



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**



## **Sistema de AVAC para um Oceanário com Aproveitamento da Água do Mar**

**NÁDIA SERRA VENTURA**

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

Orientadores:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais:

Especialista João Antero Nascimento dos Santos Cardoso  
Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

**Dezembro de 2020**



## **AGRADECIMENTOS**

Embora um trabalho final de mestrado seja um trabalho de carácter individual, existiram durante a sua realização inúmeros contributos e importantes incentivos que não poderia deixar de realçar os meus mais sinceros agradecimentos. Por isso, deixo aqui os meus agradecimentos à minha orientadora, Professora Cláudia Casaca, por toda a disponibilidade, apoio e orientação prestadas durante a realização do presente trabalho, aos meus chefes e colegas de trabalho pelo apoio e disponibilidade fundamental para conseguir concluir este objetivo, aos meus pais e irmão que sempre me apoiaram nesta minha caminhada e a todos os meus colegas e amigos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Não posso deixar de agradecer ao Eng.º Fernando Lourenço e António Lourenço da empresa Ar Gelo e à Eng.ª Elsa Pinhal e Eng.º José Amaral da empresa Mollier pela enorme ajuda, disponibilidade e apoio que me deram para conseguir atingir os objetivos pretendidos com este trabalho.

Por fim, ao meu núcleo duro, o meu marido e o meu filho, que nasceu durante o desenvolvimento do trabalho, por toda a compreensão, apoio incondicional, motivação e paciência, por nem sempre ter podido estar lá para eles, mas eles sempre estiveram lá para mim. Estamos juntos!



## RESUMO

Este trabalho aborda a temática do aproveitamento da água do mar nos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado. Esta utilização é pouco usual no nosso país e nesse sentido pretende-se com este trabalho apresentar um estudo comparativo utilizando uma solução tradicional com água corrente no sistema de produção, com uma solução com aproveitamento a água do mar. Esta comparação será aplicada num edifício com localização perto do mar, mais propriamente a um Oceanário, com localização prevista no porto do Funchal.

De forma a chegar à solução proposta de climatização foi necessário determinar as cargas térmicas do edifício e efetuar o seu dimensionamento. Posteriormente foi realizada a escolha de equipamentos e materiais adequados tendo em conta a utilização de água do mar para o sistema de climatização, bem como para a solução tradicional com água corrente. A seleção dos equipamentos foi sempre realizada com o intuito de reduzir os consumos energéticos e de exploração para ambas as soluções. A comparação entre os dois sistemas de climatização é efetuada com os mesmos pressupostos.

As ferramentas utilizadas durante a realização deste trabalho foram o Autocad, o *software* de simulação térmica Hourly Analys Program (HAP) da Carrier e *softwares* de seleção de alguns equipamentos que foram aplicados nas soluções. Os sistemas de produção que foram alvo de estudo e comparação, foram os *chillers* com condensação a água do mar e *chillers* com condensação a ar, para a solução tradicional. A potência de arrefecimento obtida para a instalação foi 390 kW e 47 kW para o aquecimento. A solução com aproveitamento de água do mar requer um investimento inicial em equipamentos de 179.039,60 Euros (sem IVA), enquanto que a solução tradicional custa 142.346,47 Euros (sem IVA). No entanto, a estes valores acrescenta-se o custo com a infraestrutura para a captação de água do mar de 900.000 Euros (que são diluídos ao longo do tempo) e na solução tradicional o custo anual com a aquisição de sal (para os tanques) de 130.000 Euros. Constatou-se, através de uma análise económico-financeira, que o sistema de produção através de *chillers* com condensação a água do mar apresenta maior vantagem em termos de investimento, eficiência, rentabilidade, manutenção, e com menor impacto ambiental, uma vez que apresenta um custo anual inferior em 16,3% face ao da solução tradicional e porque em 8 anos o investimento fica pago.

Palavras-chave: AVAC, sistema de produção, simulação térmica, água do mar



## **ABSTRACT**

This paper addresses the usage of sea water in Heating, Ventilation and Air Conditioning systems. This usage is not usual in our Country, reason why in this paper it is intended to elaborate a comparative study between using the traditional solution (with current water) in the production system, and a solution of using sea water. This comparison is done using a building located near the sea, more specifically an Oceanarium located in the port of Funchal.

In order to achieve the proposed air conditioning solution, it was necessary to determine the thermal loads of the building and to calculate its sizing. Subsequently, the choice of suitable equipment and materials was made, taking into account the usage of sea water for the air conditioning system, as well as for the traditional solution the usage of current water. The selection of equipment was always carried out in order to reduce energy and exploration consumption for both solutions. The comparison between the two air conditioning systems was made considering the same assumptions.

The tools used during the elaboration of this paper were Autocad, Carrier's Hourly Analyzes Program (HAP) thermal simulation software, as well as a software for selecting some of the equipment that was applied to the solutions.

The production systems object of this study and under comparison were the chillers with condensation through sea water, and chillers with condensation through for the traditional solution. The cooling power required for the installation is of 390 kW and for the heating is of 47 kW. The solution using sea water requires an initial investment in equipment of 179,039.60 Euros (without IVA), while the traditional solution costs 142,346.47 Euros (without IVA). However, to the previous amounts must be added the cost of infrastructure for the capture of sea water, equivalent to 900,000 Euros (which are diluted over time), and for the traditional solution the annual cost of acquiring salt (for tanks), equivalent to 130,000 Euros. It was concluded, through the economic-financial analysis performed, that the production system through chillers with sea water condensation, which presents the greatest advantage in terms of investment, efficiency, profitability, maintenance, and with less environmental impact, once it has a 16.3% lower annual cost than the traditional solution and because in 8 years the investment is paid.

**Key Words:** HAVAC, production system, thermal simulation, sea water.



## LISTA DE ACRÓNIMOS

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers  
– Associação Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e de Ar Condicionado

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

COP – Coefficient of Performance (Coeficiente de desempenho)

EER – Energy Efficiency Ratio (Rácio de eficiência energética)

GD – Graus Dia

HAP – Hourly Analys Program

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

PEAD – Polietileno de alta densidade

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifício de Comércio e Serviços

SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio (Rácio de Eficiência Energética Sazonal)

SCOP – Seasonal Coefficient of Performance (Coeficiente de Performance Sazonal)

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

VRF – Fluxo variável de fluido frigorigéneo

VAC – Volume de ar constante

VAV – Volume de ar variável



## **SÍMBOLOGIA**

U<sub>f</sub> – Coeficiente global de transmissão térmica da caixilharia [W/m<sup>2</sup>.K]

U<sub>g</sub> – Coeficiente global de transmissão térmica do vidro [W/m<sup>2</sup>.K]

U<sub>w</sub> – Coeficiente global de transmissão térmica do vão envidraçado (vidro + caixilharia)  
[W/m<sup>2</sup>.K]



# ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>SÍMBOLOGIA</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xxi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. <i>Enquadramento do Tema</i> .....	1
1.2. <i>Motivação e Objetivos</i> .....	3
1.3. <i>Estrutura do trabalho</i> .....	3
<b>2. INSTALAÇÕES TÉCNICAS DE AVAC</b> .....	<b>5</b>
2.1. <i>Classificação dos sistemas de AVAC</i> .....	7
2.2. <i>Eficiência dos equipamentos de AVAC</i> .....	15
2.3. <i>Sistemas de expansão indireta (sistemas a água)</i> .....	16
2.3.1. Chillers .....	17
2.3.1.1. Descrição .....	17
2.3.1.2. Tipos e classificações .....	17
2.3.1.3. Funcionamento.....	20
2.3.2. Bombas de calor .....	22
2.3.2.1. Descrição .....	22
2.3.2.2. Tipos e classificações .....	23
2.3.2.3. Funcionamento.....	23
2.3.3. Caldeiras.....	26
2.3.3.1. Descrição .....	26
2.3.3.2. Tipos e classificações .....	26
2.3.3.3. Funcionamento.....	27

2.4.	<i>Sistemas de expansão direta</i> .....	28
2.4.1.	Descrição.....	28
2.4.2.	Tipos e classificações.....	28
2.4.3.	Funcionamento .....	30
2.5.	<i>Condensação a água ou a ar</i> .....	31
<b>3.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO</b> .....	<b>37</b>
3.1.	<i>Descrição do edifício</i> .....	37
3.2.	<i>Cálculo das cargas térmicas</i> .....	39
3.3.	<i>Definição das condições de projeto</i> .....	41
3.3.1.	Condições geográficas .....	41
3.3.2.	Condições exteriores de projeto no Verão e Inverno e outros parâmetros de projeto .....	43
3.3.3.	Definição do mês de projeto e cálculo da temperatura e humidade relativa... .....	44
3.3.4.	Definição dos ajustes mensais da radiação solar.....	45
3.4.	<i>Definição das envolventes</i> .....	46
3.4.1.	Paredes exteriores .....	48
3.4.2.	Cobertura.....	51
3.4.3.	Vãos envidraçados .....	52
3.4.4.	Paredes interiores.....	56
3.4.5.	Pavimentos interiores.....	58
3.5.	<i>Cargas térmicas interiores</i> .....	60
3.5.1.	Ocupação.....	60
3.5.2.	Iluminação .....	62
3.5.3.	Equipamentos elétricos .....	64
3.5.4.	Perfis de utilização.....	64
3.6.	<i>Cargas térmicas devidas ao ar novo e infiltrações</i> .....	65
3.6.1.	Caudais de ar novo .....	65
3.6.2.	Infiltrações.....	70
3.7.	<i>Cargas térmicas devidas à evaporação</i> .....	70

<b>4. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA FRIA E QUENTE .....</b>	<b>73</b>
4.1. <i>Descrição da solução, com recurso a água do mar.....</i>	73
4.1.1. Seleção dos equipamentos .....	77
4.1.1.1. Chiller .....	79
4.1.1.2. Permutadores de calor .....	80
4.1.1.3. Sistema de filtração .....	84
4.1.1.4. Depósito de inércia.....	86
4.1.1.5. Garrafa hidráulica.....	88
4.1.1.6. Bombagem.....	89
4.1.1.7. Bomba de calor .....	92
4.2. <i>Descrição da solução, com recurso à solução tradicional.....</i>	93
4.2.1. Seleção dos equipamentos .....	96
4.2.1.1. Chiller .....	97
4.3. <i>Análise comparativa e económica dos sistemas de produção .....</i>	99
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo A.1 – Valores mínimos a cumprir em termos de índices de eficiência energética, EER e COP e rendimento nominal.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo B.1 – Curvas características da eficiência das bombas de calor.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo C.1 – Plantas do Edifício .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>123</b>
<b>Anexo D.1 – Cálculos HAP .....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>125</b>
<b>Anexo E.1 – Desenhos de implantação de tubagem .....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo E.2 – Esquemas de Princípio para a solução com e sem aproveitamento da água do mar.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO F .....</b>	<b>128</b>

<b>Anexo F.1 – Caraterização das temperaturas exteriores de projeto .....</b>	<b>129</b>
<b>Anexo F.2 – Determinação da temperatura de bolbo húmido (Winter Coincident WB).....</b>	<b>130</b>
<b>Anexo F.3 – Determinação do mês de projeto.....</b>	<b>131</b>
<b>Anexo F.4 – Radiação solar no plano horizontal – HAP (Design Weather Parameters &amp;MSHG).....</b>	<b>133</b>
<b>Anexo F.5 – Cálculo do coeficiente multiplicativo (%).....</b>	<b>134</b>
<b>Anexo G.....</b>	<b>136</b>
<b>Anexo G.1 – Caraterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica das paredes exteriores .....</b>	<b>137</b>
<b>Anexo G.2 – Caraterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica das coberturas.....</b>	<b>141</b>
<b>Anexo G.3 – Caraterísticas do vidro exterior .....</b>	<b>143</b>
<b>Anexo G.4 – Caraterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica das paredes interiores.....</b>	<b>144</b>
<b>Anexo G.5 – Caraterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica dos pavimentos interiores.....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXO H .....</b>	<b>172</b>
<b>Anexo H.1 – Densidade de equipamentos .....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>174</b>
<b>Anexo I.1 – Perfis de ocupação, iluminação e equipamentos [45].....</b>	<b>175</b>
<b>ANEXO J.....</b>	<b>178</b>
<b>Anexo J.1 – Cálculo de ar novo segundo o método da norma Europeia EN 15251:2007 [46] e segundo a Portaria nº 353-A/2013 [47] e o Decreto-Lei 118/2013 [13].....</b>	<b>179</b>
<b>ANEXO K .....</b>	<b>185</b>
<b>Anexo K.1 – Cálculo das perdas de evaporação nos tanques de água .....</b>	<b>186</b>
<b>ANEXO L.....</b>	<b>190</b>
<b>Anexo L.1 – Cálculo da rede de tubagem hidráulica.....</b>	<b>191</b>
<b>ANEXO M.....</b>	<b>197</b>

<b>Anexo M.1 – Fichas técnicas dos <i>chillers</i> selecionados .....</b>	<b>198</b>
<b>Anexo M.2 – Ficha técnica do permutador de calor selecionado .....</b>	<b>208</b>
<b>Anexo M.3 – Ficha técnica do sistema de filtragem selecionado .....</b>	<b>210</b>
<b>Anexo M.4 – Ficha técnica do depósito de inércia selecionado .....</b>	<b>214</b>
<b>Anexo M.5 – Ficha técnica das garrafas hidráulicas selecionadas.....</b>	<b>216</b>
<b>Anexo M.6 – Cálculo da perda de carga e fichas técnicas dos sistemas de bombagem selecionados .....</b>	<b>217</b>
<b>Anexo M.7 – Fichas técnicas das bombas selecionadas .....</b>	<b>228</b>
<b>Anexo M.8 – Ficha técnica da bomba de calor selecionada.....</b>	<b>251</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Classificação das bombas de calor. Adaptado de [15] .....	23
Tabela 3.1a - Características dos espaços .....	38
Tabela 3.2 – Temperaturas exteriores de projeto no Verão e Inverno.....	43
Tabela 3.3 – Temperatura seca e húmida.....	45
Tabela 3.4 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados para edifícios de comércio e serviços, $U_{ref}$ (W/m <sup>2</sup> .°C). Adaptado de [34].....	47
Tabela 3.5 – Fator solar dos vãos envidraçados de referência para edifícios e comércio e serviços. Adaptado de [34] .....	47
Tabela 3.6 – Valores do coeficiente de transmissão térmica máxima admissível para a envolvente opaca exterior de edifícios de comércio e serviços. Adaptado de [34] .	47
Tabela 3.7 – Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados de edifícios de comércio e serviços. Adaptado de [34].....	47
Tabela 3.8 – Coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo I.....	50
Tabela 3.9 – Coeficiente global de transmissão térmica da cobertura tipo I.....	52
Tabela 3.10 – Orientação/Quantidade/Dimensão de janelas por espaço .....	53
Tabela 3.11 – Coeficiente de transmissão térmica da caixilharia e do vidro, o valor de coeficiente global de transmissão térmica do conjunto, vão e caixilharia.....	54
Tabela 3.12 – Valores correntes do fator solar de vão envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar gTVC. Adaptado de [38].....	55
Tabela 3.13 – Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontrem ativados. Adaptado de [38].....	55
Tabela 3.14 – Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo I.....	58
Tabela 3.15 – Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo I .	59
Tabela 3.16a – Densidade de Ocupação por cada espaço .....	60
Tabela 3.17a – Densidade de Iluminação em cada um dos espaços.....	62

Tabela 3.18 – Norma europeia EN15251:2007. Caudal de ar novo mínimo por pessoa [46].....	66
Tabela 3.19 – Norma Europeia EN15251:2007. Caudal de ar novo mínimo por m2 tendo em consideração as emissões do edifício [46] .....	66
Tabela 3.20 – Valores de eficácia ( $\epsilon_v$ ) para diferentes métodos de ventilação. Adaptado da Tabela I.01 de [47].....	67
Tabela 3.21 – Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida à ocupação. Adaptado da Tabela I.04 de [47].....	67
Tabela 3.22 – Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida ao edifício. Adaptado da Tabela I.05 de [47].....	68
Tabela 3.23a – Caudais de ar novo para cada espaço do edifício .....	68
Tabela 3.24 – Perdas evaporação em cada tanque.....	71
Tabela 4.1 – Principais características do <i>chiller</i> de condensação a água.....	79
Tabela 4.2 – Vantagens e desvantagens dos permutadores de calor de placas e multitubular [52].....	83
Tabela 4.3a – Pontos de funcionamento das bombas da instalação .....	91
Tabela 4.4 – Principais características da bomba de calor.....	92
Tabela 4.5 – Variação da eficiência com a potência frigorífica necessária. Adaptado de [9] .....	98
Tabela 4.6 – Principais características do <i>chiller</i> de condensação a ar .....	99
Tabela 4.7 – Principais características do <i>chiller</i> de condensação a água e a ar.....	100
Tabela 4.8 – Custo dos equipamentos nas duas soluções .....	100
Tabela 4.9 – Outros custos nas duas soluções.....	101
Tabela 4.10 – Custo anual com manutenção nas duas soluções.....	101
Tabela 4.11 – Custo com eletricidade nas duas soluções.....	102
Tabela 4.12 – Análise económica das duas soluções.....	102
Tabela 4.13 – Custo com manutenção nas duas soluções.....	103
Tabela 4.14 – Custo com eletricidade nas duas soluções.....	103

Tabela 4.15 – Custo de operação, investimento e período de retorno simples ..... 103



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Triângulo da Sustentabilidade [4].....	2
Figura 2.1 - Classificação dos sistemas tudo ar [10] .....	8
Figura 2.2 - Esquema do sistema VAC [11] .....	9
Figura 2.3- Esquema do sistema VAV [11] .....	10
Figura 2.4- Classificação sistemas tudo água [10] .....	12
Figura 2.5 – Esquema exemplificativo de instalação com caudal constante [12].....	12
Figura 2.6 – Esquema exemplificativo de instalação com caudal variável [12] .....	13
Figura 2.7- Classificação sistemas ar-água [10].....	14
Figura 2.8- Ciclo de absorção [19] .....	21
Figura 2.9 - Comparação entre o ciclo de absorção e de compressão [19].....	21
Figura 2.10 - Bomba de calor - Ciclo de arrefecimento [16] .....	25
Figura 2.11 – Bomba de calor - Ciclo de aquecimento [16] .....	25
Figura 2.12 – Funcionamento de caldeira convencional versus caldeira condensação [21] .....	28
Figura 2.13- Classificação sistemas de expansão direta .....	29
Figura 2.14- Torre de arrefecimento tiragem forçada [25] .....	34
Figura 2.15- Torre de arrefecimento de tiragem induzida [25].....	34
Figura 3.1 – Influência das cargas térmicas num espaço [27].....	40
Figura 3.2 – Características geográficas da Madeira – Sistema Nacional de Certificação de Edifícios: Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto [30] .....	42
Figura 3.3 – Fator solar vidro [35].....	48
Figura 3.4 – Pormenor construtivo da parede exterior tipo I .....	50
Figura 3.5 – Pormenor construtivo da Cobertura tipo I ( <i>open-space</i> ) .....	51
Figura 3.6 – Constituição do vidro exterior [41] .....	54

Figura 3.7 – Pormenor construtivo da parede interior tipo I (escadas).....	57
Figura 3.8 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo I (cota 4.10).....	59
Figura 4.1 – Sistema de AVAC com água do mar [49].....	74
Figura 4.2 – Sistema de AVAC com água do mar com permutador de calor [49].....	75
Figura 4.3 – Sistema de AVAC com água do mar com permutador de calor e <i>chiller</i> [49] .....	75
Figura 4.4 – Sistema de AVAC com água do mar com <i>chiller</i> [49].....	76
Figura 4.5 – Perfis verticais médios de temperatura (°C), dos 0 aos 2000 metros, durante o Verão (azul) e inverno (vermelho) .....	78
Figura 4.6 – Tipos de permutadores de calor [53].....	80
Figura 4.7 – Permutador de calor multitubular [57] .....	83
Figura 4.8 – Imagem do filtro durante a filtração e limpeza automática [59].....	86
Figura 4.9 – Possíveis situações de funcionamento de garrafa hidráulica [63].....	89
Figura 4.10 – Variação da capacidade frigorífica (P <sub>frig</sub> ) com a potência absorvida (P <sub>el</sub> ). Adaptado de [9].....	98

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento do Tema

Nos dias de hoje é cada vez mais importante para as pessoas o conforto térmico quer seja no lar, quer seja no local de trabalho, ou mesmo nos edifícios que frequentam. Cada vez mais, somos mais exigentes com o nosso bem-estar, mas também estabelecemos como uma prioridade a redução dos consumos energéticos, a sustentabilidade, a redução das emissões de gases poluentes para o ambiente, etc. Neste sentido, é importante desenvolver/implementar edifícios e equipamentos cada vez mais eficientes e com o menor consumo energético possível.

