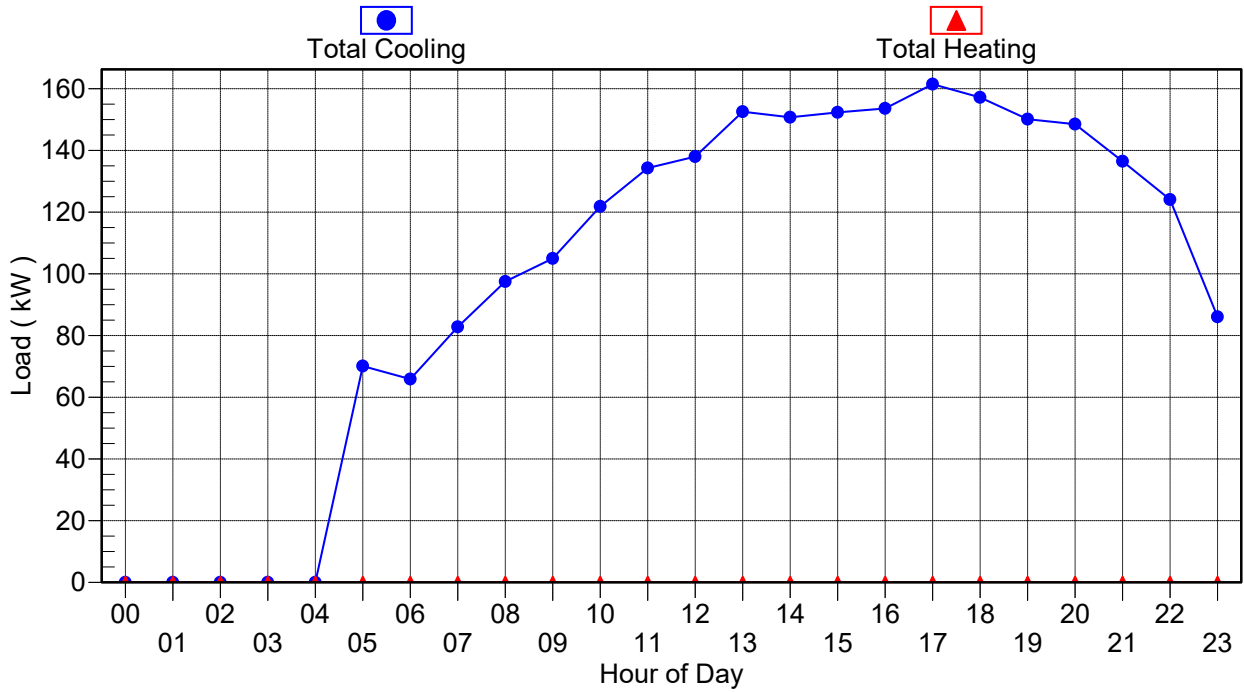


Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

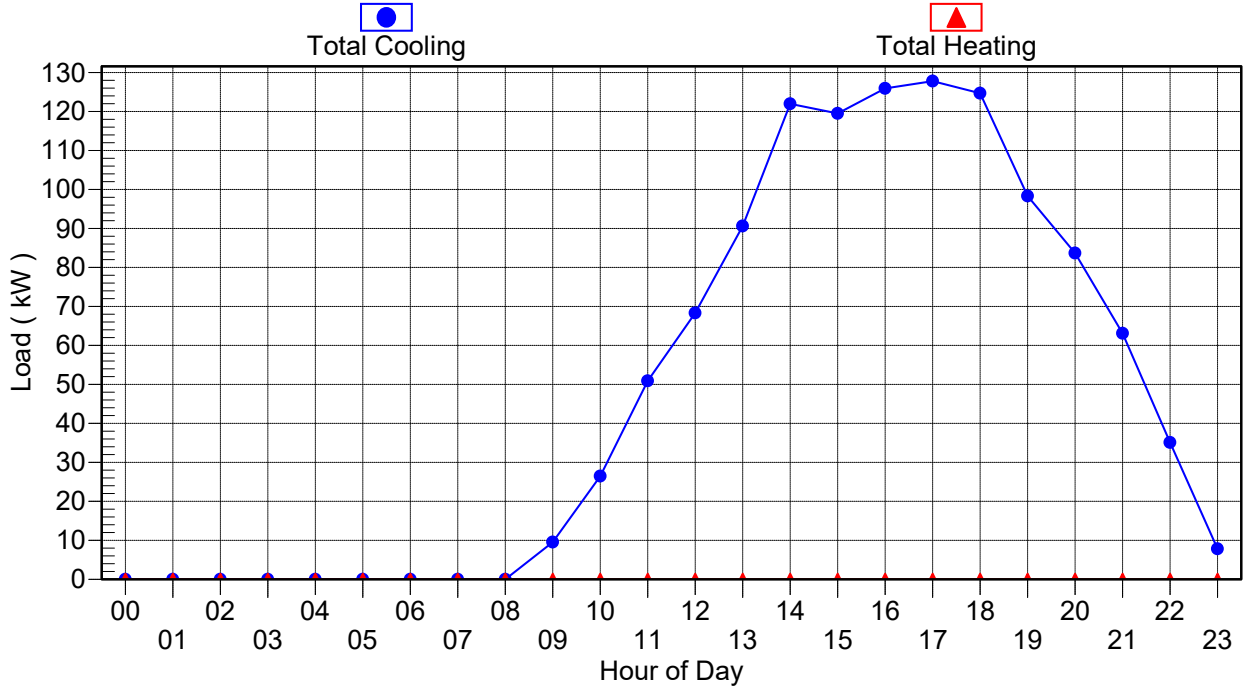
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Data for July



Data for August

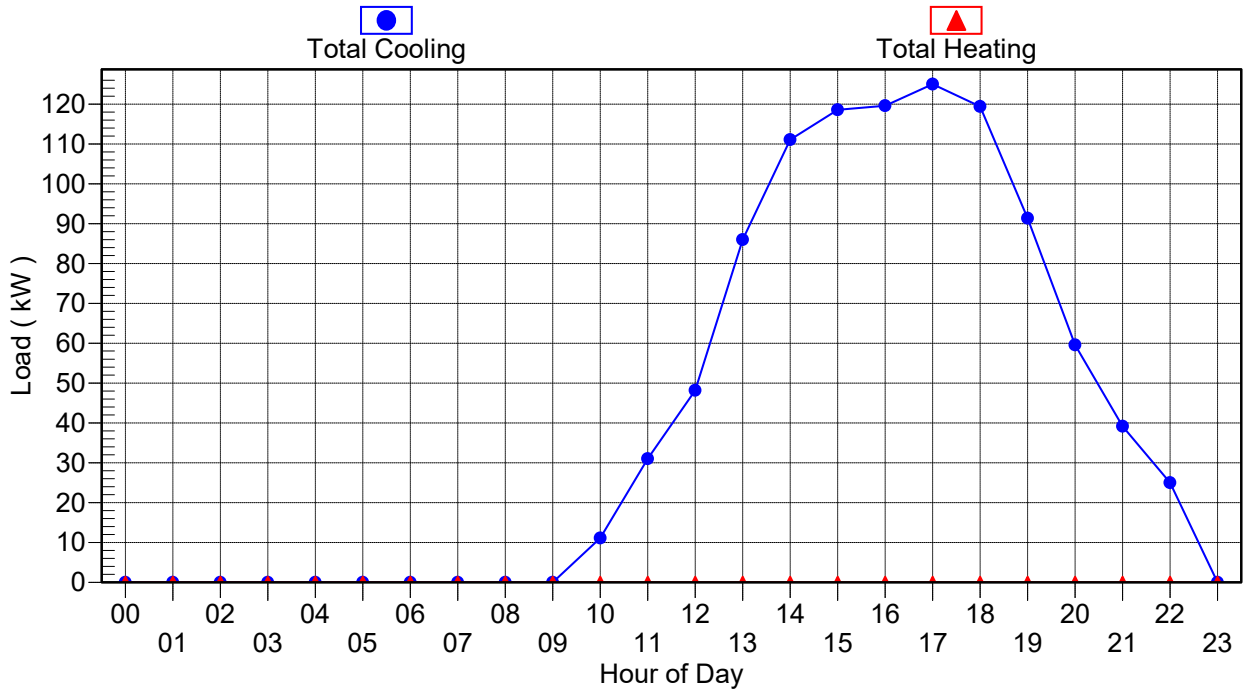


Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

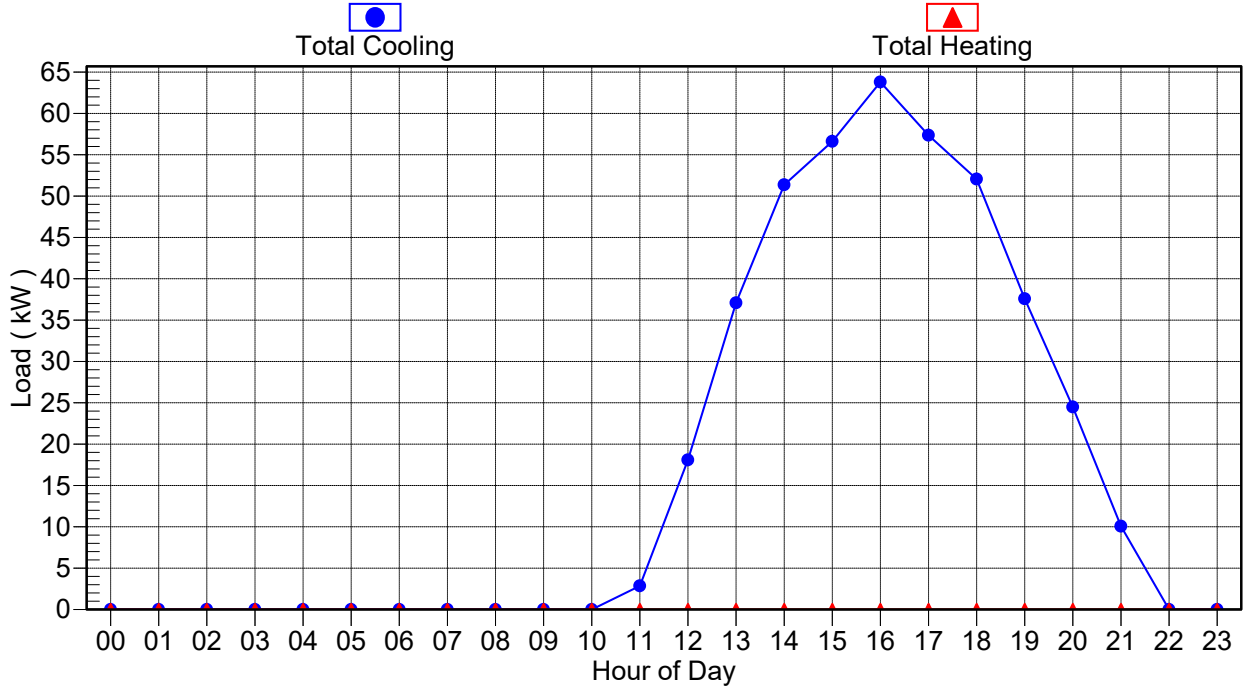
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Data for September



Data for October

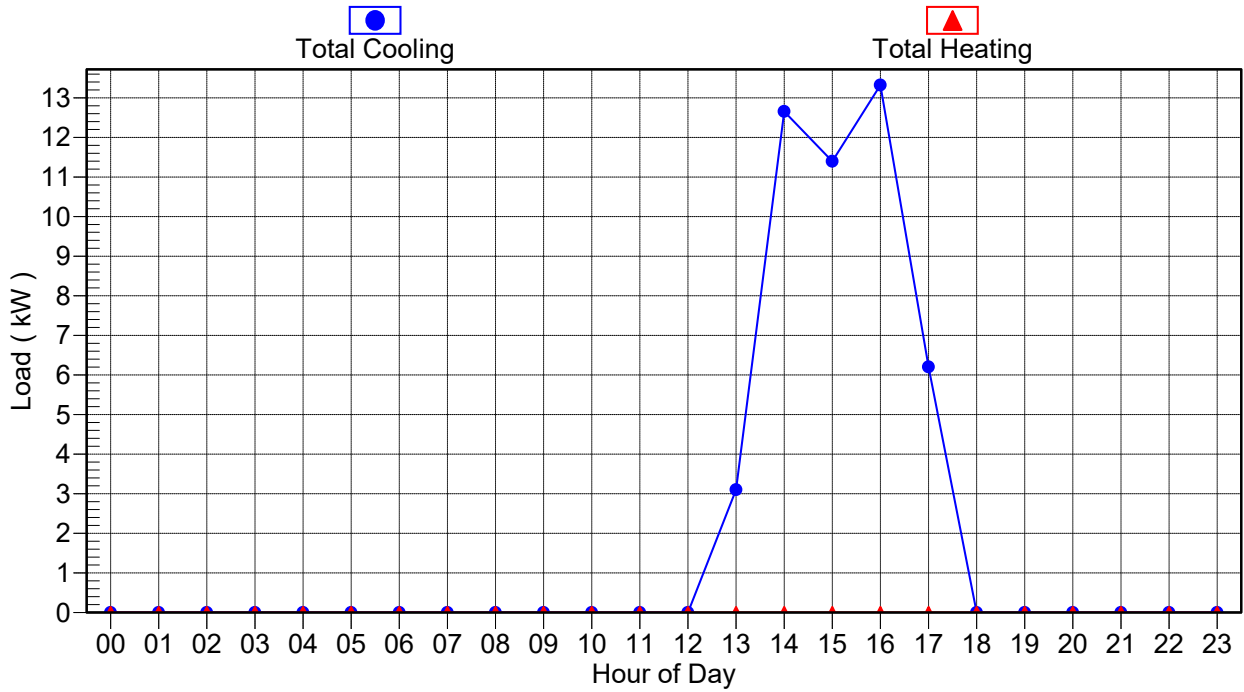


Hourly Air System Design Day Loads for UTA 1

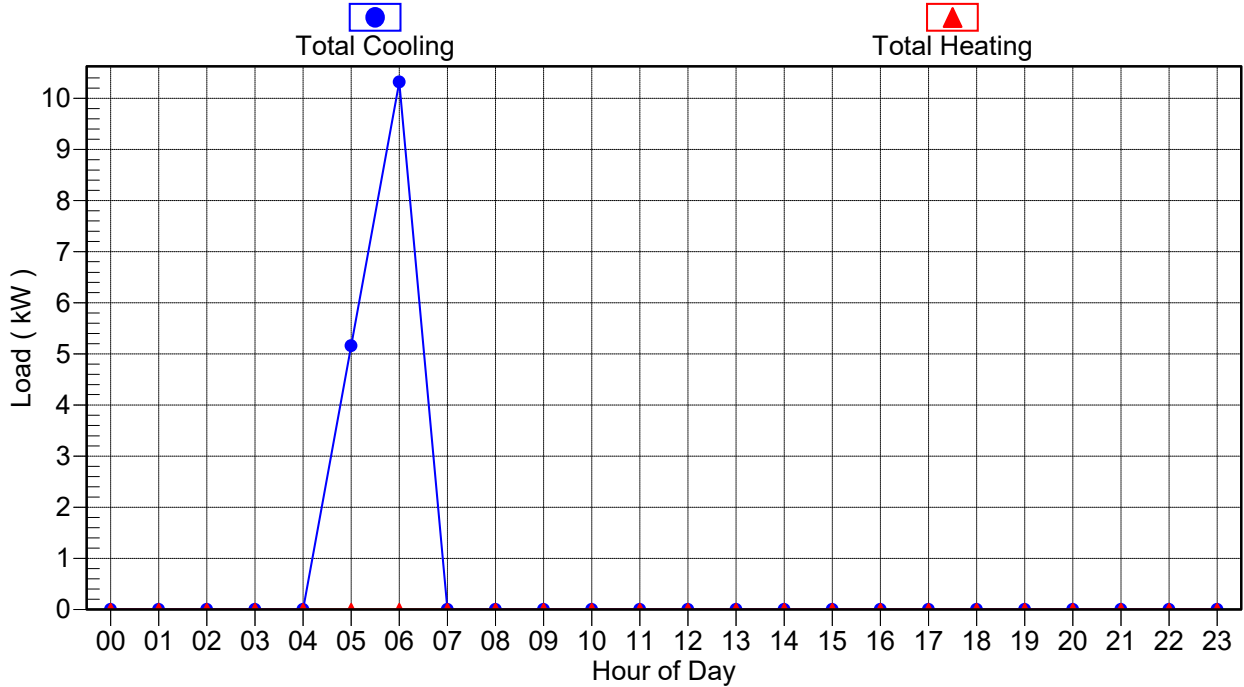
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Data for November



Data for December



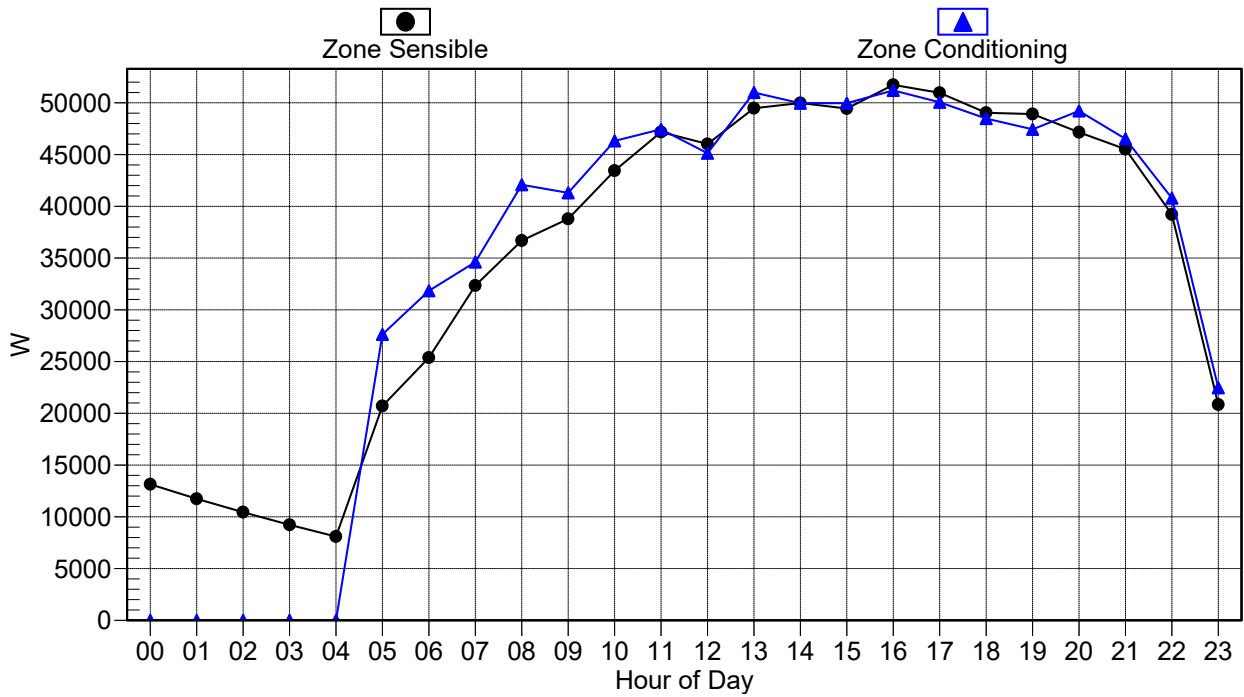
Hourly Zone Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

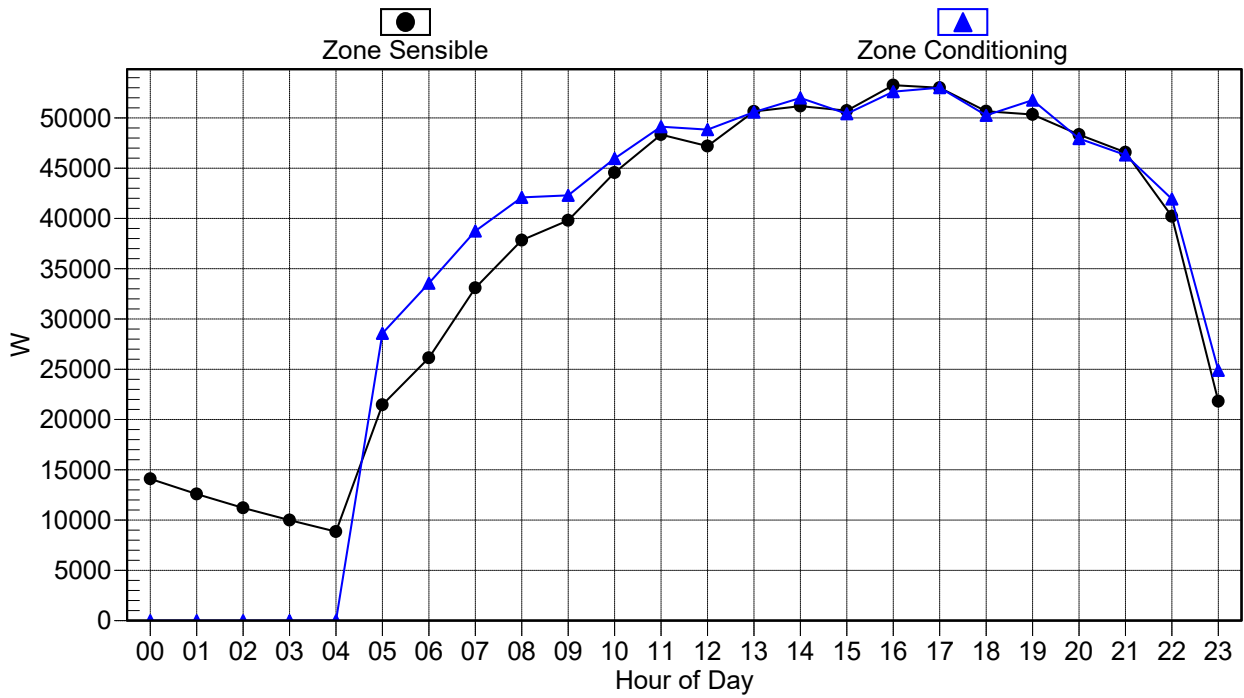
Zone: Area de Vendas

Data for January



Zone: Area de Vendas

Data for February



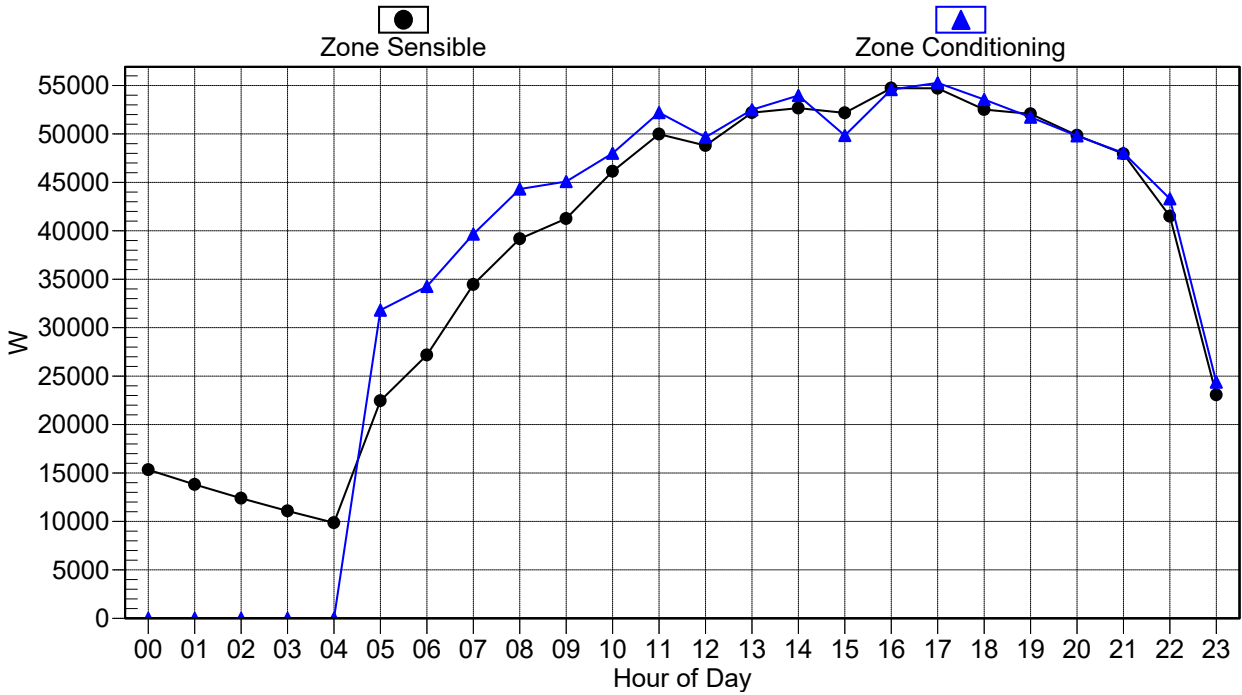
Hourly Zone Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

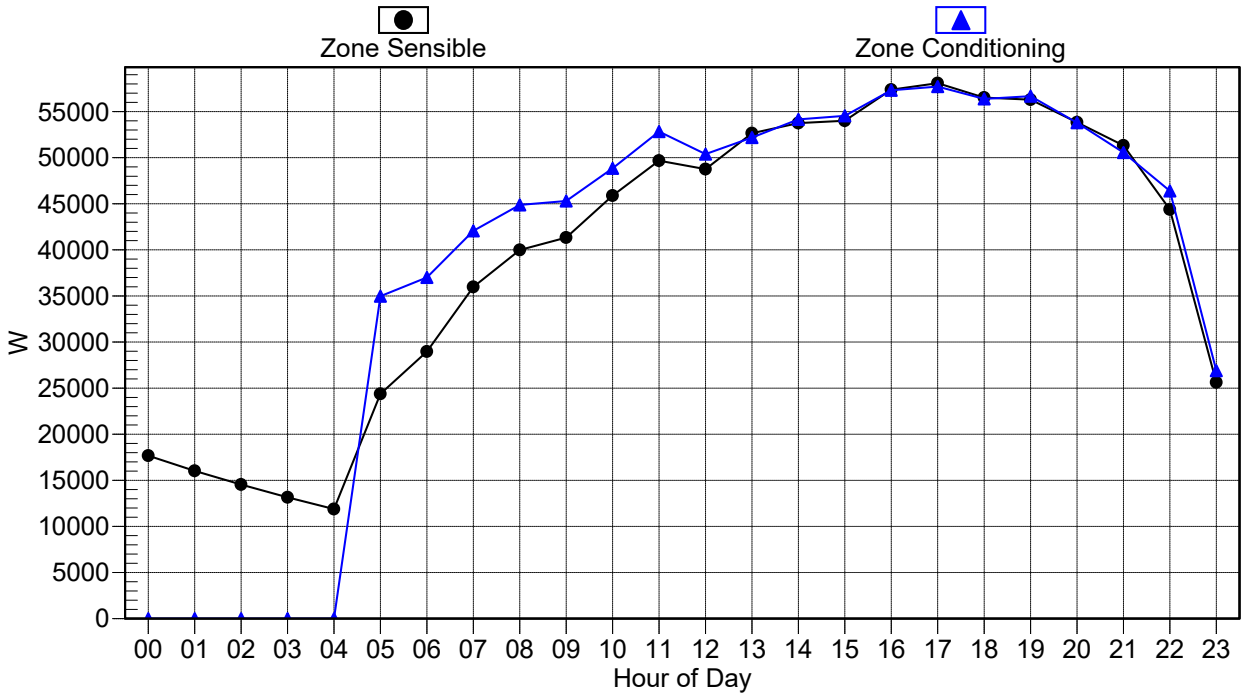
Zone: Area de Vendas

Data for March



Zone: Area de Vendas

Data for April



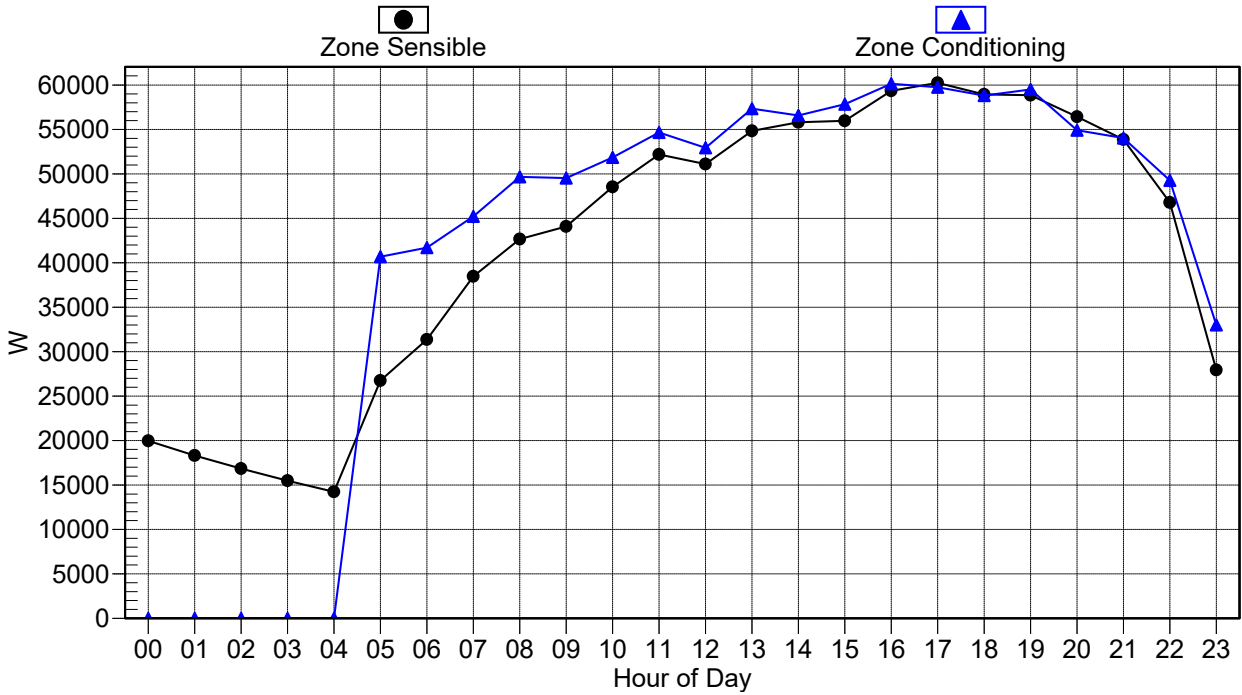
Hourly Zone Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