A eficiência energética dos edifícios é atualmente um fator de enorme importância e que exige uma forte consciencialização social e a adoção de medidas ao nível do investimento e inovação de forma a ser possível criar soluções e sistemas renováveis na produção de energia elétrica. A racionalização do consumo energético deve ter uma maior relevância do que o recurso a soluções de energias renováveis, pautando por uma maior consciência e alterando padrões de comportamento na forma como utilizamos os nossos edifícios [1]. A eficiência energética pode ser definida como a otimização que podemos fazer ao consumo de energia [2].

Os sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) são assim nos dias de hoje de enorme importância uma vez que permitem controlar a temperatura e humidade, tanto no Verão como no Inverno, de forma a proporcionar o conforto às pessoas. O consumo de energia nos edifícios representa 40% do consumo de energia final na Europa e cerca de 30% para o caso de Portugal, sendo que o principal consumo de energia é originado pela regulação da temperatura [3]. Neste sentido, o dimensionamento dos sistemas de AVAC deve ser o mais rigoroso possível, com vista à escolha de equipamentos eficientes e de baixo consumo energético. Assim, devido ao custo atual da energia, é indispensável otimizar a gestão da energia nos edifícios, procurando implementar soluções para as instalações de AVAC, de forma a garantir o equilíbrio entre as necessidades de aquecimento e arrefecimento e a redução nos consumos de energia e recursos. Para isso é importante não só a escolha de equipamentos de elevado rendimento e eficiência, mas também eliminar consumos desnecessários.

Tendo presente o “triângulo da sustentabilidade”, representado na Figura 1.1, é possível compreender que para se manter o equilíbrio temos de ter em conta os seus três vértices que são o ambiente, a economia e a sociabilidade.



Figura 1.1- Triângulo da Sustentabilidade [4]

A constituição dos vértices do triângulo significa [5]:

- Ambiente – o uso de energia é uma grande fonte de “stress” ambiental;
- Economia – a energia é um fator chave para o crescimento macroeconómico;
- Sociedade – a energia é um principal pré-requisito para as necessidades humanas básicas

Desta forma é importante e necessária a consciencialização da sociedade para a necessidade fogaz de implementar medidas no nosso dia-a-dia e nos edifícios de habitação e serviços de modo a racionalizar os consumos de energia e outros recursos naturais, tornando os edifícios sustentáveis e criar estratégias para o desenvolvimento sustentável, conseguindo assim garantir “a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer as possibilidades das gerações futuras” [6].

## **1.2. Motivação e Objetivos**

A escolha deste trabalho teve como base de motivação o poder explorar e aprofundar conhecimentos no desenvolvimento de uma solução de AVAC que não é muito aplicada no nosso país. Apesar de termos uma localização privilegiada quanto à possibilidade de utilização do recurso água do mar, convém verificar qual o impacto da sua utilização tendo em conta vários fatores, tais como, a rentabilidade, o custo, a manutenção e a contribuição para uma solução sustentável.

O objetivo deste trabalho consiste em analisar a implementação de um sistema de AVAC para um Oceanário com recurso ao aproveitamento da água do mar. Neste trabalho será efetuado um estudo comparativo das vantagens e desvantagens em aproveitar a água do mar ou utilizar água corrente para o sistema de climatização. A análise realizada teve sempre em consideração o consumo energético, os custos de investimento, de exploração e de manutenção e o ciclo de vida dos equipamentos. Estes são os principais e mais importantes focos para garantir uma solução duradoura e sustentável.

## **1.3. Estrutura do trabalho**

Tendo em conta os objetivos enunciados, a estrutura deste trabalho é constituída por cinco capítulos dos quais o presente é referido o enquadramento teórico do trabalho desenvolvido, as motivações e objetivos que conduziram à realização do presente trabalho.

O capítulo 2 é referente às instalações de AVAC e contém a abordagem aos diferentes sistemas de AVAC, em termos de produção e distribuição e indica quais os sistemas que foram considerados para o desenvolvimento do caso de estudo deste trabalho.

O caso de estudo é apresentado no capítulo 3, onde são efetuadas as descrições do edifício e das suas envolventes, e são apresentados os ganhos internos e caudais de ar deste estudo e são apresentados os cálculos das cargas térmicas.

No capítulo 1 são apresentadas as soluções dos sistemas de produção de água fria e quente, com recurso a água do mar e a solução tradicional, sendo efetuadas as descrições das soluções, seleção dos equipamentos e apresentado o esquema de princípio hidráulico. Adicionalmente, é realizada uma análise comparativa e económica dos sistemas de produção abordados. Tendo em consideração a análise comparativa dos dois sistemas de

produção e a análise económica, no que diz respeito ao custo de investimento, de exploração e de manutenção, neste capítulo é referido qual a solução a adotar para o caso de estudo apresentado, evidenciando as vantagens e desvantagens e apresentação das razões tomadas para a escolha dessa solução.

A conclusão do trabalho é efetuada no capítulo 5, onde são evidenciadas as principais conclusões relativas à problemática apresentada neste trabalho de quais as diferenças, vantagens e desvantagens em aproveitar a água do mar para o sistema de produção, tendo em consideração a escolha de uma solução sustentável e eficiente.

Em relação aos anexos importa salientar a apresentação dos esquemas de princípio hidráulico para ambas as soluções dos sistemas de produção, que tem como intuito identificar os sistemas adotados e explicar o funcionamento da instalação.

## 2. INSTALAÇÕES TÉCNICAS DE AVAC

Um sistema de AVAC tem como principal objetivo promover a um determinado espaço as condições e requisitos que garantam não só as condições térmicas, como também a qualidade do ar interior. Estes dois parâmetros a controlar estão relacionados com a temperatura e a humidade. Essas condições devem ser estabelecidas de acordo com as especificidades do espaço a climatizar. Segundo a norma ISO-7730 o conforto térmico é “o estado de alma que expressa satisfação com ambiente térmico” [7].

É cada vez mais importante a racionalização do consumo de energia e a diminuição das emissões de gases poluentes para o ambiente e por isso a preocupação para a criação de equipamentos com tecnologia mais avançada de forma a serem mais eficientes e também com maior ciclo de vida e daí o aumento substancial por parte dos fabricantes de equipamentos de AVAC de procurar sistemas e produtos que possuem maior rendimento, mas também que tenham em consideração o meio ambiente. E por isso a procura e alterações nos últimos anos no que diz respeito aos gases refrigerantes.

Um sistema de AVAC é composto por vários setores:

- Produção (fornece aquecimento e/ou arrefecimento primário);
- Distribuição e Transporte térmico (promove o transporte e distribuição de aquecimento ou arrefecimento através de um fluido térmico, a água ou o refrigerante, uma vez que os sistemas podem ser de expansão indireta em que o fluido térmico é a água ou sistemas de expansão direta em que o fluido é o refrigerante, tema abordado no capítulo 2);
- Consumo (promove o efeito de aquecimento ou arrefecimento nos espaços).

O controlo regula o funcionamento dos equipamentos e dos sistemas, sendo por isso parte integrante dos três setores. Fazem parte do controlo os sensores, controladores, atuadores que podem ser manuais ou automáticos.

Os equipamentos e componentes constituintes destes sectores interagem entre si de forma a conseguir-se atingir o propósito da climatização de um edifício.

O sistema de produção de energia térmica é constituído por equipamentos que estão localizados numa área técnica interior ou numa cobertura técnica exterior e são responsáveis pela obtenção das condições necessárias do fluido térmico. Fazem parte

integrante deste sector, que será o foco do trabalho, os seguintes equipamentos principais, sendo que apenas alguns serão abordados no presente trabalho:

- *Chillers* (abordado no capítulo 2.3.1 e 2.3.2);
- Caldeiras (abordado no capítulo 2.3.3);
- Permutadores de calor (abordado no capítulo 4.1.1.2);
- Depósitos de inércia (abordado no capítulo 4.1.1.4);
- Vasos de expansão;
- Sistemas de enchimento e tratamento de água;
- Bombas (abordado no capítulo 4.1.1.6).

Existem ainda equipamentos que podem estar associados aos equipamentos produtores de energia térmica de modo a complementar a sua função, como é o caso das unidades de tratamento de ar ou a otimizar o seu desempenho, como por exemplo os bancos de gelo e depósitos de inércia [8].

O sistema de distribuição tem a função de distribuir o fluido térmico desde os equipamentos de produção até aos equipamentos terminais, sendo composto pela rede de tubagem que distribui a energia aos espaços a tratar e todos os componentes necessários ao correto funcionamento, nomeadamente:

- Bombas;
- Válvulas;
- Coletores hidráulicos;
- Garrafa hidráulica/separadores hidráulicos;
- Purgadores;
- Filtros y;
- Separadores de ar e de partículas.

O sistema de consumo engloba os equipamentos terminais que são os responsáveis por receber o fluido térmico primário e, através dele, promover a transferência térmica para tratar o ar interior do espaço a climatizar e eliminar a carga térmica do local. Fazem parte do sector de consumo os seguintes equipamentos:

- Ventilconvetores;
- Unidades de indução;
- Radiadores;
- Convectores;

- Chão/Teto radiante.

## 2.1. Classificação dos sistemas de AVAC

Os sistemas de AVAC podem ser classificados quanto ao fluido térmico utilizado para a distribuição em:

- Sistemas tudo-ar;
- Sistemas tudo-água;
- Sistemas ar-água;
- Sistemas com expansão direta de fluido frigorigéneo.

### Sistemas tudo ar

Nos sistemas tudo-ar a remoção da carga térmica dos espaços é efetuada através do ar tratado, previamente arrefecido ou aquecido numa Unidade de Tratamento de Ar (UTA) [9]. A unidade de produção de água gelada e água quente que asseguram a produção primária de frio e calor necessário à UTA (que neste caso possui baterias a água) são os *chillers*/bomba de calor e caldeiras. O ar tratado é encaminhado por um sistema de conduta até ao espaço/os a climatizar e é insuflado através de elementos de difusão (grelhas ou difusores).

Os sistemas tudo-ar podem ser de conduta simples ou conduta dupla. Na primeira situação, a mais utilizada, existe apenas uma conduta principal e o ar é insuflado para os diferentes espaços, enquanto que na situação de conduta dupla, as condutas são divididas em duas, uma conduta de ar quente e uma conduta de ar frio, em que a mistura do ar quente com o frio é efetuada numa caixa de mistura, obtendo assim a temperatura adequada para o ar de insuflação para os espaços. Este último sistema é pouco aplicado uma vez que é necessário elevado espaço para a sua implementação e também por não ser fácil adquirir caixas de mistura com controlo pneumático ou elétrico. Na Figura 2.1 encontra-se representado um esquema resumo com a classificação dos sistemas tudo ar.

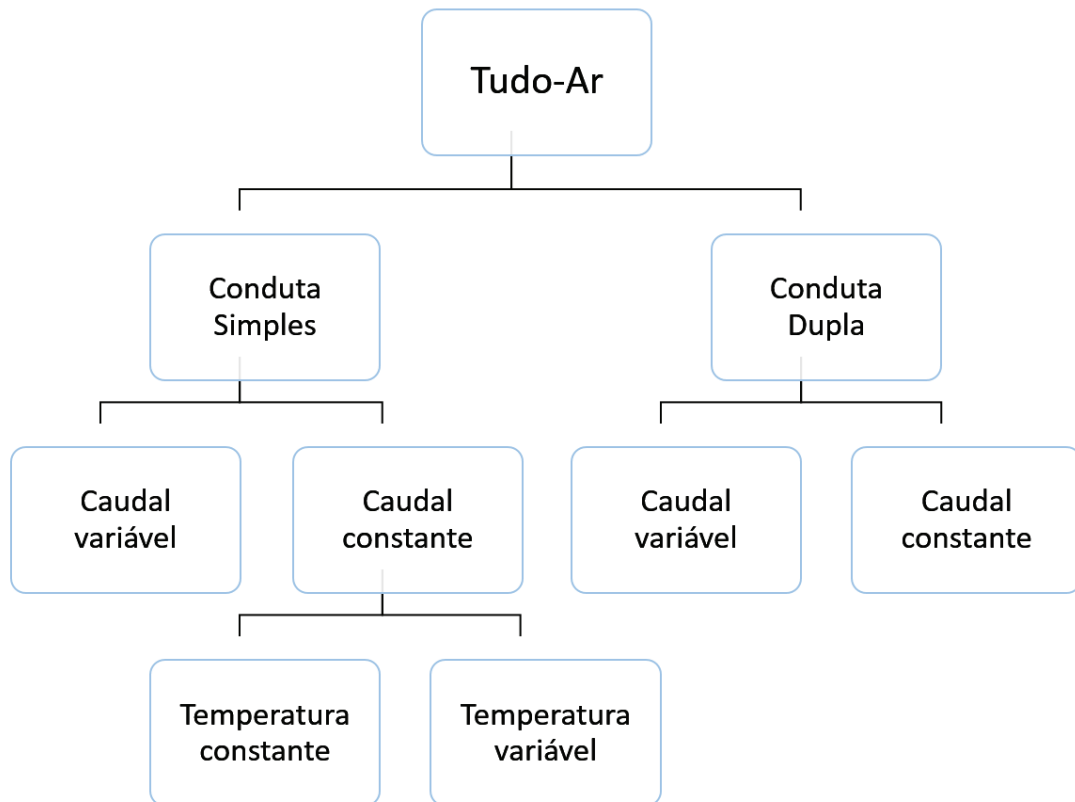


Figura 2.1 - Classificação dos sistemas tudo ar [10]

Tanto nas instalações de conduta simples como nas de conduta dupla, existem dois tipos de sistemas:

- Volume de ar constante (VAC);
- Volume de ar variável (VAV).

Nos sistemas de volume de ar constante, conforme o nome indica, o caudal de ar tratado a fornecer a um determinado espaço é constante ao longo do tempo e o sistema permite alterar as condições de fornecimento, como seja a temperatura do ar, com o objetivo de garantir a remoção da carga térmica existente no espaço a climatizar. Ou seja, a temperatura de insuflação vai variando consoante as cargas térmicas existentes nos espaços, de forma a manter as condições térmicas de conforto. Este tipo de sistemas é normalmente utilizado em espaços de grandes dimensões ou em espaços que possuam tipologias de uso idênticas, ou seja, as cargas térmicas e horários de funcionamento são semelhantes.

Outra situação que pode ser aplicada quando os espaços possuem comportamentos térmicos diferentes, é utilizar uma unidade de tratamento de ar com baterias de

reaquecimento terminal para cada espaço para efetuar o controlo de temperatura e corrigir assim individualmente de acordo com as necessidades térmicas de cada espaço. Este tipo de sistema com reaquecimento é vantajoso uma vez que existe a centralização do ar climatizado numa única unidade de tratamento de ar e porque são necessários menos controladores e equipamentos, resultando assim de um menor investimento inicial e em termos de manutenção dos equipamentos e da instalação também, uma vez que temos menor número de equipamentos. No entanto, uma vez que vamos obter elevados consumos de ar, também consequentemente vamos obter elevados consumos de energia elétrica, pelo que este tipo de instalação tem vindo a ser menos utilizada [9].

A Figura 2.2 representa de forma ilustrativa o esquema de funcionamento de um sistema de volume de ar constante.

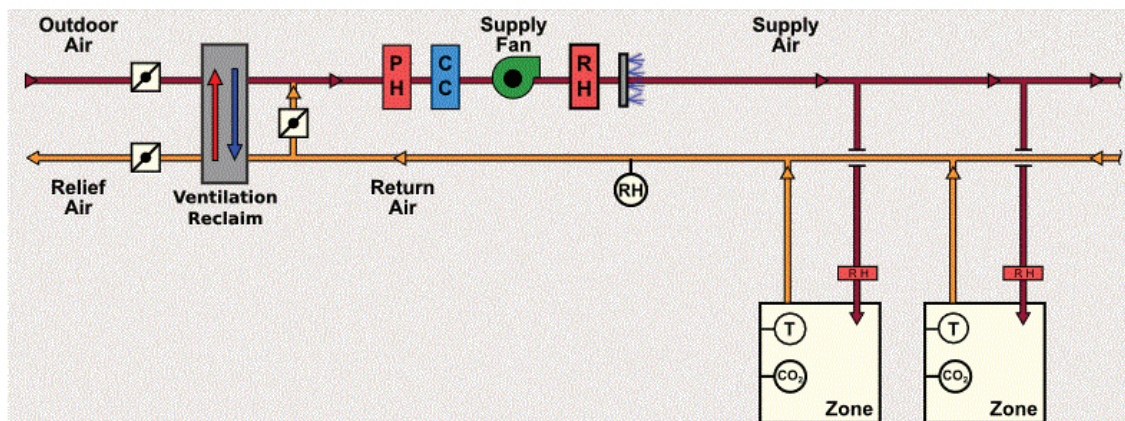


Figura 2.2 - Esquema do sistema VAC [11]

Em relação aos sistemas VAV o caudal pode ir variando em função das cargas térmicas necessárias remover dos espaços, número de ocupantes, períodos de funcionamento e a temperatura de insuflação mantém-se constante. No entanto, em espaços em que a carga térmica é variável, podem ocorrer problemas de equilíbrio e quando a carga térmica a remover num espaço é reduzida, podem ocorrer problemas de deficiente insuflação, pelo que para solucionar estas situações, deve-se utilizar um ventilador de velocidade variável ou um pleno de retorno. Neste tipo de sistemas o controlo da temperatura é efetuado através das variações do caudal de ar. Este tipo de sistema também permite, tal como referido anteriormente para o sistema VAC, a utilização de baterias de reaquecimento terminal, assim consegue-se adequar melhor as condições às exigências de carga térmica

dos espaços, em comparação com o sistema VAV sem reaquecimento, uma vez que permite variar a temperatura do caudal de insuflação.

A Figura 2.3 representa de forma ilustrativa o esquema de funcionamento de um sistema de volume de ar variável.

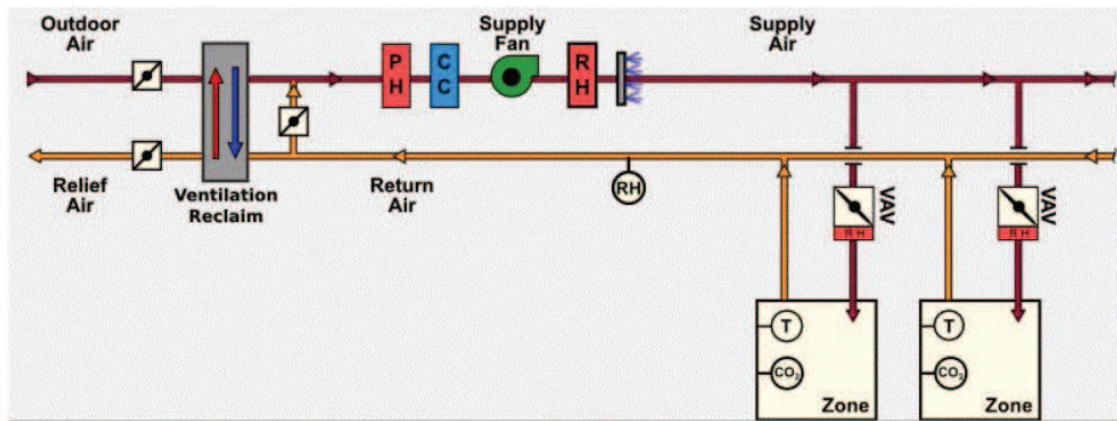


Figura 2.3- Esquema do sistema VAV [11]

Comparando os dois sistemas temos que o sistema de VAV acaba por ser mais flexível, pois permite a variação do caudal de ar de insuflação em função das necessidades térmicas dos espaços, sendo assim mais eficiente energeticamente. No entanto, tem o inconveniente da necessidade de maior número de componentes de controlo para conseguir adaptar-se às condições do ar insuflado face às necessidades dos espaços.