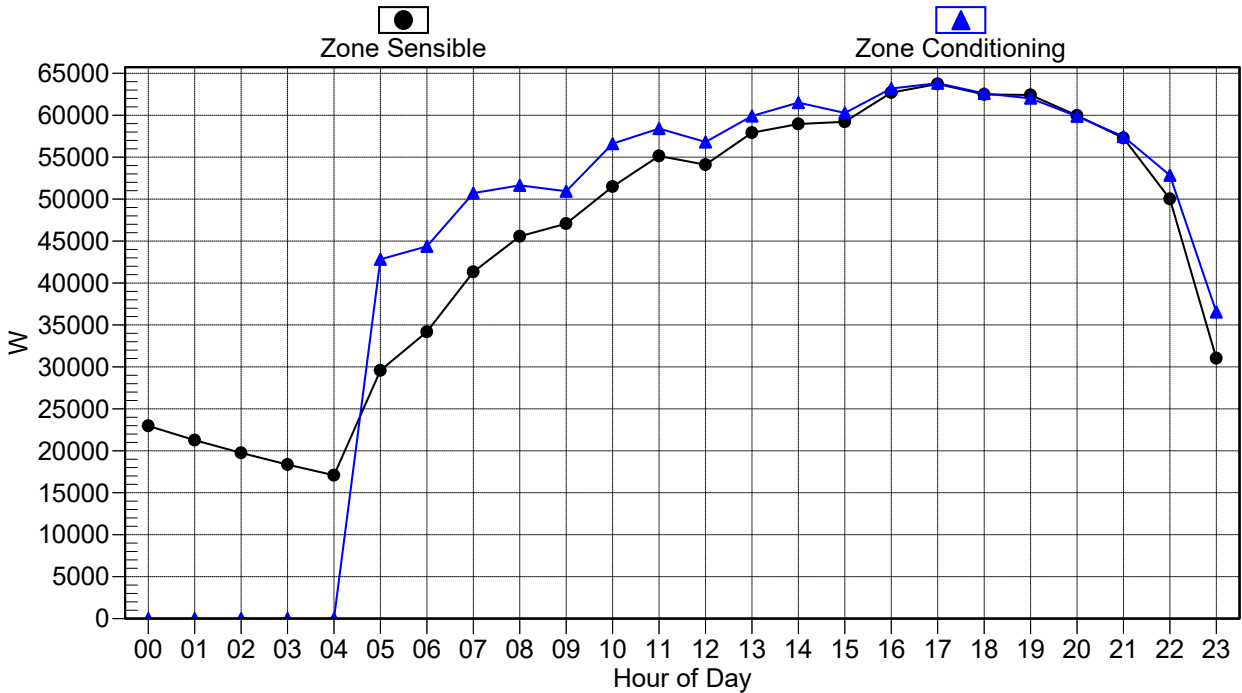
Zone: Area de Vendas

Data for May



Zone: Area de Vendas

Data for June



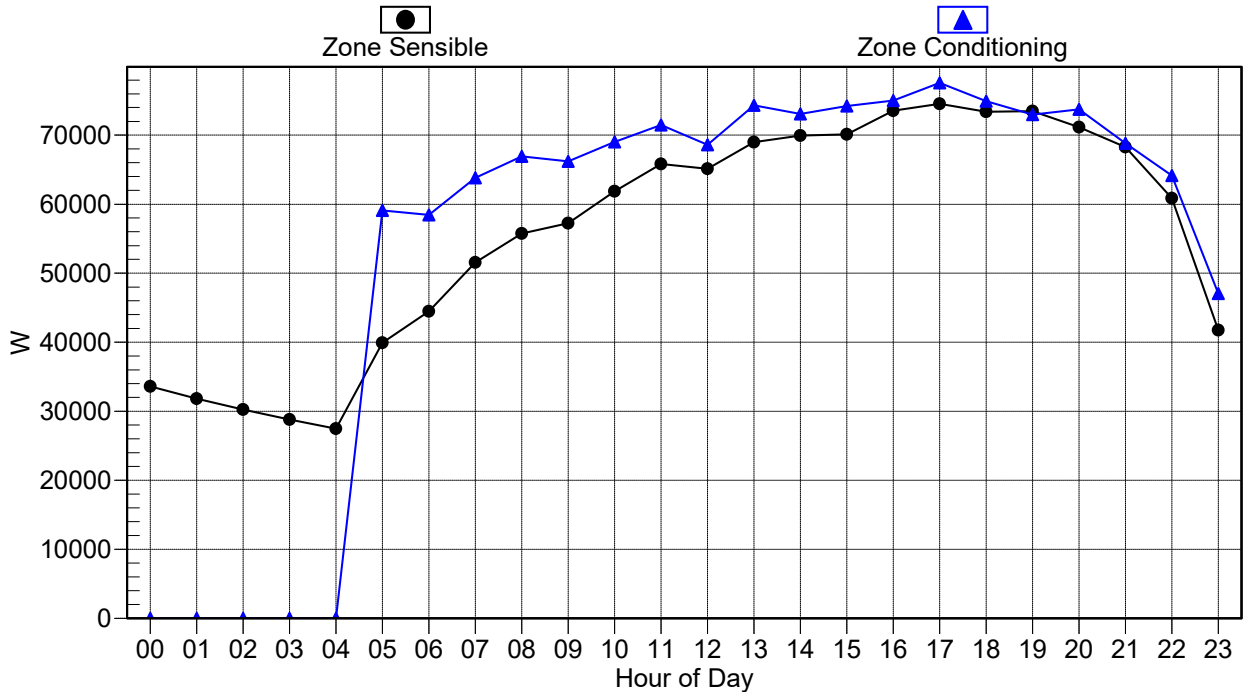
Hourly Zone Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

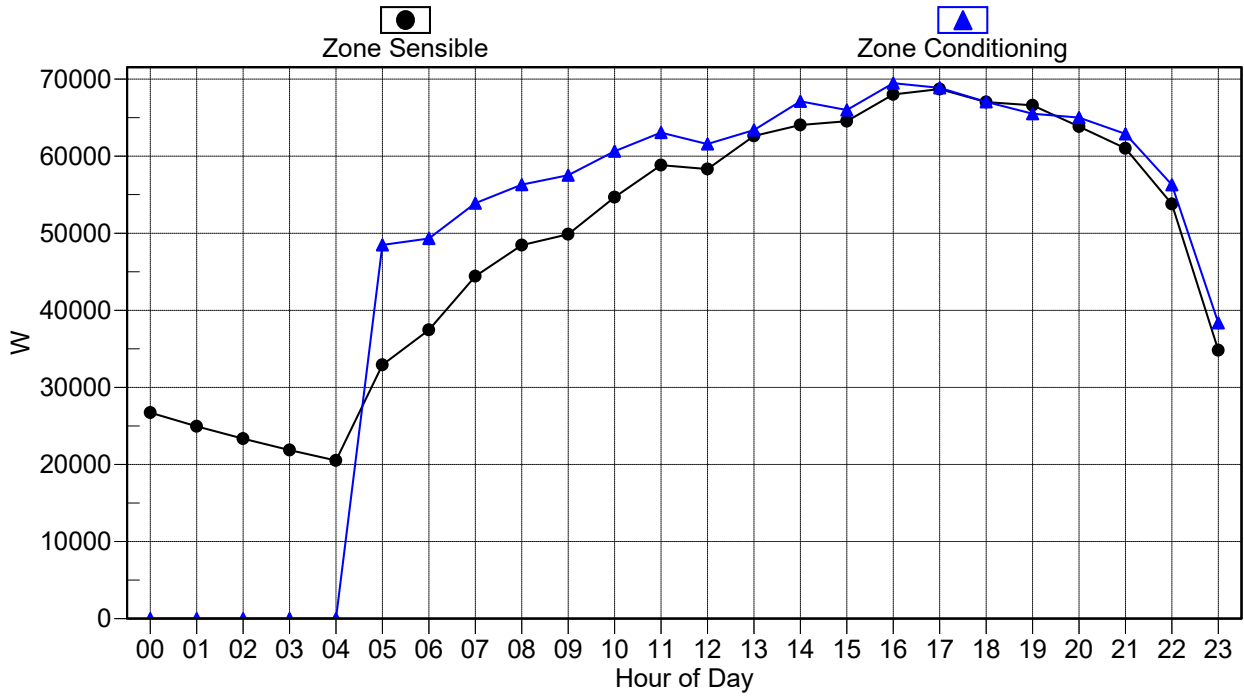
Zone: Area de Vendas

Data for July



Zone: Area de Vendas

Data for August



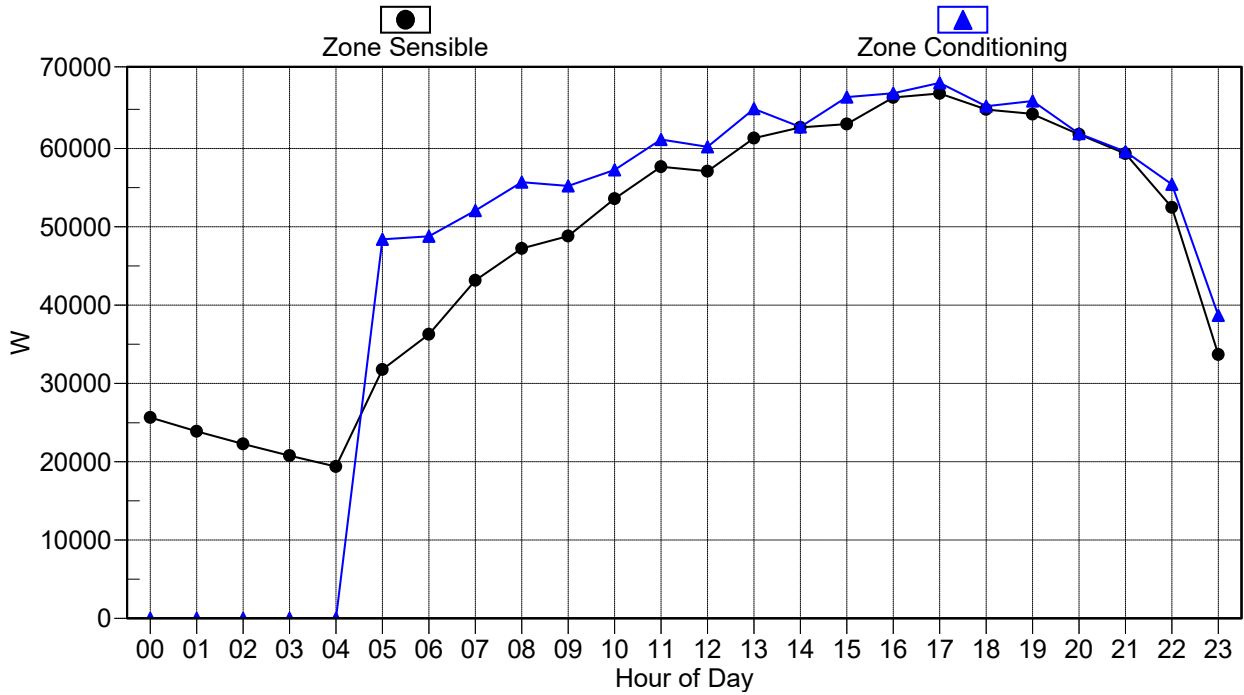
Hourly Zone Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

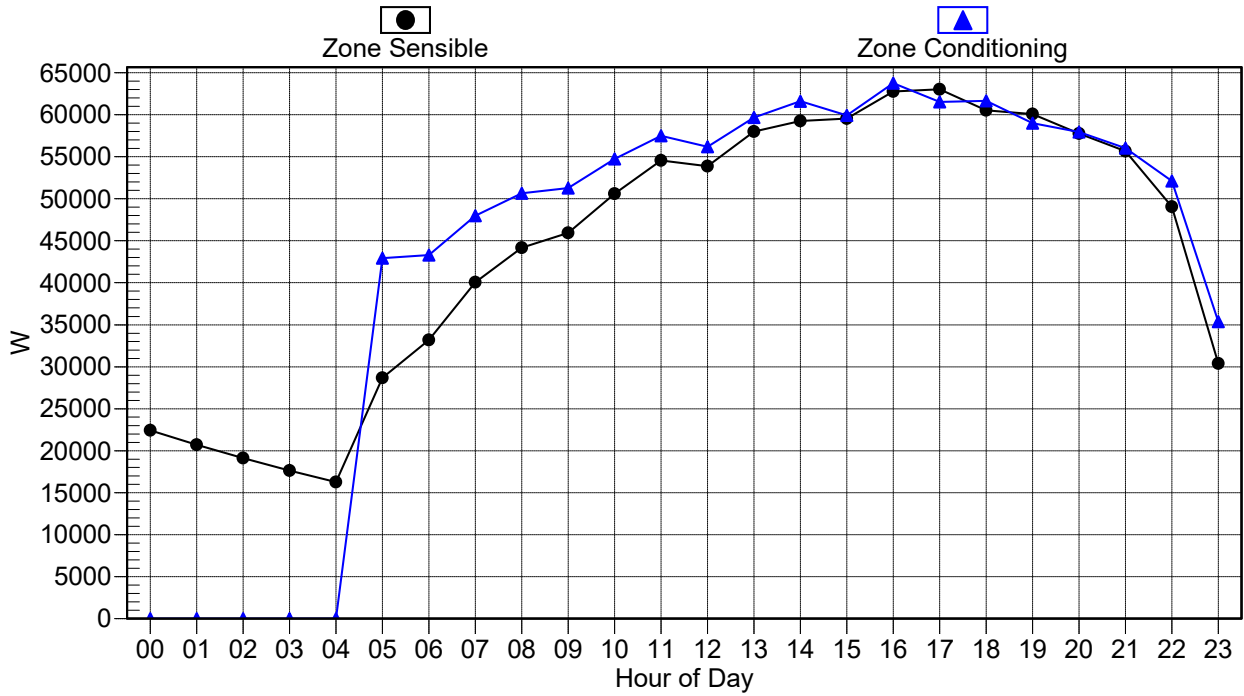
Zone: Area de Vendas

Data for September



Zone: Area de Vendas

Data for October



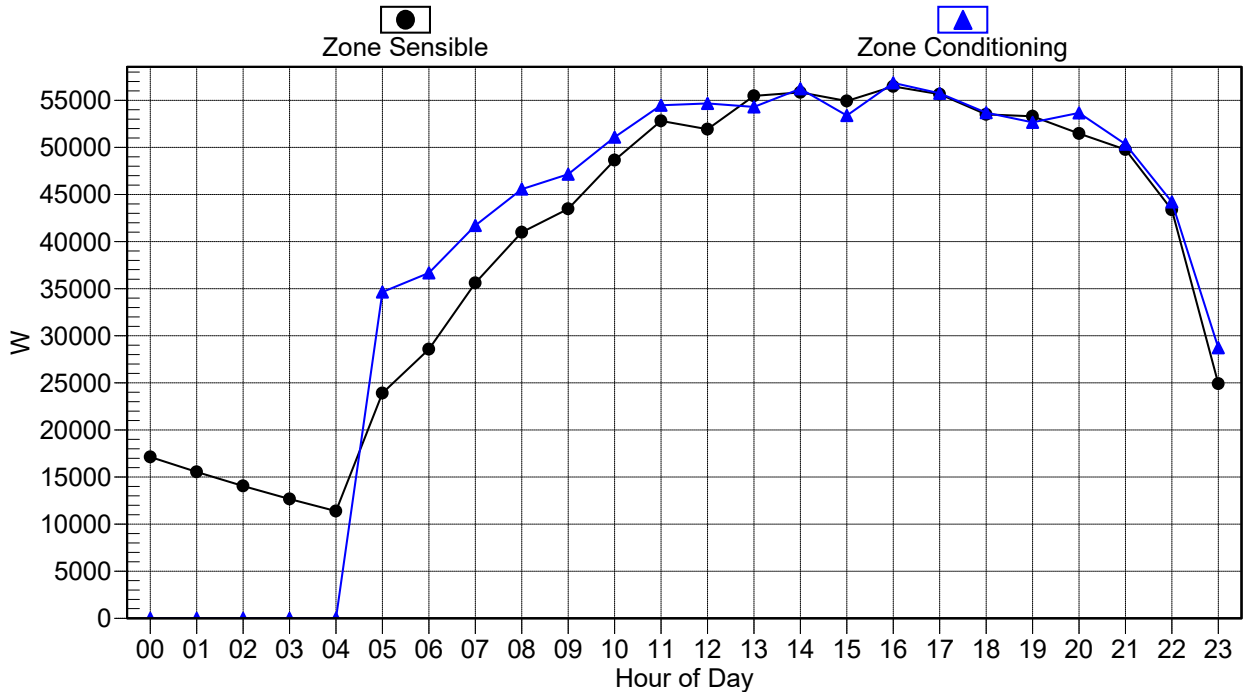
Hourly Zone Design Day Loads for UTA 1

Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

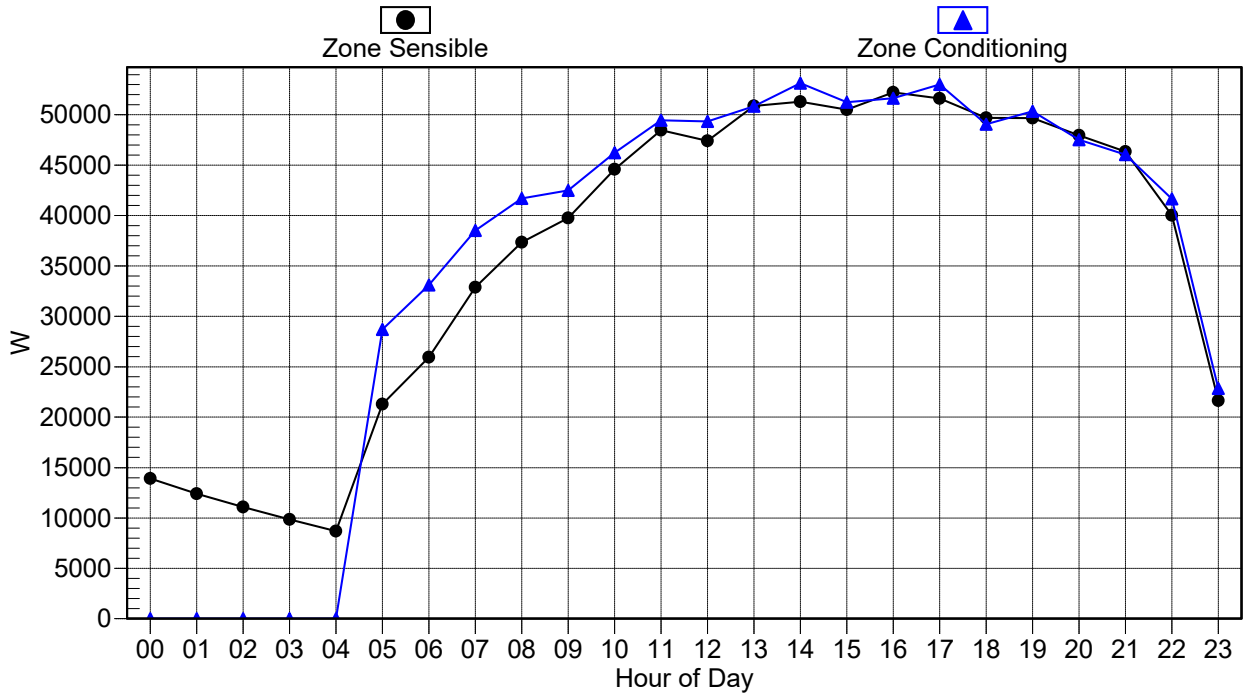
Zone: Area de Vendas

Data for November



Zone: Area de Vendas

Data for December



Psychrometric Analysis for UTA 1

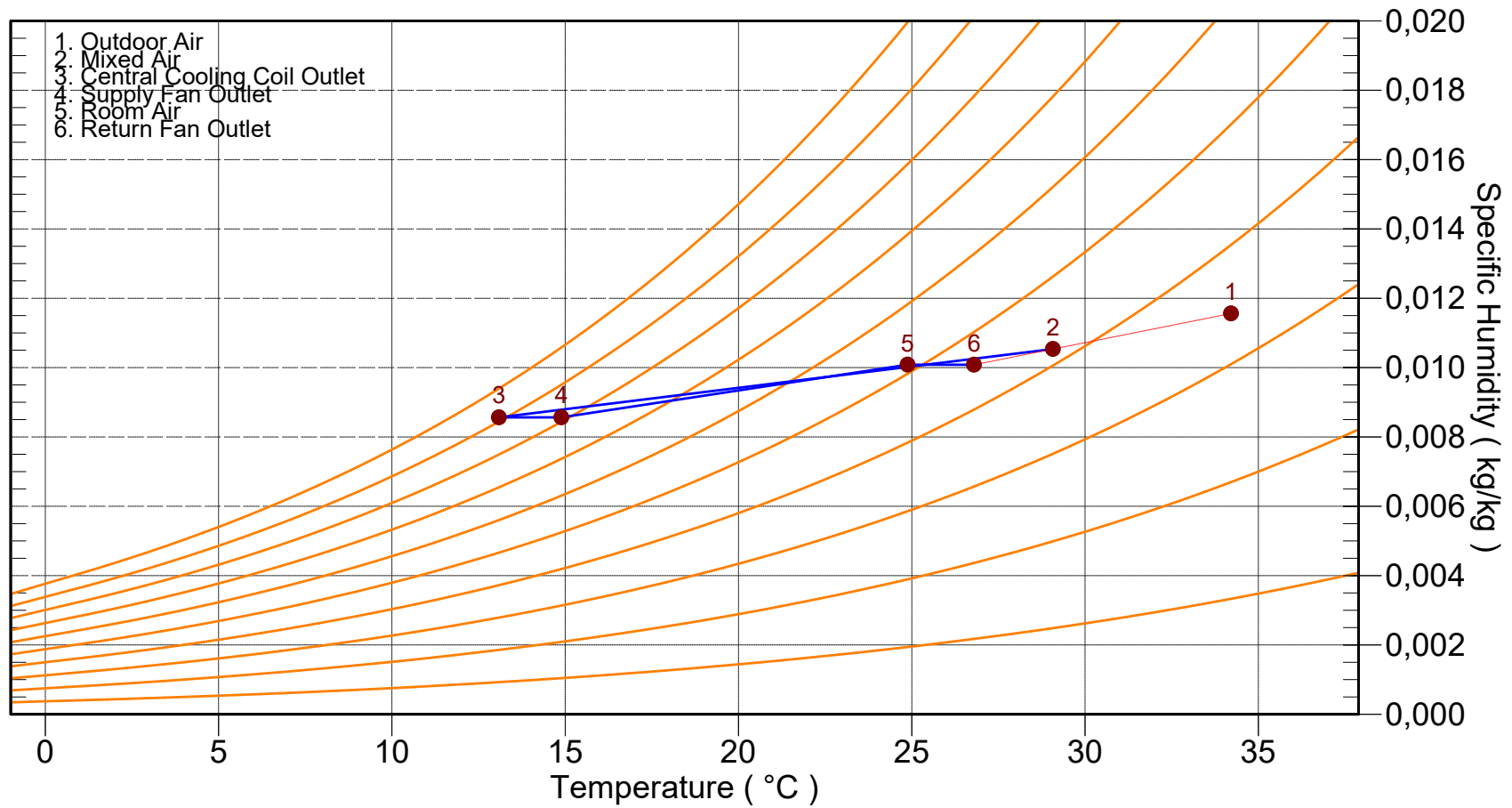
Project Name: TFM - A37014
Prepared by: ISEL

05/16/2021
09:36

Location: Rio Maior, Portugal

Altitude: 73,0 m.

Data for: July DESIGN COOLING DAY, 1700



Anexo 9 – Dimensionamento da rede hidráulica de água gelada

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AG

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços							
					0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	3-16
1. Tubagem												
	Comprimento total de tubagem		L	m	3,00	48,00	3,00	3,00	8,00	4,00	4,00	1,00
	Material		M	-	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	100,00	65,00	50,00	40,00	40,00	32,00	32,00	25,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	107,10	70,30	54,50	43,10	43,10	37,20	37,20	28,50
	Secção de passagem	$\pi \times (Di/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00901	0,00388	0,00233	0,00146	0,00146	0,00109	0,00109	0,00064
	Caudal de água		q	L/s	11,67	2,60	1,68	1,25	1,17	0,88	0,59	0,43
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	1,29	0,67	0,72	0,85	0,80	0,81	0,54	0,68
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,84	0,22	0,26	0,37	0,32	0,33	0,14	0,23
	Temperatura da água		T	°C	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47
	Coefficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
	Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	144,01	69,29	106,87	193,01	171,89	207,32	97,32	204,08
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	0,43	3,33	0,32	0,58	1,38	0,83	0,39	0,20
2. Curvas a 90º												
	Quantidade		Q2	-	0,00	11,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,70	0,85	1,00	1,20	1,20	1,30	1,30	1,50
	Perda Curvas a 90º	Pd x C2 x Q2	DP2	kPa	0,00	2,09	0,00	0,00	0,77	0,00	0,38	0,00
4. Tês em Ramal												
	Quantidade		Q4	-	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,10	1,30	1,40	1,60	1,60	1,70	1,70	1,80
	Perda Tês em ramal	Pd x C4 x Q4	DP4	kPa	0,00	0,29	0,36	0,58	0,52	0,56	0,25	0,41
5. Tês em Linha												
	Quantidade		Q5	-	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90	0,90	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	0,20	0,23	0,33	0,29	0,30	0,13	0,21
9. Válvulas de Seccionamento												
	Quantidade		Q9	-	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	222,22	148,61	110,28	81,11	81,11	33,61	33,61	23,69
	Perda Válvulas de Borboleta	dpv x Q9	DP9	kPa	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
11. Válvulas de Três Vias												
	Quantidade		Q11	-								
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar								
	Perda Válvulas de Três Vias	dpv x Q11	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12. Válvulas de Retenção												
	Quantidade		Q12	-	1,00							
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,00	2,20	2,30	2,50	2,50	2,70	2,70	3,00
	Perda Válvulas de Retenção	dpv x Q12	DP12	kPa	2,49	0,15	0,25	0,48	0,43	0,56	0,26	0,61
13. Filtros Tipo Y												
	Quantidade		Q13	-	1,00							
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m	12,80							
	Perda Filtros Tipo Y	dp x L x Q13	DP13	kPa	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	5,32	6,06	1,16	1,97	3,38	2,24	1,44	1,44
Coefficiente de Segurança		Admitido	CS	-	1,25							
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa	82,39							
15. Perdas de Carga Adicionais												
			Dptot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa	82,39	Volume Total =		255,44				

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AG

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços							
					16-17	17-18	4-19	2-8	8-9	9-10	10-11	11-12
1. Tubagem												
	Comprimento total de tubagem		L	m	3,00	6,00	1,00	10,00	4,00	3,00	20,00	3,00
	Material		M	-	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	25,00	25,00	15,00	32,00	32,00	32,00	32,00	25,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	28,50	28,50	17,30	37,20	37,20	37,20	37,20	28,50
	Secção de passagem	$\text{Pi} \times (\text{Di}/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00064	0,00064	0,00024	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109	0,00064
	Caudal de água		q	L/s	0,39	0,28	0,08	0,85	0,75	0,57	0,46	0,33
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	0,61	0,44	0,32	0,78	0,69	0,53	0,43	0,52
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,19	0,10	0,05	0,30	0,24	0,14	0,09	0,13
	Temperatura da água		T	°C	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47
	Coefficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
	Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	167,18	91,79	90,29	193,57	154,19	93,96	63,11	123,40
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	0,50	0,55	0,09	1,94	0,62	0,28	1,26	0,37
2. Curvas a 90º												
	Quantidade		Q2	-	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	3,00	0,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,50	1,50	2,10	1,30	1,30	1,30	1,30	1,50
	Perda Curvas a 90º	$\text{Pd} \times \text{C2} \times \text{Q2}$	DP2	kPa	0,00	0,29	0,00	0,79	0,00	0,00	0,35	0,00
4. Tês em Ramal												
	Quantidade		Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,80	1,80	2,40	1,70	1,70	1,70	1,70	1,80
	Perda Tês em ramal	$\text{Pd} \times \text{C4} \times \text{Q4}$	DP4	kPa	0,33	0,17	0,12	0,52	0,40	0,24	0,15	0,24
5. Tês em Linha												
	Quantidade		Q5	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	$\text{Pd} \times \text{C5} \times \text{Q5}$	DP5	kPa	0,17	0,09	0,05	0,27	0,21	0,13	0,08	0,12
9. Válvulas de Seccionamento												
	Quantidade		Q9	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	23,69	23,69	10,89	33,61	33,61	33,61	33,61	23,69
	Perda Válvulas de Borboleta	$\text{dpv} \times \text{Q9}$	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11. Válvulas de Três Vias												
	Quantidade		Q11	-								
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar								
	Perda Válvulas de Três Vias	$\text{dpv} \times \text{Q11}$	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12. Válvulas de Retenção												
	Quantidade		Q12	-								
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	3,00	3,00	5,50	2,70	2,70	2,70	2,70	3,00
	Perda Válvulas de Retenção	$\text{dpv} \times \text{Q12}$	DP12	kPa	0,50	0,28	0,50	0,52	0,42	0,25	0,17	0,37
13. Filtros Tipo Y												
	Quantidade		Q13	-								
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m								
	Perda Filtros Tipo Y	$\text{dp} \times \text{L} \times \text{Q13}$	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	1,50	1,38	0,75	4,04	1,65	0,90	2,02	1,10
Coefficiente de Segurança		Admitido	CS	-								
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa								
15. Perdas de Carga Adicionais												
			Dptot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa								

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AG

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços							
					12-13	13-14	14-15	5-EXP1	6-EXP2	7-EXP3	7-EXP4	8-FRIGODIF1
1.	Tubagem											
	Comprimento total de tubagem		L	m	5,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	7,00	2,00
	Material		M	-	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	20,00	20,00	15,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	22,30	22,30	17,30	28,50	28,50	28,50	28,50	17,30
	Secção de passagem	$\text{Pi} \times (\text{Di}/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00039	0,00039	0,00024	0,00064	0,00064	0,00064	0,00064	0,00024
	Caudal de água		q	L/s	0,22	0,15	0,07	0,29	0,29	0,29	0,29	0,10
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	0,55	0,38	0,28	0,46	0,46	0,46	0,46	0,42
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,15	0,07	0,04	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09
	Temperatura da água		T	°C	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47
	Coefficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
	Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	186,58	94,64	71,26	99,00	99,00	99,00	99,00	148,63
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	0,93	0,19	0,64	0,30	0,30	0,30	0,69	0,30
2.	Curvas a 90º											
	Quantidade		Q2	-	2,00	0,00	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,70	1,70	2,10	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10
	Perda Curvas a 90º	$\text{Pd} \times \text{C2} \times \text{Q2}$	DP2	kPa	0,52	0,00	0,25	0,32	0,32	0,32	0,47	0,37
4.	Tês em Ramal											
	Quantidade		Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,10	2,10	2,40	1,80	1,80	1,80	1,80	2,40
	Perda Tês em ramal	$\text{Pd} \times \text{C4} \times \text{Q4}$	DP4	kPa	0,32	0,15	0,09	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21
5.	Tês em Linha											
	Quantidade		Q5	-	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	$\text{Pd} \times \text{C5} \times \text{Q5}$	DP5	kPa	0,14	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.	Válvulas de Seccionamento											
	Quantidade		Q9	-	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	17,22	17,22	10,89	23,69	23,69	23,69	23,69	10,89
	Perda Válvulas de Borboleta	$\text{dpv} \times \text{Q9}$	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
11.	Válvulas de Três Vias											
	Quantidade		Q11	-				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar								
	Perda Válvulas de Três Vias	$\text{dpv} \times \text{Q11}$	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12.	Válvulas de Retenção											
	Quantidade		Q12	-								
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	3,70	3,70	5,50	3,00	3,00	3,00	3,00	5,50
	Perda Válvulas de Retenção	$\text{dpv} \times \text{Q12}$	DP12	kPa	0,69	0,35	0,39	0,30	0,30	0,30	0,30	0,82
13.	Filtros Tipo Y											
	Quantidade		Q13	-								
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m								
	Perda Filtros Tipo Y	$\text{dp} \times \text{L} \times \text{Q13}$	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	2,61	0,76	1,41	1,12	1,12	1,12	1,67	1,70
Coefficiente de Segurança		Admitido	CS	-								
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa								
15.	Perdas de Carga Adicionais											
			Dptot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa								

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AG

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços							
					9-FRIGODIF2	10-FRIGODIF3	11-FRIGODIF4	12-FRIGODIF5	13-FRIGODIF6	14-FRIGODIF7	16-FRIGODIF8	17-FRIGODIF9
1. Tubagem												
	Comprimento total de tubagem		L	m	6,00	21,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Material		M	-	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	20,00	15,00	20,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	22,30	17,30	22,30	17,30	17,30	17,30	17,30	17,30
	Secção de passagem	$\text{Pi} \times (\text{Di}/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00039	0,00024	0,00039	0,00024	0,00024	0,00024	0,00024	0,00024
	Caudal de água		q	L/s	0,18	0,11	0,13	0,12	0,07	0,08	0,04	0,11
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	0,45	0,47	0,34	0,49	0,29	0,35	0,19	0,46
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,10	0,11	0,06	0,12	0,04	0,06	0,02	0,10
	Temperatura da água		T	°C	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47
	Coefficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
	Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	127,49	183,53	74,17	199,76	73,94	108,94	33,63	176,18
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	0,76	3,85	0,15	0,40	0,15	0,22	0,07	0,35
2. Curvas a 90º												
	Quantidade		Q2	-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,70	2,10	1,70	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
	Perda Curvas a 90º	$\text{Pd} \times \text{C2} \times \text{Q2}$	DP2	kPa	0,35	0,46	0,19	0,50	0,17	0,26	0,07	0,44
4. Tês em Ramal												
	Quantidade		Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,10	2,40	2,10	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
	Perda Tês em ramal	$\text{Pd} \times \text{C4} \times \text{Q4}$	DP4	kPa	0,21	0,26	0,12	0,29	0,10	0,15	0,04	0,25
5. Tês em Linha												
	Quantidade		Q5	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	$\text{Pd} \times \text{C5} \times \text{Q5}$	DP5	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9. Válvulas de Seccionamento												
	Quantidade		Q9	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	17,22	10,89	17,22	10,89	10,89	10,89	10,89	10,89
	Perda Válvulas de Borboleta	$\text{dpv} \times \text{Q9}$	DP9	kPa	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
11. Válvulas de Três Vias												
	Quantidade		Q11	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar								
	Perda Válvulas de Três Vias	$\text{dpv} \times \text{Q11}$	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12. Válvulas de Retenção												
	Quantidade		Q12	-								
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	3,70	5,50	3,70	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
	Perda Válvulas de Retenção	$\text{dpv} \times \text{Q12}$	DP12	kPa	0,47	1,01	0,27	1,10	0,41	0,60	0,18	0,97
13. Filtros Tipo Y												
	Quantidade		Q13	-								
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m								
	Perda Filtros Tipo Y	$\text{dp} \times \text{L} \times \text{Q13}$	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	1,81	5,60	0,74	2,30	0,83	1,23	0,37	2,02
Coefficiente de Segurança		Admitido	CS	-								
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa								
15. Perdas de Carga Adicionais												
			Dptot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
			DPtot	kPa								
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa								