### Sistemas tudo água

Os sistemas tudo água estão relacionados com a distribuição de água arrefecida ou aquecida, para os espaços a climatizar através de água gelada ou água quente, respetivamente, em função das necessidades dos espaços [9]. A distribuição de água é feita por tubagens até aos equipamentos terminais, nomeadamente ventiloconvetores, que se encontram em cada espaço a climatizar, consoante as necessidades de arrefecimento e aquecimento. A regulação é garantida através das baterias dos ventiloconvetores. Os ventiloconvetores são unidades que são instaladas no próprio espaço a climatizar e podem ser do tipo cassete para instalação no teto, do tipo horizontal para instalação à vista ou dentro do teto falso ou do tipo verticais para colocação à vista assentes no chão ou para embutir dentro de armários. Para além dos ventiloconvetores existem outro tipo de unidades terminais capazes de efetuar o arrefecimento e aquecimento dos espaços que são os pavimentos aquecidos e/ou arrefecidos (pavimento radiante), os radiadores e unidades

de indução. A unidade de produção de água gelada e água quente que asseguram a produção primária de frio e calor necessário aos ventiloconvetores são os *chillers*/bomba de calor e caldeiras [10].

Estes sistemas podem ser a dois ou quatro tubos, consoante a necessidade de possibilidade de existir aquecimento e arrefecimento em simultâneo. Nos sistemas a dois tubos, temos um circuito único, em que uma das tubagens é de ida e a outra de retorno, permitindo desta forma a circulação de água fria ou de água quente. Este sistema para além de só conseguir arrefecer ou aquecer sem ser em simultâneo, tem a desvantagem de necessitar de horas ou dias para a mudança de aquecimento para arrefecimento e vice-versa, de forma a não existirem rápidas dilatações ou contrações do material, uma vez que os regimes de temperatura para arrefecimento e aquecimento são muito díspares.

No caso de termos quatro tubos, temos dois circuitos independentes, significa que temos duas tubagens para o circuito de água fria (ida e retorno) e duas tubagens para o circuito de água quente (ida e retorno), pelo que desta forma é possível arrefecer e aquecer simultaneamente os espaços, consoante as necessidades de cada um. Estes sistemas normalmente são utilizados quando temos um edifício exposto a fachadas diferentes, em que uma das fachadas está exposta ao Sol e os espaços associados necessitam de arrefecimento e os espaços que estão noutra fachada que não está exposta ao sol, precisam de aquecimento. No entanto este tipo de instalação tem a desvantagem do consumo energético, caso não seja efetuada recuperação através das bombas de calor. As temperaturas adotadas nestes sistemas são:

- Regime de arrefecimento: Diferença de temperatura de 5 °C (Usualmente aplica-se ida a 7 °C e retorno a 12 °C);
- Regime de aquecimento: Varia consoante o tipo de equipamento de produção, se for uma bomba de calor poderá ser ida a 45 °C e retorno a 40 °C, se for uma caldeira a ida poderá ser a 80 °C e o retorno a 60 °C.

Na Figura 2.4 encontra-se representado um esquema resumo com a classificação dos sistemas tudo água.

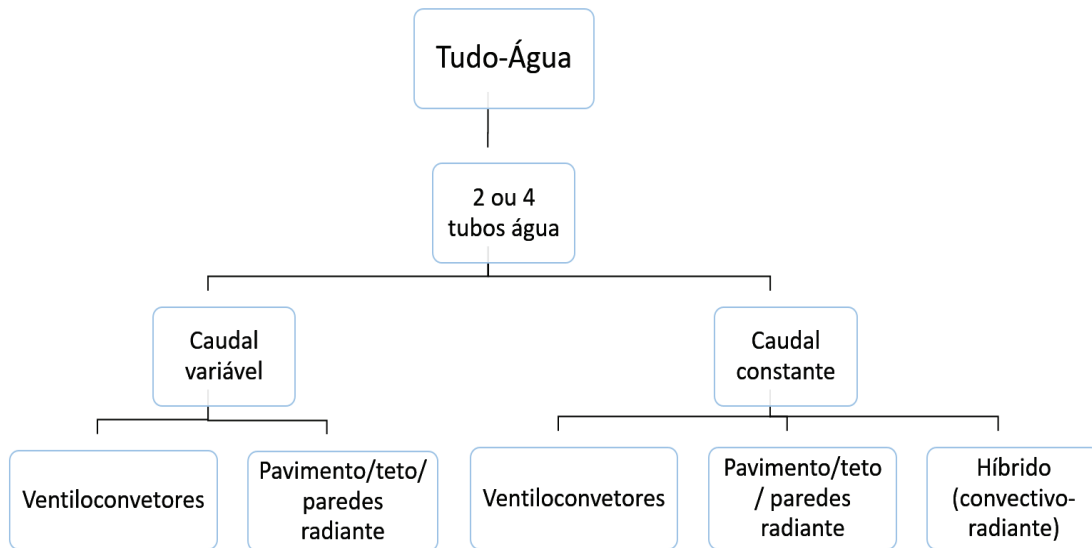


Figura 2.4- Classificação sistemas tudo água [10]

É importante referir a diferença entre caudal variável e caudal constante. Os sistemas de caudal constante são sistemas em que a bomba circuladora do circuito primário, instalada na linha de retorno do equipamento de produção distribui a água aos equipamentos terminais de forma constante, sendo necessário para isso a instalação de válvulas de três vias em cada uma das unidades terminais. Estas válvulas têm a função de efetuar um *bypass* quando a unidade terminal se encontra inativa e deste modo o caudal total de retorno ao equipamento de produção permanece constante. A Figura 2.5 apresenta um esquema exemplificativo deste tipo de instalações, sendo que a unidade de produção é um *chiller* e as unidades terminais são ventiloconvetores.

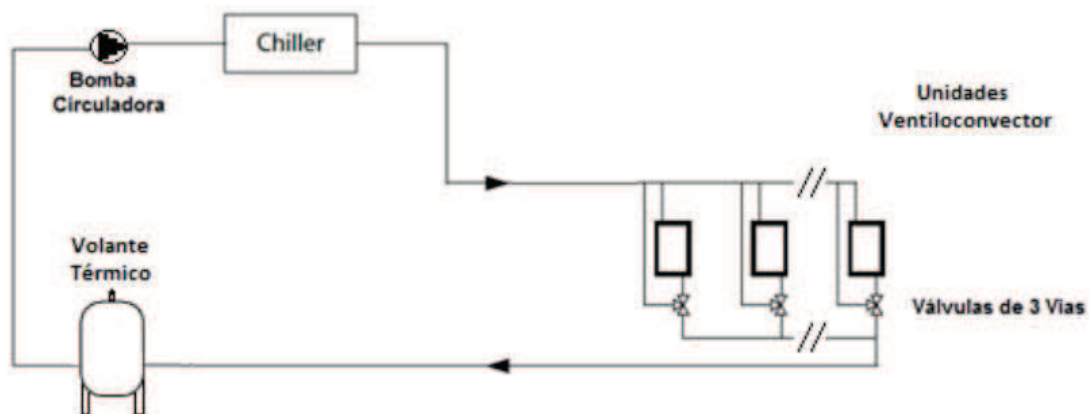


Figura 2.5 – Esquema exemplificativo de instalação com caudal constante [12]

Relativamente aos sistemas com caudal variável este poderá ser dividido em dois circuitos, o primário e o secundário. No circuito primário o funcionamento é como no sistema de caudal constante, ou seja, o caudal flui no circuito do equipamento de produção de forma constante, no entanto no circuito secundário o caudal é variável em função das solicitações e para isso a bomba circuladora a prever neste circuito terá de ter a possibilidade de variar a velocidade de rotação e ser dimensionada para funcionar entre o caudal mínimo e o máximo requerido para a instalação. Nos equipamentos terminais serão instaladas válvulas de duas vias. Nestes sistemas existe ainda o circuito de *bypass* que tem a finalidade de fazer a separação entre o circuito primário e o secundário, de forma a existir um equilíbrio, uma vez que os caudais do circuito primário e secundário nunca serão os mesmos, pelo que assim haverá sempre algum caudal a circular no circuito de *bypass*.

A Figura 2.6 apresenta um esquema exemplificativo deste tipo de instalações, sendo que a unidade de produção é um *chiller* e as unidades terminais são ventiloconvetores.

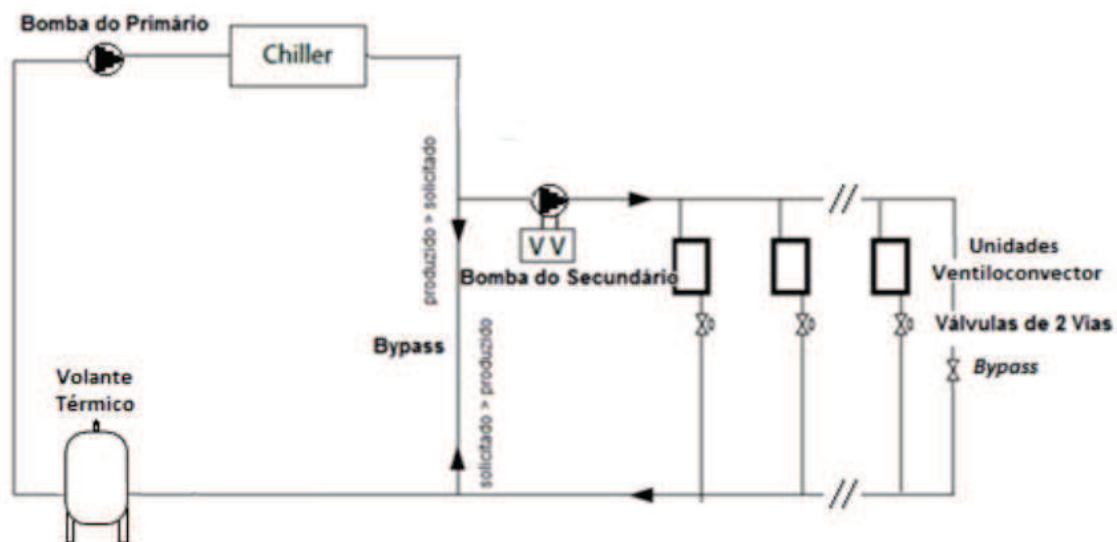


Figura 2.6 – Esquema exemplificativo de instalação com caudal variável [12]

### Sistemas ar-água

No caso do sistema ar-água a energia térmica é transportada pela água e transferida ao ar através das serpentinas nas unidades de tratamento de ar (UTA). O ar designado como primário é constituído por ar novo ou mistura de ar novo com ar de retorno do espaço, mas é ar tratado de forma a assegurar as necessidades de temperatura e controlo da

humidade dos espaços. Normalmente insufla-se o ar no espaço ligeiramente mais frio do que as condições pretendidas no espaço, quando estamos perante o arrefecimento e ligeiramente mais quente quando estamos perante o aquecimento [9]. A unidade de tratamento de ar ou de ar novo poderá ter um recuperador de calor (roda térmica ou fluxos cruzados) ou uma bateria de pré-aquecimento e baterias de aquecimento e arrefecimento, entre outros. A distribuição de água às baterias pode ser realizada a dois ou quatro tubos. Na Figura 2.7 encontra-se representado um esquema resumo com a classificação dos sistemas ar-água.

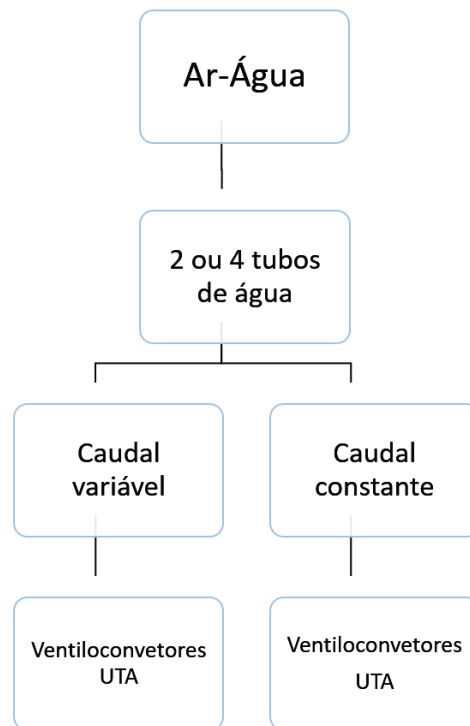


Figura 2.7- Classificação sistemas ar-água [10]

Os sistemas de produção, nomeadamente *chillers* e bombas de calor podem ter dois tipos de condensação, a ar ou a água. No capítulo 2.5 será abordado este tema e apresentadas as diferenças entre a condensação a água e a condensação a ar.

#### Sistemas com expansão direta de fluido frigorigéneo

Neste tipo de sistemas o fluido que circula é o fluido frigorigéneo e não a água como nos sistemas anteriores. O fluido frigorigéneo é que irá permutar a energia térmica com o ar do espaço a climatizar. Os equipamentos que fazem parte deste tipo de sistemas são denominados por evaporadores (unidades interiores) e condensadores (unidades

exteriores), que são permutadores que permitem realizar a permuta de calor entre o fluido e o ar. As unidades interiores podem ser de vários tipos, como unidades de cassete (de uma, duas ou quatro vias), unidades murais, unidades de chão e unidades de conduta.

Estes sistemas podem ser dos seguintes tipos: sistema *mono-split*, sistema *multi-split* e sistema VRF. No capítulo 2.4 será aprofundado com mais detalhe a caracterização e princípio de funcionamento deste tipo de sistemas.

Existem diferentes tipos de sistemas de climatização ao nível da produção, que são adotados consoante o objetivo a que se destinam, o custo de instalação e de manutenção.

Esses sistemas são os seguintes:

- Sistemas de expansão indireta;
- Sistema de expansão direta.

Os principais tipos de sistemas de climatização para aquecimento e arrefecimento, em simultâneo ou não, são os sistemas a água (sistemas de expansão indireta) e os sistemas de expansão direta ou de volume de refrigerante variável. A caracterização destes sistemas será abordado no capítulo 2.3 e no capítulo 2.4.

## 2.2. Eficiência dos equipamentos de AVAC

A eficiência dos equipamentos de climatização e conseqüentemente dos sistemas de AVAC, é traduzida através dos índices de eficiência de energia, o rácio de eficiência energética (EER) e o coeficiente de desempenho (COP).

O índice EER traduz-se como sendo o valor resultante da relação entre a energia absorvida no evaporador com a energia absorvida pelo compressor. Este índice refere-se à eficiência dos sistemas no arrefecimento e traduz-se pela equação 2.1.

$$EER = \frac{Q_{evap}}{W_{comp}} \quad \text{Eq. (2.1)}$$

Sendo  $Q_{evap}$  o calor absorvido no evaporador e  $W_{comp}$  a energia absorvida pelo compressor.

O índice COP representa o quociente entre a energia que é rejeitada no condensador com a energia que é absorvida pelo compressor. Este índice refere-se à eficiência dos sistemas no aquecimento. O COP depende dos seguintes fatores: temperatura de evaporação,

temperatura de condensação, propriedades do refrigerante na sucção do compressor e dos componentes do sistema (condensador, compressor, etc.).

$$COP = \frac{Q_{cond}}{W_{comp}} \quad \text{Eq. (2.2)}$$

Sendo  $Q_{cond}$  o calor rejeitado no evaporador e  $W_{comp}$  a energia absorvida pelo compressor.

Ambos os índices quanto mais elevados, mais eficiente é o sistema de AVAC.

Importa referir que existem ainda os parâmetros sazonais que têm em conta os ciclos de funcionamento do equipamento, refletindo assim os consumos do equipamento ao longo de um determinado tempo, parâmetros esses que são designados por rácio de eficiência energética sazonal (SEER) e coeficiente de performance sazonal (SCOP). Os valores sazonais designados por SEER e SCOP são superiores aos valores de EER e COP, uma vez que estes abrangem a eficiência ao longo de uma estação completa de arrefecimento ou aquecimento, considerando assim as flutuações e períodos de stanby

A regulamentação em vigor [13] estipula valores mínimos a cumprir em termos de índices de eficiência energética, EER e COP e rendimento nominal (no caso das caldeiras), conforme apresentado no Anexo A.1.

### **2.3. Sistemas de expansão indireta (sistemas a água)**

Os sistemas a água podem ser classificados quanto à sua distribuição, direta ou indireta. A distribuição direta significa que a circulação do circuito primário de produção é comum com a circulação do circuito secundário de distribuição. Neste caso as potências térmicas de produção têm de ser muito próximas das potências térmicas de distribuição, para que seja possível obter equilíbrio hidráulico.

A distribuição indireta significa que os circuitos primário e secundário são independentes e é a que tem vindo a ser aplicada, uma vez que apresenta inúmeras vantagens tais como:

- Caudais de produção são os necessários para a instalação e são definidos pelos fabricantes dos equipamentos de produção;
- Caudais de distribuição são os necessários para a instalação;
- Cada circuito de distribuição tem a sua própria bomba circuladora, permitindo assim maior redundância na instalação;

- Aplicação de bombas de caudal variável na distribuição, substituindo as válvulas de 3 vias por 2 vias o que origina menos consumo energético uma vez que o caudal de distribuição é apenas o necessário para suprimir as necessidades da instalação.

## **2.3.1. Chillers**

### **2.3.1.1. Descrição**

Os *chillers* são equipamentos produtores de água gelada que possuem integrado todo o circuito de produção de frio [14]. O arrefecimento da água pode ser efetuado através de condensação a ar ou através de água, a uma temperatura mais baixa. A água gelada produzida por este equipamento circula pelas unidades interiores, os evaporadores, que normalmente são os ventiloconvetores. A troca de calor neste tipo de sistemas é feita indiretamente, ou seja, é realizada através da água.

Nas situações em que é pretendido a produção de água quente, aplica-se as máquinas denominadas por bombas de calor, que serão abordadas no capítulo 2.3.2 ou *chiller* com recuperação de calor, em que no condensador do equipamento, a pressão elevada do fluido frigorigéneo é utilizada para produzir água a uma temperatura elevada. De forma a otimizar a recuperação de calor utilizam-se compressores de maior eficiência.

### **2.3.1.2. Tipos e classificações**

Existem dois tipos de *chillers*, os de absorção e os de compressão ou elétricos.

Os *chillers* de absorção permitem produzir água gelada a partir de uma fonte de calor, utilizando para isso uma solução de sal (Brometo de lítio) num processo termoquímico de absorção. Normalmente este tipo de *chillers* aplica-se em sistemas de cogeração, por forma a aproveitar o calor que de outra forma seria desperdiçado. Os *chillers* de absorção necessitam de calor fornecido ao gerador para conseguirem produzir o arrefecimento no evaporador, sendo que esse calor pode ser fornecido por queima direta ou pelo calor de rejeição dos gases. Assim, este tipo de *chiller* pode ser classificado em relação à fonte de calor para a produção de frio, ou seja:

- De queima direta, em que o calor necessário para o processo é obtido através de um processo de queima de combustível, que normalmente é o gás natural. Este

*chiller* utiliza um ciclo de refrigeração química com um absorvedor de Brometo de Lítio e utiliza a água como líquido de refrigeração;

- De queima indireta, em que o calor necessário é fornecido na forma de água quente ou de vapor de baixa pressão. Possuem a vantagem de funcionar com várias fontes quentes, como vapor de baixa pressão, água quente e energia solar.

Este tipo de *chillers* podem também ser denominados de efeito simples, em que a fonte de calor é a água quente ou vapor ou então podem de duplo efeito e nesse caso a fonte de calor pode ser vapor, chama direta ou gases de escape [15]. No caso de serem de efeito simples a eficiência é cerca de 0,6, enquanto que os *chillers* de duplo efeito é cerca de 1,1 [9]. As vantagens dos sistemas com *chillers* de absorção são as seguintes:

- Necessitam de menor consumo de energia elétrica quando comparados com os *chillers* de compressão;
- Têm menor impacto no aquecimento global;
- Nos *chillers* em que se utiliza a água como fluido de refrigeração, não é utilizada nenhuma substância nociva para a camada de ozono;
- Mais económicos quando os custos dos combustíveis são menores que os de energia elétrica;
- São mais silenciosos uma vez que não possuem compressor;
- Uma vez que não existem componentes móveis no sistema para além das bombas hidráulicas, possuem uma vida útil geralmente superior a 20 anos, exigindo também pouca manutenção.

As desvantagens dos sistemas com *chillers* de absorção são as seguintes:

- Possuem valores de coeficiente de desempenho (COP) muito baixos;
- Representam um investimento inicial muito superior;

Os *chillers* de compressão utilizam um compressor mecânico, acionado por um motor elétrico e arrefecem a água através de um ciclo frigorífico, conforme é possível verificar na Figura 2.9, através de compressão de vapor de um fluido frigorígeno.

Os *chillers* de compressão diferem no tipo de condensação, sendo esta a água ou ar. Os *chillers* de condensação a água são diferenciados quanto ao tipo de compressor. Podem utilizar compressores *scroll* (potências de frio mais reduzidas), de parafuso (potências intermédias) ou centrífugos (potências de frio elevadas) sendo que com estes últimos consegue-se atingir potências de arrefecimento mais elevadas. A principal diferença entre

estes dois tipos de compressor é a eficiência e a capacidade de arrefecimento. Os compressores centrífugos são capazes de atingir melhores eficiências, no entanto possuem um custo mais elevado do que os compressores de parafuso. Normalmente este tipo de *chillers* possuem compressores com regulação de capacidade, mas, no entanto, a forma como essa regulação é efetuada depende do tipo de compressor, o que faz com que a eficiência a carga parcial e nominal dependa do compressor. Uma vez que uma instalação não funciona sempre a carga nominal, mas normalmente aproxima-se a 50% da carga parcial, segundo [9], é importante na escolha do equipamento, nomeadamente nas unidades com maior potência, verificar o funcionamento anual do equipamento e não apenas a eficiência nas condições nominais. Os sistemas de condensação a água têm sido muito aplicados na indústria devido à sua eficiência, no entanto possuem o inconveniente da torre de arrefecimento, que para além da questão da localização, existe a problemática da bactéria *Legionella*.

Os *chillers* de condensação a ar possuem compressores *scroll* (potências de frio mais reduzidas e potências intermédias) ou parafuso (potências de frio elevadas), sendo que com estes últimos consegue-se atingir potências de arrefecimento mais elevadas. A principal diferença entre estes dois tipos de compressor são o custo do equipamento e a robustez [16]. Os compressores de parafuso são mais robustos, uma vez que possuem menos partes móveis, resultando assim de uma maior confiabilidade para o sistema, no entanto tem um custo mais elevado do que os compressores de *scroll*. Neste tipo de *chillers* não existe os problemas derivados das torres de arrefecimento (o que reduz o custo de investimento entre 25 e 30% [17]).

Para a escolha do *chiller* que mais se adequa a uma determinada instalação, o custo inicial de aquisição do equipamento e a eficiência energética não são apenas os requisitos que devem de ser analisados. Deverá ter-se em conta também o custo de manutenção do equipamento e dos restantes componentes do sistema, bem como a vida útil do equipamento e o espaço ocupado na central pelos diversos equipamentos que compõem o sistema de produção de água gelada.

Se compararmos os vários tipos de *chillers*, podemos constatar que os *chillers* com ciclos de absorção possuem um COP muito baixo, no entanto se analisarmos o custo da fonte de energia térmica com o da energia elétrica e tendo em consideração que o custo seria menor para a energia térmica, esta pode ser uma opção a considerar para determinadas aplicações.

### 2.3.1.3. Funcionamento

#### Chillers de absorção

Os componentes deste equipamento são: um evaporador, um condensador, um gerador de calor, um absorvedor, bomba de água e um controlador. O ciclo de refrigeração por absorção utiliza o calor latente da evaporação do refrigerante para arrefecer a água no evaporador. Os fluidos normalmente utilizados são: água e brometo de lítio ou amoníaco e água. Os fluidos que funcionam como fluido frigorígeno é a água e o amoníaco, enquanto que o brometo de lítio e a água, da segunda combinação funcionam como solução absorvente. Esta solução tem como objetivo funcionar de fluido de transporte do refrigerante da evaporação (níveis de pressão baixa) para a condensação (níveis de pressão alta).

A composição do sistema por absorção simplificado encontra-se apresentado na Figura 2.8, sendo a descrição sumária do seu funcionamento, a seguinte [18]:

- 1 – O fluido frigorígeno é evaporado no evaporador, passando da fase líquida para vapor, derivado do calor extraído do espaço a climatizar, proporcionando assim o efeito de arrefecimento;
  - 2 – O fluido frigorígeno é encaminhado para o absorvedor no estado de vapor, onde é absorvido pela substância absorvente. O calor latente de condensação e os ganhos de calor resultantes da absorção devem ser extraídos;
  - 3 – A solução concentrada (absorvente e refrigerante) é bombeada para o gerador, onde será aquecida de forma a que o vapor do fluido frigorígeno seja libertado a uma pressão alta. A solução diluída é reencaminhada para o absorvedor;
  - 4 – No condensador, o vapor do fluido frigorígeno é condensado, sendo o calor rejeitado para o exterior. O condensador pode ser arrefecido a ar ou água, no capítulo 2.4 serão referidas as diferenças.
- 5 – O fluido frigorígeno é encaminhado para a válvula de expansão, onde a pressão deste é reduzida, indo depois para o evaporador, conseguindo assim o efeito de refrigeração e concluindo o ciclo.

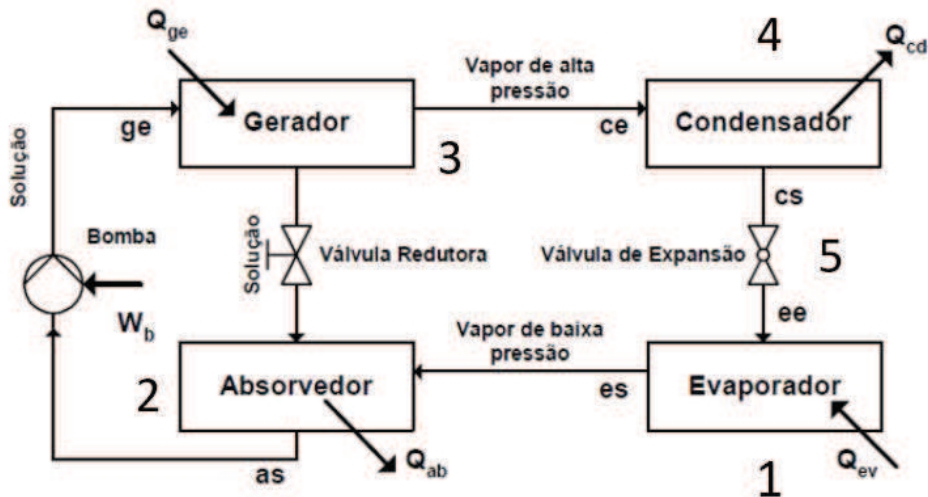


Figura 2.8- Ciclo de absorção [19]

### Chillers de compressão

O funcionamento deste tipo de *chillers* traduz-se pela compressão do fluido refrigerante que posteriormente é arrefecido, passa por uma expansão e a vaporização encerra o processo do fluido refrigerante que volta ao compressor, reiniciando o ciclo, conforme representado na Figura 2.9. Este processo tem a desvantagem do elevado consumo energético. O ciclo de refrigeração de compressão é semelhante ao de absorção, a diferença no facto de existir um compressor que eleva a pressão do fluido refrigerante, enquanto que no ciclo de absorção existe uma compressão térmica através de um absorvedor e um gerador. A diferença entre os dois ciclos pode ser verificada na Figura 2.9.

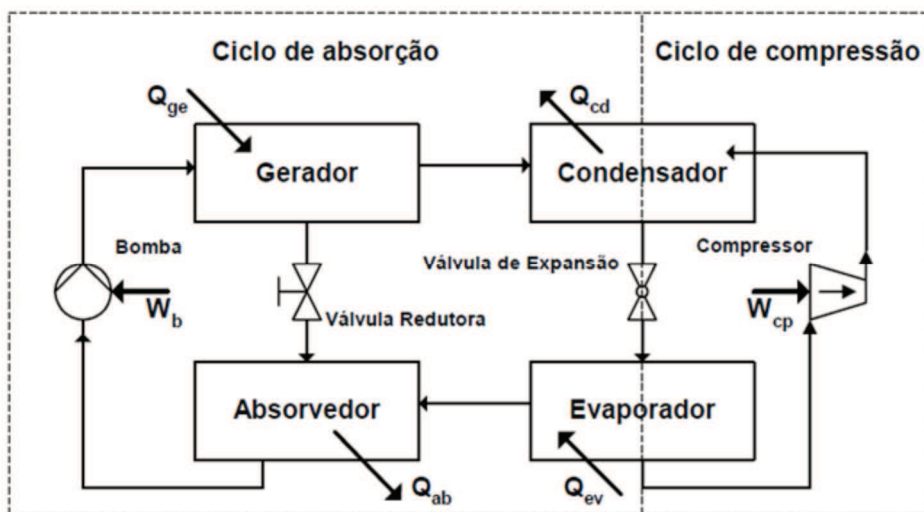


Figura 2.9 - Comparação entre o ciclo de absorção e de compressão [19]

É possível constatar que em ambos os ciclos o condensador e evaporador são elementos comuns, sendo que o compressor é substituído pelo conjunto absorvedor, bomba e gerador no ciclo de absorção. O ciclo de absorção consome essencialmente calor (de forma a separar o vapor de refrigerante da mistura) e o de compressão consome trabalho (derivado do processo de compressão do fluido frigorigéneo).

## **2.3.2. Bombas de calor**

### **2.3.2.1. Descrição**

As bombas de calor são equipamentos autónomos, produtores de calor, no entanto também possuem a função de produção de frio, através da adição de uma válvula de inversão de ciclo. As bombas de calor retiram calor ao ambiente, armazenado na água, no ar ou no solo e utilizam-no para a climatização dos espaços ou para o aquecimento das águas quentes sanitárias. Com a utilização deste tipo de equipamentos é possível manter um espaço aquecido através da absorção de calor de uma fonte a baixa temperatura. Atualmente, as bombas de calor são muito aplicadas em habitação unifamiliar, bem como a edifícios de serviços ou na substituição de caldeiras. No entanto, a sua capacidade de produção de água aquecida está limitada sensivelmente a 65 °C.

A eficiência energética destes equipamentos é refletida pelo COP (que se traduz no rácio entre a energia de aquecimento gerada e a quantidade de energia elétrica absorvida pelo equipamento) e normalmente varia entre 3 e 5. Estas máquinas conseguem aquecer o ar ambiente de forma mais eficiente do que um sistema tradicional através de resistências ou caldeira, isto porque requer apenas 1 kW de energia elétrica de forma a gerar 3 a 5 kW para aquecimento, assim são 3 a 5 vezes mais eficientes que os sistemas convencionais, uma vez que utilizam mais energia térmica do ambiente do que energia elétrica. No entanto, uma vez que o valor do rendimento destes equipamentos está interligado com a temperatura verificada no exterior, de onde se retira a energia, o valor do COP é variável ao longo do ano, assim deve ser analisada a eficiência sazonal, uma vez que mede a capacidade de aquecimento durante a estação de aquecimento, ou seja, quanto mais baixa for a temperatura exterior, menor será a eficiência sazonal.

### 2.3.2.2. Tipos e classificações

Como referido, anteriormente, as bombas de calor baseiam-se no princípio de retirar ao ar ambiente exterior a energia gratuita para depois utilizar o calor para o aquecimento, podendo ser fornecido de forma direta ao ar ou à água. A Tabela 2.1 apresenta a classificação dos vários tipos de bombas de calor.

Tabela 2.1 - Classificação das bombas de calor. Adaptado de [15]

<b>Categoria</b>	<b>Fonte de calor</b>	<b>Meio de distribuição</b>
Ar-Ar	Ar	Ar
Ar-Água	Ar	Água
Água-Ar	Água	Ar
Água-Água	Água	Água
Solo-Ar	Solo	Ar
Solo-Água	Solo	Água

Comparando as três fontes de calor, pode-se dizer que a menos dispendiosa é o ar exterior, uma vez que não requer custos de captação, como acontece nas outras duas fontes. No entanto, quando a temperatura exterior é inferior a 5 °C, os rendimentos das bombas de calor são significativamente baixos, pelo que deve ser ponderada outra solução. No caso de a fonte de captação ser a água, nomeadamente água do mar, lagos ou rios, se as temperaturas nos meses mais frios não forem muito variáveis, é uma boa opção. A solução do solo é a que requer mais custos de captação, no entanto é a que oferece maior quantidade de energia, uma vez que a energia solar encontra-se acumulada a baixa profundidade e a energia geotérmica encontra-se acumulada a elevada profundidade [9].

### 2.3.2.3. Funcionamento

Estas unidades usam o princípio do ciclo frigorífico no seu funcionamento e que invertendo o ciclo termodinâmico conseguem funcionar para aquecimento e para

arrefecimento. Ou seja, a bomba de calor funciona consumindo trabalho para que seja possível transferir calor de um meio a baixa temperatura para outro a temperatura superior. O fluido frigorigéneo ou refrigerante percorre o ciclo, absorvendo calor no evaporador, onde a pressão e a temperatura são baixas, recebe trabalho no compressor e transfere calor no condensador, onde a pressão e a temperatura são altas.

Em resumo, o princípio de funcionamento do ciclo caracteriza-se por:

- O compressor tem a função de comprimir o fluido frigorigéneo, que chega como gás a baixa pressão. Após passar no compressor, o gás ganha pressão e temperatura e dirige-se para o condensador;
- No condensador o gás chega a alta pressão e temperatura e liberta energia para o ar ambiente, transformando-se num líquido arrefecido com alta pressão (condensação);
- Esse líquido passa na válvula de expansão que faz com que a pressão seja reduzida. Deste modo, a temperatura desce e o líquido passa a estar com baixa pressão;
- O líquido de baixa pressão encaminha-se para o evaporador, onde passa a um gás de baixa pressão (estado gasoso), derivado do processo de evaporação. O gás a baixa pressão direciona-se ao compressor, recomeçando novamente o ciclo.

É essencial que o fluido frigorigéneo atinja uma temperatura alta o suficiente, quando comprimido, para libertar calor através do condensador, e que atinja uma temperatura baixa o suficiente, quando expandido, para que o calor possa fluir do ambiente frio para o fluido no evaporador. A diferença de pressão deve ser grande o bastante para o fluido se condensar no lado quente e evaporar no lado frio. Quanto maior a diferença de temperatura, maior a diferença de pressão necessária e, conseqüentemente, maior a energia requerida para comprimir o fluido [20]. Na Figura 2.10 encontra-se representado o ciclo de arrefecimento da bomba de calor e na Figura 2.11 representa-se o ciclo de aquecimento, que basicamente é a inversão do ciclo, uma vez que, conforme já referido, através da bomba de calor consegue-se a produção de frio e quente.

Para além do referido anteriormente outro fator importante a ter em conta na definição da solução é o facto do coeficiente COP e EER variarem significativamente com a temperatura dos fluidos na transferência de calor com o refrigerante.

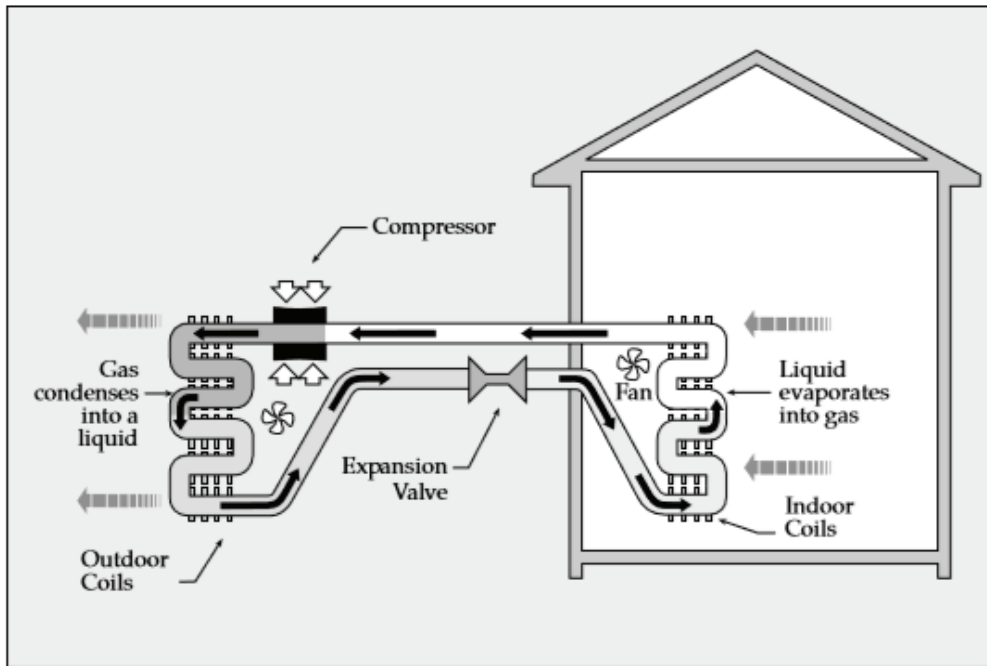


Figura 2.10 - Bomba de calor - Ciclo de arrefecimento [16]

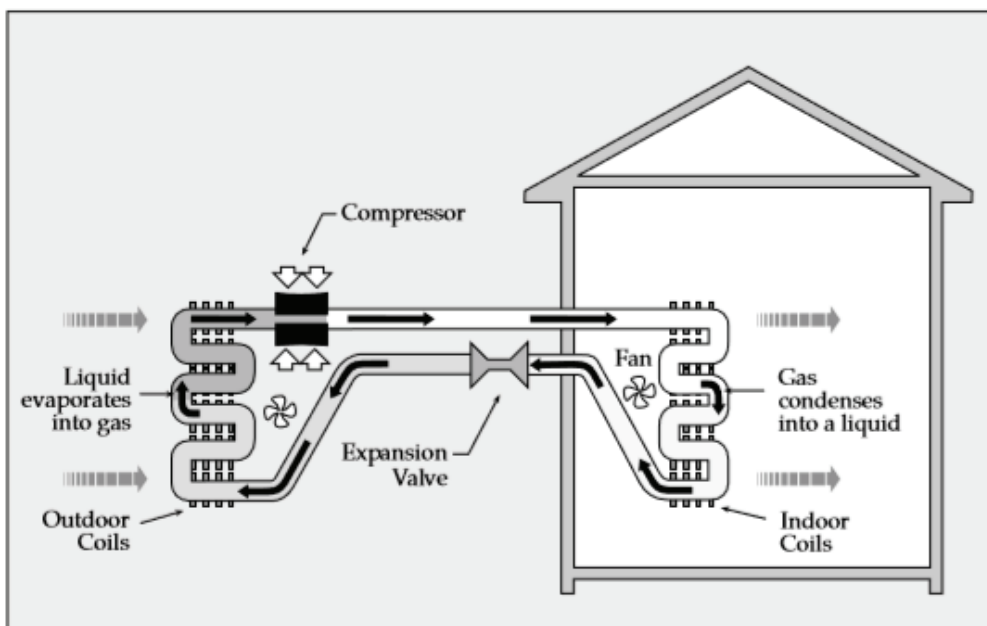


Figura 2.11 – Bomba de calor - Ciclo de aquecimento [16]

No Anexo B.1, apresentam-se as curvas de desempenho das bombas de calor a Ar-Ar, Ar-Água e Água-Água, tendo em conta as eficiências COP e EER e a temperatura de entrada de ar ou água. Uma vez que neste trabalho não será tido em conta o estudo com recurso de captação do solo, as curvas dessas bombas não são apresentadas.

Através destas curvas é possível constatar que os valores de COP são superiores no sistema de bomba de calor a água-água, uma vez que é possível atingir temperaturas mais elevadas, derivado do facto de o calor específico e densidade da água serem superiores ao do ar e assim consequentemente obter melhores rendimentos dos equipamentos, com as trocas térmicas entre a água e o refrigerante.

As bombas de calor são assim equipamentos de produção com rápida amortização do investimento inicial, uma vez que conseguem uma redução do consumo energético, possuindo assim a vantagem de serem uma alternativa ao uso de caldeiras a gás.

### **2.3.3. Caldeiras**

#### **2.3.3.1. Descrição**

As caldeiras são equipamentos que servem para aumentar a temperatura de um fluido (normalmente água) através do calor libertado, resultante da queima de um combustível com a presença de oxigénio. A água quente produzida por estes equipamentos pode ser para uso sanitário, para aquecimento do ar ambiente ou para usos industriais. Para efeitos de aquecimento ambiente, a água é transportada por tubagens, através de circulação forçada (bombas) até aos equipamentos localizados nos espaços a aquecer. Esses equipamentos podem ser unidades de tratamento de ar ou equipamentos terminais, como é o caso dos radiadores, pavimento radiante ou ventiloconvetores. As caldeiras podem ter como combustível líquido o gasóleo, como combustível gasoso o gás natural, butano ou propano ou combustíveis sólidos como carvão, madeira, etc.

As caldeiras que utilizam combustível gasoso possuem vantagens na condução, conseguem uma menor emissão poluente e têm menores custos de investimento e de manutenção, a tendência tem vindo a ser aplicar este tipo de caldeiras.

#### **2.3.3.2. Tipos e classificações**

As caldeiras podem ser classificadas quanto à sua capacidade, temperatura e pressão de funcionamento, relativamente ao tipo de combustível utilizado ou aos gases de combustão e também quanto à utilização. Assim, podem ser de baixa potência, como é o caso das murais ou de condensação ou no caso de potências superiores, as caldeiras de chão a gás ou a gasóleo.