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AG

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços						
					18-FRIGODIF10	18-FRIGODIF11	15-VTRN1	15-VTRN2	19-VTRN8	19-VTRN9	
1.	Tubagem										
		Comprimento total de tubagem		L	m	2,00	4,00	2,00	4,00	2,00	6,00
		Material		M	-	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico
		Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	20,00	20,00	15,00	15,00	15,00	15,00
		Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	22,30	22,30	17,30	17,30	17,30	17,30
		Secção de passagem	$\pi \times (Di/1000)^2 / 4$	A	m²	0,00039	0,00039	0,00024	0,00024	0,00024	0,00024
		Caudal de água		q	L/s	0,14	0,14	0,04	0,03	0,04	0,04
		Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	0,36	0,36	0,16	0,12	0,16	0,16
		Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01
		Temperatura da água		T	°C	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00	-6,00
		Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m³	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47	1055,47
		Coefficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
		Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	83,29	83,29	25,26	14,85	25,26	25,26
	Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	0,17	0,33	0,05	0,06	0,05	0,15	
2.	Curvas a 90º										
	Quantidade		Q2	-	2,00	3,00	2,00	4,00	3,00	3,00	
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,70	1,70	2,10	2,10	2,10	2,10	
	Perda Curvas a 90º	Pd x C2 x Q2	DP2	kPa	0,22	0,33	0,05	0,06	0,08	0,08	
4.	Tês em Ramal										
	Quantidade		Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,10	2,10	2,40	2,40	2,40	2,40	
	Perda Tês em ramal	Pd x C4 x Q4	DP4	kPa	0,13	0,13	0,03	0,02	0,03	0,03	
5.	Tês em Linha										
	Quantidade		Q5	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	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	
9.	Válvulas de Seccionamento										
	Quantidade		Q9	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Coefficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	17,22	17,22	10,89	10,89	10,89	10,89	
	Perda Válvulas de Borboleta	dpv x Q9	DP9	kPa	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
11.	Válvulas de Três Vias										
	Quantidade		Q11	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Coefficiente 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	-							
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	3,70	3,70	5,50	5,50	5,50	5,50	
	Perda Válvulas de Retenção	dpv x Q12	DP12	kPa	0,31	0,31	0,14	0,08	0,14	0,14	
13.	Filtros Tipo Y										
	Quantidade		Q13	-							
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m							
	Perda Filtros Tipo Y	dp x L x Q13	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	0,83	1,11	0,28	0,22	0,30	0,40	
Coefficiente de Segurança		Admitido	CS	-							
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa							
15.	Perdas de Carga Adicionais										
			Dptot	kPa							
			DPtot	kPa							
			DPtot	kPa							
			DPtot	kPa							
			DPtot	kPa							
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa							

Anexo 10 – Dimensionamento da rede hidráulica de água arrefecida

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AF

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços		
					0-1	1-2	1-3
1.	Tubagem						
	Comprimento total de tubagem		L	m	13,00	6,00	21,00
	Material		M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	100,00	65,00	65,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	107,10	70,30	70,30
	Secção de passagem	$\text{Pi} \times (\text{Di}/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00901	0,00388	0,00388
	Caudal de água		q	L/s	9,00	4,50	4,50
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	1,00	1,16	1,16
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,50	0,67	0,67
	Temperatura da água		T	°C	7,00	7,00	7,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	999,97	999,97	999,97
	Coeficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	120,00	120,00	120,00
Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	127,57	274,67	274,67	
Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	1,66	1,65	5,77	
2.	Curvas a 90º						
	Quantidade		Q2	-	5,00	1,00	2,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,70	0,85	0,85
	Perda Curvas a 90º	$\text{Pd} \times \text{C2} \times \text{Q2}$	DP2	kPa	1,75	0,57	1,14
4.	Tês em Ramal						
	Quantidade		Q4	-	2,00	1,00	1,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,10	1,30	1,30
	Perda Tês em ramal	$\text{Pd} \times \text{C4} \times \text{Q4}$	DP4	kPa	1,10	0,87	0,87
5.	Tês em Linha						
	Quantidade		Q5	-	0,00	1,00	1,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	$\text{Pd} \times \text{C5} \times \text{Q5}$	DP5	kPa	0,00	0,60	0,60
9.	Válvulas de Seccionamento						
	Quantidade		Q9	-	4,00	1,00	1,00
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	222,22	148,61	148,61
	Perda Válvulas de Borboleta	dpv x Q9	DP9	kPa	0,66	0,09	0,09
11.	Válvulas de Três Vias						
	Quantidade		Q11	-			
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar			
	Perda Válvulas de Três Vias	dpv x Q11	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AF

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços		
					0-1	1-2	1-3
12.	Válvulas de Retenção						
	Quantidade		Q12	-	1,00		
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,00	2,20	2,20
	Perda Válvulas de Retenção	dpv x Q12	DP12	kPa	1,48	0,60	0,60
13.	Filtros Tipo Y						
	Quantidade		Q13	-	1,00		
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m	12,80		
	Perda Filtros Tipo Y	dp x L x Q13	DP13	kPa	1,63	0,00	0,00
14.	Juntas Antivibráticas						
	Quantidade		Q14	-	2,00		
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	K	kPa			
	Perda Juntas Antivibráticas	dpv x Q14	DP14	kPa	0,00	0,00	0,00
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	8,27	4,39	9,09
Coeficiente de Segurança		Admitido	CS	-	1,25		
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa	27,19		
15.	Perdas de Carga Adicionais						
			Dptot	kPa			
			DPtot	kPa			
			DPtot	kPa			
			DPtot	kPa			
		DPtot	kPa				
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa	27,19	Volume Total =	174,20

Anexo 11 – Dimensionamento da rede hidráulica de água aquecida

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AQ

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços		
					0-1	1-2	1-3
1.	Tubagem						
	Comprimento total de tubagem		L	m	17,00	6,00	21,00
	Material		M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	65,00	50,00	50,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	70,30	54,50	54,50
	Secção de passagem	$\text{Pi} \times (\text{Di}/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00388	0,00233	0,00233
	Caudal de água		q	L/s	2,60	1,30	1,30
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	0,67	0,56	0,56
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,22	0,16	0,16
	Temperatura da água		T	°C	45,00	45,00	45,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	997,77	997,77	997,77
	Coeficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	120,00	120,00	120,00
Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	99,23	94,99	94,99	
Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	1,69	0,57	1,99	
2.	Curvas a 90º						
	Quantidade		Q2	-	5,00	1,00	2,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,85	1,00	1,00
	Perda Curvas a 90º	$\text{Pd} \times \text{C2} \times \text{Q2}$	DP2	kPa	0,95	0,16	0,31
4.	Tês em Ramal						
	Quantidade		Q4	-	2,00	1,00	1,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,30	1,40	1,40
	Perda Tês em ramal	$\text{Pd} \times \text{C4} \times \text{Q4}$	DP4	kPa	0,58	0,22	0,22
5.	Tês em Linha						
	Quantidade		Q5	-	0,00	1,00	1,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90	0,90	0,90
	Perda Tês em linha	$\text{Pd} \times \text{C5} \times \text{Q5}$	DP5	kPa	0,00	0,14	0,14
9.	Válvulas de Seccionamento						
	Quantidade		Q9	-	4,00	1,00	1,00
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	148,61	110,28	110,28
	Perda Válvulas de Borboleta	dpv x Q9	DP9	kPa	0,12	0,01	0,01
11.	Válvulas de Três Vias						
	Quantidade		Q11	-			
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar			
	Perda Válvulas de Três Vias	dpv x Q11	DP11	kPa	0,00	0,00	0,00

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AQ

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços		
					0-1	1-2	1-3
12.	Válvulas de Retenção						
	Quantidade		Q12	-	1,00		
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,20	2,30	2,30
	Perda Válvulas de Retenção	dpv x Q12	DP12	kPa	0,12	0,22	0,22
13.	Filtros Tipo Y						
	Quantidade		Q13	-	1,00		
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m	8,20		
	Perda Filtros Tipo Y	dp x L x Q13	DP13	kPa	0,81	0,00	0,00
Perda Total na Secção		DP1 + ... + DP14	DPtot	kPa	4,28	1,31	2,89
Coeficiente de Segurança		Admitido	CS	-	1,25		
Total Tubagem		DPc x CS	P	kPa	10,62		
15.	Perdas de Carga Adicionais						
			Dptot	kPa			
			DPtot	kPa			
			DPtot	kPa			
			DPtot	kPa			
		DPtot	kPa				
Pressão da Bomba		DPc x CS	P	kPa	10,62	Volume Total =	101,24

Anexo 12 – Dimensionamento da rede hidráulica de produção de águas quentes sanitárias

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AQS

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços
					0-1
1.	Tubagem				
	Comprimento total de tubagem		L	m	10,70
	Material		M	-	Ferro Preto
	Diâmetro nominal da tubagem		D	mm	40,00
	Diâmetro interior da tubagem	Tabela "Tubagem"	Di	m	43,10
	Secção de passagem	$\pi \times (Di/1000)^2 / 4$	A	m ²	0,00146
	Caudal de água		q	L/s	1,19
	Velocidade da água	$(q / 1000) / A$	v	m/s	0,82
	Pressão dinâmica	$((1000 \text{ (kg/m}^3) \times v^2) / 2) / 1000$	Pd	kPa	0,33
	Temperatura da água		T	°C	45,00
	Massa específica	Tabela "massa específica"	ρ	kg/m ³	997,77
	Coeficiente de rugosidade	Tabela "materiais"	C	-	120,00
Perda de carga linear	Hazen-Williams (ASHRAE-Fund.Chap.35)	dp	Pa/m	254,51	
Perda Total Linear	dp x L	DP1	kPa	2,72	
2.	Curvas a 90º				
	Quantidade		Q2	-	5,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,20
	Perda Curvas a 90º	Pd x C2 x Q2	DP2	kPa	2,01
4.	Tês em Ramal				
	Quantidade		Q4	-	2,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	1,60
	Perda Tês em ramal	Pd x C4 x Q4	DP4	kPa	1,07
5.	Tês em Linha				
	Quantidade		Q5	-	0,00
	Coeficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	0,90
	Perda Tês em linha	Pd x C5 x Q5	DP5	kPa	0,00
9.	Válvulas de Seccionamento				
	Quantidade		Q9	-	4,00
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	(L/s) / kPa	81,11
	Perda Válvulas de Borboleta	d _{pv} x Q9	DP9	kPa	0,09
11.	Válvulas de Três Vias				
	Quantidade		Q11	-	
	Coeficiente de perda de carga	Fabricante	Kv	m ³ /h. Bar	
	Perda Válvulas de Três Vias	d _{pv} x Q11	DP11	kPa	0,00

ISEL - T.F.M. - A37014

Cálculo da Altura Manométrica da Bomba BC_AQS

n.º	Item	Observações	Parâmetro	Unidade	Troços
					0-1
12.	Válvulas de Retenção				
	Quantidade		Q12	-	1,00
	Coefficiente de perda de carga	ASHRAE-FUNDAMENTALS	K	-	2,50
	Perda Válvulas de Retenção	$dpv \times Q12$	DP12	kPa	0,03
13.	Filtros Tipo Y				
	Quantidade		Q13	-	1,00
	Comprimento Equivalente	Engineeringtoolbox.com	L	m	8,20
	Perda Filtros Tipo Y	$dp \times L \times Q13$	DP13	kPa	2,09
Perda Total na Secção		$DP1 + \dots + DP14$	DPtot	kPa	8,00
Coefficiente de Segurança		Admitido	CS	-	1,25
Total Tubagem		$DPc \times CS$	P	kPa	10,00
15.	Perdas de Carga Adicionais				
			Dptot	kPa	
			DPtot	kPa	
			DPtot	kPa	
			DPtot	kPa	
			DPtot	kPa	
Pressão da Bomba		$DPc \times CS$	P	kPa	10,00

Anexo 13 – Dimensionamento dos depósitos de inércia

Dimensionamento de Depósitos de Inércia

Descrição	Depósito de Inércia de Água Gelada
Designação de Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Capacidade mais baixa da Central (kW)	400
Carga mais Baixa do Sistema (kW)	60
ΔT (K)	5
Calor Específico a Pressão Constante para a Água (kJ/kg.K)	3,562
Tempo mínimo de funcionamento (minutos)	2
Volume Mínimo do Depósito (L)	2291
Volume do Depósito selecionado (L)	2500

Dimensionamento de Depósitos de Inércia

Descrição	Depósito de Inércia de Água Arrefecida
Designação de Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Capacidade mais baixa da Central (kW)	154,8
Carga mais Baixa do Sistema (kW)	78
ΔT (K)	5
Calor Específico a Pressão Constante para a Água (kJ/kg.K)	3,562
Tempo mínimo de funcionamento (minutos)	2
Volume Mínimo do Depósito (L)	517
Volume do Depósito selecionado (L)	600

Descrição	Depósito de Inércia de Água Aquecida
Designação de Projecto	ISEL - T.F.M. - A37014
Capacidade mais baixa da Central (kW)	119,78
Carga mais Baixa do Sistema (kW)	23
ΔT (K)	5
Calor Específico a Pressão Constante para a Água (kJ/kg.K)	4,187
Tempo mínimo de funcionamento (minutos)	2
Volume Mínimo do Depósito (L)	555
Volume do Depósito selecionado (L)	600

Anexo 14 – Ficha de seleção do grupo de frio

FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205
69 741 GENAS - FRANCE
Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399
Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHN

Customer : ISEL - T.F.M. - A37014
References of the offer : Central Congelados
Version : V4.08 (04/2021)

Date : 03/05/2021

COM 3N/4NES-14Y

Working conditions

Discharge :	R449A
Evaporating temperature :	-30 °C
Condensing temperature :	40 °C
Total superheat : Usefull superheat	10 K
	10 K
Subcooling :	3 K

Electrical performances

Unit input power :	18 kW
Input Amperage :	35 A
Starting input current :	147.5 A
Max input current :	52.5 A

Refrigeration performances

Cooling capacity :	28,9 kW
Unit COP :	1,6

Compressors

Number of compressors :	3 Compressors
Compressors :	Bitzer
Designation :	4NES-14Y

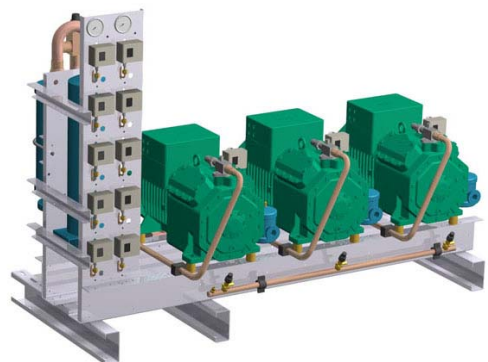
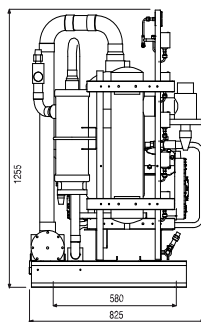
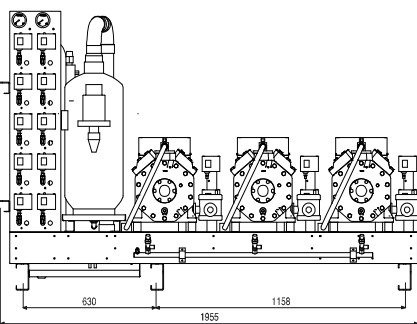
Connections

Discharge :	1"1/8
Suction :	2"1/8
Liquid :	7/8"

Dimensional data

Unit dimensions (L/P/H) :	1955 / 825 / 1255 mm	Receiver capacity	90 L
Net weight :	646 kg	Liquid set weight :	110 kg
		Liquid set dimensions (L/P/H) :	666/409/1818 mm

(Picture and drawings are only indicative)



FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205

69 741 GENAS - FRANCE

Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399

Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHN

Customer : ISEL - T.F.M. - A37014

References of the offer : Central Congelados

Version : V4.08 (04/2021)

Date : 03/05/2021

Options COM 3N/4NES-14Y

- TXL : Traxoil oil regulation system
- RLS : RLS : Oversized receiver (115 l.)
- ALF : Adjustable float type level alarm
- ALR : Opto-electronic alarm
- CDP : Pressure sensors : 1 LP + 1HP, 4-20mA
- BP1 : Additional LP switch per compressor (automatic)
- HPS : Additional HP switches
- BPS : Additional safety LP switch per compressor (automatic)
- HPG : General safety HP switch
- BAC : Suction accumulator
- BDR : Drip tray under the suction header
- PAV : Silent blocks
- SSD : Double safety valve

Anexo 15 – Ficha de seleção do condensador

FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205

69 741 GENAS - FRANCE

Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399

Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHNItem : **Item 1**Typ : **Propeller**

Date 28/05/2021

Version : 4.08

Model : WA 81 04/06P**Total capacity : 36,7 kW****DT1 (Dew) / DTM (Mean) : 10 / 7,8 K****Operating conditions**

Refrigerant :	R449A
Ambient temperature :	35 °C
Unit number :	1
Altitude :	0 m

Fan characteristics (per unit)

Nb. and diameter of fans :	3 x 630 mm
Rotation speed :	1000 rpm
Air flow-rate :	26260 m ³ /h
Pressure :	0 Pa
Real input power :	- W
Maximum input power :	3 x 1350 W
Maximum operating current :	3 x 2,2 A
Energy class :	E
Motor coupling :	Star
Voltage/ Nb Phases / Frequency :	400 V / 3 / 50 Hz

Thermal capacity (per unit)

Capacity per unit :	36,7 kW
DT1 (Dew) / DTM (Mean) :	10 / 7,8 K

Acoustic characteristics (per unit)

Lp (at 10m) :	55 (*) / 49 (**) dB(A)
Lw :	87 dB(A)

Dimensional characteristics (per unit)

Dimensions (L/D/H) :	2770 / 873 / 808 mm
Empty net weight :	137 kg
Packaging (L/D/H) :	3010 / 450 / 1046 mm
Packed unit weight :	192 kg
Standard packaging :	Cardboard on pallet

Coil characteristics (per unit)

Surface :	107 m ²
Volume :	18,2 dm ³
Fin spacing :	2,12 mm

(*) measured at a line-of-sight to reflecting parallelepiped surface (According to standart EN 13487).

(**) measured at fan blade level, in a free field on a reflective surface.

(*) et (**) are given as an example. Only the acoustic pressure spectrum and Lw value, are contractually binding.

FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205

69 741 GENAS - FRANCE

Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399

Email : customer.serv@lennoxemea.com

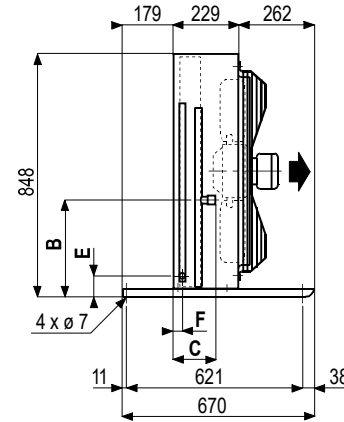
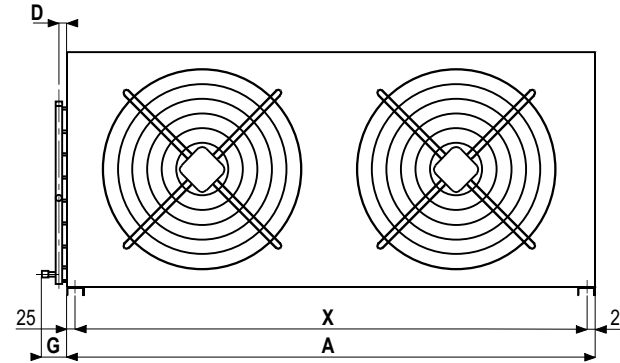
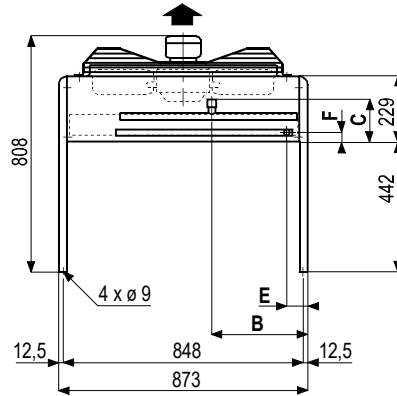
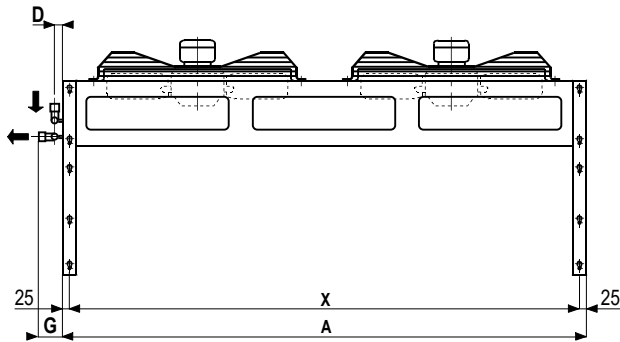
FRIGA-BOHN

Item : **Item 1**
Typ : **Propeller**

Date 28/05/2021

Version : 4.08

WA (Drawings are only indicative)



A = 2770 ; D = 50 ; G = 115 ; X = 2720 ; In = 1 3/8" ; Out = 1 1/8" ; B = 455 ; C = 160 ; E = 45 ; F = 53

All prices are retail prices 2021. Our proposals, quotes and order acceptances are subject to our general terms of sale.

Anexo 16 – Fichas de seleção dos evaporadores

FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205
 69 741 GENAS - FRANCE
 Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399
 Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHN

Customer : ISEL
 Proposal ref. : T.F.M. - A37014
 Item : **Padaria (-)** - Typ : **Cubic**

Date 28/04/2021
 Version : 4.08

3C-A 3243 E (Multi Refrigerant)



Total capacity : 2,9 kW DT1 (Dew) / DTM (Mean) : 5 / 7,1 K

DeltaT1 = Difference between air inlet temperature and Dew temperature (Evaporator outlet before superheat).

Operating conditions

Refrigerant :	R449A
Room temperature :	-18 °C
Unit number :	1
Pressure :	-1 bar / 25 bar

Aeraulic characteristics (per unit)

Nb. and diameter of fans :	2 x 300 mm
Air flow-rate :	2950 m3/h
Pressure :	0 Pa
Air throw :	17 m
Lp (at 4m) :	41 dB(A)

Coil characteristics (per unit)

Surface :	12.3 m ²
Volume :	1,9 dm ³
Fin spacing :	4 mm
Inlet / Outlet :	5/8"-7/8" (D)

Electrical characteristics (per unit)

Rotation speed :	1300 tr/min
Maximum input power :	2 x 80 W
Maximum operating current :	2 x 0,36 A
Motor coupling :	-
Voltage/ Nb Phases / Frequency :	230V / 1 / 50Hz

Dimensional characteristics (per unit)

Dimensions (L/D/H) :	1038/528/428 mm
Empty net weight :	30 kg
Packaging (L/D/H) :	1150 / 560 / 510 mm
Packed unit weight :	37 kg
Standard packaging :	Cardboard box

Standard defrost characteristics

Defrost power :	2320 W
Defrost current :	10.1 A
Voltage/ Nb Phases / Frequency :	230V / 1 / 50Hz
Number of elements :	3 + 1

(1) The average acoustic pressure level in dB(A) measured at 4 m, at fan height, in direct line of sight on a reflective surface, are given as an example. Only the acoustic pressure spectrum and Lw value, are contractually binding and may be used to evaluate.

FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205

69 741 GENAS - FRANCE

Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399

Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHN

Customer : ISEL

Proposal ref. : T.F.M. - A37014

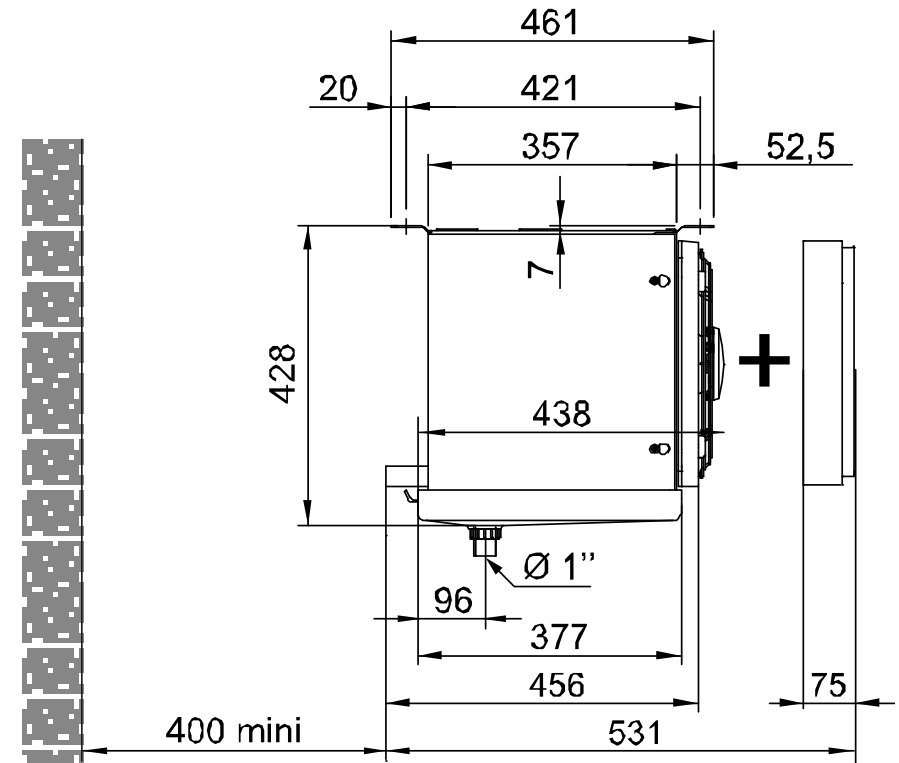
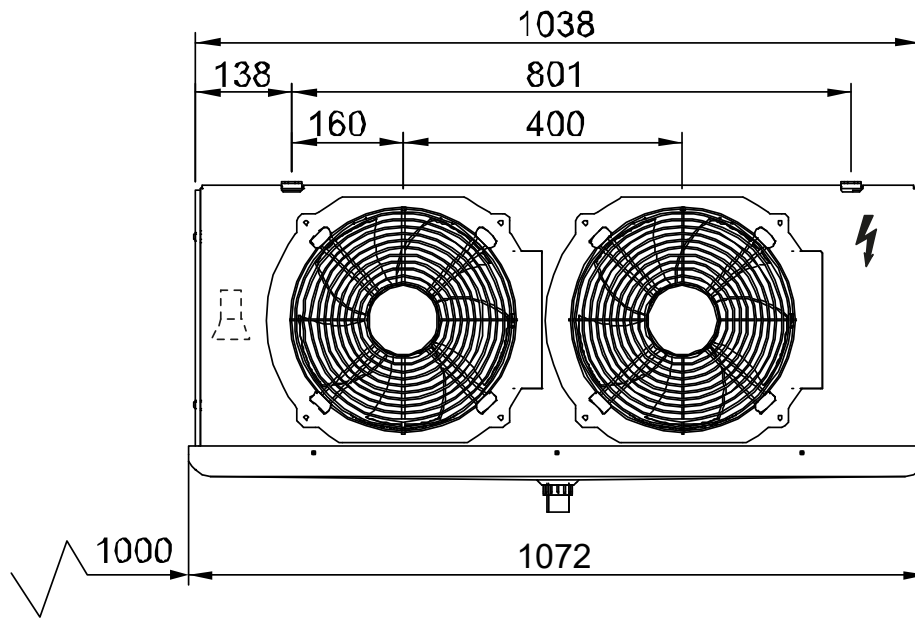
Item : **Padaria (-)** - Typ : **Cubic**

Date 28/04/2021

Version : 4.08

Model : 3C-A 3243 E

(Drawings are only indicative)



FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205
 69 741 GENAS - FRANCE
 Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399
 Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHN

Customer : ISEL

Proposal ref. : T.F.M. - A37014

Item : **Congelados Multipurpose** - Typ : **Cubic**

Date 28/04/2021

Version : 4.08

3C-A 3243 E (Multi Refrigerant)


Total capacity : 2,9 kW
DT1 (Dew) / DTM (Mean) : 5 / 7,1 K

DeltaT1 = Difference between air inlet temperature and Dew temperature (Evaporator outlet before superheat).

Operating conditions

Refrigerant :	R449A
Room temperature :	-18 °C
Unit number :	1
Pressure :	-1 bar / 25 bar

Aeraulic characteristics (per unit)

Nb. and diameter of fans :	2 x 300 mm
Air flow-rate :	2950 m3/h
Pressure :	0 Pa
Air throw :	17 m
Lp (at 4m) :	41 dB(A)

Coil characteristics (per unit)

Surface :	12.3 m ²
Volume :	1,9 dm ³
Fin spacing :	4 mm
Inlet / Outlet :	5/8"-7/8" (D)

Electrical characteristics (per unit)

Rotation speed :	1300 tr/min
Maximum input power :	2 x 80 W
Maximum operating current :	2 x 0,36 A
Motor coupling :	-
Voltage/ Nb Phases / Frequency :	230V / 1 / 50Hz

Dimensional characteristics (per unit)

Dimensions (L/D/H) :	1038/528/428 mm
Empty net weight :	30 kg
Packaging (L/D/H) :	1150 / 560 / 510 mm
Packed unit weight :	37 kg
Standard packaging :	Cardboard box

Standard defrost characteristics

Defrost power :	2320 W
Defrost current :	10.1 A
Voltage/ Nb Phases / Frequency :	230V / 1 / 50Hz
Number of elements :	3 + 1

(1) The average acoustic pressure level in dB(A) measured at 4 m, at fan height, in direct line of sight on a reflective surface, are given as an example. Only the acoustic pressure spectrum and Lw value, are contractually binding and may be used to evaluate.