A classificação das caldeiras relativamente aos gases de combustão pode ser de dois tipos: aproveitamento ou não dos gases de combustão. No primeiro caso, quando os gases de combustão saem a uma temperatura alta e não suportam condensações do vapor de água, as caldeiras denominam-se caldeiras convencionais. Neste tipo de caldeiras o calor dos gases de combustão é libertado para a atmosfera. No entanto, quando a caldeira aproveita o calor residual existente nos gases de combustão, conseguindo assim recuperar energia e utilizá-la para o aquecimento, denominam-se de caldeiras de condensação, pois sendo caldeiras a baixa temperatura e uma vez que é produzido o vapor de água, aproveitando o calor de condensação, estas caldeiras são assim mais eficientes [15].

Em relação à utilização as caldeiras podem ser de cogeração, caldeiras de recuperação de calor de processos industriais ou outras fontes ou caldeiras para aquecimento, para climatização, processos industriais, etc.

### **2.3.3.3. Funcionamento**

As caldeiras que possuem dois tubos, um de ida e outro de retorno, são utilizadas para trabalhar em circuitos de água idênticos, como é o caso dos radiadores. As que possuem três tubos, um de ida e dois de retorno, em que nestes últimos, um é para baixa e outro para alta temperatura, são adequadas para trabalhar em instalações com um circuito de ventiloconvetores, radiadores ou pavimento radiante.

As caldeiras de condensação possuem uma constituição específica, uma vez que obrigam à passagem dos gases quentes da exaustão por um segundo permutador de calor. Assim, libertam todo o calor através da condensação do vapor de água, aproveitando uma grande quantidade de energia, libertada na passagem da água do estado gasoso para líquido.

Nas caldeiras convencionais os gases de combustão passam pelo permutador de calor e entram em combustão, fazendo com que 30% do calor seja perdido. A Figura 2.12 apresenta o modo de funcionamento de uma caldeira convencional e de uma de condensação.

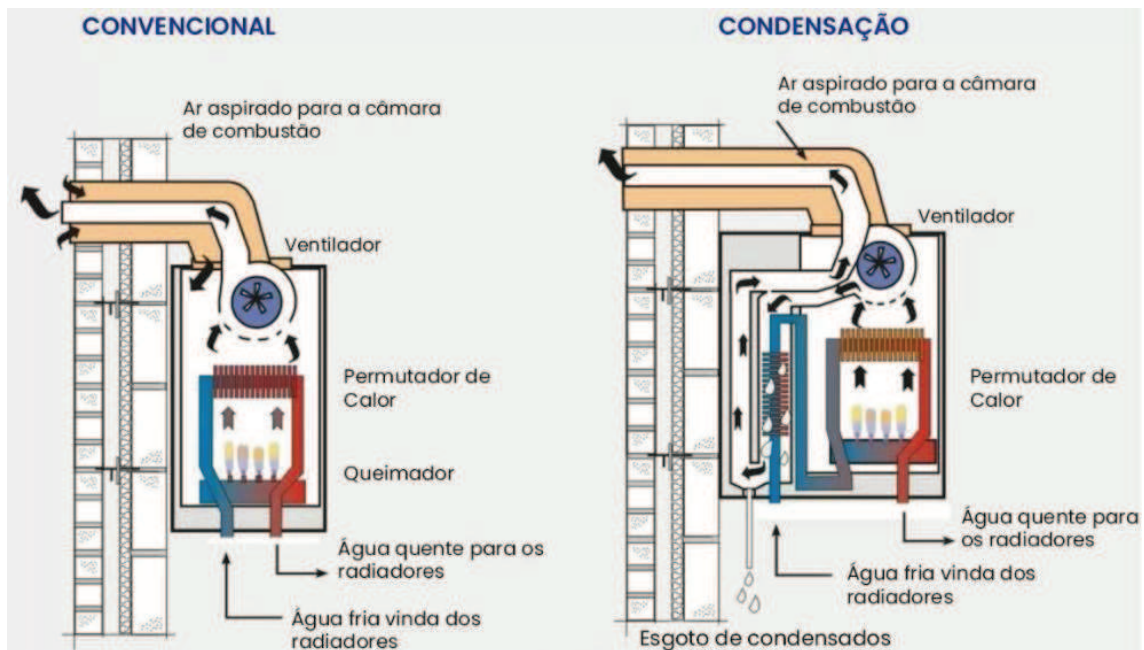


Figura 2.12 – Funcionamento de caldeira convencional versus caldeira condensação [21]

## 2.4. Sistemas de expansão direta

### 2.4.1. Descrição

Os sistemas de climatização de expansão direta são aqueles em que o arrefecimento ou aquecimento do ar é efetuado através da expansão direta de um fluido frigorífero. São sistemas autónomos em produção de frio/calor. Neste tipo de sistema a troca de calor é efetuada diretamente entre o ar ambiente e o fluido frigorífero. Estes sistemas são compostos por unidade interior, que incorpora o evaporador com os filtros associados, por uma unidade exterior, que engloba o condensador e o compressor e pelos dispositivos de expansão. Os sistemas de expansão direta caracterizam-se por utilizar o próprio fluido frigorífero do ciclo frigorífico para o tratamento térmico dos espaços, circulando o fluido nas baterias das unidades interiores que se encontram nos espaços. Este tipo de sistemas são os mais utilizados ao nível residencial, comercial e escritórios.

### 2.4.2. Tipos e classificações

Os sistemas de expansão direta podem ser classificados pelos seguintes tipos: os *mono-split*, *multi-split* e os denominados sistemas de fluxo variável de fluido frigorífero (VRF). No caso dos *mono-split* a climatização do espaço é efetuada apenas por uma

unidade dedicada, composta por unidade exterior e apenas uma unidade interior. Os sistemas *multi-split* têm a capacidade de possuir apenas uma unidade exterior e várias unidades interiores com um limite máximo normalmente de cinco unidades interiores.

As unidades interiores para os sistemas *mono-split* e *multi-split* podem ter várias configurações, que estão associadas a diferentes potências térmicas e diferentes aplicações. Podem ser para montagem à vista, como o caso da unidade do tipo mural, para aplicação na parede, ou da unidade tipo de cassete, para instalação no teto ou unidade de teto horizontal, para instalação no teto ou da unidade de chão, que fica assente no chão. Existem também unidades para montagem em tetos falsos, como é o caso das unidades de conduta.

Relativamente aos sistemas de VRF estes permitem ligar uma unidade exterior a um elevado número de unidades interiores, normalmente, à volta de 60 unidades, dependendo do fabricante em questão e conseguem ficar distanciadas da unidade exterior, desde que não ultrapassem os limites de comprimento de tubagem, indicados por cada fabricante. A vantagem deste tipo de sistema deve-se ao facto de ser possível incorporar mais unidades interiores, de capacidades e configurações diferentes e com controlo individualizado, através da integração de sistema de controlo eletrónico.

Na Figura 2.13 encontra-se representado um esquema resumo com a classificação dos sistemas de expansão direta.

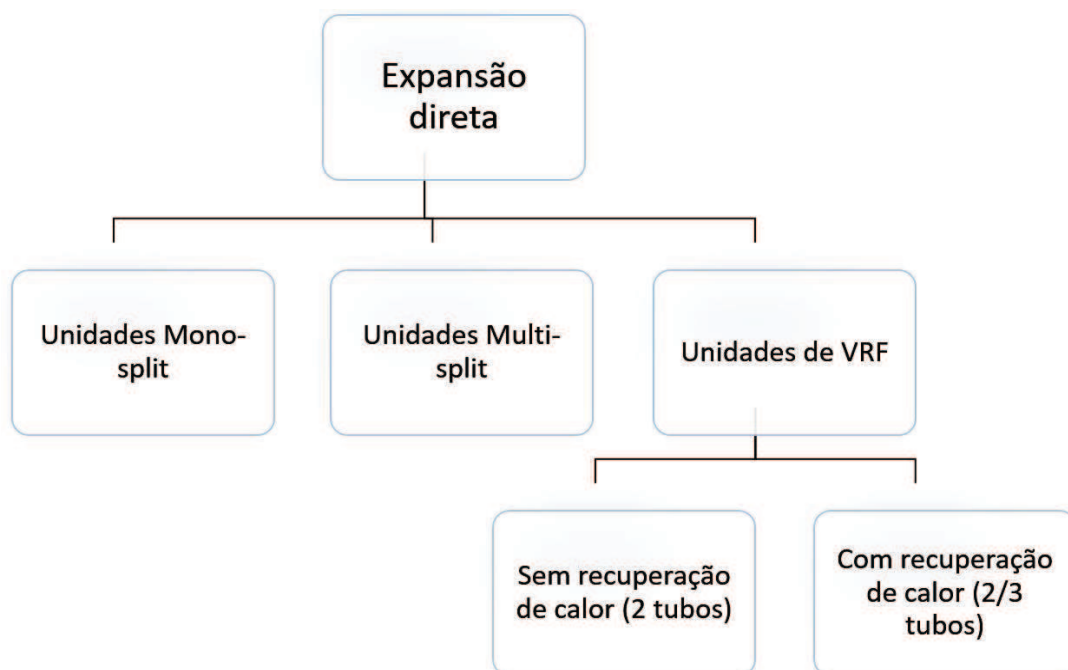


Figura 2.13- Classificação sistemas de expansão direta

### 2.4.3. Funcionamento

Os sistemas de expansão direta do tipo *mono-split* e *multi-split* são do tipo reversível, ou seja, possuem a capacidade de permitir arrefecer ou aquecer os espaços através de uma unidade. Esta capacidade é possível pois estes sistemas são dotados de válvulas de 4 vias, que invertem as funções dos permutadores das unidades exteriores e interiores de forma a fazer a inversão do ciclo e funcionarem em aquecimento no ciclo de Inverno e em arrefecimento no ciclo do Verão. Na estação de arrefecimento, o equipamento exterior serve de condensador e o interior de evaporador, enquanto que na estação de aquecimento o equipamento exterior funciona como evaporador e o equipamento interior como condensador [9].

O funcionamento dos equipamentos assenta na compressão mecânica de vapor, ou seja, o fluido que é evaporado no permutador interior absorve a carga térmica ao espaço a arrefecer a um nível baixo de temperatura de evaporação e vai condensar num permutador exterior a um nível mais alto de temperatura de condensação. O compressor vai assegurar o aumento de pressão entre estes dois níveis de temperatura e a redução por um dispositivo de expansão [15].

O fluxo variável de fluido frigorigéneo determina-se pelo fornecimento da energia térmica de forma proporcional e progressiva às necessidades dos espaços a tratar. Este tipo de sistemas adequa o ciclo de trabalho do compressor e do ventilador da unidade exterior, em função da potência necessária para cada espaço e conseqüentemente do caudal do fluido frigorigéneo necessário para garantir as necessidades de cada espaço. Assim, uma vez que é possível controlar independentemente cada espaço, consegue-se arrefecer ou aquecer espaços distintos de acordo com as necessidades de cada um, de uma forma económica, uma vez que ajusta a capacidade de carga em função das necessidades de remoção de calor de cada espaço.

Em relação aos sistemas de VRF, tais como outros, podem ser dotados de tecnologia denominada de *inverter*, ou seja, conseguem controlar a velocidade de rotação do compressor conforme a necessidade de arrefecimento e/ou aquecimento necessários nos espaços a climatizar. Assim, é possível obter uma poupança de energia, uma vez que o compressor nunca desliga e a temperatura pretendida é mais rapidamente atingida, sendo possível mantê-la com pouca oscilação.

As unidades exteriores nestes sistemas podem ser constituídas por um ou dois compressores com um sistema de controlo do tipo inverter ou de variador de frequência, permitindo assim adaptar a potência frigorífica produzida às unidades interiores. Assim, o funcionamento dos compressores é efetuado da seguinte forma: um funciona de forma tudo ou nada, arrancando e trabalhando com toda a sua potência ou então fica parado, enquanto que o outro varia a velocidade de rotação, permitindo assim adaptar o caudal do fluido frigorígeno às necessidades térmicas solicitadas, mas mantém sempre uma velocidade mínima por forma a garantir uma correta lubrificação, bem como assegurar o arrefecimento do motor elétrico. Estes sistemas possuem também um separador de óleo, incorporado na unidade exterior que tem a função de evitar a circulação do óleo pela instalação e os dispositivos de expansão adotados são do tipo válvula eletrónica, permitindo assim uma constante regulação de caudal de fluido ao evaporador, consoante as necessidades térmicas.

Estes sistemas podem ser subdivididos em sistemas a dois tubos ou sistemas a três tubos. Os sistemas a dois tubos, ou seja, do tipo reversível, são capazes de efetuar arrefecimento durante o Verão e aquecimento durante o Inverno, por inversão das funções dos permutadores das unidades exterior e interior. No entanto, se utilizarmos os sistemas a três tubos, é possível garantir condições de arrefecimento e aquecimento em simultâneo utilizando para isso unidades que possuam recuperação de calor, sendo necessário prever caixas de recuperação. Neste tipo de sistemas existem dois tubos que são equivalentes ao sistema a dois tubos, em que num circula o gás a baixa pressão que é aspirado pelo compressor, no outro circula o líquido a alta pressão que é encaminhado para o mecanismo de expansão que se localiza antes do evaporador, a terceira tubagem diz respeito ao gás a alta pressão proveniente da descarga do compressor. Assim, o calor da condensação deste gás pode ser aproveitado nos espaços onde é pretendido proceder ao aquecimento, em vez de ser rejeitado no condensador exterior [9].

## **2.5. Condensação a água ou a ar**

### Condensação a ar

Num sistema de condensação a ar o *chiller* retira o calor à água refrigerada e esse calor mais a energia fornecida ao compressor, acionado por um motor elétrico, são expelidos para o exterior, sendo o calor removido à água, transferido para o ar. Neste caso foi

necessário fornecer energia elétrica, uma vez que foi efetuada a transferência de energia de uma “fonte fria” (água a baixa temperatura) para uma “fonte quente” (ar a temperatura mais elevada).

Um *chiller* de condensação a ar possui um princípio de funcionamento simples, uma vez que não necessita de torre de arrefecimento, bombas, nem um sistema de tratamento de água, eliminando assim problemas relacionados com a bactéria *Legionella*, derivados da utilização de torres de arrefecimento. No entanto, existem outras problemáticas na aplicação destes sistemas, uma vez que o coeficiente de transferência de calor do ar é inferior ao da água, são necessários equipamentos com maiores áreas de transferência, originando assim equipamentos com um tamanho considerável.

Os sistemas de condensação a ar possuem as seguintes vantagens [22]:

- Nível de ruído: Este tipo de equipamentos não são muito ruidosos e existem versões de velocidade variável, que reduzem bastante o nível de ruído, mas têm a desvantagem de serem mais onerosas;
- Instalação: No exterior do edifício;
- Custo/manutenção: Estes equipamentos para além de possuírem um custo inicial baixo e uma vida útil longa, não requerem muita manutenção, uma vez que não têm associado outro tipo de equipamentos, como torres de arrefecimento e bombas, o que torna a instalação mais simples;
- Funcionamento: Podem trabalhar a temperaturas abaixo dos 0°C, pois não existe o risco de congelar, situação que acontece na água.

### Condensação a água

Os *chillers* de condensação a água são constituídos por compressor, evaporador, condensador e mecanismo de expansão, ou seja, são os equipamentos necessários para a realização do ciclo frigorífico. Nas instalações com condensador arrefecido a água, existe uma torre de arrefecimento que efetua o arrefecimento da água proveniente do calor do condensador. Os *chillers* de condensação a água são normalmente utilizados em pequenas e grandes instalações industriais e comerciais.

Os sistemas de condensação a água possuem as seguintes vantagens [23]:

- Economia/Eficiência: um *chiller* de condensação a água consome menos energia (redução em cerca de 50%) do que um *chiller* a ar e não necessita da utilização de fluidos, necessitando apenas de água. Mais eficientes a nível energético;

- Dimensão: Equipamentos são mais pequenos do que nos *chillers* de condensação a água;
- Instalação: No interior do edifício;
- Nível de ruído: é mais silencioso do que os sistemas de condensação a ar;
- Tempo vida útil: Superior aos *chillers* a ar.

Importa também referir que a vida útil de um *chiller* com condensação a ar é de 18 a 20 anos e de um *chiller* com condensação a água é de 25 anos. Uma das principais causas da degradação é o baixo desempenho dos compressores e aumento de avarias, muitas delas resultantes da baixa carga de fluido frigorigéneo e do aumento da incrustação nos condensadores [24].

Para um sistema de *chiller* com condensador arrefecido a água, é necessário prever uma torre de arrefecimento. Estas unidades de arrefecimento podem ser de dois tipos: evaporativo/arrefecimento de circuito aberto ou unidades de arrefecimento de circuito fechado. As torres de arrefecimento servem para rejeitar para o ambiente exterior o calor contido numa massa de água, que neste caso seria para arrefecer a água que foi aquecida no condensador do *chiller*, através da evaporação parcial duma parte desse caudal de água. A condensação destes equipamentos é efetuada através de um permutador de calor arrefecido a água.

Sempre que existam massas de água como rios, lagos ou mar, o processo pode ser feito sem aproveitamento da água de condensação, mas caso essas massas de água não existam, a água de condensação provém da rede pública e a sua rejeição para o ambiente exterior é um grande desperdício e encarece o processo. Nesta situação, o recurso à torre de arrefecimento permite o aproveitamento da água e rentabiliza o processo de condensação.

Existem dois tipos de torres de arrefecimento de circuito aberto, as de que possuem a movimentação do ar pelo interior da torre de forma forçada ou por forma natural. Quando é por forma natural as torres denominam-se de torres atmosféricas ou torres de circulação natural, em que o ar circula pela ação do vento e pelos fenómenos de convecção natural que ocorrem no interior da torre. Este tipo de torre é utilizado para grandes potências e não se aplicam a utilizações de climatização. No caso das torres de circulação forçada, o ar circula na torre através de ventiladores que ficam incorporados na base da torre, e dessa forma denomina-se tiragem forçada (Figura 2.14), uma vez que o ventilador insufla o ar

através da torre ou então o ventilador encontra-se no topo da torre, ou seja tiragem induzida (Figura 2.15), uma vez que o ventilador extrai o ar através da torre [15].

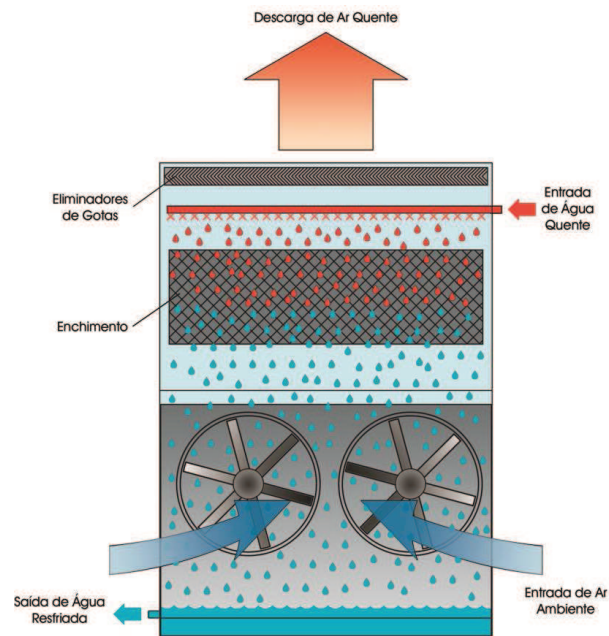


Figura 2.14- Torre de arrefecimento tiragem forçada [25]

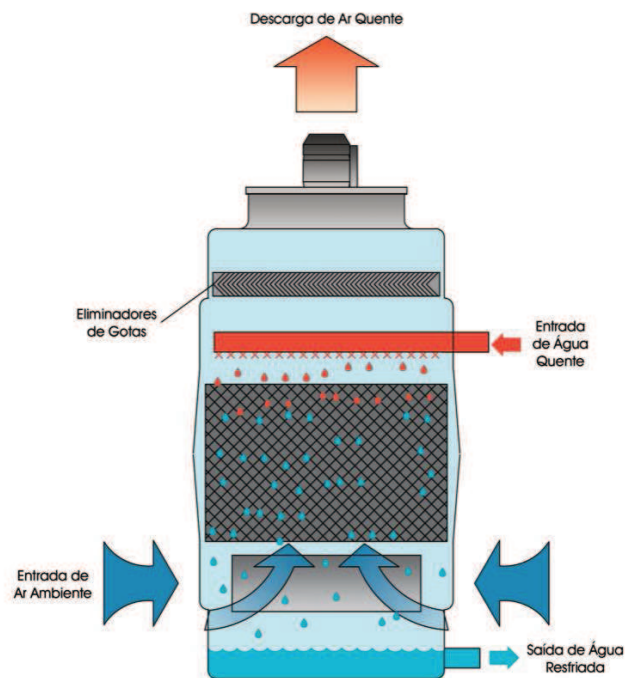


Figura 2.15- Torre de arrefecimento de tiragem induzida [25]

O princípio de funcionamento das torres de arrefecimento baseia-se no princípio evaporativo, ou seja, dois fluidos em contacto um com o outro trocam energia sensível, devido à diferença de temperaturas e energia latente, uma vez que possuem diferentes humidades. Ou seja, a água quente proveniente do condensador do *chiller* é pulverizada na parte superior da torre (entrada de água quente) e cai para o tabuleiro que se situa na base da torre, enquanto que o ar frio e não saturado de humidade entra na base da torre e sai mais quente e no estado saturado pelo topo da torre. No interior da torre os dois fluidos contactam um com o outro e assim a água perde energia sensível e latente para o ar.