FRIGA-BOHN

42, Rue Roger SALENGRO BP 205

69 741 GENAS - FRANCE

Tel. : +33(0)472 471 444 - Fax : +33(0)472 471 399

Email : customer.serv@lennoxemea.com

FRIGA-BOHN

Customer : ISEL

Proposal ref. : T.F.M. - A37014

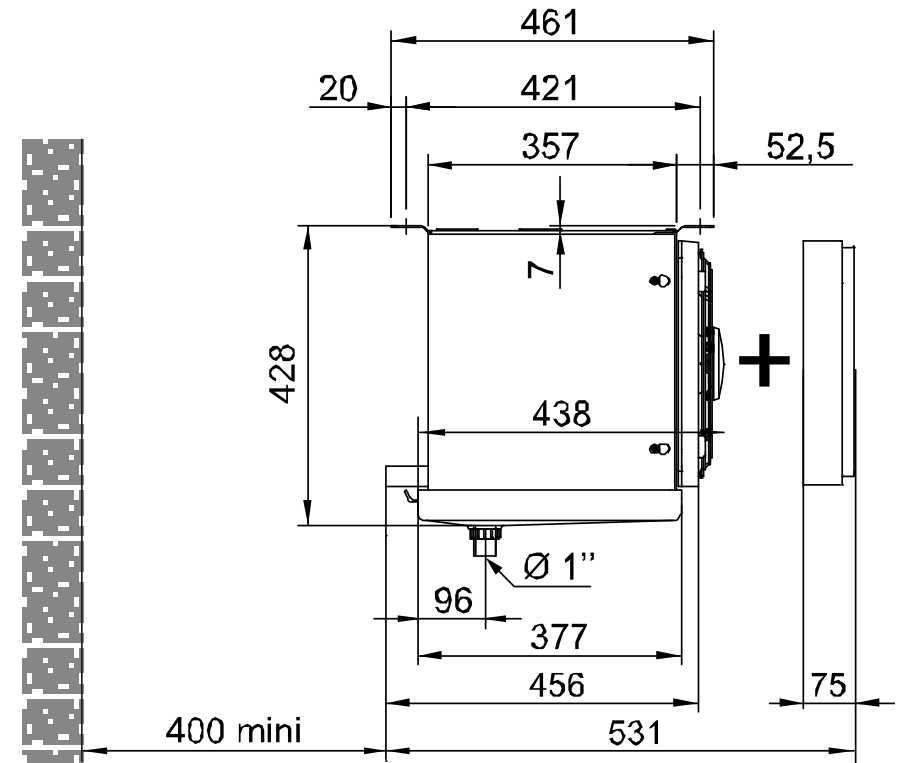
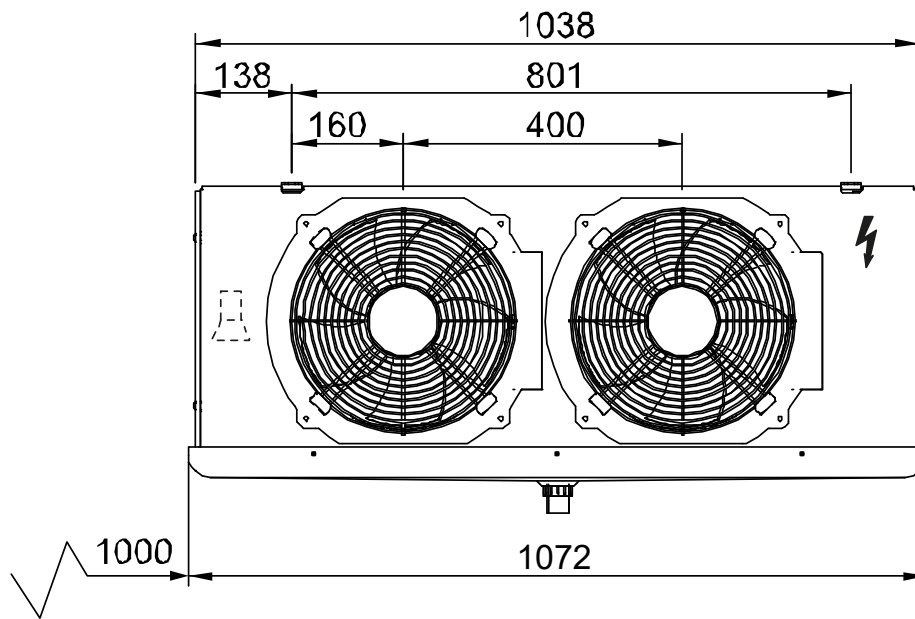
Item : **Congelados Multipurpose** - Typ : **Cubic**

Date 28/04/2021

Version : 4.08

Model : 3C-A 3243 E

(Drawings are only indicative)



Anexo 17 – Ficha de seleção do Chiller



ERTAF - 090-550 Ton Air-Cooled Sintesis - Epinal

RTAF G 101 HSE SN EC PHR

Job Name Job01

General Information

Unit nominal tonnage	101	A-weighted sound power	102 dBA
Unit Type	High Seasonal Efficiency (HSE)	Sound pressure level (10m)	69 dBA
Sound attenuator package	Standard noise (SN)	Number of circuits	2
Refrigerant Type	Full charge R1234ze	Number of compressors	2
Gross capacity	244,90 kW	Number of VFD	2
Net capacity	249,45 kW	TOPSS version number	245
Gross efficiency	2,10 EER (kW/kW)		
Net efficiency	2,30 EER (kW/kW)		

EcoDesign Compliance

ETAsc		SEPR HT Compliance 2018	
SEER Compliance 2018		SEPR HT Compliance 2021	
SEER Compliance 2021		SEPR MT Compliance 2018	Compliant
SEPRMT	3,44		

Evaporator Information

Evaporator Application	Process cooling (below 4.5C)	Evap freeze point	-11,4 C
Evap entering temp	-1,0 C	Evaporator Configurations	Std pass + turbulators
Evap leaving temp	-6,0 C	Evap fluid type	Ethylene glycol
Evap flow rate	12,86 L/s	Evap fluid concentration	25,00 %
Evap pressure drop	25,4 kPa	Evap fouling factor	0,001762 m2-deg C/kW

Condenser Information

Unit Application	Low ambient (-20C to 46C)	Number of condenser fans	10
Ambient temperature	35,0 C	Total condenser air flow	55,05 m3/s
Condenser coil options	All Aluminium	Elevation	0,0 m

Heat Recovery

HR Entering Water Temp	40,0 C	HR (Net) Cooling Cap	
HR Leaving Water Temp	45,0 C	HR (Gross) EER	
HR Water Flow Rate Cond	5,74 L/s	HR (Net) EER	
HR (Gross) Cooling capacity		HR (Gross) Power Input	
HR (Gross) Heating capacity	119,78 kW	HR Press Drop (All)	77,2 kPa

Electrical Information

Unit voltage	400/50/3	Max amps	595,90 A
Gross unit power	116,55 kW	Unit starting current	595,90 A
Total compressor power	97,41 kW		

Hydraulic Module Information

Pump package	Dual pump std pressure	Hydraulic Module Power	8,90 kW
Available Static Pressure	209,5 kPa	Hydraulic Module Nominal current	20,23 A

Physical Information

Length	5645 mm	Ckt 1 refrigerant charge	43 kg
Width	2200 mm	Ckt 2 refrigerant charge	43 kg
Height	2554 mm		
Unit shipping weight	5281 kg		
Operating weight	5426 kg		



19-abr-2021

Anexo 18 – Ficha de seleção das unidades de tratamento de ar



Proposta Nº **21-0009**
Utilizador **irgbli**

Rel. 3.3.1.34 22-02-2020-
AHU1050/1000/1734.036

Cliente		Data	17-05-2021
Projecto	PROJECTO TFM	Cidade	
Número de série			

Esta proposta está sujeita à aplicação das condições gerais de venda, em anexo. Qualquer encomenda ou acordo, baseada ou resultante desta proposta, ou subsquentes versões desta proposta, serão reguladas por estas condições gerais de venda da TRANE.

Contudo, esta proposta é baseada nos seguintes termos específicos:

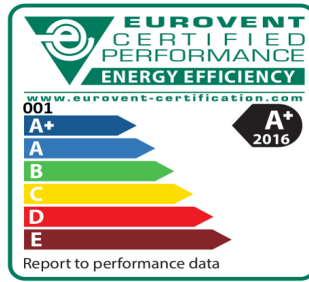
- Prazo de entrega To be agreed
- Validade da proposta 30 days
- Condições de pagamento To be agreed
- Garantia Standard Trane
- Tipo de Fornecimento Ex factory
- Arranque: on request
- Documentação: Standard TRANE
- IVA e outros impostos: Não incluídos
- O que não se mencione de forma explicita: Excluído

Em caso de conflito entre as condições específicas e as condições gerais de vendas da TRANE, as condições específicas prevalecem.

Referência da unidade	Modelo	Qte	Preço unitário	Preço de lista total
UTA	CLCF 5	2		
Preço total		2		

Os seus contactos para qualquer questão relacionada com esta proposta

Responsável Comercial	Suporte comercial	Director comercial



Modelbox CLCF PU (EN 1886) - Casing Strength: D1 - Air Leakage: L1 - Filter Bypass: F9 - Thermal Transmittance: T2 - Thermal Bridging: TB2
TRANE participates in the ECC programme for Air Handling Units (AHU); check ongoing validity of certificate online www.eurovent-certification.com or using www.certiflash.com .
SFP 2.1 W/l/s = 2.1 kW/m ³ /s calculated using EN BS 13779 standards. Designed at mid-point filter status, wet coil condition.

Proposta Nº **21-0009**
 Utilizador **irgbl**

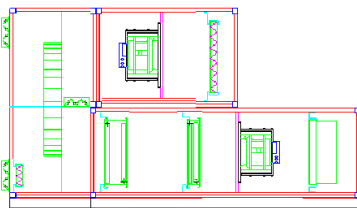
Rel. 3.3.1.34 22-02-2020-
 AHU1050/1000/867.018

Cliente	Data	17-05-2021
Referência da unidade UTA	Cidade	
Projecto PROJECTO TFM		
Número de série		
CAUDAL DE INSUFLAÇÃO m ³ /h	11500	CAUDAL DE RETORNO m ³ /h
		11500

Tipo de unidade - CLCF 5 - Comfort

Isolamento	Poliuretano injectado com 40 kg/	Espessura do perfil mm:	50
Telhado	Chapa de metal pré-pintada	Lado interior do painel	Aço galvanizado
Tipo de telhado	Montado na fábrica	Lado exterior do painel	Aço pré-pintado
	Pitched	Caixa de ligações da bateria	Ausente
Suporte	Com base	Tipo de porta	Com dobradiça
Classe do damper	Standard (Classe 2)	Parafusos e porcas	Galvanizado (Standard)
Material do tabuleiro de cond	Aço inox 304	Tipo de embalagem:	Envolto em plástico
Estrutura interna	Aço galvanizado	Olhais	Presente

Lado de inspecção (Sentido do caudal)	Direito	Lado de conexão (Sentido do caudal)	Direito
--	----------------	--	----------------



Largura	mm	1617	Altura + base de assent	mm	1314 + 100 + 1314 + 100
Comprimento	mm	4355	Peso Total	kg	1669

EXHAUST SIDE

Secção	1	COMPRIMENTO: (MM)	1225	Peso : (kg)	335
Secção de acessórios					

High Efficiency Synthetic Filters	MATERIAL	DIMENSÕES		N.	EFICIÊNCIA			
	Fibra sintética	592 x 592 x 48	mm	4	Classe	M5 EN779 (E)	DP CL(Pa)	86
		287 x 592 x 48	mm	2	Des. Temp.	-3.0 °C	DP MP(Pa)	129
					velocidade	1.73 m/s	DP DT(Pa)	172
Com pressostato								

Ventilador de retorno	TIPO DE VENTILADOR Plug fan		CAUDAL DE AR						11500 m³/h
	TAMANHO	K3G560-AP23-01	PRESSÃO ESTÁTICA EXTERIO						200 Pa
			PRESSÃO ESTACTICA TOTAL						502 Pa
			RPM/SIGN.						1482 rpm / 9.9 V
		POTÊNCIA ABSORVIDA						2.7 kW	
		EFICIÊNCIA						68 %	
	Insuflação (dB)								87.9
	Nível sonoro em conduta: (dBA)								
	F [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Retorno (dB)	71	76	80	83	83	80	72	71
Com pressostato									

Motor EC Type	PROTECÇÃO	IP 54	RPM	
	POTÊNCIA INSTALA	3 kW	ALIMENTAÇÃO ELECTRICA	3Ph-380-480V
With integrated controller			INTENSIDADE NOMINAL (A)	4.6
			CONSUMO: (KW)	2.66
			SFPv (SFPe): (W/l/s)	0.8
Com interruptor geral de corte e cabo blindado				

SUPPLY SIDE

Secção	2	COMPRIMENTO: (MM)	1470	Peso : (kg)	545
Secção de acessórios					

Recuperação de calor	tipo	Roda	Caudal de ar externo	m³/h	3600
	Material	Aluminio	Eat/UR - (Lat/UR):(°C)	-3.0/80.0(14.4/46.0)	
	Th. * diam (mm)	290*950	Caudal de ar de extracção	m³/h	3600
	Nº1 RI AT 0950 C 1 TR K 1050-1050 V12		Eat/UR - (Lat/UR):(°C)	20.0/50.0(2.6/100.0)	
	Motor	3 x 400V	DP air ext. - DP aire novo (Pa)		164 - 160
	Ricirculation factor %	69	Capacida (Kw)		28.01
	Class of recovery	1	Eficiência		76 / 76 %
			Eff (EN balanced)		75.86 %
	Dados de verão		Caudal de ar externo	m³/h	3600
			Eat/UR - (Lat/UR):(°C)	34.0/41.0(27.3/53.0)	
			Caudal de ar de extracção	m³/h	3600
			Eat/UR - (Lat/UR):(°C)	25.0/50.0(31.7/39.4)	
			DP air ext. - DP aire novo (Pa)		185 - 187
			Capacida (Kw)		13.27
			Eficiência		74 / 74 %
	Sem variador de frequência				
	Com pressostato				
	Registo de retorno Aluminio -n.1 veio no lado da inspecção-				
	Motorizavel				
	Sem servomotor				
	Com Guardas no obturador Classe 2 de Fugas de acordo com a norma EN1571				
	Com damper de alumínio de recirculação				
	Motorizavel				
	Sem servomotor				
	Com Guardas no obturador Classe 2 de Fugas de acordo com a norma EN1571				
	Registo de ar novo Aluminio -n.1 veio no lado da inspecção-				
	Motorizavel				
	Sem servomotor				
	Com Guardas no obturador Classe 2 de Fugas de acordo com a norma EN1571				

Recuperator could have been designed only for partial air flow / not design for total air flow.

Total pressure drop section (on supply) 340 Pa

Total pressure drop section (on return) 173 Pa

Total pressure drop dampers (on supply) 9 + 4 Pa

Total pressure drop dampers (on return) 9 Pa

A secção de recuperador é dividida em nº modulos: 2. O permutador é fornecido separado

To be in conformity to Erp, thermal by-pass facility shall be part of the plant

Filtro sintético	MATERIAL	DIMENSÕES		N.	EFICIÊNCIA		
	Fibra sintética	287 x 592 x 48	mm	2	Classe G4 EN779	DP CL(Pa)	111
					DP MP(Pa)	167	
					Des. Temp. -3.0 °C	DP DT(Pa)	222
					velocidadede túnel 1.73 m/s		
Filter correction factors will be applied							

Secção	3	COMPRIMENTO: (MM)	2885	Peso : (kg)	790
Secção de acessórios					

Bateria de arrefecimento	TUBOS Cu/0.40	TIPO 40x34.6	Capacidade (Kw) 81.0	FLUIDO Água
	ALHETAS Al/0.11	DIM (mm) 1160x1290	TAE/HR (°C/%) 27.5-53	Caudal (Kg/h) 13892
	ESTRUTUR A Zn/1.5	FIADAS 4	TAS/HR (°C/%) 13.5-100	Te/Ts (°C) 7 12
	LIGAÇÃO 2"	ESPAÇAMENTO ENTRE ALHETAS 2	velocidade bateira 2.17	Perd.Carga (Kpa) 46.8
	VOL. (dm3) 39.9	CIRCUITOS (Nº) 12	DP tot/dry (Pa) 113/71	
	FTA (mm) 1480		Sen./Total 0.68	
	Cu-Al-FeZn P40AR 4R-29T-1290A-2.0pa 12C 2"			
Total pressure drop section 113 Pa				

Secção de inspecção	Secção de inspecção para filtros
	Total pressure drop section 0 Pa

Bateria de aquecimento	TUBOS Cu/0.40	TIPO 40x34.6	Capacidade (Kw) 27.0	FLUIDO Água
	ALHETAS Al/0.11	DIM (mm) 1160x1290	TAE(°C) 16.3	Caudal (Kg/h) 4654
	ESTRUTUR A Zn/1.5	FIADAS 1	TAS/HR (°C/%) 23.2	Te/Ts (°C) 45 40
	LIGAÇÃO 1 1/4"	ESPAÇAMENTO ENTRE ALHETAS 2.5	velocidade bateira 2.17	Perd.Carga (Kpa) 18.1
	VOL. (dm3) 11.4	CIRCUITOS (Nº) 5	DP tot/dry (Pa) 18/18	
	FTA (mm) 1465			
	Cu-Al-FeZn P40AC 1R-29T-1290A-2.5pa 5C 1 1/4"			
Total pressure drop section 18 Pa				

Ventilador de insuflação	TIPO DE VENTILADOR Plug fan	CAUDAL DE AR 11500 m³/h
	TAMANHO K3G560-AQ04-01	PRESSÃO ESTÁCTICA EXTERIO 300 Pa
		PRESSÃO ESTACTICA TOTAL 836 Pa
		RPM/SIGN. 1681 rpm / 9.6 V
		POTÊNCIA ABSORVIDA 4.2 kW
		EFICIÊNCIA 68 %
	Insuflação (dB)	92.9
Nível sonoro em conduta: (dBA)		
F [Hz]	63 125 250 500 1000 2000 4000 8000	
Retorno (dB)	74 77 87 85 89 84 81 79	
Com pressostato		

Motor EC Type	PROTECÇÃO IP 54	RPM
	POTÊNCIA INSTALA 4.7 kW	ALIMENTAÇÃO ELECTRICA 3Ph-380-480V
		INTENSIDADE NOMINAL (A) 7.3
		CONSUMO: (KW) 4.20
		SFPv (SFPe): (W/l/s) 1.3
With integrated controller	Com interruptor geral de corte e cabo blindado	

Filtro de saco rigido	MATERIAL	DIMENSÕES	N.	EFICIÊNCIA	DP CL(Pa) 43
	Fibra	592 x 592 x 290 mm	4	Classe F7 EN779 (E)	DP MP(Pa) 65
				Des. Temp. -3.0 °C	DP DT(Pa) 87

sintetica	287 x 592 x 290 mm	2	velocidade de túnel 1.73 m/s
Armação do filtro Zn			
Retirar lateralmente			
Com pressostato			

Níveis sonoros da UTA

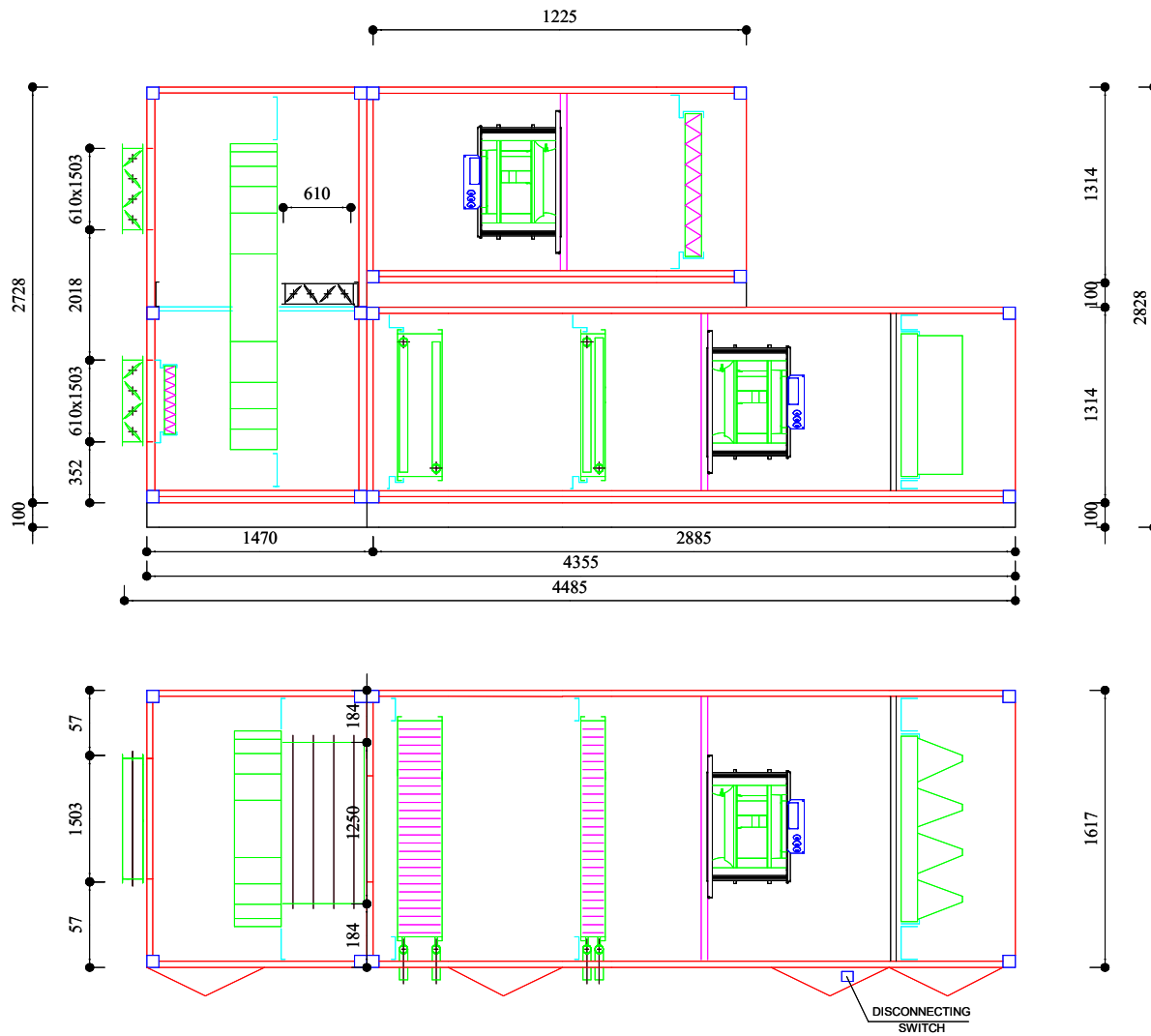
	Bandas de oitava (dB/Hz)								
	Tot. dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Potência acústica na insuflação	77	51	68	76	72	71	65	73	66
Potência acústica na descarga	88	69	74	89	82	85	77	66	64
Potência acústica no retorno	75	48	67	78	68	65	64	72	58
Potência acústica na descarga do retorno	84	65	74	83	81	81	76	64	61
Potência acústica transportada pelo ar	67		58	62	66	63	59	40	39


- Antes de instalar a unidade, leia atentamente o manual de instalação, operação e Manutenção (IOM)
 - Unit is designed at 0 m on sea level, and with air density 1,2 kg/m³
 - Fazer a ligação eléctrica de acordo com o desenho no interior da caixa de ligação do motor ou na etiqueta de identificação do motor
 - Para evitar sobrecargas eléctricas do motor, não arrancar a unidade sem a instalação de filtros e outros componentes, sem ligar as condutas ou com as portas abertas
 - A unidade é projectada com a pressão estática externa necessária e considerando os filtros com colmatação média. Com a pressão estática externa menor do que o pretendido, com filtros limpos e sem um sistema de controlo, o caudal de ar e a potência sonora serão maiores do que o indicado.
 - Os recuperadores de calor de placas são projectados para suportar as diferenças de pressão entre as placas. Não exceda este valor salvaguardando as propriedades dos registos ou outros dispositivos. RHW and PHE are not airtight devices and leakage between flows always occurs. For exact leakage value, refer to available documentation; to avoid contamination, the pressures on the fresh air side shall be higher than on the return air side
 - If footprint of PHE section or of other sections exceed 2300 mm x 2400 mm, a special transport could be necessary. Please contact the factory
 - Os dados de desempenho do recuperador de calor são considerados para o contrafluxo de ar. Caso ambos os fluxos sejam na mesma direção, os dados de desempenho podem ser substancialmente diferentes.
 - O aparelho suporta uma temperatura máxima de 55 ° C
 - Dependendo da temperatura do fluxo e as condições externas, poderá existir condensação nos perfis.
 - Se a temperatura de entrada de água da bateria for inferior a 1 ° C, pode ocorrer formação de gelo na bateria.
 - Assegurar a ponto de funcionamento correto do ventilador com os dispositivos inter-relacionados, tais como registos ou similares, evitando-se o funcionamento com estes dispositivos fechados.
 - A estrutura do filtro, que permite a extracção lado pode resultar num ligeiro desvio do ar, devido ao vedante não-perfeito entre as células do filtro
 - Se o aparelho for fornecido com o kit para instalação exterior, este è fornecido separadamente para ser montado em obra pelo cliente.
 - Standard painted panel skin colour RAL9002
 - If the door length is lower or equal to 360 mm, also if selected, the inspection window will not be provided
 - In some cases the inspection window could be partially occluded by components or components frame
 - Os níveis de pressão sonora são indicativos. Correspondem a: a campo aberto hemisférico a partir da caixa, abertura de entrada e saída. Outras fontes, como as características acústicas da sala, caudal de ar, ligações à conduta e vibrações podem influenciar a pressão sonora.
- Na prática, valores medidos na obra podem ser diferentes dos calculados.
- A unidade foi selecionada tendo em conta as condições húmidas
 - O peso da unidade não inclui água/refrigerante e control (se fornecido)
 - A tolerancia dos níveis sonoros è: - nível radiado : +/-3 dB; nível na conduta : +/-5 dB a 63-125 Hz e +/-3 dB a 250-8000 Hz
 - Devido às juntas entre secções, o comprimento total da unidade será cerca de 5mm superior para cada ponto de
 - As dimensões das unidades CLCF podem aumentar 4mm devido aos perfis de plástico.
 - No caso da unidade ser fornecida com telhado, será terá 20mm adicionais a toda a volta da unidade
 - Due to bigger heater and bends, the steam coil finned area will be light reduced respect what indicated, with consequent increase of the air velocity thought it
 - based on dimensions mentioned in datasheet, a special transport could be required
 - for FC units, it's possible to install the inspection doors only at the bottom
- Esta ficha técnica e desenhos anexados são os únicos documentos relativos às características de construção das unidades de tratamento de ar.
- Para a características de construção gerais não indicadas aqui, consulte a documentação disponível.


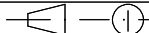
Ecodesign

Manufacturer	TRANE	
Unit model	CLCF 5	
Typology	NRVU;BVU	
SFPint / SFPint limit 2016 [W/(m³/s)]		
SFPint / SFPint limit 2018 [W/(m³/s)]	795 / 886	
Type of HRS	Roda térmica	
Thermal efficiency of heat recovery [%]	75.9	
Class of casing leakage at -400 Pa / +400 Pa	L1(M) / L1(M)	
Maximum internal leakage rate [%]	L1(M)	
	Supply	Return
Nominal flow rate [m³/s]	3.19	3.19
Type of drive for var. speed	Eprom installed	Eprom installed
Effective electric power input [Kw]	4.2	2.7
Face velocity [m/s]	1.73	1.73
Nominal external pressure [Pa]	300	200
Internal pressure drop of ventilation components [Pa]	242	250
Static efficiency of fan [%]	63.6	60.3
Energy consumption of the filters (kWh/annum)	D	E
Internet address for disassembly instructions		
Ecodesign compliance 2018		
If the unit includes a filter section, the AHU must be equipped with a visual signal or alarm in the control system which is activated if the pressure drop across the filter exceeds the maximum allowed final pressure		

*ATTENTION: for outdoor units with pitched roof,
unit total width will be +200 mm, total length +200 mm,
and total height +150 mm*



 **TRANE**
Ref 3.1.1.32 13-06-2019

Se non indicato, le tolleranze sono di mm 20 / If not indicated, the tolerances are mm 20
Tolleranze sulla posizione delle connessioni: mm 100 / Tollerance on connections: mm 100

DO NOT SCALE

JOB: PROJECTO TFM	
REF.: UTA	
CLCF 5	
DRAWING N.:	SERIAL N.:
DRAWN N.: irgbli	DATE: 17-05-2021

Anexo 19 – Fichas de seleção dos frigidifusores

Warning : Defrosting system is advised.

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- **Capacity :** **1,54 (kW) / 1322,77 (kcal/h)**
- Fluid : Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature : -6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature : -1,0 (°C)
- Fluid flow : 0,29 (m3/h)
- **Pressure drop of model :** **2,37 (mWG)**
- Specific mass : 1038,131 (kg/m3)
- Specific heat : 3,7312 (kJ/kg.k)
- Thermal conductivity : 0,4802 (W/m.k)
- Viscosity : 0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature : 0,0 (°C)
- Rel. humidity inlet : 85%

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow : 1520 (m3/h)
- Air throw : 15 m
- Air velocity : 2,22 m/s
- Speed motor : 1350 rpm
- Sound level at 4 m (*) : 34 dB(A)
- Input power : 1 x 70 W
- Amperage at 25 °C : 1 x 0,32 A
- Voltage : 230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit : 2 dm3
- Surface area : 8.9 m²
- Fin spacing : 6 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet : 1"1/8 ODF Vertical
- Connection(s) outlet : 1"1/8 ODF Vertical (Same side)
- Modele lenth/Width/Height : 738 / 484 / 428 mm
- Packaging lenth/Width/Height : 850,0 / 510,0 / 560,0 mm
- Net weight : 21 kg
- Gros weight : 25 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

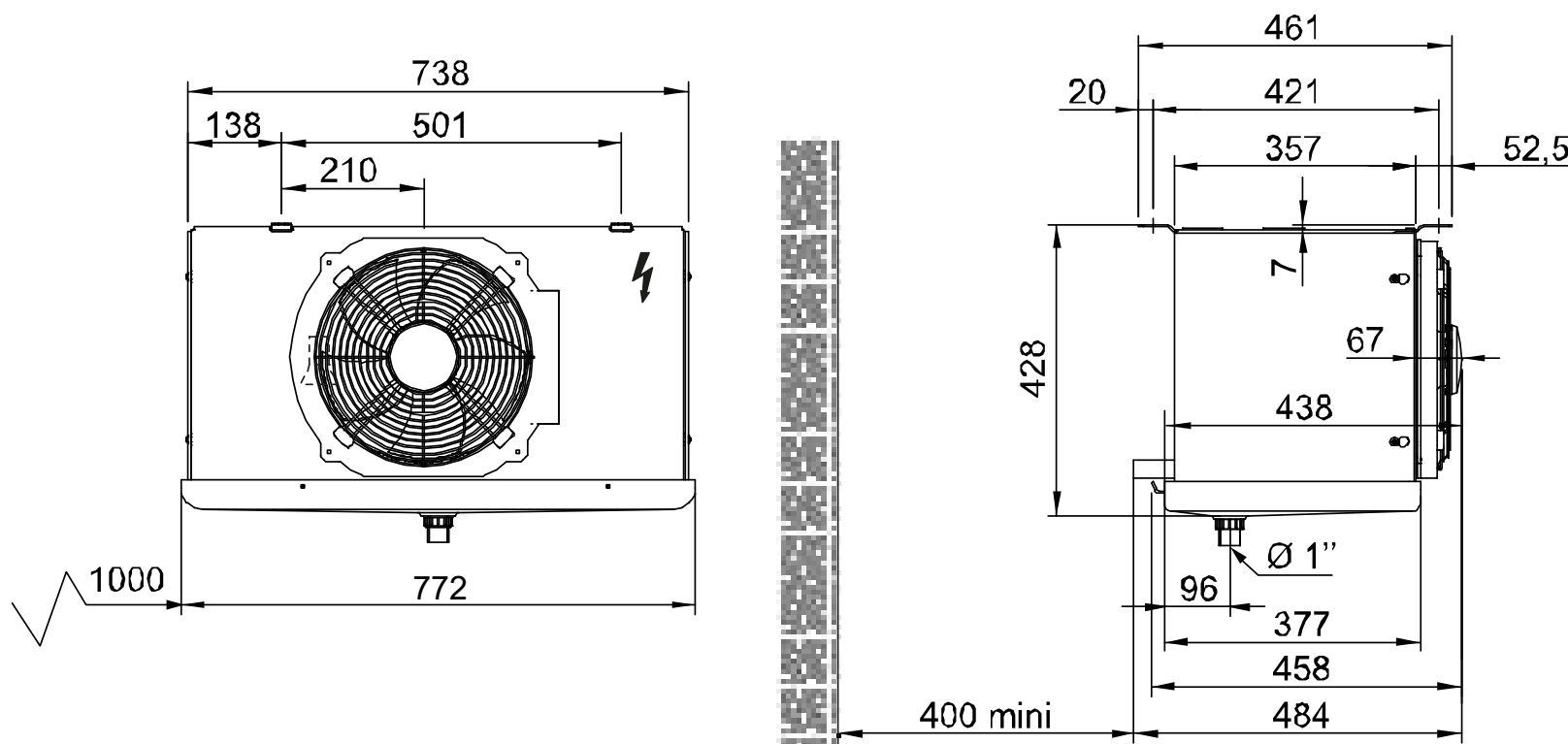
OPTIONS :

No option selected.



Model : 3C-A 3155 L (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



Warning : Defrosting system is advised.