O contacto da água e do ar pode ser efetuado de duas formas, em contracorrente, em que o caudal de água e de ar circulam em correntes paralelas e em sentidos opostos, ou seja, a água segue o sentido descendente e o ar o sentido ascendente ou então pode ser através de correntes cruzadas, em que o ar e a água escoam-se em correntes perpendiculares. No topo da torre encontra-se um eliminador de gotas que tem como objetivo evitar o arraste da água para a atmosfera.

As torres de arrefecimento apresentam algumas vantagens e desvantagens tendo em conta o tipo de torre e sua configuração. Os aspetos a ter em consideração nessa análise são as condições de funcionamento e o acesso aos ventiladores para manutenção, as condições de funcionamento das bombas, a eficiência da troca de calor e massa e a interferência com zonas circundantes [9]. Assim temos:

- Condições de funcionamento e manutenção dos ventiladores: Nas torres de arrefecimento em que o ventilador de insuflação está situado na base da torre, a sua manutenção torna-se mais simples uma vez que o ventilador está posicionado numa zona de fácil acesso e também faz com que o ventilador não esteja sujeito a trabalhar em condições de ar com gotículas de ar, uma vez que os eliminadores de gotas não conseguem eliminar totalmente as gotas de água que são arrastadas pelo caudal de extração;
- Eficiência da troca de calor e massa: As torres de arrefecimento de contracorrente possuem melhor eficiência de troca do que as cruzadas uma vez que

No entanto, importa referir que as torres de arrefecimento funcionam com temperaturas de água próximas dos 30°C, o que as torna propícias ao desenvolvimento de bactérias, nomeadamente a *Legionella*, pelo que deve ser efetuada uma manutenção periódica, através da realização de análises da água das torres e utilização de biocidas.

Para além das torres de arrefecimento anteriormente descritas, existem também as unidades de arrefecimento ou torres de arrefecimento de circuito fechado, que são semelhantes exteriormente às de circuito aberto e utilizam o mesmo princípio para o arrefecimento da água. Mas enquanto no caso da torre de circuito aberto a água que é evaporada é a proveniente do condensador, nas torres de circuito fechado a água que é evaporada é exterior ao circuito do condensador. Assim, a troca de calor é garantida num permutador, em que nos tubos do permutador circula a água proveniente do condensador e a superfície exterior dos tubos do permutador é molhada pela água que é evaporada. Sendo a troca de calor efetuada através do permutador, a eficácia é menor e as temperaturas de funcionamento da água serão mais elevadas, comparativamente com as torres de arrefecimento de circuito aberto. Estas unidades podem ser de contracorrente ou de correntes cruzadas e podem também ter insuflação forçada ou extração forçada, de acordo com o posicionamento do ventilador.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

#### 3.1. Descrição do edifício

O edifício em estudo trata-se de um Oceanário, onde se insere um aquário de grandes dimensões e uma estufa (fora do âmbito do trabalho). Para além destes espaços, existem ainda espaços museológicos, espaços administrativos, técnicos e uma cafetaria. Este edifício é muito particular pelo tipo de instalações que dispõem, uma vez que os grandes volumes de água dos tanques, em circulação e tratamento constante, de forma a garantir a sobrevivência, desenvolvimento e crescimento das espécies que ali habitam, necessitam de um conjunto de instalações específicas que envolverão consumos de energia significativos. Os espaços dos tanques requerem assim condições diferentes e muito particulares das estabelecidas regularmente, uma vez que são espaços que estão associados a sistemas de manutenção de vida, sobrevivência e bem-estar das espécies que albergam. No entanto, o sistema de produção dedicado à água dos tanques não foi alvo de análise neste trabalho, sendo que seria necessário um permutador de calor em titânio, dedicado para cada um dos tanques.

O Oceanário em estudo prevê-se ser construído no Funchal, mais propriamente, no Terminal de Cruzeiros do Porto do Funchal. O edifício divide-se em dois volumes: o corpo dos tanques e do Oceanário propriamente dito e a estufa da floresta (fora do âmbito deste trabalho). A área bruta total de construção é cerca de 12000 m<sup>2</sup>.

O edifício em estudo tem as fachadas orientadas a Sudeste, Sudoeste, Noroeste e Nordeste. As plantas do edifício em estudo encontram-se representadas no Anexo C.1.

Consideram-se as seguintes cotas de referência para identificação dos locais:

- Cota 4.10 – Destinada a salas de trabalho e manutenção, áreas técnicas e à zona de reserva de peixes;
- Cota 9.37 – A esta cota será colocado o átrio principal de acesso ao edifício. Existirá também uma área de apoio, o *lobby*, a loja, espaços de exposições temporárias e a cafetaria;
- Cota 13.62 – A esta cota desenvolver-se-ão as áreas de exposições. Existirá também zonas técnicas e sala de aula.
- Cota 16.85 – Nesta cota será inserida a área administrativa, como receção, sala de reuniões, gabinete do diretor e uma zona de trabalho em *open space*;

- Cota 19.06 – Destinada a e espaço de trabalho, acesso aos tanques e balneários/I.S. e zonas técnicas.

Para o estudo deste edifício foram tidos em conta todos os espaços que vão ser climatizados, à exceção da floresta que está fora do âmbito do trabalho. Assim sendo, os espaços considerados e as suas características, nomeadamente volumetria, bem como a indicação da área de parede exterior e de vãos envidraçados de cada um dos espaços climatizados do edifício e sobre os quais este trabalho é desenvolvido, encontram-se definidos na Tabela 3.1a e na Tabela 3.1b.

Tabela 3.1a - Características dos espaços

Cota	Nome do espaço	Área (m <sup>2</sup> )	Pé-direito (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Área de parede exterior (m <sup>2</sup> )	Área de vãos envidraçados (m <sup>2</sup> )
4.10	Sala de trabalho	43,16	4,97	214,51	0,00	0,00
4.10	Oficina Manutenção	46,9	4,97	233,09	0,00	0,00
4.10	Sala voluntários	28,2	4,97	140,15	0,00	0,00
4.10	Oficina Pintura	34	4,97	168,98	0,00	0,00
4.10	Armazém Manutenção	21,3	4,97	105,86	0,00	0,00
4.10	Sala pessoal e copa	20,2	3,5	70,70	0,00	0,00
4.10	Escritório	16,6	3,5	58,10	0,00	0,00
4.10	Armazém	27,5	4,97	136,68	0,00	0,00
4.10	Carpintaria	30,9	4,97	153,57	0,00	0,00
4.10	Control	13,74	4,97	68,29	0,00	0,00
4.10	Apoio Catering	30,9	3,64	112,48	4,50	0,00
4.10	Escritório Engenharia	35,5	3	106,50	18,00	15,00
4.10	Veterinário	27	3	81,00	18,00	15,00
4.10	Lab. Biologia	18,2	3,64	66,25	14,74	7,28
4.10	Aves	18,2	3,64	66,25	14,74	10,92
4.10	Répteis	16,7	3,64	60,79	14,74	7,28
4.10	Preparação de Alimentos	21,2	3	63,60	0,00	0,00
4.10	Reserva de Peixes	570,2	4,97	2833,89	0,00	0,00
4.10	Sistemas de suporte de vida 1	315,1	7,7	2426,12	0,00	0,00
9.37	Coffee Shop	158,7	3,5	555,45	86,10	70,14
9.37	Aquarium Store	171,5	3,5	600,25	30,10	21,70
9.37	Lobby	161,1	5,12	824,58	37,10	26,71
9.37	Ticketing	17	2,7	45,90	11,91	11,00
9.37	Security	22,7	2,7	61,29	25,73	11,00
9.37	First Aid Room	15,5	2,7	41,85	6,48	0,00
9.37	Event Space	173,6	3	520,80	34,56	7,60
9.37	Temporary exhibition	127,5	3	382,41	0,00	0,00
13.62	Class Room	80	3,3	264,00	27,72	18,81
13.62	Dive Theater	85,28	5,7	486,10	62,41	0,00

Tabela 3.1b - Características dos espaços

Cota	Nome do espaço	Área (m <sup>2</sup> )	Pé-direito (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Área de parede exterior (m <sup>2</sup> )	Área de vãos envidraçados (m <sup>2</sup> )
13.62	Sistemas de suporte de vida 2	84,88	5,9	500,79	0,00	0,00
13.62	Sistemas de suporte de vida 3	197,8	7,64	1511,19	0,00	0,00
13.62	Sistemas de suporte de vida 4	64,9	7,44	482,86	63,84	0,00
13.62	Exposição Open Ocean + Canary Current	269,6	3,5	943,64	191,63	0,00
13.62	MID-ATL ridge video	121,9	3	365,58	57,12	0,00
13.62	Zona expositiva the coast	319,5	5,7	1821,15	114,28	0,00
16.85	Reception	29,32	2,8	82,10	9,80	2,55
16.85	Conference room	34,06	2,8	95,37	16,41	5,10
16.85	Executive director	32,1	2,8	89,88	14,67	5,10
16.85	Open Space	190	2,8	532,00	28,14	18,09
19.06	Sistemas de suporte de vida 5	522,9	5,05	2640,75	187,05	0,00
19.06	Sistemas de suporte de vida 6	302,6	3,39	1025,68	258,77	0,00
19.06	Open Space	86,04	2,4	206,50	35,11	0,00

### 3.2. Cálculo das cargas térmicas

A finalidade de um sistema de AVAC é assegurar o conforto térmico dos ocupantes de um determinado edifício, garantindo para isso as condições interiores de temperatura e humidade relativa, consoante o tipo de atividade do edifício e dos espaços que o compõem. Para isso, tem de se ter em conta no dimensionamento do sistema vários fatores, que são determinantes para a correta caracterização dos espaços, ou seja, as cargas térmicas. Conforme referido na *ASHRAE Handbook-Fundamentals* [26], os diversos fenómenos de transferência de calor, quer seja por convecção, condução ou radiação, mas também os ganhos térmicos internos nas zonas a climatizar, provocam cargas térmicas de arrefecimento e aquecimento consideráveis. As cargas térmicas podem assim ser classificadas por:

- Cargas térmicas exteriores: este tipo de cargas depende de fontes externas, tais como temperatura, humidade relativa e radiação e resultam da transferência de calor através das envolventes. Assim, os princípios construtivos e materiais aplicados nas envolventes (paredes exteriores, coberturas, pavimentos, envidraçados, sombreamentos, etc.), bem como as infiltrações através das

envolventes, a incidência solar através de vãos exteriores e as cargas devidas ao ar novo são os fatores que caracterizam este tipo de cargas;

- Cargas térmicas interiores: este tipo de cargas depende das condições de funcionamento dos edificios, ou seja, da energia libertada através da iluminação, da taxa de ocupação, do tipo e frequência de atividade e do calor proveniente de aparelhos elétricos;
- Outras: a localização e orientação do edificio.

A Figura 3.1 representa a influência das cargas térmicas num espaço:



Figura 3.1 – Influência das cargas térmicas num espaço [27]

O cálculo das cargas térmicas tem uma direta influência nos custos de implementação do sistema de AVAC, do conforto dos ocupantes e do custo energético do edificio. Assim o dimensionamento dos sistemas de climatização para além de ter de garantir a remoção das cargas térmicas dos espaços e de garantir o correto funcionamento nos vários períodos de utilização, tem de ter em consideração o conforto térmico, a qualidade do ar, os problemas associados com a envolvente do edificio e o impacto ambiental.

O cálculo das cargas térmicas para o edificio em causa foi realizado com recurso ao *software Hourly Analysis Program 5.1* da Carrier (HAP 5.1). A escolha do *software* HAP deveu-se ao facto de ser um *software* que se utiliza em todo o Mundo, é universal e tem como referência a ASHRAE. Este *software* possui duas ferramentas muito importantes, uma vez que tem recursos versáteis para projetar sistemas de AVAC e é possível efetuar uma análise de energia para comparar o consumo de energia e os custos de energia alternativas de projeto.

Os dados de entrada e os resultados dos cálculos de projeto do sistema de AVAC podem ser utilizados diretamente em estudos de energia. O *software* possui diversos menus onde são inseridos os dados do edifício em estudo, nomeadamente:

- *Weather*: Neste menu é feita a caracterização climática do local em estudo;
- *Spaces*: Este menu permite caracterizar os espaços a climatizar no edifício, nomeadamente em termos de área e pé-direito, cargas térmicas relacionadas com ocupação, iluminação e equipamentos, cargas térmicas derivadas das envolventes exteriores e definir os perfis de funcionamento e caudais de ar novo;
- *Systems*: Aqui é definido o tipo de sistema de climatização que vai ser aplicado nos espaços em estudo, como também indicar as temperaturas de funcionamento do circuito hidráulico e indicar os fatores de segurança a considerar;
- *Plants*: Neste menu são definidas as centrais térmicas do edifício.

Para além do referido, é possível efetuar um balanço térmico dos sistemas para 8760 horas, emitindo relatórios onde são discriminadas as potências térmicas, bem como os caudais necessários para cada espaço a climatizar. Neste sentido, contribui para conseguir projetos de edifícios ecológicos, uma vez que os resultados da análise de energia do HAP são aceites pelo *US Green Building Council* pelo seu sistema de classificação Liderança em energia e design ambiental (LEED).

O programa é uma ferramenta poderosa para projetar sistemas e dimensionar componentes do sistema de AVAC. Nos sistemas estão incluídos *rooftop*, *splits*, sistemas de VRF, ventiloconvetores, instalações de água gelada e água quente, sistema VAV, etc.

Através da determinação das cargas térmicas (apresentado no Anexo D1) foi possível dimensionar os equipamentos constituintes do sistema de produção (apresentado no capítulo 1), efetuar o traçado da rede hidráulica (apresentado no Anexo E1) e elaborar o esquema de princípio hidráulico (apresentado no Anexo E2) que reflete o funcionamento da instalação de AVAC do edifício.

### **3.3. Definição das condições de projeto**

#### **3.3.1. Condições geográficas**

Para a definição da localização do edifício, foi utilizada a folha de cálculo (Climas-SCE) desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia (LNEG) para o

Sistema Nacional de Certificação de Edifícios [28], de modo a obter-se os valores de latitude, da longitude e da altitude para a cidade de Funchal.

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [29] apresenta os dados climáticos para cada concelho de Portugal através de três zonas climáticas, sendo que na estação de aquecimento são as zonas climáticas de Inverno (I1, I2 e I3) e na estação de arrefecimento são as zonas climáticas de Verão (V1, V2 e V3), tendo por base a temperatura interior de referência de 20 °C para a estação de Inverno e de 25°C para a estação de Verão. As zonas climáticas são definidas em função da altitude, distância à costa e pelos dados climáticos médios. Assim, para o edifício em questão estamos perante uma zona climática I1 e V2, conforme se pode verificar na Figura 3.2, onde são apresentadas as características geográficas da Madeira.

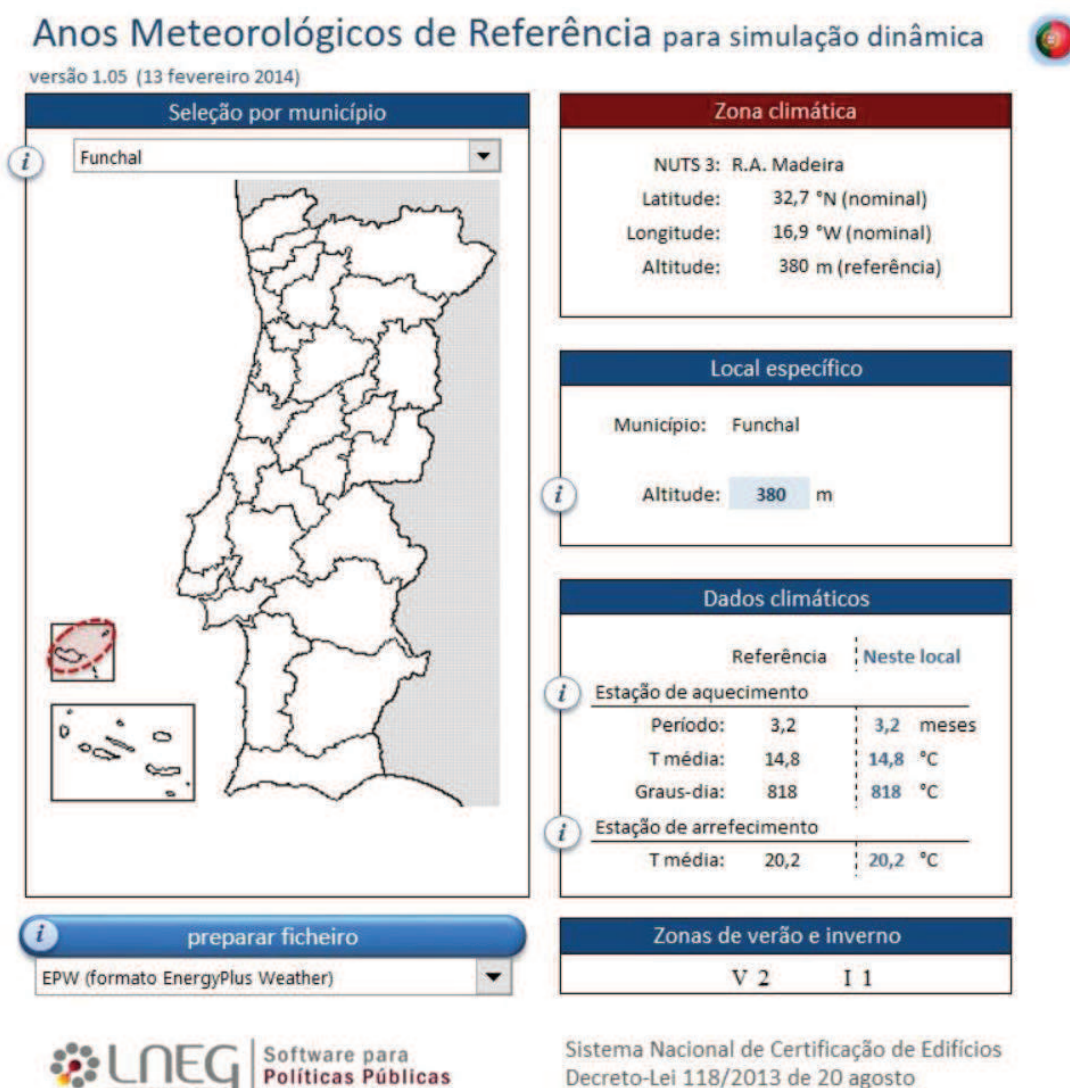


Figura 3.2 – Características geográficas da Madeira – Sistema Nacional de Certificação de Edifícios: Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto [30]

### 3.3.2. Condições exteriores de projeto no Verão e Inverno e outros parâmetros de projeto

Para obter as condições exteriores de projeto no Verão foi considerada uma probabilidade de ocorrência de 97,5% e a temperatura exterior de projeto no Inverno foi selecionada tendo em consideração uma probabilidade acumulada de ocorrência de 2,5%. Foram escolhidas estas probabilidades de ocorrência por serem valores conservativos, ou seja, a temperatura exterior de projeto é escolhida tendo em consideração que é o valor da temperatura exterior em que não é ultrapassado esse valor mais do que 2,5% da duração da estação de arrefecimento e de aquecimento. Assim, obteve-se através do documento Temperaturas Exteriores de Projeto e Números de Graus Dias do Instituto de Meteorologia de Portugal e do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) [31], os valores de temperatura de bolbo seco e húmido de Verão e a temperatura de bolbo seco de Inverno. Estes valores estão representados no Anexo F.1.

No entanto, no *software* de cálculo HAP é necessário introduzir a temperatura de bolbo húmido (*Winter Coincident WB*), tendo-se para isso utilizado o diagrama Psicrométrico, considerando uma humidade relativa de 90% (uma vez que em Portugal a humidade relativa situa-se entre os 85 a 90%, por segurança optou-se pelo valor de 90%) e com a temperatura de bolbo seco obteve-se pelo diagrama psicrométrico o valor de 11,7 °C para a temperatura de bolbo húmido. A obtenção deste valor através do diagrama psicrométrico consta no Anexo F.2. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Temperaturas exteriores de projeto no Verão e Inverno

Temperatura de bolbo seco ( <i>Summer Design DB</i> )	26,0 °C
Temperatura de bolbo húmido ( <i>Summer Coincident WB</i> )	20,8 °C
Amplitude térmica diária do mês mais quente ( <i>Summer Daily Range</i> )	5,3 °C
Temperatura de bolbo seco ( <i>Winter Design DB</i> )	12,6 °C
Temperatura de bolbo húmido ( <i>Winter Coincident WB</i> )	11,7°C

A amplitude térmica é o valor médio das diferenças entre a temperatura máxima e mínima diária no mês mais quente.

Para além das condições de temperatura é importante ter em conta outros parâmetros, tais como a nitidez atmosférica, denominado no *software* HAP como *athomspheric clearness number* foi considerado um valor de 1,15, que significa que estamos perante um clima com boa exposição solar, o coeficiente de *average ground reflectance*, ou seja, o reflexo médio do solo, adotou-se o valor de 0,20, uma vez que estamos perante um solo rochoso (*crushed rock*). No que diz respeito à condutibilidade do solo considerou-se um solo argiloso, que é o tipo de solo que temos na zona do Funchal, logo o valor foi de 1,55 W/m<sup>2</sup>°C. Estes valores são definidos pelo *software* HAP consoante o tipo de clima e solo do local.

### **3.3.3. Definição do mês de projeto e cálculo da temperatura e humidade relativa**

O mês de projeto corresponde ao mês que apresenta um valor de temperatura mais elevada. Para definir qual é esse mês, consultou-se a tabela com as médias das temperaturas e humidades entre 1951 e 1980 disponibilizadas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) [32], tendo-se verificado que Agosto é o mês de projeto, conforme se demonstra no Anexo F.3. É importante definir o mês de projeto para conseguir-se apurar as temperaturas de projeto, bem como a humidade relativa, que são parâmetros imprescindíveis para o cálculo das cargas térmicas.

Para conseguir-se obter esses parâmetros foram consultadas as tabelas que apresentam os valores médios mensais da temperatura e humidade relativa do ar que constam no Anexo F.3. Com os dados dessas tabelas (IPMA) ficou-se a conhecer as temperaturas médias mensais de bolbo seco, bem como a humidade relativa do ar média mensal, tendo sido considerados os valores apresentados para as 9h e 21h. Com esta informação foram determinados os valores da humidade específica para as 9h e 21h, através do diagrama Psicrométrico, considerando os valores da temperatura de bolbo seco e da humidade relativa retirados das tabelas.

Utilizando o valor mais alto de humidade específica entre as 9 h e as 21 h e através dos valores de temperatura média máxima e mínima de bolbo seco obtidas através das tabelas anteriormente referidas, obteve-se o valor de temperatura máxima e mínima de bolbo húmido. Na Tabela 3.3 apresentam-se os valores obtidos para todos os meses das temperaturas seca e húmida que serão introduzidas no *software* HAP. No Anexo F.3

encontra-se a tabela completa com todos os parâmetros necessários para conseguir-se obter as temperaturas.

Tabela 3.3 – Temperatura seca e húmida

	Temperatura seca média máxima [°C]	Temperatura seca média mínima [°C]	Temperatura húmida máxima [°C]	Temperatura húmida mínima [°C]
<i>Janeiro</i>	19,0	13,0	16,5	10,9
<i>Fevereiro</i>	18,9	12,7	16,4	10,6
<i>Março</i>	19,2	13,0	16,9	10,9
<i>Abril</i>	19,5	13,3	17,0	11,2
<i>Maio</i>	20,8	14,6	18,2	12,4
<i>Junho</i>	22,1	16,4	19,4	14,1
<i>Julho</i>	24,0	17,9	21,2	15,5
<i>Agosto</i>	25,4	18,8	22,5	16,3
<i>Setembro</i>	25,4	18,7	22,5	16,2
<i>Outubro</i>	24,1	17,6	21,3	15,2
<i>Novembro</i>	21,8	15,5	19,1	13,2
<i>Dezembro</i>	19,9	13,6	17,3	11,5

### 3.3.4. Definição dos ajustes mensais da radiação solar

Tendo a radiação solar um elevado contributo na diminuição das necessidades de aquecimento no Inverno e traduzir-se no Verão em calor que atravessa os envidraçados, é assim fundamental contabilizar a energia solar. Para realizar os ajustes mensais da radiação solar de forma a obter o valor que efetivamente chega à superfície de radiação solar, foi necessário emitir um relatório do *software* do HAP, através do “*Weather report*”, descarregando-se o ficheiro de *simulation solar profile graph* para os meses de Janeiro a Dezembro. Desse relatório apenas se retiraram os valores horizontais da tabela “*Design Total Heat Gains*”, que traduzem a radiação solar no plano horizontal em W/m<sup>2</sup>. Os valores obtidos do relatório referido anteriormente encontram-se no Anexo F.4.

Foi calculado os kW/m<sup>2</sup> diários, que consiste apenas no somatório da radiação do plano horizontal de cada mês. Multiplicando esse valor pelo número de dias que o mês tem, obtêm-se os valores mensais de energia em kWh/m<sup>2</sup>. O coeficiente multiplicativo é calculado pela Eq. (3.1):

$$\text{Coeficiente multiplicativo} = \frac{\text{Valor obtido nos mapas de radiação solar}}{\text{Valor obtido no relatório do HAP}} \quad \text{Eq. (3.1)}$$

Os valores da radiação global solar mensal (valor obtido nos mapas de radiação solar) foram obtidos através do Atlas da Radiação Solar do Arquipélago da Madeira, disponibilizado pelo Laboratório Regional de Engenharia Civil [33]. Os valores do coeficiente multiplicativo obtidos em cada mês traduzem a percentagem da radiação solar que efetivamente chega à superfície da terra num plano horizontal.

No Anexo F.5 apresenta-se a radiação solar média mensal, em que os valores foram obtidos através dos mapas de radiação solar e os valores do coeficiente multiplicativo. Estes foram introduzidos no *software* de cálculo de forma a assim obter-se os valores de radiação solar que efetivamente chegam à superfície da terra num plano horizontal.

Os valores de radiação solar, conforme referido anteriormente, possuem uma enorme importância para o dimensionamento dos equipamentos das instalações de AVAC para a estação de arrefecimento e aquecimento.

### 3.4. Definição das envolventes

Pretende-se neste subcapítulo caracterizar os principais elementos que constituem as paredes exteriores e interiores, a cobertura, o pavimento e os vãos envidraçados. É também apresentado o coeficiente global de transmissão térmica para cada um destes elementos, tendo em consideração os valores apresentados para os edifícios de comércio e serviços, que segundo a legislação em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 118/2013, Diário da República, 1.ª série — N.º 159 — 20 de Agosto de 2013, na redação vigente do Decreto-Lei 28/2016, de 23 de Junho [13]. Os valores de referência e os valores máximos admissíveis, tendo em consideração a zona climática do edifício em estudo, são os apresentados na Tabela 3.4 a Tabela 3.7.

O coeficiente de transmissão térmica é dado como sendo a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente que se está a caracterizar, por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que o elemento separa [13], sendo quantificado por  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ . A Tabela 3.4 indica os valores de coeficientes de transmissão térmica de referência para cada tipo de envolvente e tendo em consideração a zona climática do edifício.

Tabela 3.4 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados para edifícios de comércio e serviços,  $U_{ref}$  ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ). Adaptado de [34]

<b>Zona corrente da envolvente</b>	<b>Zona Climática</b>		
	I1	I2	I3
<b>Elementos opacos verticais exteriores ou interiores</b>	0,70	0,60	0,50
<b>Elementos opacos horizontais exteriores ou interiores</b>	0,50	0,45	0,40
<b>Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas)</b>	4,30	3,30	3,30

A Tabela 3.5 indica o valor de referência para o fator solar dos envidraçados tendo em consideração a zona climática do edifício.

Tabela 3.5 – Fator solar dos vãos envidraçados de referência para edifícios e comércio e serviços. Adaptado de [34]

	<b>Zona Climática</b>		
	V1	V2	V3
<b>Fator solar do vão (sem dispositivos de sombreamento)</b>	0,25	0,20	0,15

A Tabela 3.6 indica os valores de coeficientes de transmissão térmica máximos para cada tipo de envolvente e tendo em consideração a zona climática do edifício.

Tabela 3.6 – Valores do coeficiente de transmissão térmica máxima admissível para a envolvente opaca exterior de edifícios de comércio e serviços. Adaptado de [34]

<b>Zona corrente da envolvente</b>	<b>Zona Climática</b>		
	I1	I2	I3
<b>Elemento opaco vertical [<math>W/m^2 \cdot ^\circ C</math>]</b>	1,75	1,60	1,45
<b>Elemento opaco horizontal [<math>W/m^2 \cdot ^\circ C</math>]</b>	1,25	1,00	0,90

A Tabela 3.7 indica o valor máximo admissível para o fator solar dos envidraçados tendo em consideração a zona climática do edifício.

Tabela 3.7 – Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados de edifícios de comércio e serviços. Adaptado de [34]

gT máx por zona climática		
V1	V2	V3
0,56	0,56	0,50

O valor gT máximo representa o valor de fator solar máximo admissível para os vãos envidraçados e serve para caracterizar o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar nele incidente [13], sendo um valor adimensional.

O fator solar indica assim a energia solar incidente no vidro (ver Figura 3.3), ou seja, a quantidade de radiação que atravessa o vidro e que chega ao interior, direta e indiretamente através do vidro. O ganho direto é a transmitância da energia solar e o indireto é a energia solar incidente no vidro que é absorvida e transmitida por convecção dentro de um espaço. Assim, um valor baixo de fator solar significa que se mantém o calor no exterior e reduz-se o sobreaquecimento no interior, no entanto no inverno um baixo valor de fator solar, irá diminuir os ganhos térmicos pelo vidro. Quanto mais baixo for o valor do fator solar, temos o inconveniente de o vidro começar a ter uma coloração e não ser totalmente transparente. É também contabilizado o efeito das proteções solares.

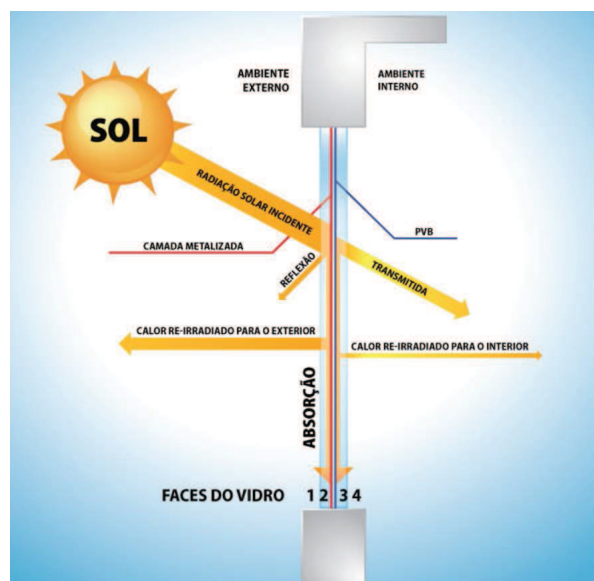


Figura 3.3 – Fator solar vidro [35]

### 3.4.1. Paredes exteriores

No edifício em estudo existem cinco paredes exteriores, que são diferenciadas pela sua constituição, uma vez que os elementos construtivos que as compõem são diferentes.

Assim, o valor do coeficiente de transmissão térmica é diferente em cada uma das paredes, uma vez que cada material possui o seu valor de condutibilidade térmica e/ou resistência térmica e a espessura influencia no valor de condutibilidade térmica obtido, conforme indicado na Eq. (3.2). No entanto, será apresentado o cálculo do coeficiente de transmissão térmica e a representação da constituição para uma parede exterior tipo e as restantes serão apresentadas no Anexo G.1.

Considerou-se que o revestimento exterior de todas as paredes exteriores apresenta uma cor média, por ser um pressuposto conservativo, sendo o seu coeficiente de absorção 0,675 [36].

O coeficiente de transmissão térmica de uma envolvente opaca é dado pela Eq. (3.2):

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{se}} \quad \text{Eq. (3.2)}$$

Em que,

U (coeficiente global de transmissão térmica) – representa o fluxo de calor que atravessa uma unidade de área com uma diferença de temperatura de 1 °C [W/(m<sup>2</sup>.°C)];

R<sub>j</sub> (resistência térmica do elemento j) – representa a capacidade do material se opor ao fluxo de calor, sendo o inverso do coeficiente de transmissão térmica [W/m<sup>2</sup>.C];

R<sub>si</sub> – resistência térmica superficial interior [W/m<sup>2</sup>.C];

R<sub>se</sub> – resistência térmica superficial exterior [W/m<sup>2</sup>.C].

Para o cálculo da resistência térmica da envolvente opaca é aplicada a Eq. (3.3):

$$R = \frac{\text{Espessura}}{\lambda} \quad \text{Eq. (3.3)}$$

Em que,

λ (condutibilidade térmica) – representa o calor que atravessa uma unidade de espessura de material com uma diferença de temperatura de 1 °C [W/(m.°C)].

Na Figura 3.4 encontra-se representado o pormenor construtivo da parede exterior tipo I.

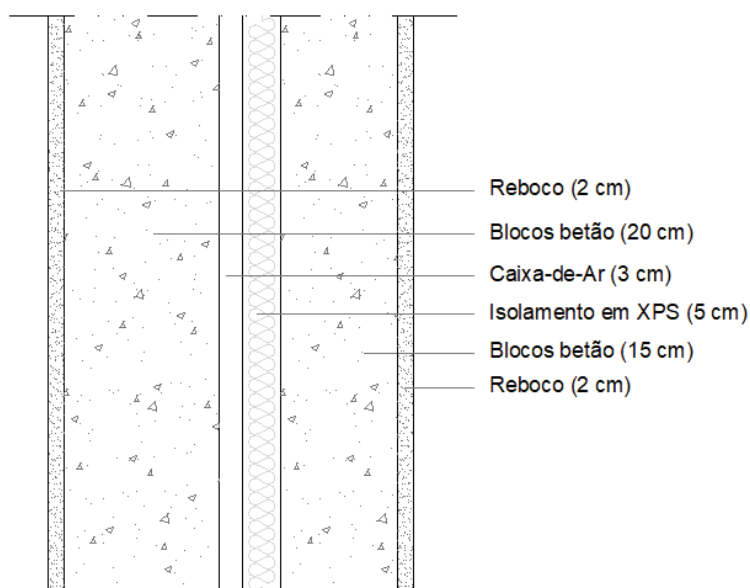


Figura 3.4 – Pormenor construtivo da parede exterior tipo I

Na Tabela 3.8 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo I, sendo apresentado quais os elementos construtivos que constituem a parede, indicando para cada material a espessura, o valor da condutibilidade térmica e/ou a resistência térmica.

Tabela 3.8 – Coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo I

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Blocos de betão	0,2	-	0,30
Caixa-de-ar	0,03	-	0,18
Isolamento XPS	0,05	0,037	1,35
Blocos de betão	0,15	-	0,20
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,47</b>	-	<b>2,06</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,04
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,17</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>2,23</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,45</b>

Para o cálculo do coeficiente de transmissão térmica foram utilizados os valores da condutibilidade térmica e da resistência térmica dos materiais que constam no quadro I

do ITE 50 [37]. Os valores considerados para as resistências térmicas superficiais exteriores e interiores foram também retirados do ITE 50 [38].

### 3.4.2. Cobertura

Existem dois tipos de cobertura exterior, uma vez que os elementos construtivos que compõem cada uma das coberturas são diferentes.

O pormenor construtivo e o cálculo do coeficiente de transmissão térmica da cobertura tipo II serão apresentados no Anexo G.2. O pormenor construtivo e cálculo do coeficiente de transmissão térmica da cobertura tipo I será apresentado em seguida na Figura 3.5 e na Tabela 3.9.

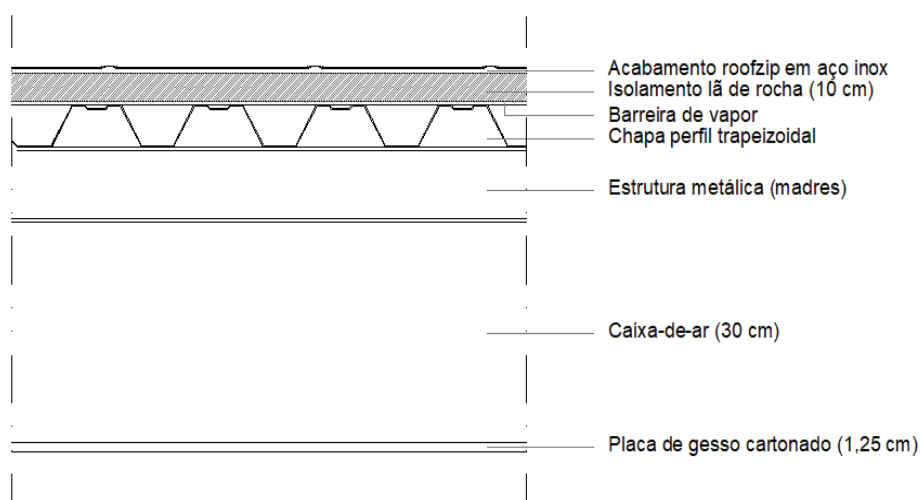


Figura 3.5 – Pormenor construtivo da Cobertura tipo I (*open-space*)

Na Tabela 3.9 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da cobertura exterior tipo I, sendo apresentado quais os elementos construtivos que constituem a cobertura, indicando para cada material a espessura, o valor da condutibilidade térmica  $\epsilon$ /ou a resistência térmica. As equações de cálculo para a obtenção do coeficiente de transmissão térmica são as mesmas das já apresentadas para as paredes exteriores.

Tabela 3.9 – Coeficiente global de transmissão térmica da cobertura tipo I

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	Rj [m <sup>2</sup> .°C/W]
Acabamento roofzip em aço inox	0,0005	17	0,00
Isolamento lâ rocha	0,1	0,042	2,38
Barreira de vapor de polietileno de baixa densidade	0,005	0,33	0,02
Chapa perfil trapezoidal	0,0005	17	0,00
Caixa-de-ar	0,3	-	0,18
Gesso cartonado	0,0125	0,25	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>0,4185</b>	-	<b>2,63</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,04
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,10
<b>TOTAL</b>			<b>0,14</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>2,77</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,36</b>

### 3.4.3. Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados possuem grande importância nos ganhos térmicos de um edifício. O comportamento de um vão envidraçado (conjunto vidro e caixilho) é distinto de uma envolvente opaca, uma vez que a capacidade de ganhos por radiação é muito superior, sendo também considerados os efeitos de condução e convecção. Os ganhos são determinados segundo o fator solar do vidro e o coeficiente de transmissão térmica.

O valor de condutibilidade térmica das superfícies envidraçadas (conceito explicado no capítulo 3.4) e o coeficiente de sombreamento (conceito explicado mais à frente neste capítulo), são os valores que vão caracterizar os envidraçados e que são introduzidos no *software* de cálculo, sendo que de seguida será explicado como se calcula cada um.

Na Tabela 3.10 especificam-se os espaços que têm janelas para o exterior, a orientação da fachada onde se localizam, a quantidade e a dimensão.