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	1,16 (kW) / 998,75 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,22 (m3/h)
- Pressure drop of model :	0,17 (mWG)
- Specific mass :	1038,131 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kJ/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	0,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	1270 (m3/h)
- Air throw :	12 m
- Air velocity :	2,31 m/s
- Speed motor :	1350 rpm
- Sound level at 4 m (*) :	34 dB(A)
- Input power :	1 x 70 W
- Amperage at 25 °C :	1 x 0,32 A
- Voltage :	230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	1.6 dm3
- Surface area :	10.2 m ²
- Fin spacing :	4 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	1"1/8 ODF Vertical
- Connection(s) outlet :	1"1/8 ODF Vertical (Same side)
- Modele lenth/Width/Height :	638 / 484 / 428 mm
- Packaging lenth/Width/Height :	750,0 / 510,0 / 560,0 mm
- Net weight :	20 kg
- Gros weight :	24 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

OPTIONS :

<input checked="" type="checkbox"/> E1K : Light electric defrost	208,27 €
--	----------

Comment Câmara Refrigerados - Frangos

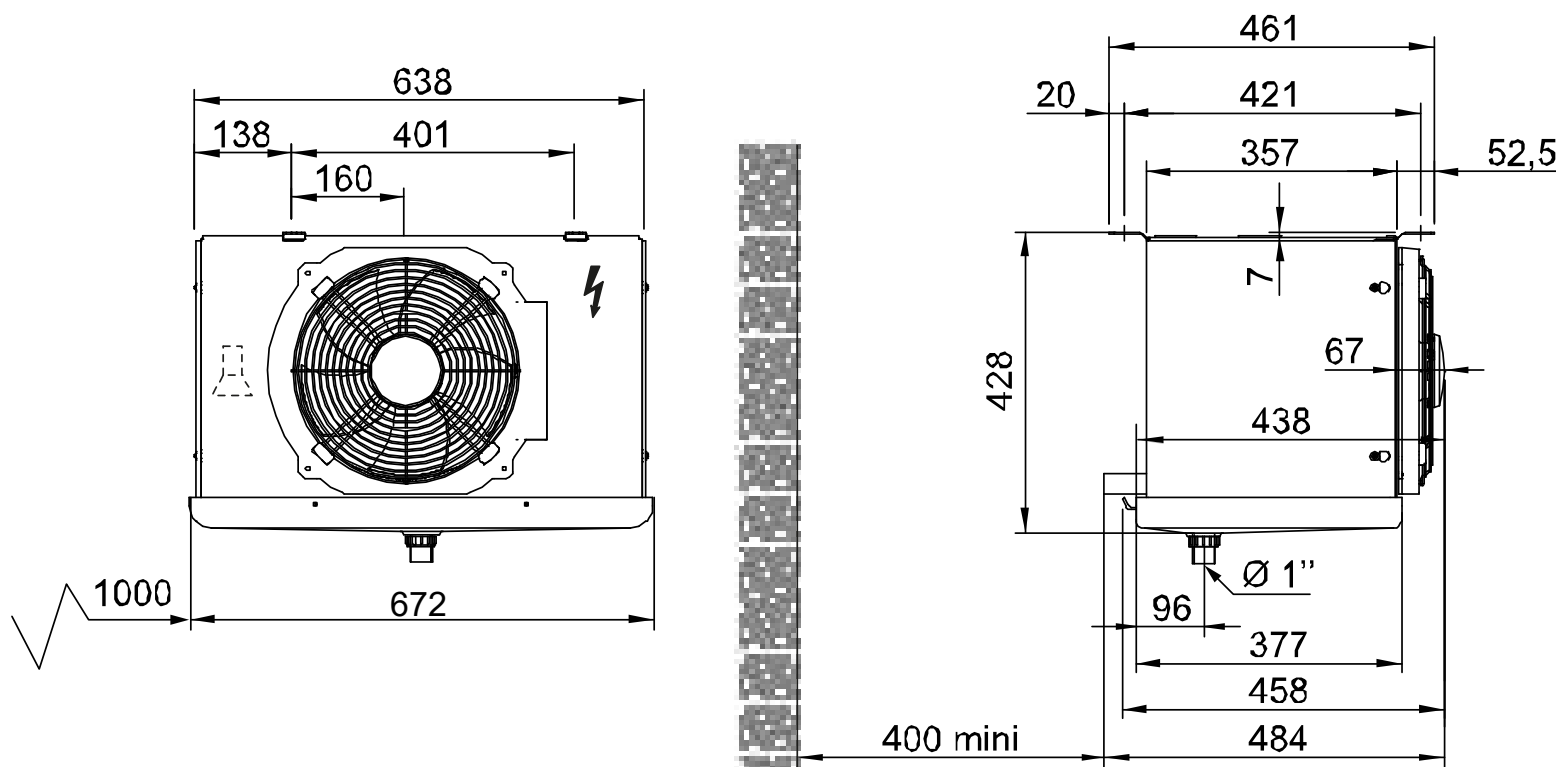


PRICE :

Unit price, free taxes :	1462,51 €
Unit price, free taxes with options :	1670,78 €

Model : 3C-A 3145 R (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



NTA W 1L 1-AC PV (W)

12V - 1"1/8 Vertical (Male to be brazed)

FRIGA-BOHN

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	2,41 (kW) / 2073,26 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,45 (m3/h)
- Pressure drop of model :	0,14 (mWG)
- Specific mass :	1038,132 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kJ/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	8,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Calculation with Frozen surface

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	1020 (m3/h)
- Air throw :	2x10 m
- Air velocity :	1,49 m/s
- Speed motor :	850 rpm
- Sound level at 4 m (*) :	32 dB(A)
- Input power :	1 x 70 W
- Amperage at 25 °C :	1 x 0,45 A
- Voltage :	230V / 1 / 50-60Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	2.1 dm3
- Surface area :	8.9 m ²
- Fin spacing :	6 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	1"1/8 Vertical
- Connection(s) outlet :	1"1/8 Vertical (Same side)
- Modele length/Width/Height :	872 / 819 / 276 mm
- Packaging length/Width/Height :	980,0 / 500,0 / 890,0 mm
- Net weight :	20 kg
- Gros weight :	30 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

OPTIONS :

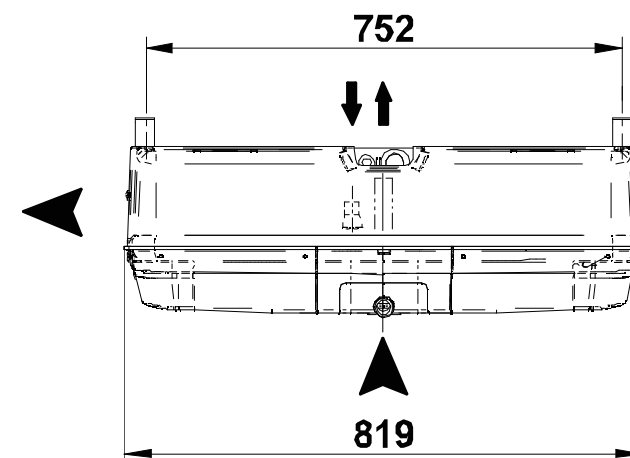
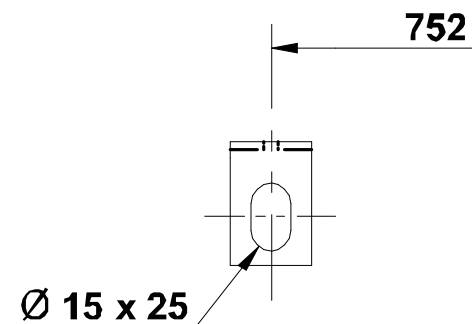
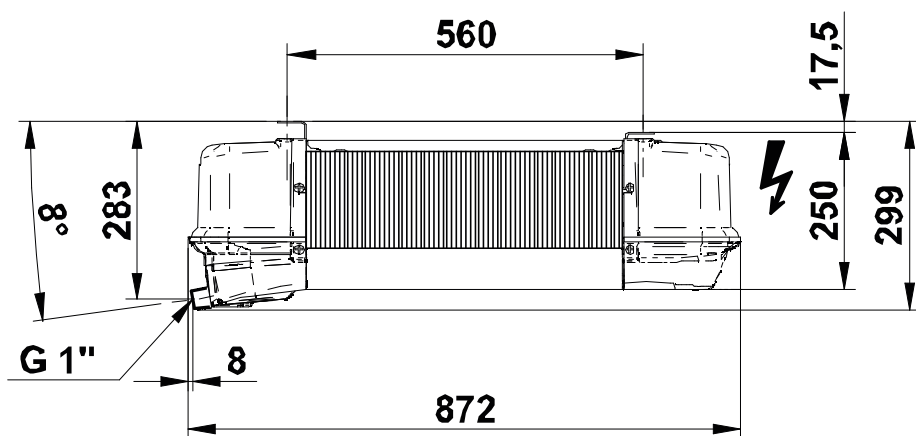
- E1K : Light electrical defrosting kit

Comment Câmara Refrigerados - Prep. Charcutaria



Model : NTA W 1L 1-AC PV (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	2,42 (kW) / 2078,24 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,45 (m3/h)
- Pressure drop of model :	3,26 (mWG)
- Specific mass :	1038,132 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kJ/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	3,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	1380 (m3/h)
- Air throw :	13 m
- Air velocity :	2,52 m/s
- Speed motor :	1350 rpm
- Sound level at 4 m (*) :	34 dB(A)
- Input power :	1 x 70 W
- Amperage at 25 °C :	1 x 0,32 A
- Voltage :	230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	1.6 dm3
- Surface area :	7.1 m ²
- Fin spacing :	6 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	1"1/8 ODF Vertical
- Connection(s) outlet :	1"1/8 ODF Vertical (Same side)
- Modele lenth/Width/Height :	638 / 484 / 428 mm
- Packaging lenth/Width/Height :	750,0 / 510,0 / 560,0 mm
- Net weight :	19 kg
- Gros weight :	23 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

OPTIONS :

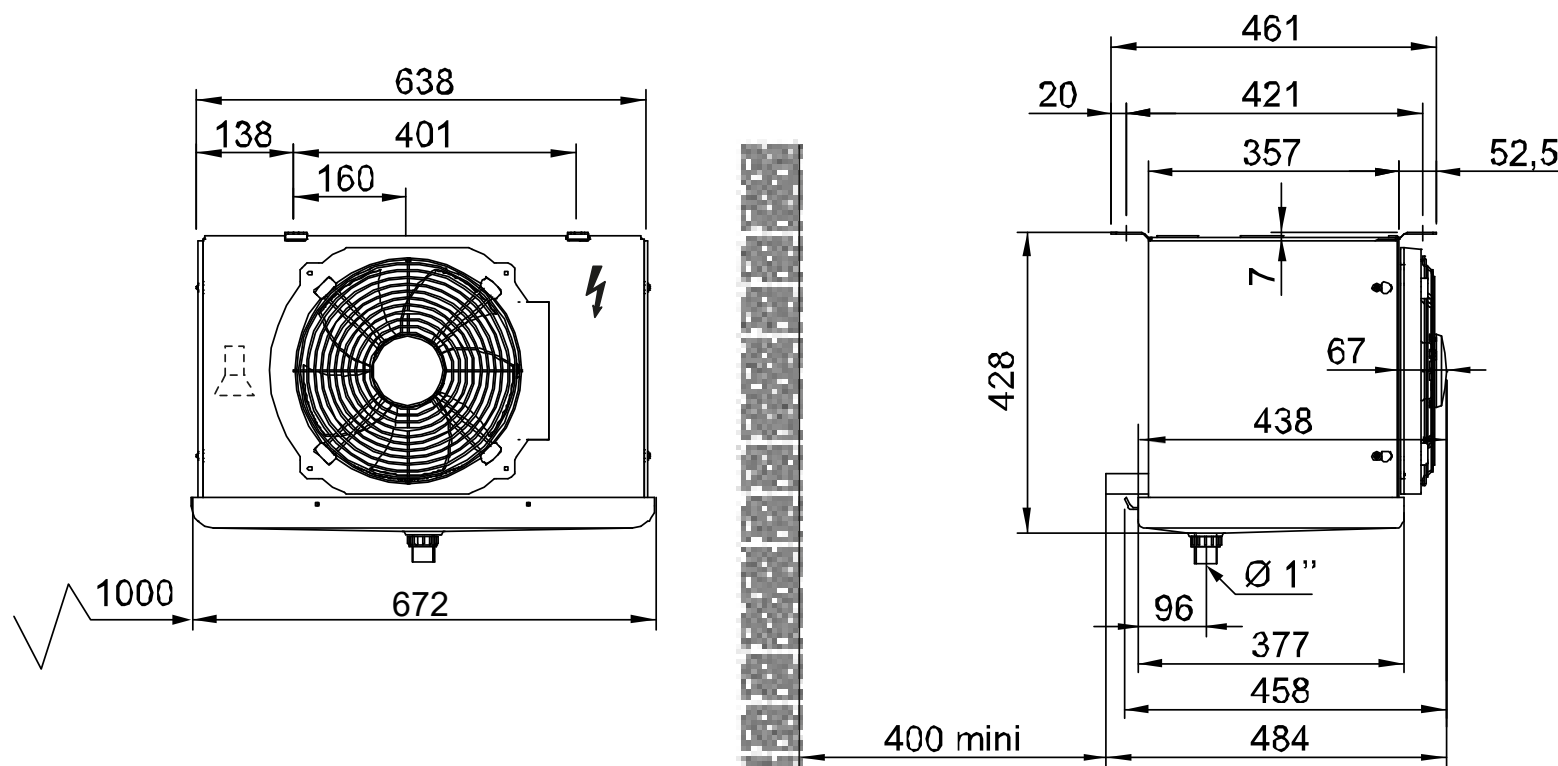
- E1K : Light electric defrost

Comment Câmara Refrigerados - Charcutaria



Model : 3C-A 3145 L (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



Warning : Defrosting system is advised.

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	1,92 (kW) / 1653,06 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,36 (m3/h)
- Pressure drop of model :	3,33 (mWG)
- Specific mass :	1038,131 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kj/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	0,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	1530 (m3/h)
- Air throw :	15 m
- Air velocity :	1,86 m/s
- Speed motor :	1350 rpm
- Sound level at 4 m (*) :	34 dB(A)
- Input power :	1 x 70 W
- Amperage at 25 °C :	1 x 0,32 A
- Voltage :	230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	2.4 dm3
- Surface area :	15.4 m ²
- Fin spacing :	4 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	1"1/8 ODF Vertical
- Connection(s) outlet :	1"1/8 ODF Vertical (Same side)
- Modele lenth/Width/Height :	838 / 484 / 428 mm
- Packaging lenth/Width/Height :	950,0 / 510,0 / 560,0 mm
- Net weight :	24 kg
- Gros weight :	29 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

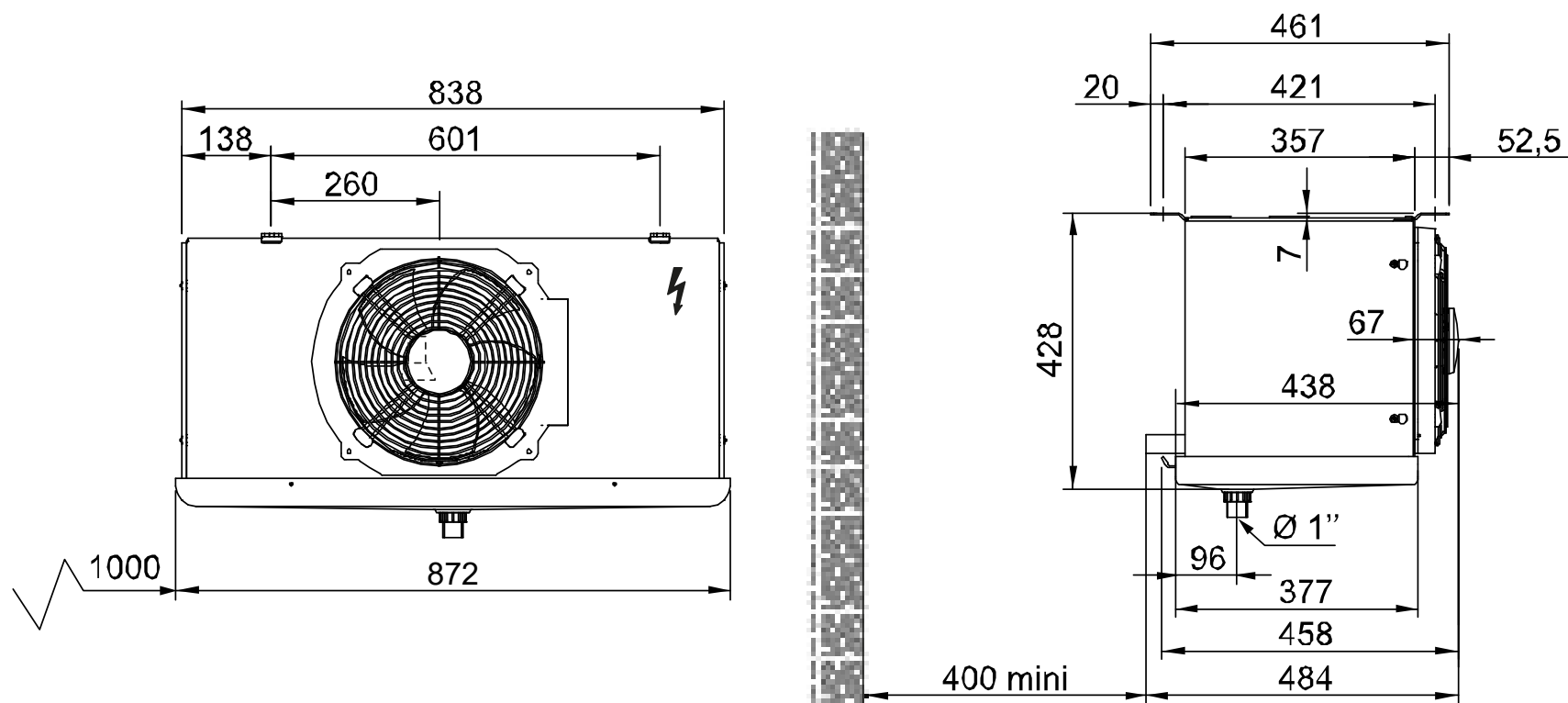
OPTIONS :

- E1K : Light electric defrost

Comment Câmara Refrigerados - Lacticios



Model : 3C-A 3165 R (W) (Drawings are only indicative - Without connection)





Serie SN

HFC-NH₃-CO₂-Glicol

EVAPORADORES ESTÁTICOS

CAPACIDADES NOMINALES ENTRE 450 Y 3690 W

CARACTERÍSTICAS

- ✓ Evaporadores de convección o gravedad destinados a cámaras frigoríficas entre 0 y -10° C para la conservación de géneros frescos o delicados, con temperatura y grado higrométrico constante.
- ✓ Batería construida con tubo de cobre dispuesto al tresbolillo y aletas de aluminio corrugadas separadas a 10 mm. de gran eficacia. Circuito cerrado y presión remanente de aire seco para comprobación de estanqueidad.
- ✓ La gama de evaporadores estáticos **SN** no necesita montaje en la instalación ya que todas las piezas que componen cada modelo, batería intercambiadora, bandeja de desagüe, canalón recoge gotas y soportes al techo, vienen ensambladas de fábrica, por lo que la instalación resulta rápida y sencilla.
- ✓ Incorporan bandeja de goteo, construida con perfiles de PVC de sección especial de doble canal inferior que evita goteos y condensaciones sobre los géneros almacenados en la cámara y amplio cangilón de recogida del agua en los desescarches.

OPCIONES

- Adaptación (tubos, circuitos y conexiones frigoríficas) a los refrigerantes HFC, NH₃, CO₂, Glicol y otros líquidos.
- Desescarcho eléctrico o por gases calientes
- Batería lacada con resina de poliuretano (consultar oficina técnica de Frimetal)
- Aletas de aluminio pretratadas
- Aletas de acero inoxidable
- Tubos de acero inoxidable
- Bandeja desagüe en aluminio o acero inoxidable

GRAVITY EVAPORATORS

NOMINAL CAPACITIES BETWEEN 450 AND 3690 W

CHARACTERISTICS

- ✓ Gravity evaporators designed for cold-storage rooms between 0 and -10° C for preserving delicate products, with constant temperature and hygrometric content.
- ✓ Coils built with copper tube arranged in a staggered position and corrugated aluminium fins arranged with single spacing of 10 mm for great efficiency. Sealed circuit with pressure air inside to assure the coil is received totally leak free.
- ✓ The gravity **SN** evaporators range does not need to be assembled during the installation process, since all the components, exchanging coil, drip tray, gutter and supporting to the ceiling come already assembled from workshop, making the installation fast and simple.
- ✓ Drip tray incorporated, specially constructed from PVC with a section comprising a double canal at the bottom to prevent drips and condensation from falling on to the goods stored in the cold-room, together with a large gutter for collecting the water during defrosting.

OPTIONS

- Adaptation (tubes, circuits and refrigerant connections) to refrigerants HFC, NH₃, CO₂, Glycol and other brines.
- Electric or hot gas defrosting
- Coated coil with polyurethane resin (consult the technical department of Frimetal)
- Treated aluminium fins
- Stainless steel fins
- Stainless steel tubes
- Aluminium or stainless steel drip tray

SN -100 -E

Desescarcho - Defrosting

E: Eléctrico - Electric

GC: Gas caliente - Hot gas

Nº Modelo - Model Nr.

Serie modelo - Model serie

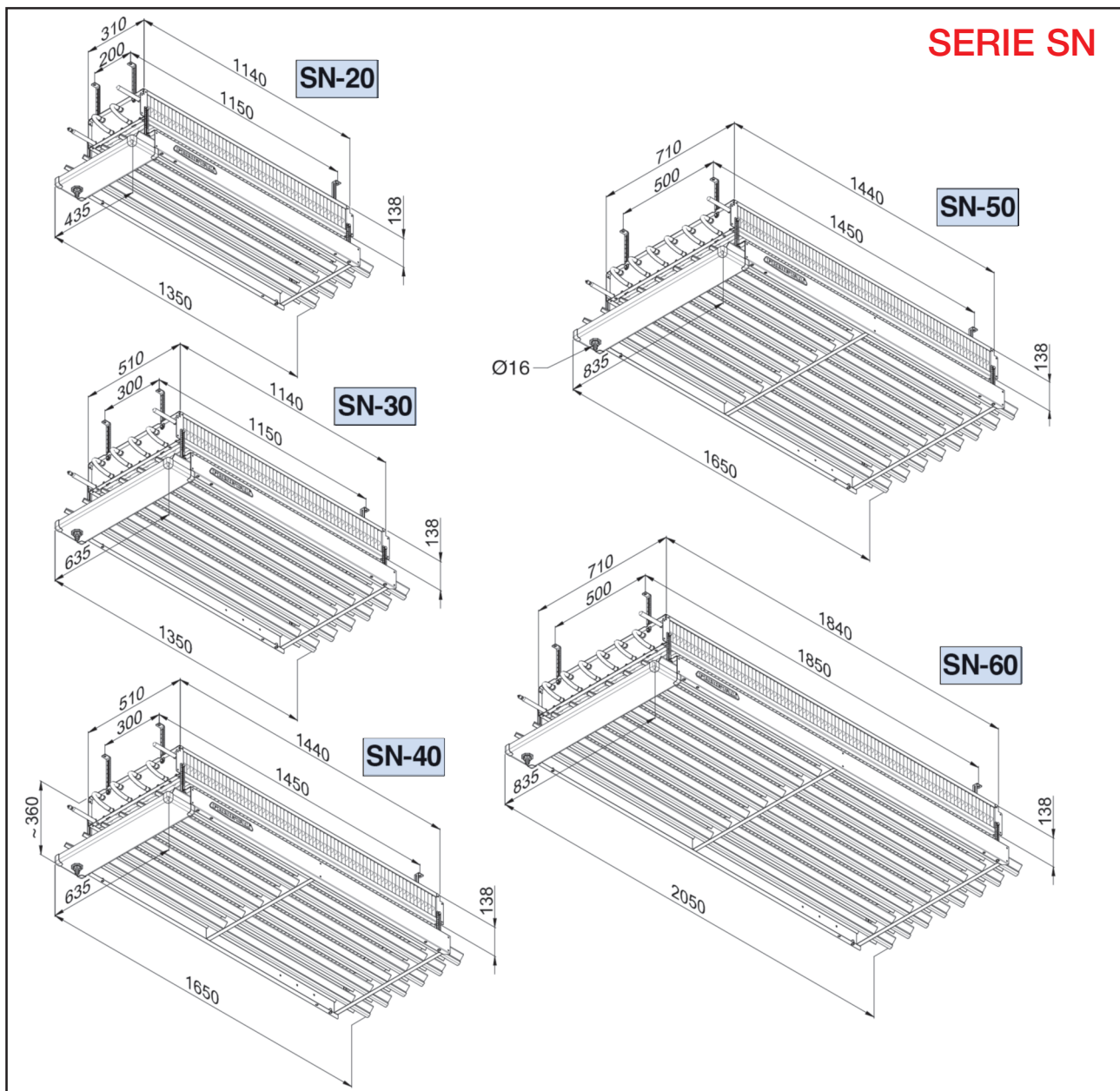
SERIE SN

PASO DE ALETAS - FIN SPACING

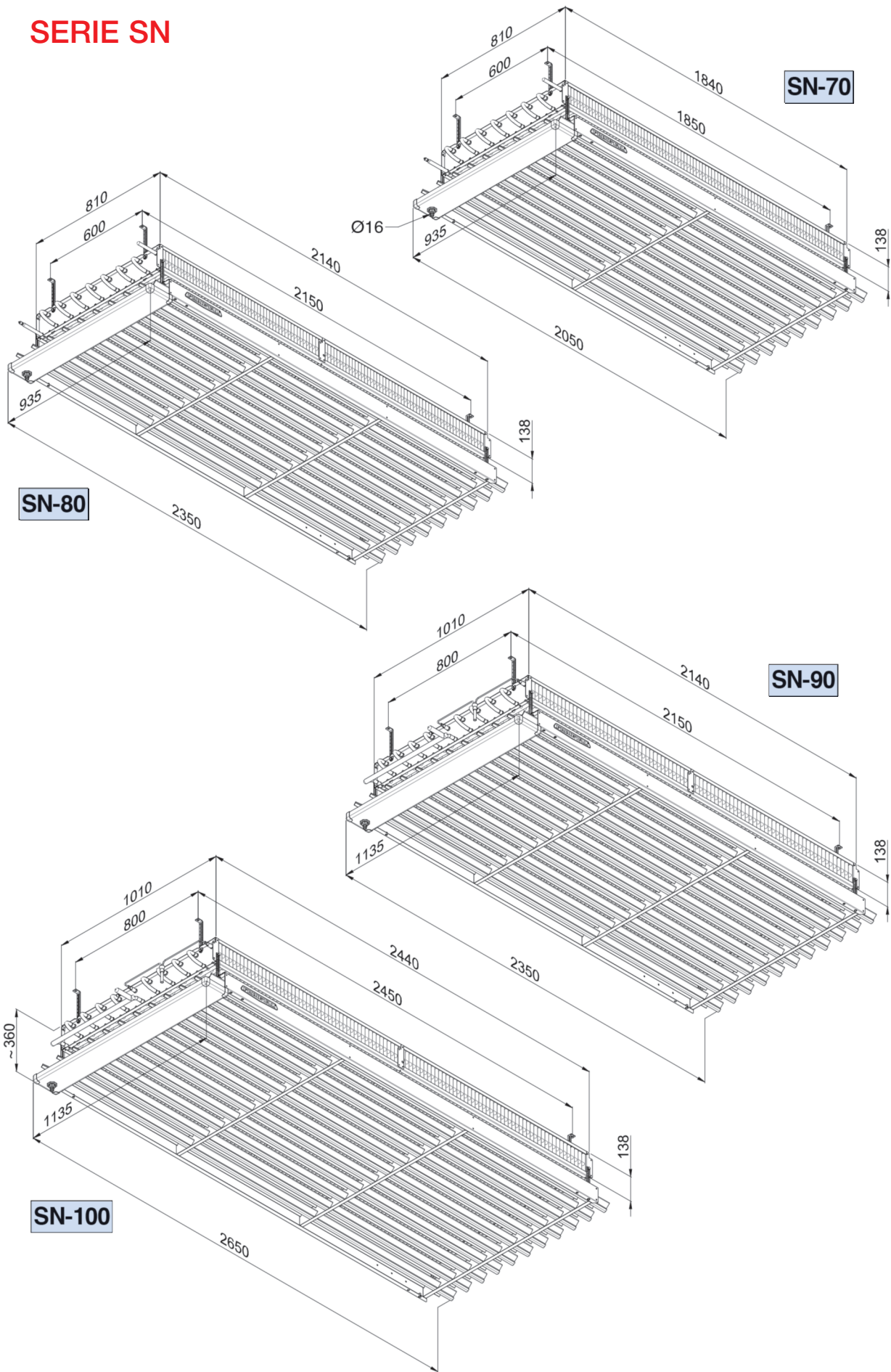
10 mm

MODELO MODEL		SN 20	SN 30	SN 40	SN 50	SN 60	SN 70	SN 80	SN 90	SN 100
Capacidad nominal Nominal capacity	$T_c = +4^\circ\text{C}$ $\Delta t_1 = 10\text{K}$ W	450	810	1060	1515	1890	2190	2590	3240	3690
Superficie / Surface	m ²	8,6	14,4	18,3	25,6	33,0	37,7	43,9	54,9	62,8
Volumen interior / Circuit Volume	dm ³	1,5	2,5	3,0	4,3	5,4	6,1	7,1	8,8	10,0
DESESCARCHE ELÉCTRICO / ELECTRICAL DEFROST										
N.º	num.	1	2	2	3	3	3	3	4	4
Potencia / Power	W	600	1200	1600	2400	3000	3000	3600	4800	5600
CONEXIONES FRIGORÍFICAS / REFRIGERANT CONNECTION										
Entrada / Inlet		1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Salida / Outlet		5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	22	22
Peso neto / Net weight	Kg	16	21	27	34	41	45	53	63	71

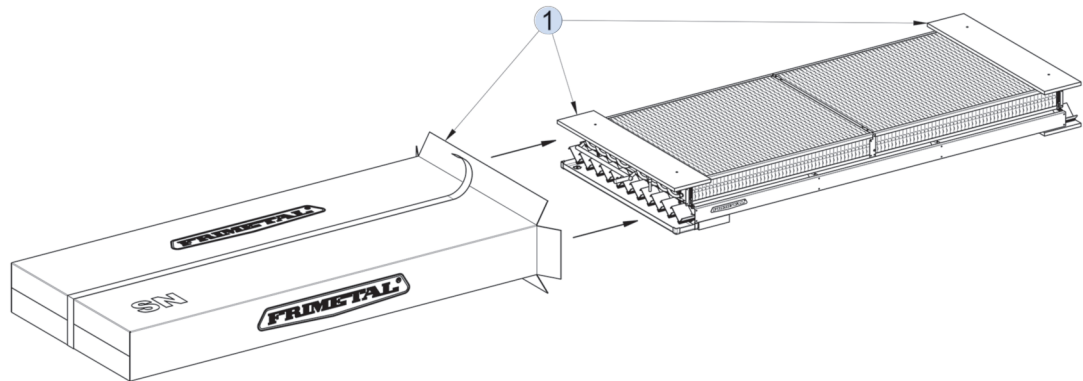
T_c: Temperatura de cámara - Room temperature • Δt₁: Salto térmico - Temperature difference



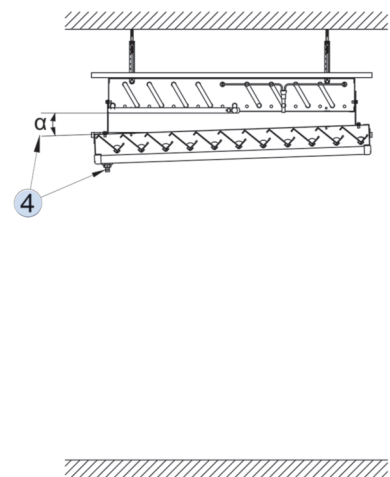
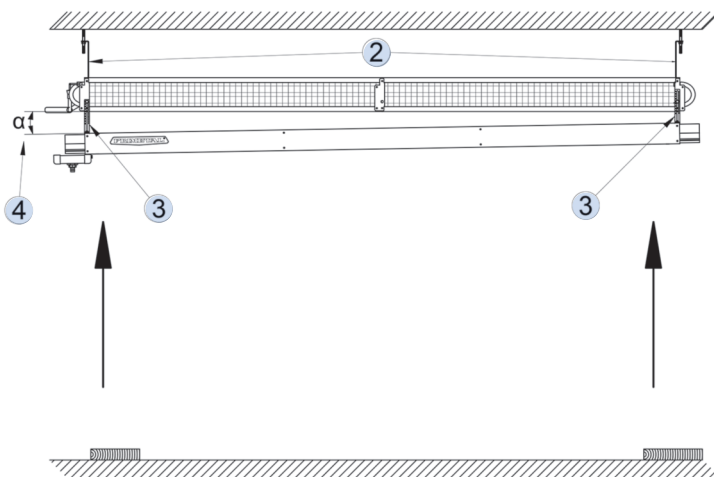
SERIE SN



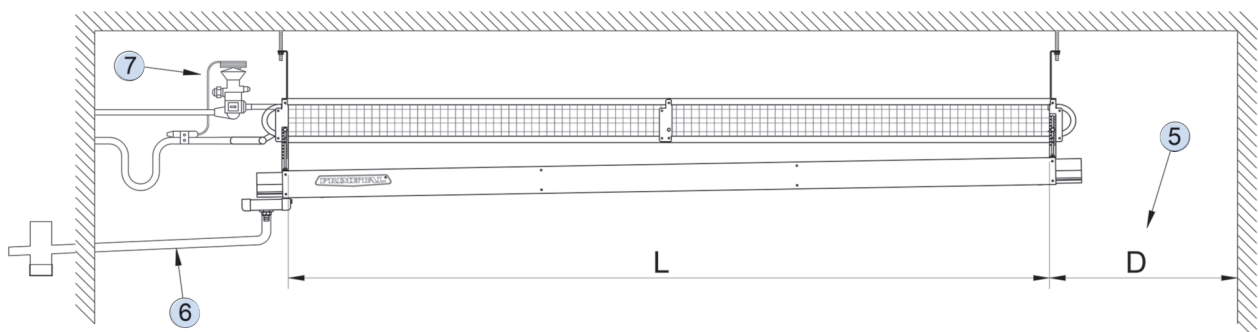
INSTALACIÓN - INSTALLATION



- 1 Retirar embalaje - Remove package.



- 2 Colocar los soportes a la altura deseada y fijar la unidad al techo.
Place brackets at the required height and fix the unit to the ceiling.
- 3 Fijar los soportes de la bandeja a la altura deseada.
Fix the drip tray brackets at the desired height.
- 4 Dejar inclinación hacia el tubo de desagüe.
Leave inclination towards the drain pipe.



- 5 $D > L$ si lleva desescarche eléctrico.
 $D > L$ with electric defrosting versions.
- 6 Colocar el tubo de desagüe con una ligera caída.
Place the drain pipe with a slight downward slope.
- 7 Realizar la instalación frigorífica.
Make the refrigerant installation.

MR 180 R (W)

2V - 7/8" (22) ODF Vertical (Flare connection)

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	1,74 (kW) / 1500,66 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,32 (m3/h)
- Pressure drop of model :	1,55 (mWG)
- Specific mass :	1038,132 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kj/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	5,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Calculation with Frozen surface

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	880 (m3/h)
- Air throw :	4 m
- Air velocity :	1,56 m/s
- Speed motor :	1500 rpm
- Input power :	3 x 38 W
- Amperage at 25 °C :	3 x 0,24 A
- Voltage :	230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	1.38 dm3
- Surface area :	8,04 m ²
- Fin spacing :	4.23 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	7/8" (22) ODF Vertical
- Connection(s) outlet :	7/8" (22) ODF Vertical (Same side)
- Modele lenth/Width/Height :	1174 / 438 / 209 mm
- Packaging lenth/Width/Height :	1260,0 / 520,0 / 240,0 mm
- Net weight :	15 kg
- Gros weight :	18 kg

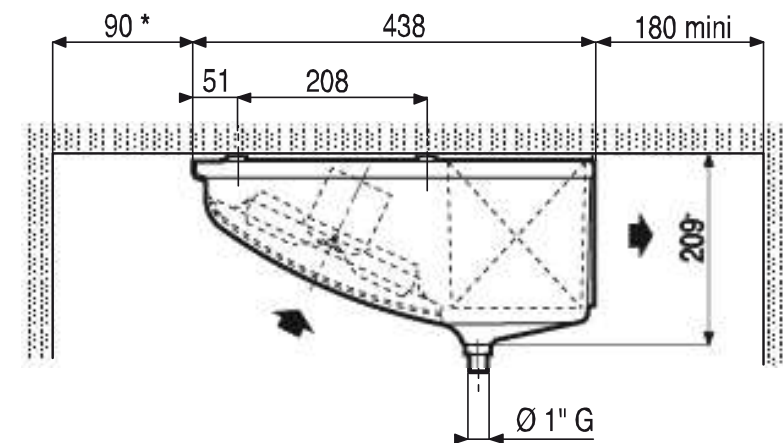
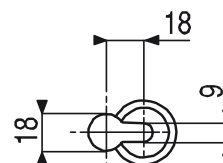
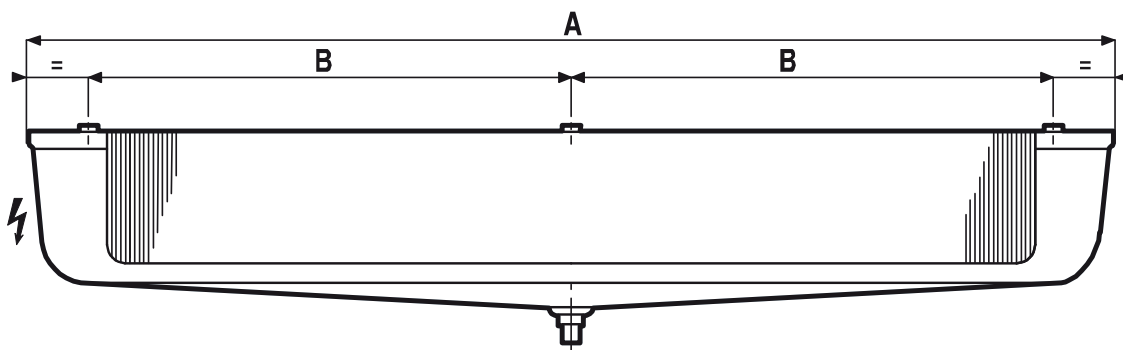
OPTIONS :

- E1K : Electrical defrosting kit



Model : MR 180 R (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



A = 1174 ; B = 493

MR 65 L (W)

1V - 3/8" (Flare connection)

FRIGA-BOHN

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	0,91 (kW) / 784,14 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,17 (m3/h)
- Pressure drop of model :	1,98 (mWG)
- Specific mass :	1038,132 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kj/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	8,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Calculation with Frozen surface

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	310 (m3/h)
- Air throw :	3 m
- Air velocity :	1,64 m/s
- Speed motor :	1500 rpm
- Input power :	1 x 38 W
- Amperage at 25 °C :	1 x 0,24 A
- Voltage :	230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	.58 dm3
- Surface area :	2,32 m ²
- Fin spacing :	6.35 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	3/8"
- Connection(s) outlet :	3/8" (Opposite side)
- Modele lenth/Width/Height :	514 / 438 / 209 mm
- Packaging lenth/Width/Height :	600,0 / 520,0 / 240,0 mm
- Net weight :	3 kg
- Gros weight :	5 kg

OPTIONS :

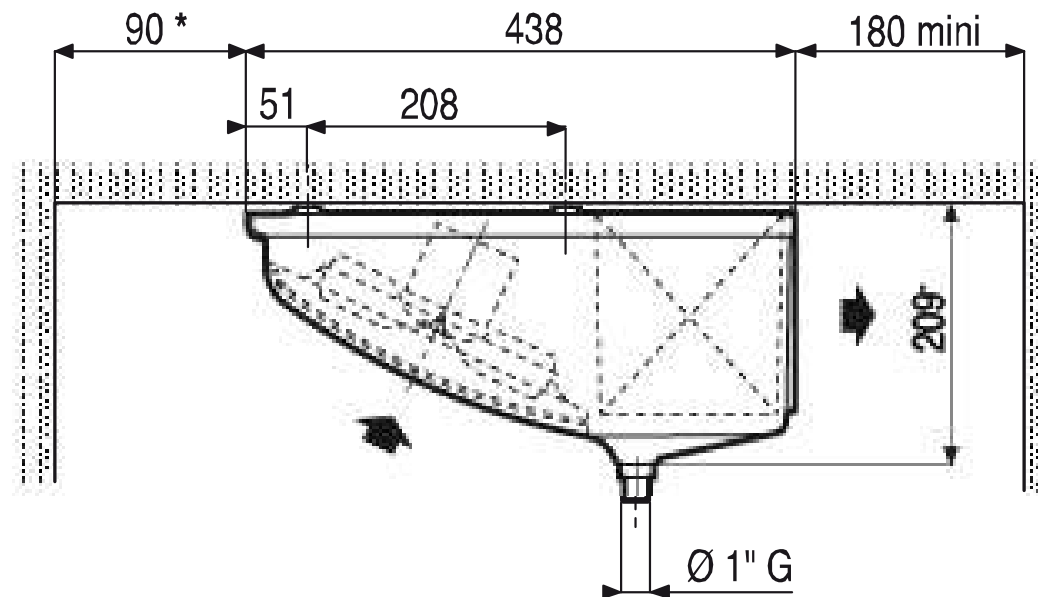
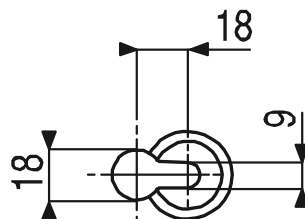
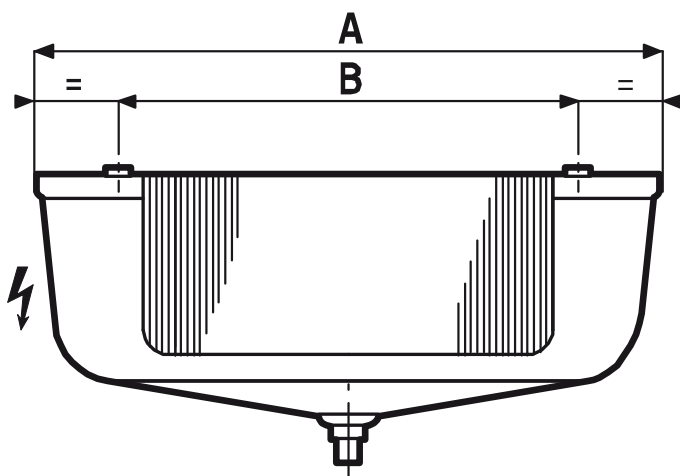
- E1K : Electrical defrosting kit

Comment *Câmara Refrigerados - Lavagens*



Model : MR 65 L (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



A = 514 ; B = 326

NTA W 1L 1-AC PV (W)

14V - 1"1/8 Vertical (Male to be brazed)

FRIGA-BOHN

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	2,36 (kW) / 2030,75 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,44 (m3/h)
- Pressure drop of model :	0,1 (mWG)
- Specific mass :	1038,132 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kJ/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	8,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Calculation with Frozen surface

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	1020 (m3/h)
- Air throw :	2x10 m
- Air velocity :	1,49 m/s
- Speed motor :	850 rpm
- Sound level at 4 m (*) :	32 dB(A)
- Input power :	1 x 70 W
- Amperage at 25 °C :	1 x 0,45 A
- Voltage :	230V / 1 / 50-60Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	2.1 dm3
- Surface area :	8.9 m ²
- Fin spacing :	6 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	1"1/8 Vertical
- Connection(s) outlet :	1"1/8 Vertical (Same side)
- Modele lengh/Width/Height :	872 / 819 / 276 mm
- Packaging lengh/Width/Height :	980,0 / 500,0 / 890,0 mm
- Net weight :	20 kg
- Gros weight :	30 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

OPTIONS :

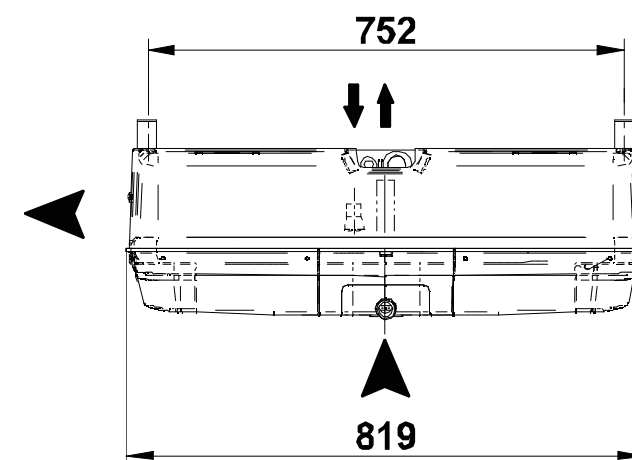
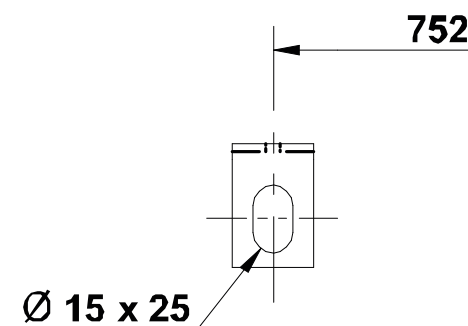
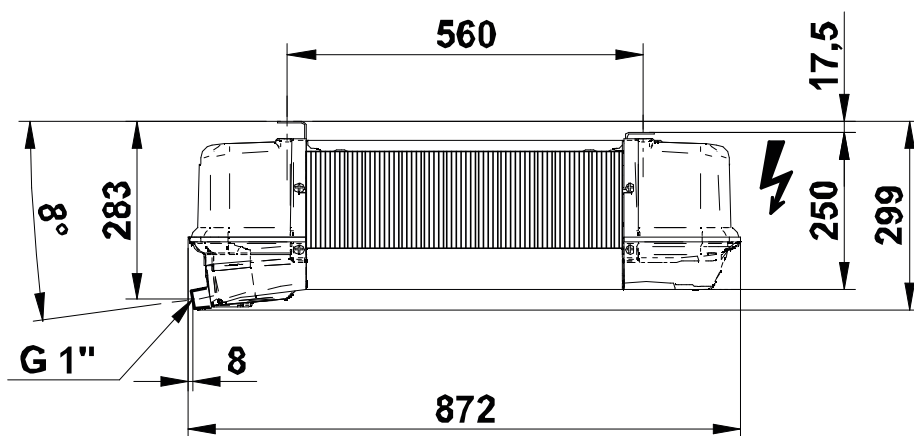
- E1K : Light electrical defrosting kit

Comment Câmara Refrigerados - Preparação Carnes



Model : NTA W 1L 1-AC PV (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)



Warning : Defrosting system is advised.

TECHNICAL DATA :

Thermal characteristics :

- Capacity :	2,44 (kW) / 2097,93 (kcal/h)
- Fluid :	Ethyl. Glycol 25 %
- Fluid inlet temperature :	-6,0 (°C)
- Fluid outlet temperature :	-1,0 (°C)
- Fluid flow :	0,45 (m3/h)
- Pressure drop of model :	2,3 (mWG)
- Specific mass :	1038,131 (kg/m3)
- Specific heat :	3,7312 (kj/kg.k)
- Thermal conductivity :	0,4802 (W/m.k)
- Viscosity :	0,0048 (Pas.sec)
- Air inlet temperature :	0,0 (°C)
- Rel. humidity inlet :	85%

Aeraulic / Electrical / Acoustic characteristics :

- Air flow :	2770 (m3/h)
- Air throw :	16 m
- Air velocity :	2,52 m/s
- Speed motor :	1350 rpm
- Sound level at 4 m (*) :	37 dB(A)
- Input power :	2 x 70 W
- Amperage at 25 °C :	2 x 0,32 A
- Voltage :	230V / 1 / 50Hz

Coil characteristics :

- Internal volume tubes circuit :	3.2 dm3
- Surface area :	14.2 m ²
- Fin spacing :	6 mm

Dimensional characteristics :

- Connection(s) inlet :	1"1/8 ODF Vertical
- Connection(s) outlet :	1"1/8 ODF Vertical (Same side)
- Modele lenth/Width/Height :	1038 / 484 / 428 mm
- Packaging lenth/Width/Height :	1150,0 / 510,0 / 560,0 mm
- Net weight :	30 kg
- Gros weight :	36 kg

(*) Sound pressure level in dB(A) measured at 4 meters distance, at fan blade level, in a free field on a reflective plan, given as indicative value. Only the acoustic power and the Lw value, are contractual.

OPTIONS :

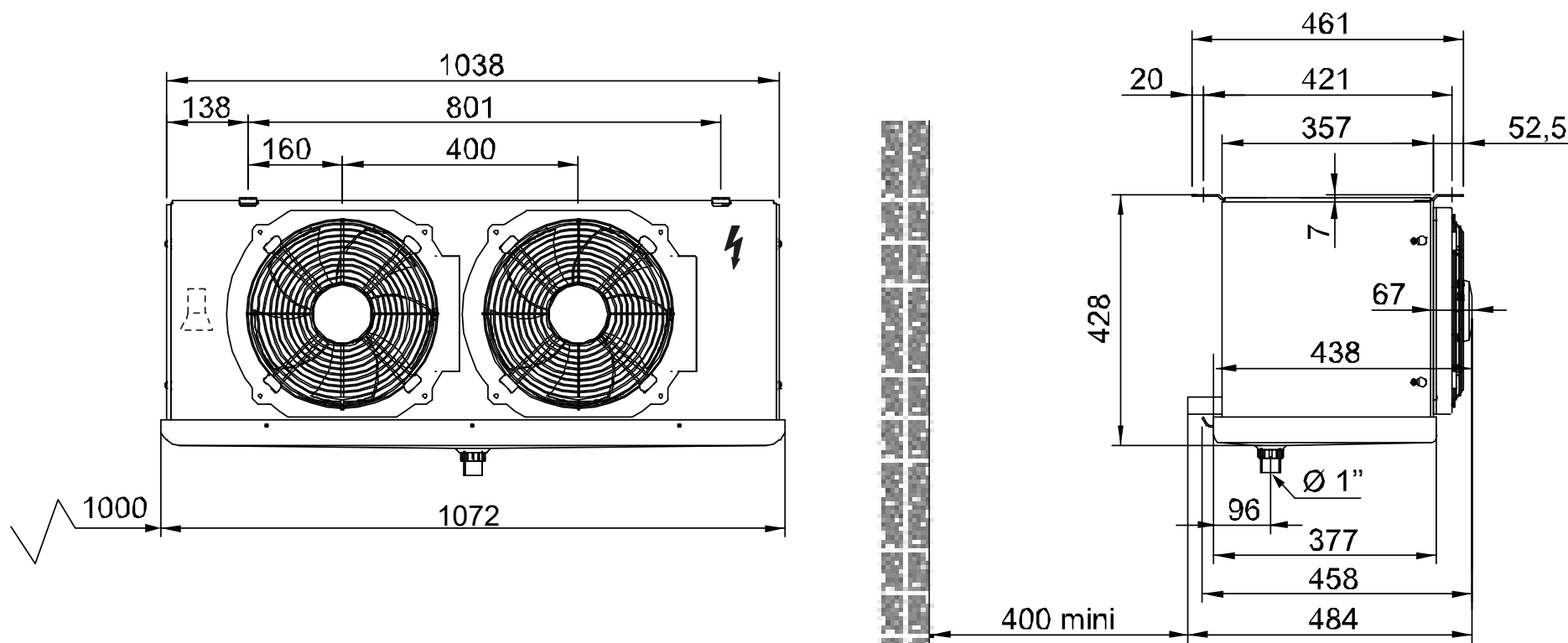
- E1K : Light electric defrost

Comment Câmara Refrigerados - Carnes




Model : 3C-A 3245 L (W)

(Drawings are only indicative - Without connection)

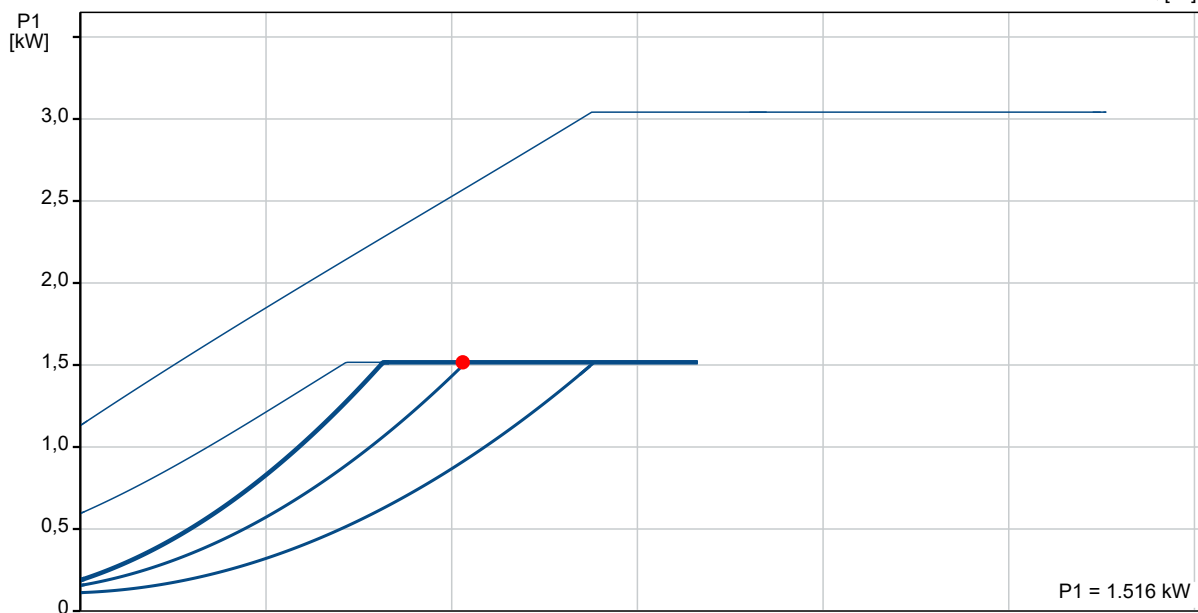
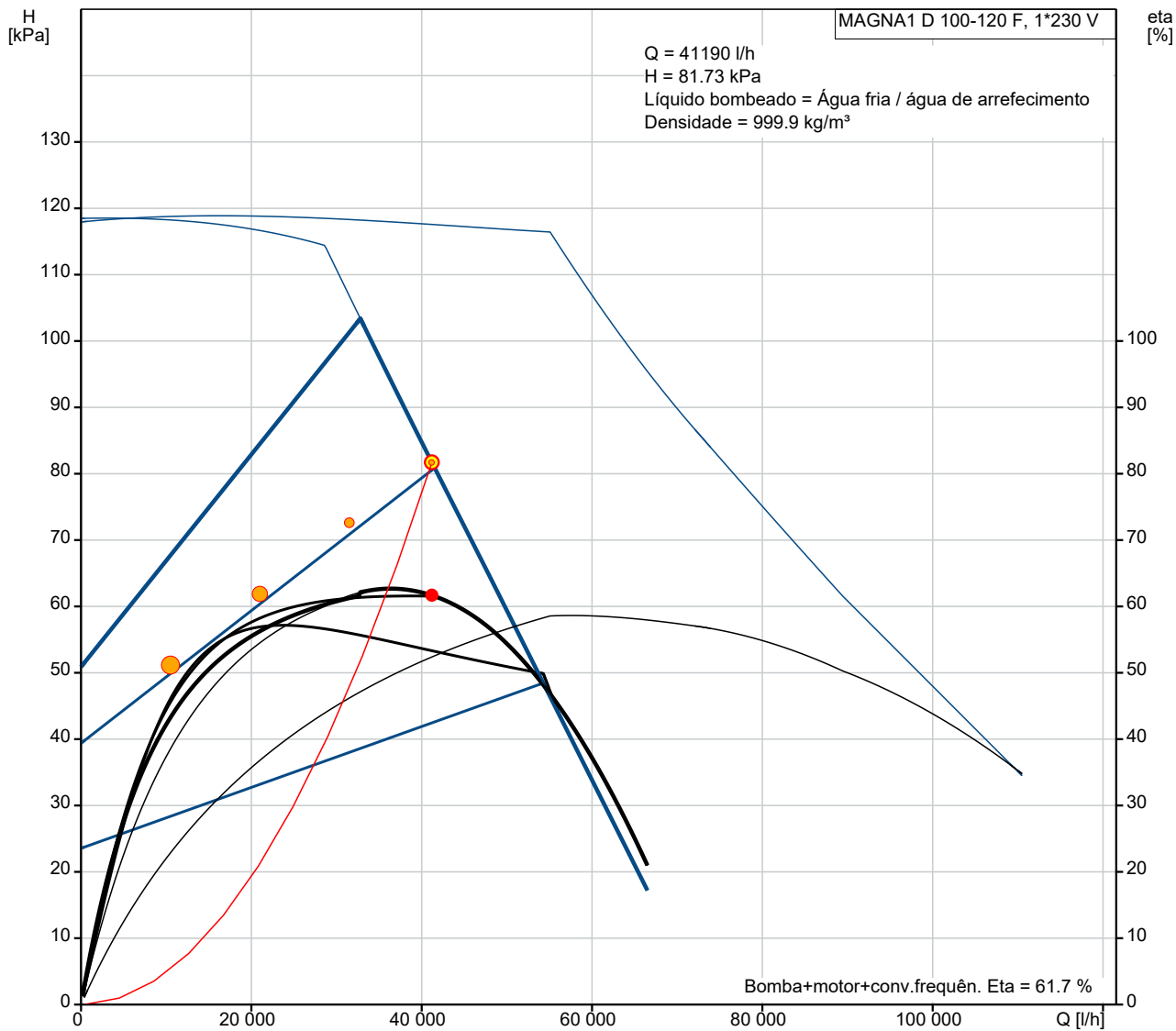


Anexo 20 – Fichas de seleção das bombas circuladoras

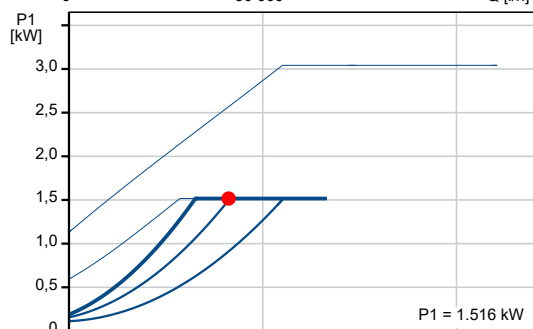
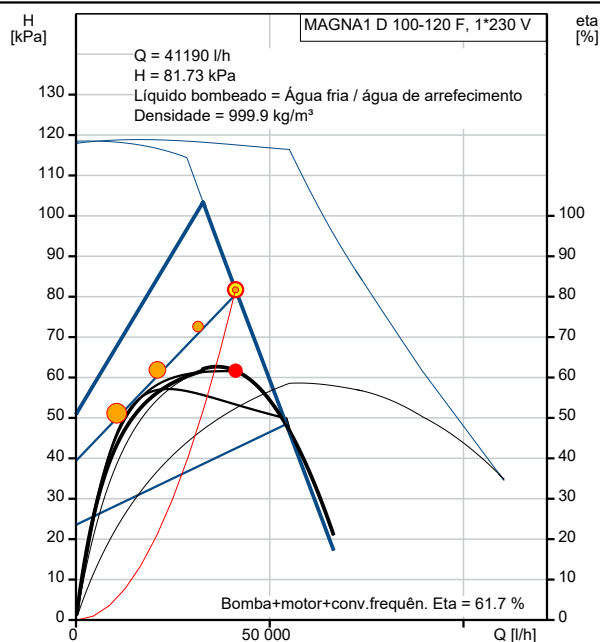
Quantid.	Descrição
1	<p>BC_AG: MAGNA1 D 100-120 F</p>  <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 99221457</p> <p>A bomba MAGNA1 é um circulador de rotor húmido, sendo a escolha perfeita para substituir circuladores antigos e, graças ao seu cumprimento com o regulamento EuP 2015, conseguem-se alcançar significativas poupanças energéticas.</p> <p>É a solução ideal para as necessidades básicas de desempenho em aplicações onde um sistema básico de monitorização e controlo são necessários.</p> <p>As principais características da bomba MAGNA1 são:</p> <ul style="list-style-type: none">• Design compacto e fácil instalação• Índice EEI médio <0,23• Baixo nível de ruído• Rotor de íman permanente• Arranque/paragem por meio de entrada digital• Relés de estado e alarme configuráveis em NO ou NC• Kit de isolamento integrado (bombas simples)• Função multibomba sem fios básica entre as duas cabeças (bombas duplas)• Válida para aplicações de água quente sanitária (versões N - aço inoxidável)• Grundfos Eye - fornece informações sobre o estado da bomba <p>MAGNA1 é a melhor escolha para a maioria das aplicações, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aquecimento<ul style="list-style-type: none">- Bomba principal- Loops de mistura- Superfícies de aquecimento• Refrigeração<ul style="list-style-type: none">- Superfícies de ar condicionado- Sistemas de bombeamento geotérmico- Aplicações pequenas de refrigeração <p>Para se adaptar a todas as aplicações do mercado, a bomba MAGNA1 possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none">• Controlo de pressão proporcional (PP1, PP2 ou PP3)• Controlo de pressão constante (CP1, CP2 ou CP3)• Controlo de curva constante (I, II ou III) <p>Líquido:</p> <p>Líquido bombeado: Água fria / água de arrefecimento</p> <p>Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C</p> <p>Densidade: 999.9 kg/m³</p> <p>Técnicos:</p> <p>Caudal efectivo calculado: 41190 l/h</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 81.73 kPa</p> <p>Classe TF: 110</p> <p>Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p>Materiais:</p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido EN-GJL-250 ASTM A48-250B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p>

Quantid.	Descrição
	<p>Instalação:</p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 10 bar</p> <p>Flange padrão: DIN</p> <p>Ligação à tubagem: DN 100</p> <p>Estágio da pressão: PN 10</p> <p>Distância entre flanges: 450 mm</p> <p>Car. eléctricas:</p> <p>Pot. abs. - P1: 31.21 .. 1521 W</p> <p>Frequência da rede: 50 / 60 Hz</p> <p>Tensão nominal: 1 x 230 V</p> <p>Consumo máximo de energia: 0.32 .. 6.71 A</p> <p>Classe de protecção (IEC 34-5): X4D</p> <p>Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p>Outros:</p> <p>Energia (EEI): 0.22</p> <p>Peso líquido: 61.6 kg</p> <p>Peso bruto: 71.5 kg</p> <p>Volume de expedição: 0.207 m³</p> <p>País de origem: DE</p> <p>Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

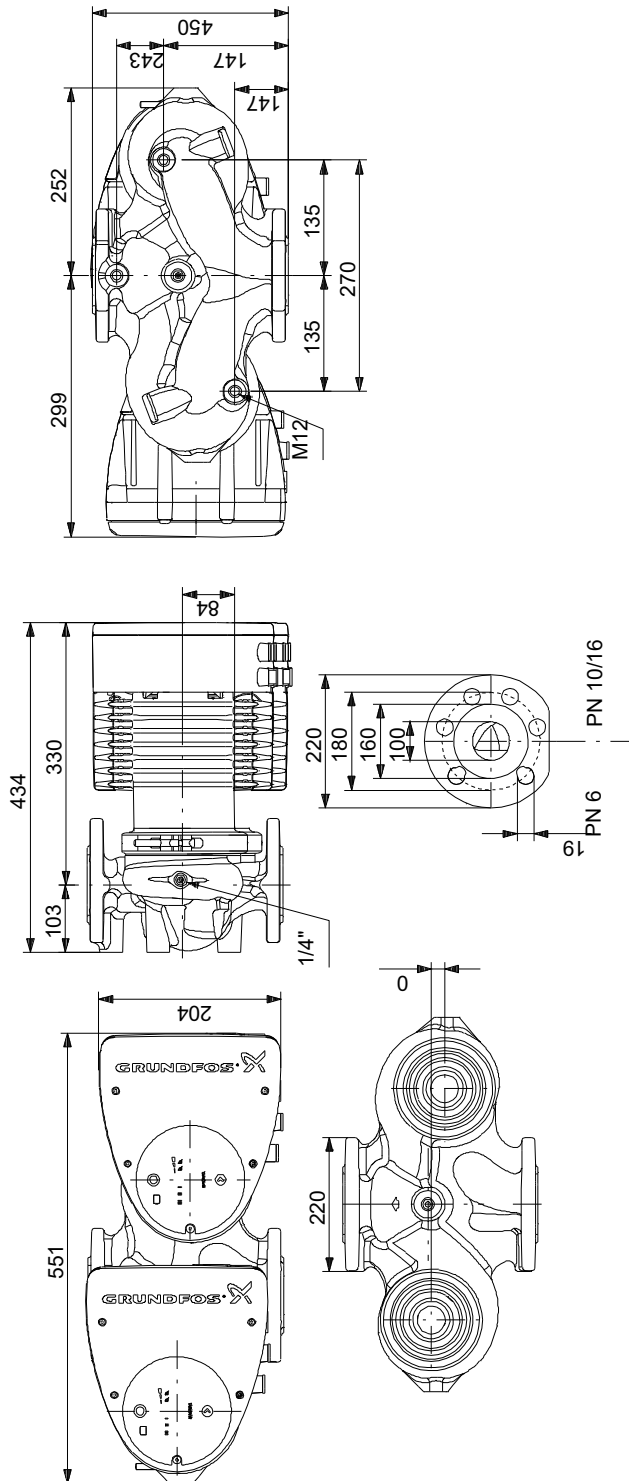
99221457 MAGNA1 D 100-120 F



Descrição	Valor
Inf. geral:	
Designação do produto:	MAGNA1 D 100-120 F
Código::	99221457
Número EAN::	5712608944291
Técnicos:	
Caudal efectivo calculado:	41190 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	81.73 kPa
Altura manométrica máxima:	120 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE
Modelo:	C
Materiais:	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
Instalação:	
Gama de temperatura ambiente:	0 .. 40 °C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Flange padrão:	DIN
Ligação à tubagem:	DN 100
Estágio da pressão:	PN 10
Distância entre flanges:	450 mm
Líquido:	
Líquido bombeado:	Água fria / água de arrefecimento
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Densidade:	999.9 kg/m³
Car. eléctricas:	
Pot. abs. - P1:	31.21 .. 1521 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.32 .. 6.71 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
Outros:	
Energia (EEI):	0.22
Peso líquido:	61.6 kg
Peso bruto:	71.5 kg
Volume de expedição:	0.207 m³
País de origem:	DE
Nº taxa aduaneira:	84137030



99221457 MAGNA1 D 100-120 F



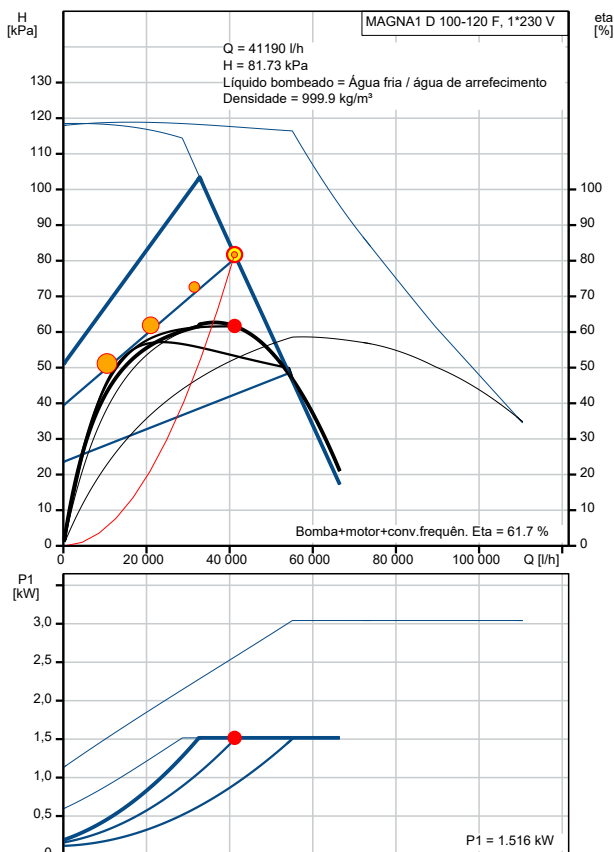
Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.


99221457 MAGNA1 D 100-120 F

Entrada				
Geral				
Aplicação	Ar condicionado			
Área aplicação	Edifícios comerciais			
Tipo de instalação	Sistema secundário			
Instalação	Sistema secundário			
Caudal (Q)	42000 l/h			
Altura manométrica (H)	82.53 kPa			
Conectividade BMS	Sim			
Preferir entrega rápida	Não			
Os seus requisitos				
Líquido bombeado	Água fria / água de arrefecimento			
Temperatura mín. do líquido	6 °C			
Temperatura máx. do líquido	40 °C			
Pressão máx. de operação	10 bar			
Subdimensionamento de caudal permitido	10 %			
Pressão mín. de entrada	1.5 bar			
Modo de controlo				
Modo de controlo	Pressão prop.			
Redução a baixo caudal	50 %			
Bombas c/ conversor de frequência ext.	50 Hz e 60 Hz			
Classe de protecção				
Cabinete wanted	Não			
Controlo remoto por controlador externo	Não			
Editar perfil de carga				
Tempo de funcionamento anual	100 dias			
Perfil de carga	Perfil normal			
Configuração				
Seleccionar tipo de hidráulica	Bomba dupla			
Condições de funcionamento				
Frequência	50 Hz			
Fase	1 ou 3			
Limite de potência mín. para arranque SD	5.5 kW			
Tensão	1 x 230 ou 3 x 400 V			
Temperatura Ambiente	20 °C			
Custo cic. vida				
Pretende efectuar uma comparação?	Sem comparação			
Qual o nível de detalhe que pretende na análise do Custo do Ciclo de Vida?	Análise simples do CCV			
Configurações da lista de resultados				
Preço da energia	0.21 EUR/kWh			
Aumento do preço da energia	6 %			
Período de cálculo	15 anos			
CO2 emission intensity	0.325 kg/kWh			
Carregar perfil				
	1	2	3	4
Cdl.	98	75	50	25 %
Alt.	99	123	102	82 %
P1	1.516	1.447	0.876	0.456 kW
Tot. Eta	61.7	61.3	56.3	43.3 %
Tmpo	144	360	840	1056 h/a
Consumo de energia	218	521	736	482 kWh/Ano
Quantid.	1	1	1	1

Result.dimen.	
Tipo	MAGNA1 D 100-120 F
Quantid.	2
Cdl.	41190 l/h (-2%)
Alt.	81.73 kPa (-1%)
Pot. P1	1.516 kW
Bomba+mot. Eta	61.7 % =Bom. Eta * Mot. Eta
Tot. Eta	61.7 % =Eta relativa ao ponto funcion.
Consumo de energia	1957 kWh/Ano
Emissões CO2	636 kg/Ano
Preço	7.732,00 EUR
Custo Cic. Vida	17582 EUR /15Anos

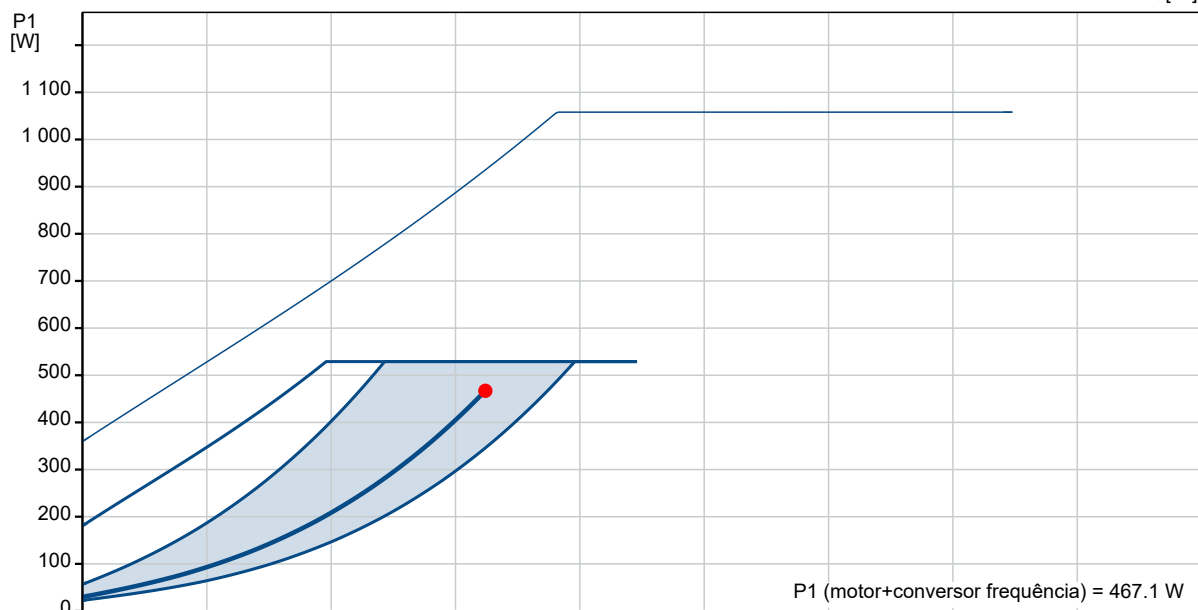
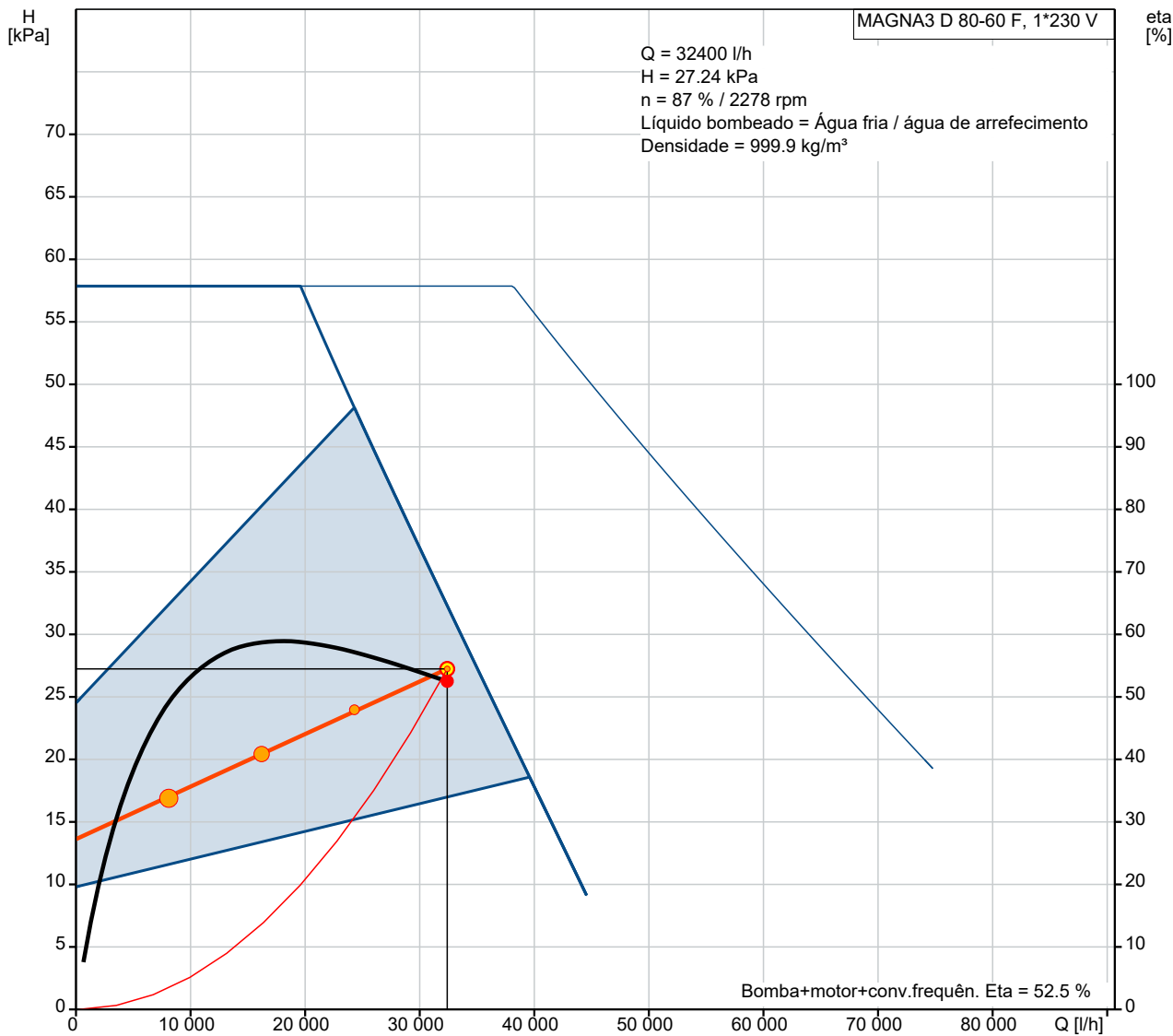
Atenção, o caudal é superior a 1.9 % abaixo ponto de func. req.



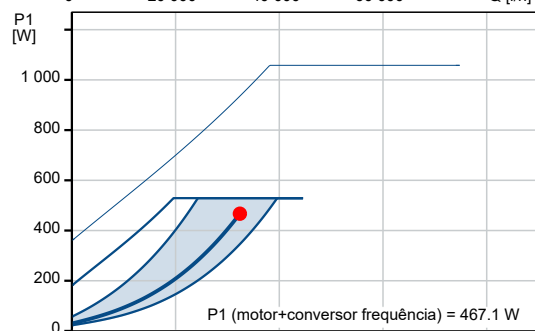
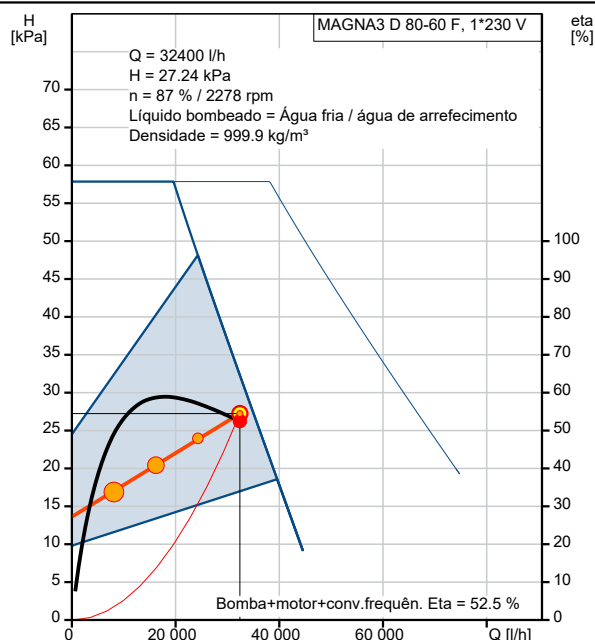
Quantid.	Descrição
1	<p>BC_AF: MAGNA3 D 80-60 F</p>  <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 97924512</p> <p>A bomba MAGNA3 é um circulador de rotor húmido, sendo a escolha ideal para qualquer projeto de construção. Com a sua eficiência, gama de funcionamento e capacidades de comunicação, a MAGNA3 é ideal para criar sistemas de aquecimento e refrigeração de alto rendimento.</p> <ul style="list-style-type: none">• Tela colorida com gráficos 3D• Índice EEI médio <0,19• Baixo nível de ruído• Entrada analógica configurável• Arranque/paragem por meio de entrada digital• Relés de estado e alarme configuráveis em NO ou NC• Vários protocolos de comunicação com placas CIM (opcional)• Função multibomba sem fios entre duas bombas iguais (bombas simples)• Função multibomba sem fios entre as duas cabeças da bomba dupla• Sensor integrado de temperatura e pressão diferencial.• Válida para aplicações de água quente sanitária (versões N - aço inoxidável)• Kit de isolamento integrado (bombas simples)• Grundfos Eye - fornece informações sobre o estado da bomba• Comunicação e relatórios via Grundfos GO <p>MAGNA3 é a escolha superior para uma ampla gama de aplicações de aquecimento e refrigeração, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aquecimento<ul style="list-style-type: none">- Bomba principal- Loops de mistura- Aquecimento por piso radiante• Refrigeração<ul style="list-style-type: none">- Superfícies de ar condicionado- Sistemas de bombeamento geotérmico- Aplicações pequenas de refrigeração <p>Para se adaptar a todas as aplicações do mercado, a bomba MAGNA3 possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none">• AutoAdapt, a bomba ajusta-se automaticamente às características atuais do sistema• FlowAdapt, que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento, reduzindo custos com componentes do sistema• Controlo de pressão proporcional• Controlo de pressão constante• Controlo de temperatura constante• Controlo de curva constante• FlowLimit• Monitorização de energia térmica (requer um sensor de temperatura adicional)• Controlo de temperatura diferencial (requer um sensor de temperatura adicional)• Modo noturno <p>Líquido: Líquido bombeado: Água fria / água de arrefecimento Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C Densidade: 999.9 kg/m³</p>

Quantid.	Descrição
	<p>Técnicos:</p> <p>Caudal efectivo calculado: 32400 l/h</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 27.24 kPa</p> <p>Classe TF: 110</p> <p>Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p>Materiais:</p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido EN-GJL-250 ASTM A48-250B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p>Instalação:</p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 10 bar</p> <p>Flange padrão: DIN</p> <p>Ligação à tubagem: DN 80</p> <p>Estágio da pressão: PN 10</p> <p>Distância entre flanges: 360 mm</p> <p>Car. eléctricas:</p> <p>Pot. abs. - P1: 26 .. 529 W</p> <p>Frequência da rede: 50 / 60 Hz</p> <p>Tensão nominal: 1 x 230 V</p> <p>Consumo máximo de energia: 0.28 .. 2.4 A</p> <p>Classe de protecção (IEC 34-5): X4D</p> <p>Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p>Outros:</p> <p>Energia (EEI): 0.18</p> <p>Peso líquido: 47 kg</p> <p>Peso bruto: 54.6 kg</p> <p>Volume de expedição: 0.207 m³</p> <p>Suécia RSK nº: 5732561</p> <p>Noruega NRF nº: 9042808</p> <p>País de origem: DE</p> <p>Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

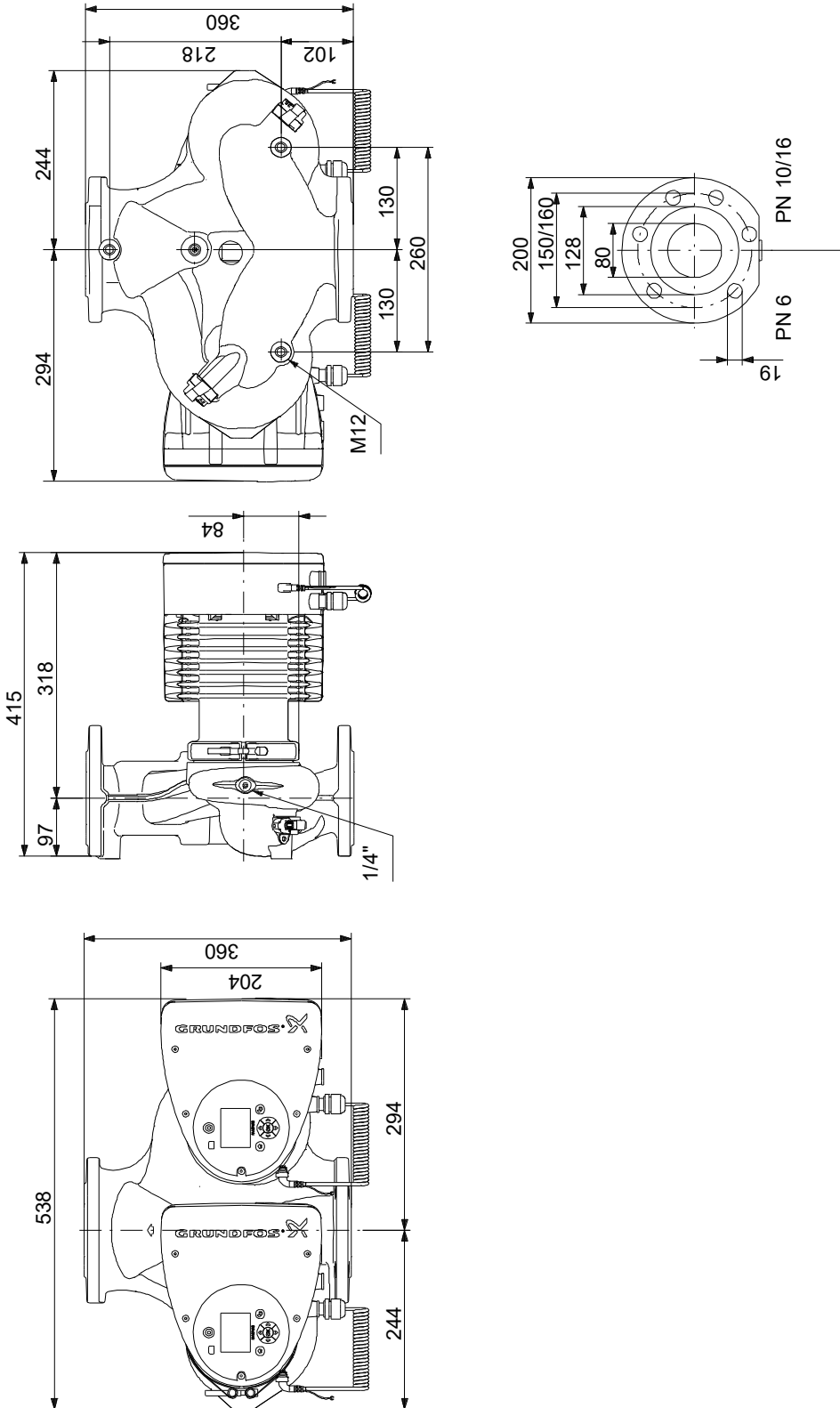
97924512 MAGNA3 D 80-60 F



Descrição	Valor
Inf. geral:	
Designação do produto:	MAGNA3 D 80-60 F
Código::	97924512
Número EAN::	5710626495900
Técnicos:	
Caudal efectivo calculado:	32400 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	27.24 kPa
Altura manométrica máxima:	60 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE
Modelo:	D
Materiais:	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
Instalação:	
Gama de temperatura ambiente:	0 .. 40 °C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Flange padrão:	DIN
Ligação à tubagem:	DN 80
Estágio da pressão:	PN 10
Distância entre flanges:	360 mm
Líquido:	
Líquido bombeado:	Água fria / água de arrefecimento
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Densidade:	999.9 kg/m³
Car. eléctricas:	
Pot. abs. - P1:	26 .. 529 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.28 .. 2.4 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
Outros:	
Energia (EEI):	0.18
Peso líquido:	47 kg
Peso bruto:	54.6 kg
Volume de expedição:	0.207 m³
Suécia RSK nº:	5732561
Noruega NRF nº:	9042808
País de origem:	DE
Nº taxa aduaneira:	84137030



97924512 MAGNA3 D 80-60 F



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

97924512 MAGNA3 D 80-60 F

Entrada

Geral

Aplicação	Ar condicionado
Área aplicação	Edifícios comerciais
Tipo de instalação	Sistema secundário
Instalação	Sistema secundário
Caudal (Q)	32400 l/h
Altura manométrica (H)	27.24 kPa
Conectividade BMS	Sim
Preferir entrega rápida	Não

Os seus requisitos

Líquido bombeado	Água fria / água de arrefecimento
Temperatura mín. do líquido	6 °C
Temperatura máx. do líquido	40 °C
Pressão máx. de operação	10 bar
Subdimensionamento de caudal permitido	10 %
Pressão mín. de entrada	1.5 bar

Modo de controlo

Modo de controlo	Pressão prop.
Redução a baixo caudal	50 %
Bombas c/ conversor de frequência ext.	50 Hz e 60 Hz
Classe de protecção	IP20
Cabinet wanted	Não
Controlo remoto por controlador externo	Não

Editar perfil de carga

Tempo de funcionamento anual	100 dias
Perfil de carga	Perfil normal

Configuração

Seleccionar tipo de hidráulica	Bomba dupla
--------------------------------	-------------

Condições de funcionamento

Frequência	50 Hz
Fase	1 ou 3
Limite de potência mín. para arranque SD	5.5 kW
Tensão	1 x 230 ou 3 x 400 V
Temperatura Ambiente	20 °C

Custo cic. vida

Pretende efectuar uma comparação?	Sem comparação
-----------------------------------	----------------

Qual o nível de detalhe que pretende na análise do Custo do Ciclo de Vida?	Análise simples do CCV
--	------------------------

Configurações da lista de resultados

Preço da energia	0.21 EUR/kWh
Aumento do preço da energia	6 %
Período de cálculo	15 anos
CO2 emission intensity	0.325 kg/kWh

Carregar perfil

	1	2	3	4	
Cdl.	100	75	50	25	%
Alt.	100	88	75	63	%
P1	0.467	0.281	0.157	0.078	kW
Tot. Eta	52.5	57.2	58.7	49.2	%
Tmpo	144	360	840	1056	h/a
Consumo de energia	67	101	131	82	kWh/Ano
Quantid.	1	1	1	1	

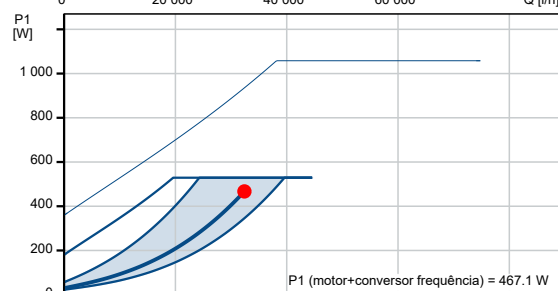
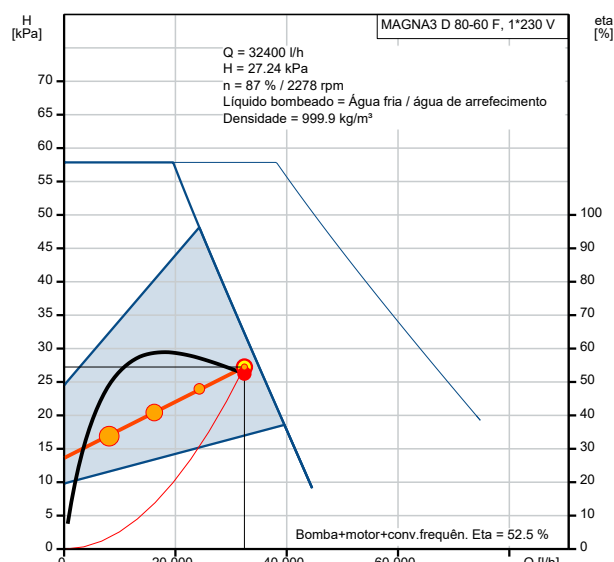
Result.dimen.


Tipo MAGNA3 D 80-60 F

Quantid. 2

Motor

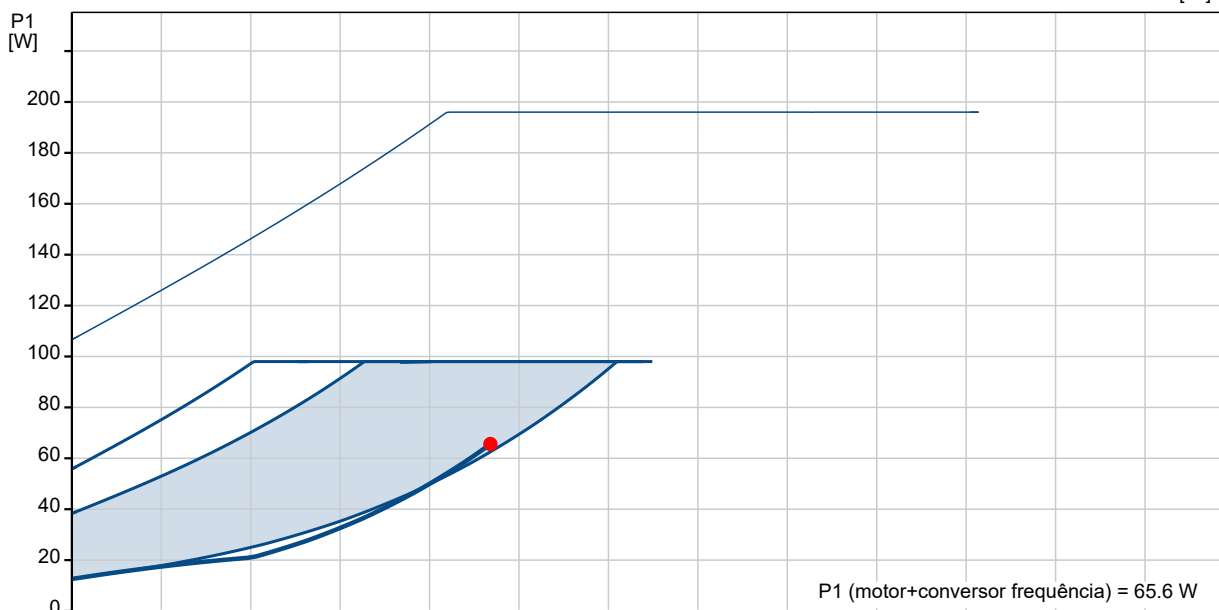
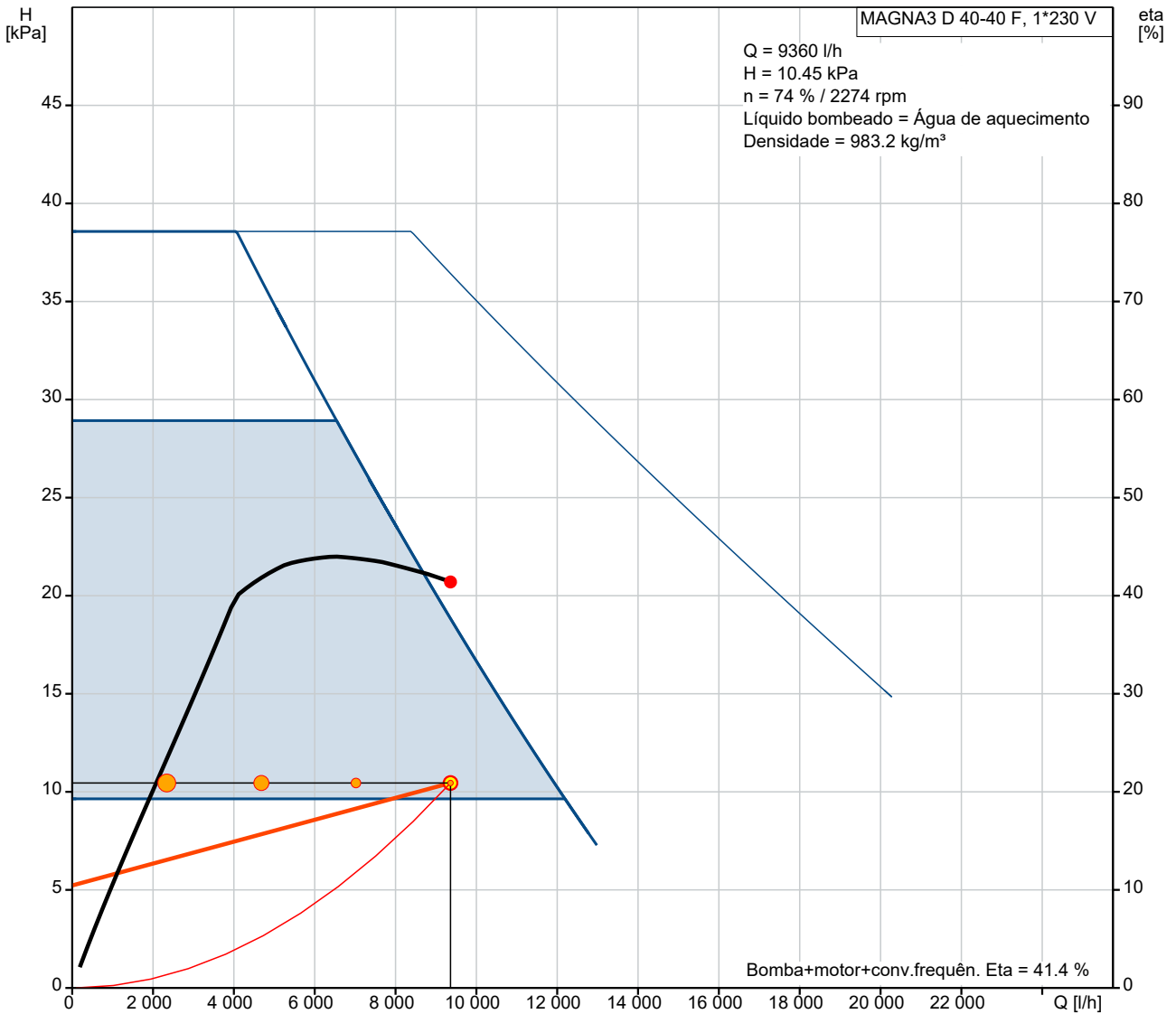
Cdl.	32400	l/h
Alt.	27.24	kPa
Pot. P1	0.467	kW
Bomba+mot. Eta	52.5	% =Bom. Eta * Mot. Eta
Tot. Eta	52.5	% =Eta relativa ao ponto funcion.
Consumo de energia	382	kWh/Ano
Emissões CO2	124	kg/Ano
Preço	5.789,00	EUR
Custo Cic. Vida	7713	EUR /15Anos



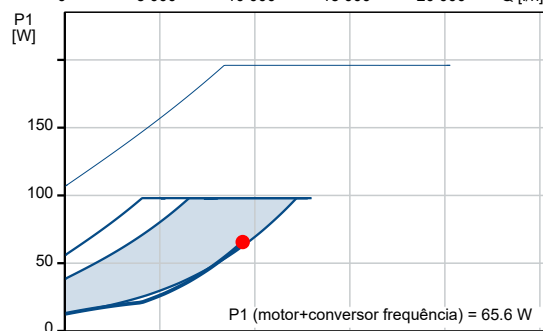
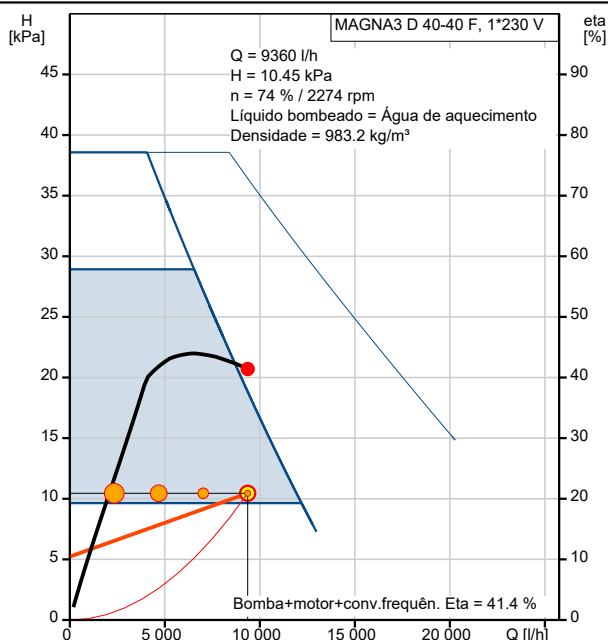
Quantid.	Descrição
1	<p>BC_AQ: MAGNA3 D 40-40 F</p>  <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 97924461</p> <p>A bomba MAGNA3 é um circulador de rotor húmido, sendo a escolha ideal para qualquer projeto de construção. Com a sua eficiência, gama de funcionamento e capacidades de comunicação, a MAGNA3 é ideal para criar sistemas de aquecimento e refrigeração de alto rendimento.</p> <ul style="list-style-type: none">• Tela colorida com gráficos 3D• Índice EEI médio <0,19• Baixo nível de ruído• Entrada analógica configurável• Arranque/paragem por meio de entrada digital• Relés de estado e alarme configuráveis em NO ou NC• Vários protocolos de comunicação com placas CIM (opcional)• Função multibomba sem fios entre duas bombas iguais (bombas simples)• Função multibomba sem fios entre as duas cabeças da bomba dupla• Sensor integrado de temperatura e pressão diferencial.• Válida para aplicações de água quente sanitária (versões N - aço inoxidável)• Kit de isolamento integrado (bombas simples)• Grundfos Eye - fornece informações sobre o estado da bomba• Comunicação e relatórios via Grundfos GO <p>MAGNA3 é a escolha superior para uma ampla gama de aplicações de aquecimento e refrigeração, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aquecimento<ul style="list-style-type: none">- Bomba principal- Loops de mistura- Aquecimento por piso radiante• Refrigeração<ul style="list-style-type: none">- Superfícies de ar condicionado- Sistemas de bombeamento geotérmico- Aplicações pequenas de refrigeração <p>Para se adaptar a todas as aplicações do mercado, a bomba MAGNA3 possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none">• AutoAdapt, a bomba ajusta-se automaticamente às características atuais do sistema• FlowAdapt, que reduz a necessidade de válvulas de estrangulamento, reduzindo custos com componentes do sistema• Controlo de pressão proporcional• Controlo de pressão constante• Controlo de temperatura constante• Controlo de curva constante• FlowLimit• Monitorização de energia térmica (requer um sensor de temperatura adicional)• Controlo de temperatura diferencial (requer um sensor de temperatura adicional)• Modo noturno <p>Líquido: Líquido bombeado: Água de aquecimento Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C Densidade: 983.2 kg/m³</p>

Quantid.	Descrição
	<p>Técnicos:</p> <p>Caudal efectivo calculado: 9360 l/h</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 10.46 kPa</p> <p>Classe TF: 110</p> <p>Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p>Materiais:</p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido EN-GJL-250 ASTM A48-250B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p> <p>Instalação:</p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 10 bar</p> <p>Flange padrão: DIN</p> <p>Ligação à tubagem: DN 40</p> <p>Estágio da pressão: PN 6/10</p> <p>Distância entre flanges: 220 mm</p> <p>Car. eléctricas:</p> <p>Pot. abs. - P1: 12 .. 98 W</p> <p>Frequência da rede: 50 / 60 Hz</p> <p>Tensão nominal: 1 x 230 V</p> <p>Consumo máximo de energia: 0.11 .. 0.87 A</p> <p>Classe de protecção (IEC 34-5): X4D</p> <p>Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p>Outros:</p> <p>Energia (EEI): 0.19</p> <p>Peso líquido: 19.5 kg</p> <p>Peso bruto: 21.2 kg</p> <p>Volume de expedição: 0.055 m³</p> <p>Noruega NRF nº: 9042351</p> <p>País de origem: DE</p> <p>Nº taxa aduaneira: 84137030</p>

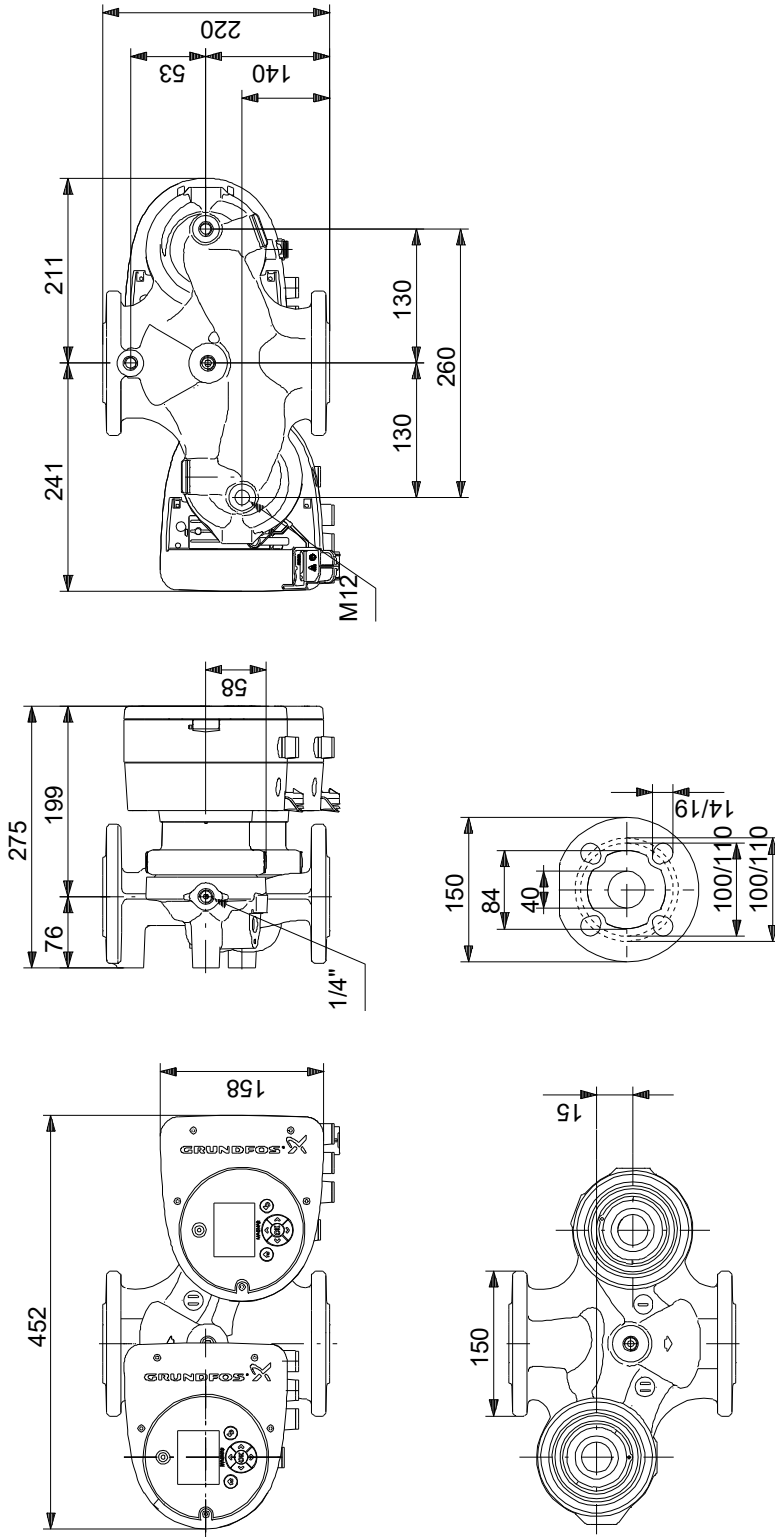
97924461 MAGNA3 D 40-40 F



Descrição	Valor
Inf. geral:	
Designação do produto:	MAGNA3 D 40-40 F
Código::	97924461
Número EAN::	5710626495399
Técnicos:	
Caudal efectivo calculado:	9360 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	10.46 kPa
Altura manométrica máxima:	40 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE
Modelo:	D
Materiais:	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
Instalação:	
Gama de temperatura ambiente:	0 .. 40 °C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Flange padrão:	DIN
Ligação à tubagem:	DN 40
Estágio da pressão:	PN 6/10
Distância entre flanges:	220 mm
Líquido:	
Líquido bombeado:	Água de aquecimento
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Densidade:	983.2 kg/m ³
Car. eléctricas:	
Pot. abs. - P1:	12 .. 98 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.11 .. 0.87 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
Outros:	
Energia (EEI):	0.19
Peso líquido:	19.5 kg
Peso bruto:	21.2 kg
Volume de expedição:	0.055 m ³
Noruega NRF nº:	9042351
País de origem:	DE
Nº taxa aduaneira:	84137030



97924461 MAGNA3 D 40-40 F

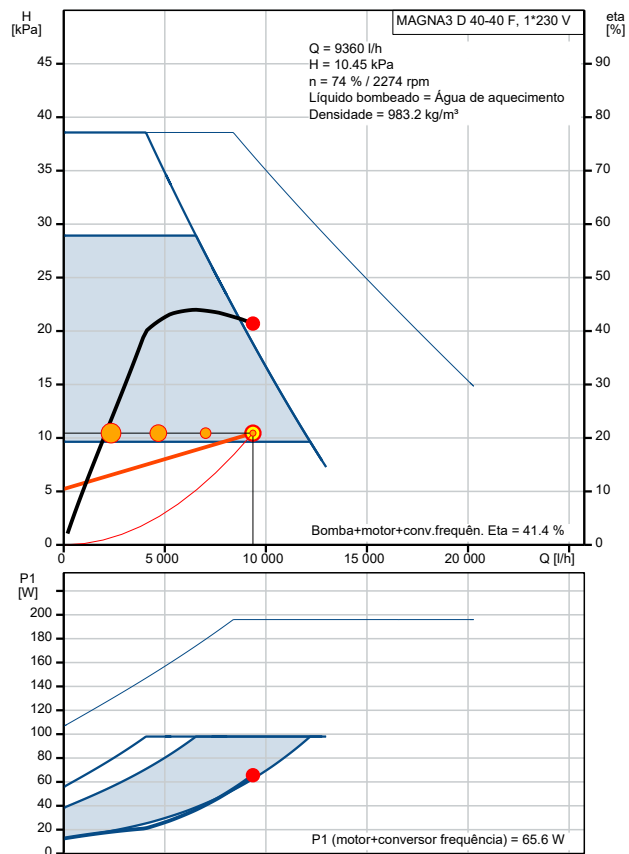



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

97924461 MAGNA3 D 40-40 F

Entrada				
Geral				
Aplicação	Aquecimento			
Área aplicação	Edifícios comerciais			
Tipo de instalação	Distribuição			
Instalação	Circulador principal			
Caudal (Q)	9360 l/h			
Altura manométrica (H)	10.46 kPa			
Conectividade BMS	Sim			
Preferir entrega rápida	Não			
Os seus requisitos				
Líquido bombeado	Água de aquecimento			
Temperatura mín. do líquido	20 °C			
Temperatura máx. do líquido	60 °C			
Temperatura do líquido durante o funcionamento	60 °C			
Pressão máx. de operação	10 bar			
Pressão mín. de entrada	1.5 bar			
Subdimensionamento de caudal permitido	10 %			
Modo de controlo				
Modo de controlo	Pressão prop.			
Redução a baixo caudal	50 %			
Bombas c/ conversor de frequência ext.	50 Hz e 60 Hz			
Classe de protecção	IP20			
Cabinet wanted	Não			
Controlo remoto por controlador externo	Não			
Editar perfil de carga				
Estação de aquecimento	285 dias			
Perfil de carga	Perfil normal			
Configuração				
Selecionar tipo de hidráulica	Bomba dupla			
Design da bomba				
Material da bomba	Ferro fundido ou aço inoxidável			
Condições de funcionamento				
Frequência	50 Hz			
Fase	1 ou 3			
Limite de potência mín. para arranque SD	5.5 kW			
Tensão	1 x 230 ou 3 x 400 V			
Temperatura Ambiente	20 °C			
Custo cic. vida				
Pretende efectuar uma comparação?	Sem comparação			
Qual o nível de detalhe que pretende na análise do Custo do Ciclo de Vida?	Análise simples do CCV			
Configurações da lista de resultados				
Preço da energia	0.21 EUR/kWh			
Aumento do preço da energia	6 %			
Período de cálculo	15 anos			
CO2 emission intensity	0.325 kg/kWh			
Carregar perfil				
	1	2	3	4
Cdl.	100	75	50	25 %
Alt.	100	100	100	100 %
P1	0.066	0.044	0.03	0.02 kW
Tot. Eta	41.4	45.8	45.5	33.7 %
Tmpo	410	1026	2394	3010 h/a
Consumo de energia	27	46	72	61 kWh/Ano
Quantid.	1	1	1	1

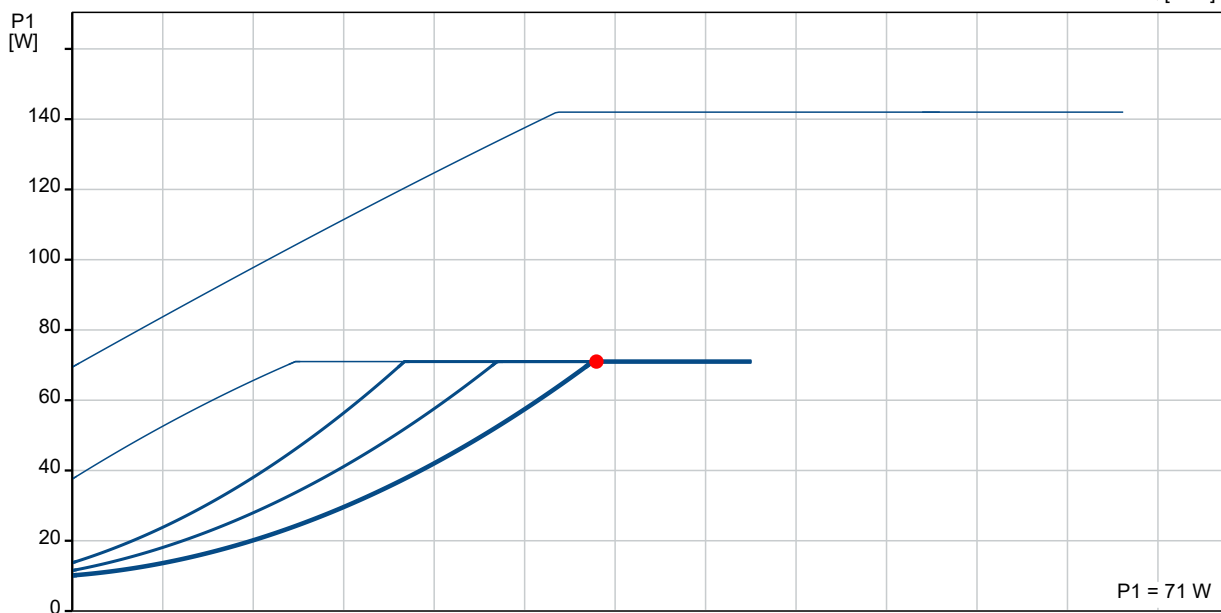
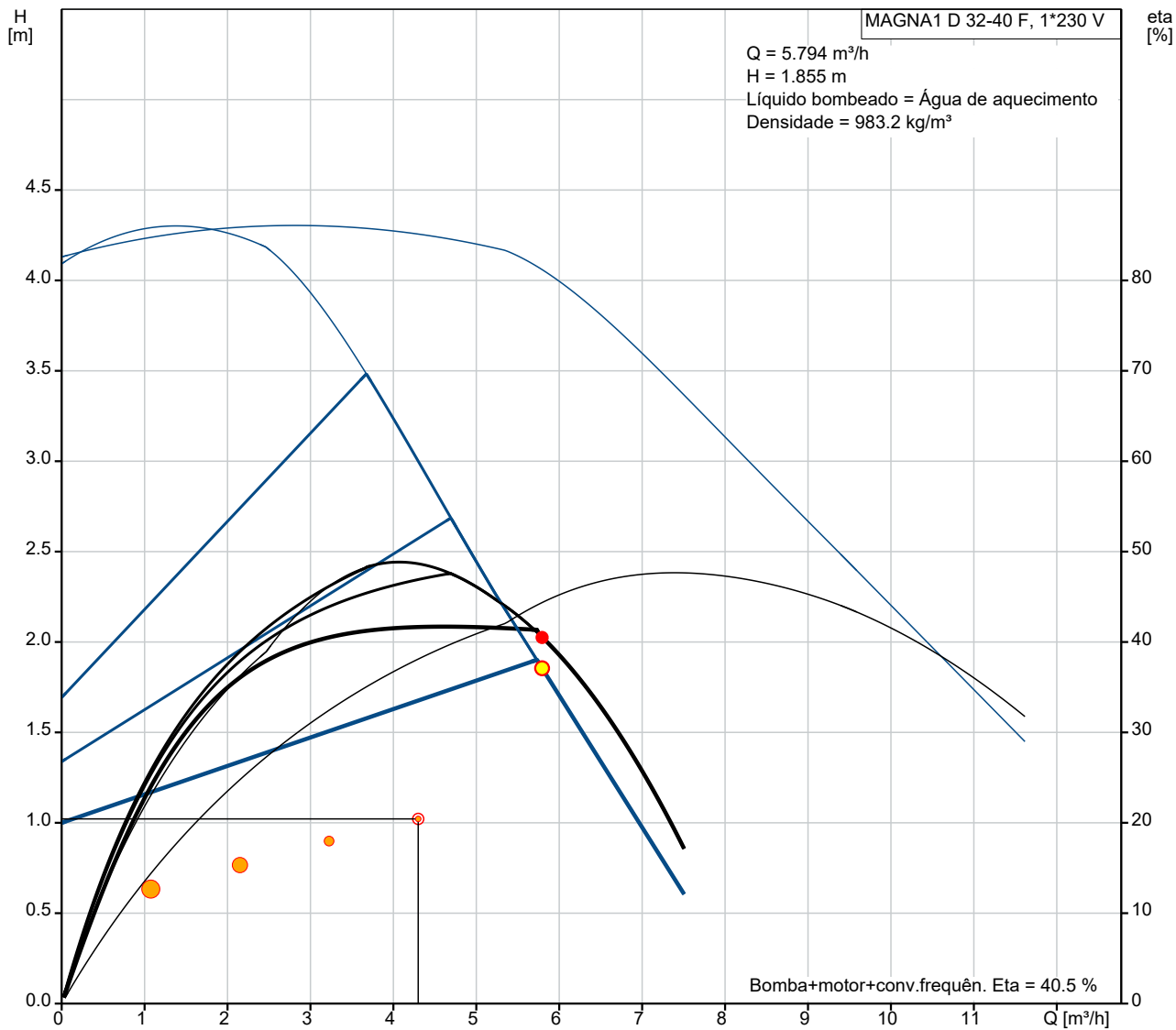
Result.dimen.	
Tipo	MAGNA3 D 40-40 F
Quantid.	2
Motor	
Cdl.	9360 l/h
Alt.	10.46 kPa
Pre. mín. entrada	0.2 bar (60 °C, contra a atmosfera)
Pot. P1	0.066 kW
Bomba+mot. Eta	41.4 % = Bom. Eta * Mot. Eta
Tot. Eta	41.4 % = Eta relativa ao ponto funcion.
Consumo de energia	205 kWh/Ano
Emissões CO2	67 kg/Ano
Preço	2.214,00 EUR
Custo Cic. Vida	3245 EUR /15Anos



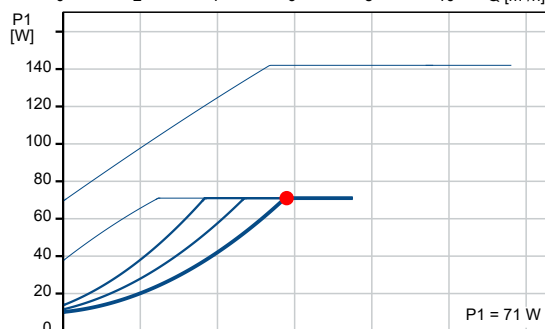
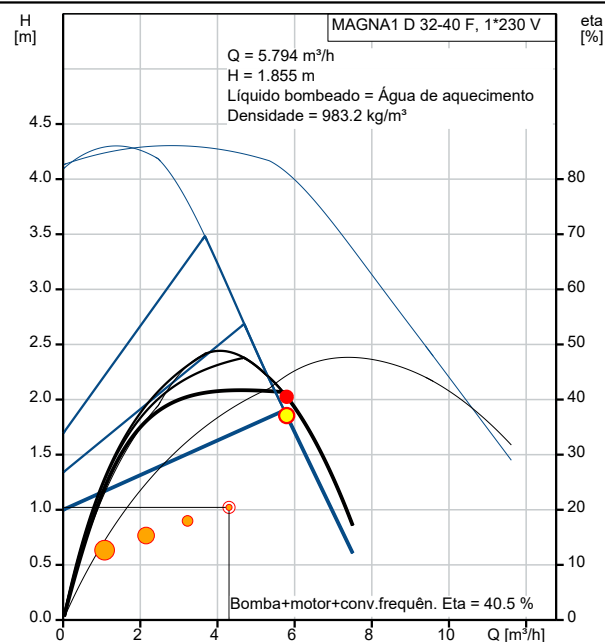
Quantid.	Descrição
1	<p>BC_AQS: MAGNA1 D 32-40 F</p>  <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 99221267</p> <p>A bomba MAGNA1 é um circulador de rotor húmido, sendo a escolha perfeita para substituir circuladores antigos e, graças ao seu cumprimento com o regulamento EuP 2015, conseguem-se alcançar significativas poupanças energéticas.</p> <p>É a solução ideal para as necessidades básicas de desempenho em aplicações onde um sistema básico de monitorização e controlo são necessários.</p> <p>As principais características da bomba MAGNA1 são:</p> <ul style="list-style-type: none">• Design compacto e fácil instalação• Índice EEI médio <0,23• Baixo nível de ruído• Rotor de íman permanente• Arranque/paragem por meio de entrada digital• Relés de estado e alarme configuráveis em NO ou NC• Kit de isolamento integrado (bombas simples)• Função multibomba sem fios básica entre as duas cabeças (bombas duplas)• Válida para aplicações de água quente sanitária (versões N - aço inoxidável)• Grundfos Eye - fornece informações sobre o estado da bomba <p>MAGNA1 é a melhor escolha para a maioria das aplicações, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aquecimento<ul style="list-style-type: none">- Bomba principal- Loops de mistura- Superfícies de aquecimento• Refrigeração<ul style="list-style-type: none">- Superfícies de ar condicionado- Sistemas de bombeamento geotérmico- Aplicações pequenas de refrigeração <p>Para se adaptar a todas as aplicações do mercado, a bomba MAGNA1 possui as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none">• Controlo de pressão proporcional (PP1, PP2 ou PP3)• Controlo de pressão constante (CP1, CP2 ou CP3)• Controlo de curva constante (I, II ou III) <p>Líquido:</p> <p>Líquido bombeado: Água de aquecimento</p> <p>Gama de temperatura do líquido: -10 .. 110 °C</p> <p>Densidade: 983.2 kg/m³</p> <p>Técnicos:</p> <p>Caudal efectivo calculado: 5.794 m³/h</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 1.855 m</p> <p>Classe TF: 110</p> <p>Homologações na chapa de características: CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE</p> <p>Materiais:</p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido EN-GJL-250 ASTM A48-250B</p> <p>Impulsor: PES 30% FIBRA DE VIDRO</p>

Quantid.	Descrição
	<p>Instalação:</p> <p>Gama de temperatura ambiente: 0 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 10 bar</p> <p>Flange padrão: DIN</p> <p>Ligação à tubagem: DN 32</p> <p>Estágio da pressão: PN 6/10</p> <p>Distância entre flanges: 220 mm</p> <p>Car. eléctricas:</p> <p>Pot. abs. - P1: 9 .. 73 W</p> <p>Frequência da rede: 50 / 60 Hz</p> <p>Tensão nominal: 1 x 230 V</p> <p>Consumo máximo de energia: 0.09 .. 0.59 A</p> <p>Classe de protecção (IEC 34-5): X4D</p> <p>Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p>Outros:</p> <p>Energia (EEI): 0.23</p> <p>Peso líquido: 14.6 kg</p> <p>Peso bruto: 16.2 kg</p> <p>Volume de expedição: 0.046 m³</p>

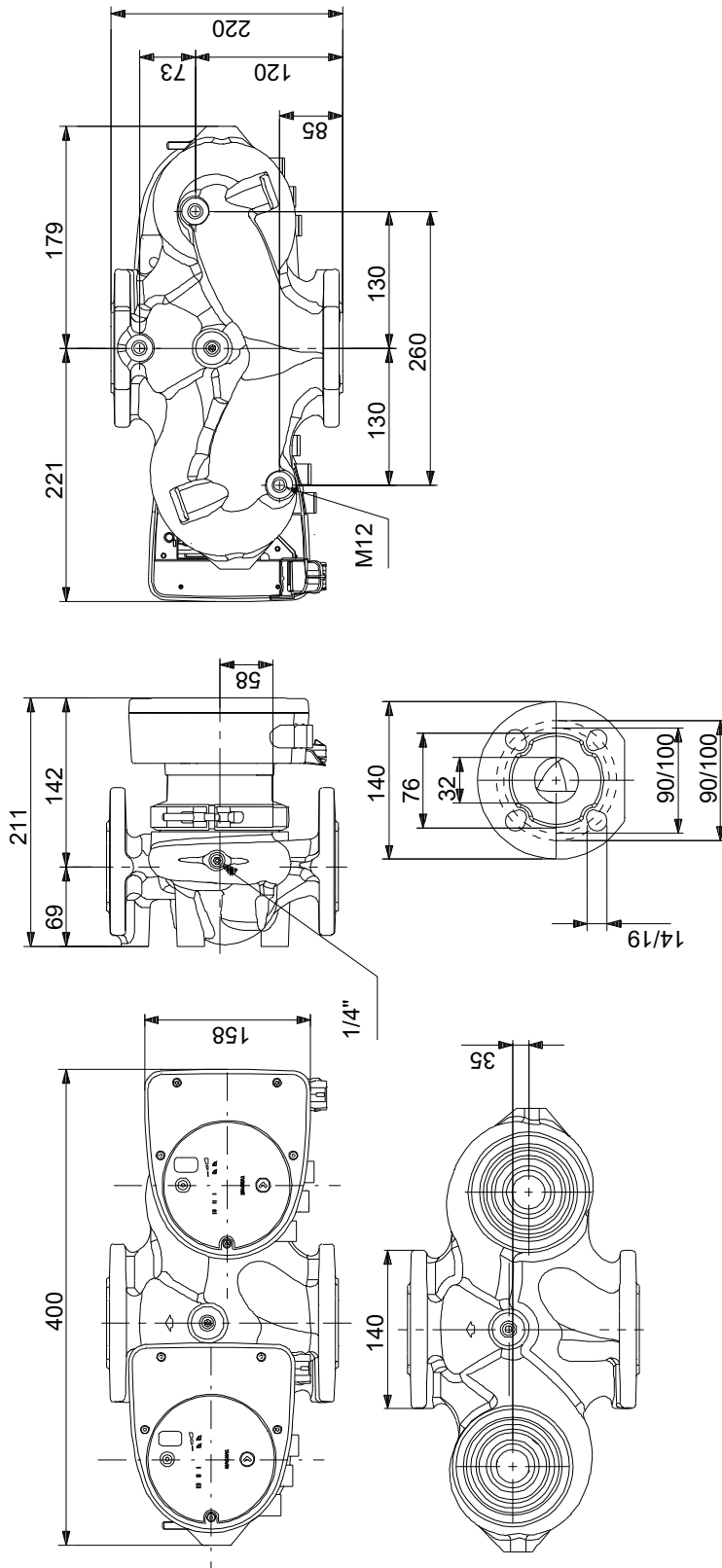
99221267 MAGNA1 D 32-40 F



Descrição	Valor
Inf. geral:	
Designação do produto:	MAGNA1 D 32-40 F
Código::	99221267
Número EAN::	5712608942402
Técnicos:	
Caudal efectivo calculado:	5.794 m ³ /h
Altura manométrica resultante da bomba:	1.855 m
Altura manométrica máxima:	40 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE,VDE,EAC,CN ROHS,WEEE
Modelo:	C
Materiais:	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
Instalação:	
Gama de temperatura ambiente:	0 .. 40 °C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Flange padrão:	DIN
Ligação à tubagem:	DN 32
Estágio da pressão:	PN 6/10
Distância entre flanges:	220 mm
Líquido:	
Líquido bombeado:	Água de aquecimento
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Densidade:	983.2 kg/m ³
Car. eléctricas:	
Pot. abs. - P1:	9 .. 73 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.09 .. 0.59 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
Outros:	
Energia (EEI):	0.23
Peso líquido:	14.6 kg
Peso bruto:	16.2 kg
Volume de expedição:	0.046 m ³



99221267 MAGNA1 D 32-40 F



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

99221267 MAGNA1 D 32-40 F

Entrada

Geral

Aplicação	Aquecimento
Área aplicação	Edifícios comerciais
Tipo de instalação	Distribuição
Instalação	Circulador principal
Caudal (Q)	4.3 m³/h
Altura manométrica (H)	1.022 m
Conectividade BMS	Sim
Preferir entrega rápida	Não

Os seus requisitos

Líquido bombeado	Água de aquecimento
Temperatura mín. do líquido	20 °C
Temperatura máx. do líquido	60 °C
Temperatura do líquido durante o funcionamento	60 °C
Pressão máx. de operação	10 bar
Pressão mín. de entrada	1.5 bar
Subdimensionamento de caudal permitido	10 %

Modo de controlo

Modo de controlo	Pressão prop.
Redução a baixo caudal	50 %
Bombas c/ conversor de frequência ext.	50 Hz e 60 Hz
Classe de protecção	IP20
Cabinet wanted	Não
Controlo remoto por controlador externo	Não

Editar perfil de carga

Estação de aquecimento	285 dias
Perfil de carga	Perfil normal

Configuração

Selecionar tipo de hidráulica	Bomba dupla
-------------------------------	-------------

Design da bomba

Material da bomba	Ferro fundido ou aço inoxidável
-------------------	---------------------------------

Condições de funcionamento

Frequência	50 Hz
Fase	1 ou 3
Limite de potência mín. para arranque SD	5.5 kW

Tensão	1 x 230 ou 3 x 400 V
Temperatura Ambiente	20 °C

Custo cic. vida

Pretende efectuar uma comparação?	Sem comparação
-----------------------------------	----------------

Qual o nível de detalhe que pretende na análise do Custo do Ciclo de Vida?	Análise simples do CCV
--	------------------------

Configurações da lista de resultados

Preço da energia	0.15 EUR/kWh
Aumento do preço da energia	6 %
Período de cálculo	15 anos
CO2 emission intensity	0.57 kg/kWh

Carregar perfil

	1	2	3	4	
Cdl.	100	75	50	25	%
Alt.	164	148	131	114	%
P1	0.046	0.032	0.021	0.014	kW
Tot. Eta	41.7	40.5	36.1	24.0	%
Tmpo	410	1026	2394	3010	h/a
Consumo de energia	19	33	51	42	kWh/Ano
Quantid.	1	1	1	1	

Result.dimen.

Tipo MAGNA1 D 32-40 F

Quantid. 2

Cdl.	5.794	m³/h (+35%)
Alt.	1.855	m (+82%)
Pre. mín. entrada	0.2	bar (60 °C, contra a atmosfera)
Pot. P1	0.071	kW
Bomba+mot. Eta	40.5	% =Bom. Eta * Mot. Eta
Tot. Eta	40.5	% =Eta relativa ao ponto funcion.
Consumo de energia	145	kWh/Ano
Emissões CO2	83	kg/Ano
Preço	A pedido	
Custo Cic. Vida	2297	EUR /15Anos