Tabela 3.10 – Orientação/Quantidade/Dimensão de janelas por espaço

Cota	Nome do espaço	Orientação	Quantidade	Dimensão (m)
4.10	Escritório Engenharia	NE	1	5,0x3,0
4.10	Veterinário	NE	1	5,0x3,0
4.10	Lab. Biologia	NE	1	2,0x3,6
4.10	Aves	NE	1	3,0x3,6
4.10	Répteis	NE	1	2,0x3,6
9.37	Coffee Shop	NE	1	1,7x3,5
9.37	Coffee Shop	NE	2	4,4x3,5
9.37	Coffee Shop	NW	20	0,48x3,5
9.37	Aquarium Store	NW	13	0,48x3,5
9.37	Lobby	NW	16	0,48x3,5
9.37	Ticketing	SW	1	4,4x2,5
9.37	Security	SW	1	4,4x2,5
9.37	Event Space	NE	2	3,8x3,0
13.62	Class Room	SW	1	4,0x3,3
13.62	Class Room	SW	1	1,7x3,3
13.62	Class Room	SE	1	1,8x3,3
16.85	Reception	NW	1	1,7x1,5
16.85	Conference room	NW	2	1,7x1,5
16.85	Executive director	NW	2	1,7x1,5
16.85	Open Space	SW	1	10,1x1,8
19.06	Open Space	NW	5	1,7x1,5

De acordo com a Norma EN ISO 10077-1 [39], a ponderação para a determinação do coeficiente global de transmissão térmica para os vãos envidraçados,  $U_w$ , pode ser apresentada pela Eq. (3.4).

$$U_w = (U_g \times 70\%) + (U_f \times 30\%) \quad \text{Eq. (3.4)}$$

Em que,

$U_w$  – coeficiente global de transmissão térmica do vão envidraçado (vidro + caixilharia) [W/m<sup>2</sup>.C];

$U_g$  – coeficiente global de transmissão térmica do vidro [W/m<sup>2</sup>.C];

$U_f$  – coeficiente global de transmissão térmica da caixilharia [W/m<sup>2</sup>.C].

Considerando os valores do catálogo da *Technal* modelo Geode Acústico [40], obteve-se o valor do coeficiente global de transmissão térmica da caixilharia igual a  $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2.\text{K}$ . O vidro considerado é da *Saint Gobain* e possui a seguinte constituição: vidro duplo *Planiclear* de 6 mm com capa *Planistar one*, caixa-de-ar de 16 mm, vidro

laminado *Planiclear* de 4 mm com *PVB Silence* de 0,38 mm e *Planiclear* de 4 mm, conforme indicado na Figura 3.6.

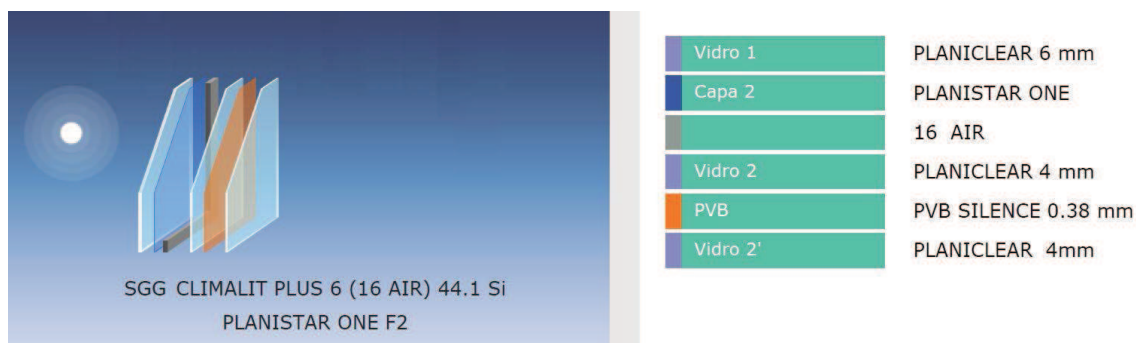


Figura 3.6 – Constituição do vidro exterior [41]

O coeficiente de transmissão térmica do vidro,  $U_g$ , é de  $1,3 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  e o valor do fator solar é de 0,38, conforme indicado na ficha técnica do vidro apresentada no Anexo G.3, em que o cálculo foi obtido através do *software Calumen Live* da *Saint Gobain* [41].

Tendo em conta a equação Eq. (3.4) e os valores indicados na Tabela 3.11 para o coeficiente de transmissão térmica da caixilharia e do vidro, o valor de coeficiente global de transmissão térmica do conjunto vão e caixilharia é de  $1,18 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

Tabela 3.11 – Coeficiente de transmissão térmica da caixilharia e do vidro, o valor de coeficiente global de transmissão térmica do conjunto, vão e caixilharia.

$U_g$ – coeficiente global de transmissão térmica do vidro [ $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ]	1,3
$U_f$ – coeficiente global de transmissão térmica da caixilharia [ $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ]	0,9
$U_w$ – coeficiente global de transmissão térmica do vão envidraçado (vidro + caixilharia) [ $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ]	1,18

Para definição do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar ( $g_{TVC}$ ) recorreremos ao Diário de República, 2.ª série-N.º 234-3 de Dezembro de 2013 [42], sendo o valor considerado para o edifício em estudo apresentado na Tabela 3.12. Os vidros do edifício serão duplos de cor média e o tipo de proteção é interior através de cortinas ligeiramente transparentes. Com estes dados obtemos que o valor do fator solar é de 0,47.

Tabela 3.12 – Valores correntes do fator solar de vão envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar gTVC. Adaptado de [38]

Tipo de proteção		gtvc
		Vidro Duplo
		Média
Proteções exteriores	Cortinas ligeiramente transparentes	0,47

Após a obtenção dos valores do fator solar do vidro e do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar podemos calcular o fator solar global através da Eq. (3.5) [43]:

$$g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{g_{TVC}}{0.75} \quad \text{Eq. (3.5)}$$

Em que,

$g_{\perp,vi}$  – fator solar do vidro (n.a.);

$g_{TVC}$  – fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar.

Considerando os valores já obtidos para os dois fatores foi obtido um valor de fator solar global de 0,238.

Na Tabela 3.13 resume-se os valores obtidos para a fração de tempo em que os dispositivos móveis encontram-se ativados,  $F_{mv}$ , sendo o coeficiente adimensional.

Tabela 3.13 – Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontrem ativados. Adaptado de [38]

Orientação do vão	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
$F_{mv}$	0	0.4	0.6	0.7	0.6	0.9

Uma vez que a maior parte dos vãos se encontram orientados a NE e NW, então considerou-se o valor de 0,4. Este valor é necessário obter para conseguir-se calcular o fator solar do vão para a estação de arrefecimento.

Para efeito de cálculo das necessidades de arrefecimento considera-se que, de forma a minimizar a incidência de radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis

encontram-se ativos uma fração de tempo que depende do octante no qual o vão está orientado. Deste modo usamos a Eq. (3.6) para obtenção do fator solar do vão envidraçado na estação de arrefecimento [38]:

$$g_v = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{\perp,vi} \times g_{TP} \quad \text{Eq. (3.6)}$$

Em que,

$g_v$  – fator solar do vão;

$F_{mv}$  – fração de tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados;

$g_T$  – fator solar do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados;

$g_{\perp,vi}$  – fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro, conforme indicação do fabricante (n.a.);

$g_{TP}$  – fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes.

O valor obtido para o fator solar do vão envidraçado na estação de arrefecimento é de 0,20.

Após obter o fator solar do vidro, que corresponde a 0,20 calculamos o coeficiente de sombreamento a partir da Eq. (3.7) [38]. Este coeficiente indica o ganho de calor que é admitido através do vidro da radiação solar, sendo obtido pela razão entre o ganho de calor solar através de um determinado vidro e o ganho através de um vidro incolor duplo. Um valor baixo deste coeficiente significa um menor ganho de calor solar.

$$\text{coeficiente de sombreamento} = \frac{g_v}{0.87} \quad \text{Eq. (3.7)}$$

O valor obtido para o coeficiente de sombreamento foi de 0,23.

#### 3.4.4. Paredes interiores

No edifício em estudo existem vinte e uma paredes interiores, que são diferenciadas pela sua constituição, uma vez que os elementos construtivos que as compõem são diferentes. Assim, o valor do coeficiente de transmissão térmica é diferente em cada uma das

paredes, uma vez que cada material possui o seu valor de condutibilidade térmica e/ou resistência térmica e uma vez que a espessura influencia no valor de condutibilidade térmica obtido. No entanto, serão apresentados o cálculo do coeficiente de transmissão térmica e a representação da constituição para uma parede interior tipo e as restantes serão apresentadas no Anexo G.4, onde será identificado em planta onde se localizam as paredes interiores.

Na Figura 3.7 encontra-se representado o pormenor construtivo da parede interior tipo I.

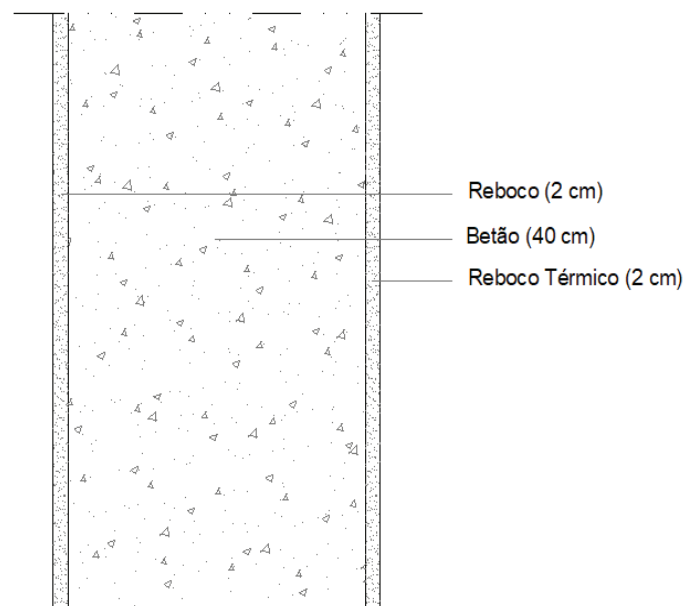


Figura 3.7 – Pormenor construtivo da parede interior tipo I (escadas)

Na Tabela 3.14 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo I, sendo apresentado quais os elementos construtivos que constituem a cobertura, indicando para cada material a espessura, o valor da condutibilidade térmica e/ou a resistência térmica.

As equações de cálculo para a obtenção do coeficiente de transmissão térmica são as mesmas das já apresentadas para as paredes exteriores, apenas com a diferença que a resistência térmica superficial exterior passa a assumir o mesmo valor do que a interior, uma vez que se trata de um envolvente interior.

Tabela 3.14 – Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo I

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Betão	0,4	2,0	0,20
Reboco Térmico	0,02	0,042	0,48
<b>TOTAL</b>	<b>0,44</b>	-	<b>0,69</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,95</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,05</b>

### 3.4.5. Pavimentos interiores

No edifício em estudo existem nove pavimentos interiores, que são diferenciadas pela sua constituição, uma vez que os elementos construtivos que as compõem são diferentes. Assim, o valor do coeficiente de transmissão térmica é diferente em cada uma das paredes, uma vez que cada material possui o seu valor de condutibilidade térmica e/ou resistência térmica e uma vez que a espessura influencia no valor de condutibilidade térmica obtido. No entanto, serão apresentados o cálculo do coeficiente de transmissão térmica e a representação da constituição para uma parede interior tipo e as restantes serão apresentadas no Anexo G.5, onde será identificado em planta onde se localizam os pavimentos interiores.

Na Figura 3.8 encontra-se representado o pormenor construtivo do pavimento interior tipo I.

Na Tabela 3.15 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo I, sendo apresentado quais os elementos construtivos que constituem a cobertura, indicando para cada material a espessura, o valor da condutibilidade térmica e/ou a resistência térmica.

As equações de cálculo para a obtenção do coeficiente de transmissão térmica são as mesmas das já apresentadas para as paredes exteriores, apenas com a diferença que a resistência térmica superficial exterior e interior são diferentes uma vez que se trata de uma envolvente horizontal interior.

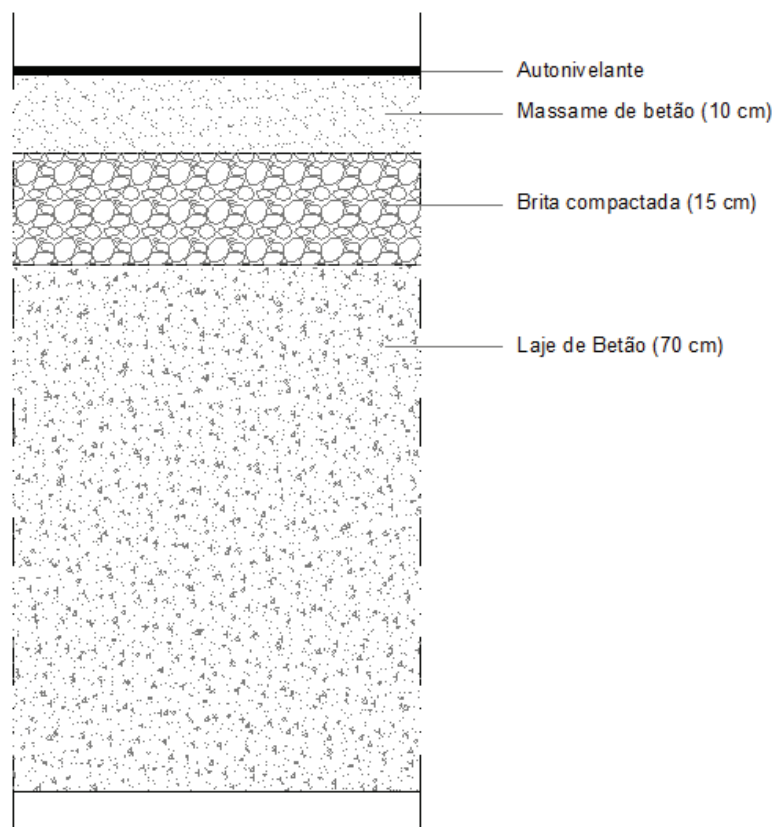


Figura 3.8 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo I (cota 4.10)

Tabela 3.15 – Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo I

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Autonivelante	0,01	0,17	0,06
Massame de betão	0,1	2	0,05
Brita compactada	0,15	2	0,08
Laje de betão	0,7	2	0,35
<b>TOTAL</b>	<b>0,01</b>	-	<b>0,53</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,87</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,14</b>

## 3.5. Cargas térmicas interiores

### 3.5.1. Ocupação

A densidade de ocupação foi definida tendo em consideração a informação da planta de Arquitetura do edifício, resultando a quantificação das ocupações por espaço correspondentes à capacidade das divisões e que são apresentadas na Tabela 3.16a e Tabela 3.16b.

Tabela 3.16a – Densidade de Ocupação por cada espaço

Cota	Nome dos espaços	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Pé Direito (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Ocupação		
					(Ocup.)	(m <sup>2</sup> /Ocup.)	(Ocup./m <sup>2</sup> )
4.10	Sala de trabalho	43	5,0	215	6	7,2	0,1
4.10	Oficina Manutenção	47	5,0	233	6	7,8	0,1
4.10	Sala voluntários	28	5,0	140	5	5,6	0,2
4.10	Oficina Pintura	34	5,0	169	4	8,5	0,1
4.10	Sala pessoal e copa	20	3,5	71	4	5,1	0,2
4.10	Escritório	17	3,5	58	1	16,6	0,1
4.10	Carpintaria	31	5,0	154	4	7,7	0,1
4.10	Control	14	5,0	68	1	13,7	0,1
4.10	Escritório Engenharia	36	3,0	107	3	11,8	0,1
4.10	Veterinário	27	3,0	81	3	9,0	0,1
4.10	Lab. Biologia	18	3,6	66	3	6,1	0,2
4.10	Lab. Aves	18	3,6	66	3	6,1	0,2
4.10	Lab. Répteis	17	3,6	61	3	5,6	0,2
4.10	Preparação de Alimentos	21	3,0	64	2	10,6	0,1
4.10	Reserva de Peixes	570	5,0	2 834		NA	NA
4.10	Sistemas de suporte de vida 1	315	7,7	2 426		NA	NA
9.37	Coffee Shop	159	3,5	555	30	5,3	0,2
9.37	Aquarium Store	176	3,5	615	40	4,4	0,2

Tabela 3.16b – Densidade de Ocupação por cada espaço

Cota	Nome dos espaços	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Pé Direito (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Ocupação		
					(Ocup.)	(m <sup>2</sup> /Ocup.)	(Ocup./m <sup>2</sup> )
9.37	Lobby	161	5,1	825	40	4,0	0,2
9.37	Ticketing	17	2,7	46	2	8,5	0,1
9.37	Security	23	2,7	61	2	11,4	0,1
9.37	First Aid Room	16	2,7	42	2	7,8	0,1
9.37	Event Space	174	3,0	521	40	4,3	0,2
9.37	Temporary exhibition	127	3,0	382	30	4,2	0,2
13.62	Class Room	80	3,3	264	16	5,0	0,2
13.62	Dive Theater	85	5,7	486	40	2,1	0,5
13.62	Sistemas de suporte de vida 2	85	5,9	501		NA	NA
13.62	Sistemas de suporte de vida 3	198	7,6	1 511		NA	NA
13.62	Sistemas de suporte de vida 4	65	7,4	483		NA	NA
13.62	Exposição Open Ocean + Canary Current	270	3,5	944	50	5,4	0,2
13.62	MID-ATL ridge video	122	3,0	366	30	4,1	0,2
13.62	Zona expositiva the coast	320	4,9	1 575	60	5,3	0,2
16.85	Reception	29	2,8	82	3	9,8	0,1
16.85	Conference room	34	2,8	95	10	3,4	0,3
16.85	Executive director	32	2,8	90	4	8,0	0,1
16.85	Open Space	190	2,8	532	20	9,5	0,1
19.06	Sistemas de suporte de vida 5	523	6,3	3 304		NA	NA
19.06	Sistemas de suporte de vida 6	319	4,7	1 485		NA	NA
19.06	Open Space	86	2,4	206	13	6,6	0,2
	NA - Não aplicável	<b>4275</b>		<b>20 570</b>	<b>446</b>	<b>9,6</b>	<b>0,1</b>

### 3.5.2. Iluminação

Na determinação da densidade de iluminação seguiu-se as recomendações da tabela 2 da publicação *ASHRAE Handbook Fundamentals Standard 90.1-2007 e 2010* [44]. Desta tabela considerou-se os valores de densidade de iluminação indicados para museus, escritórios, lobby, salas de aula, salas de conferência e espaços de auditório. Importa referir que tendo em conta o edifício e os espaços associados apenas foi considerada iluminação de teto (*Overhead Lighting*, na literatura inglesa) para os cálculos. Considerou-se que as armaduras serão embutidas não ventiladas (*Recessed, Unvented*, na literatura inglesa). Com base nos valores sugeridos na publicação supramencionada, considerou-se para cada um dos espaços a intensidade de iluminação apresentada na Tabela 3.17a e Tabela 3.17b.

Tabela 3.17a – Densidade de Iluminação em cada um dos espaços

<b>Cota</b>	<b>Nome do Espaço</b>	<b>Densidade de iluminação (W/m<sup>2</sup>)</b>
4.10	Sala de trabalho	10,5
4.10	Oficina Manutenção	17,1
4.10	Sala voluntários	10,5
4.10	Oficina Pintura	17,1
4.10	Sala pessoal e copa	10,5
4.10	Escritório	10,5
4.10	Carpintaria	10,5
4.10	Control	10,5
4.10	Escritório Engenharia	10,5
4.10	Veterinário	10,5
4.10	Lab. Biologia	10,5
4.10	Aves	10,5
4.10	Répteis	10,5
4.10	Preparação de Alimentos	10,5
4.10	Reserva de Peixes	9,0

Tabela 3.17b – Densidade de Iluminação em cada um dos espaços

<b>Cota</b>	<b>Nome do Espaço</b>	<b>Densidade de iluminação (W/m<sup>2</sup>)</b>
4.10	Sistemas de suporte de vida 1	9,0
9.37	Coffee Shop	11,0
9.37	Aquarium Store	9,0
9.37	Lobby	14,0
9.37	Ticketing	10,5
9.37	Security	10,5
9.37	First Aid Room	10,5
9.37	Event Space	11,3
9.37	Temporary exhibition	11,3
13.62	Class Room	15,0
13.62	Dive Theater	10,0
13.62	Sistemas de suporte de vida 2	9,0
13.62	Sistemas de suporte de vida 3	9,0
13.62	Sistemas de suporte de vida 4	9,0
13.62	Exposição Open Ocean + Canary Current	11,3
13.62	MID-ATL ridge video	10,0
13.62	Zona expositiva the coast	11,3
16.85	Reception	10,5
16.85	Conference room	14,0
16.85	Executive director	10,5
16.85	Open Space	8,1
19.06	Sistemas de suporte de vida 5	9,0
19.06	Sistemas de suporte de vida 6	9,0
19.06	Open Space	8,1

### 3.5.3. Equipamentos elétricos

Nos espaços de trabalho, escritórios, *open spaces*, recepção, sala de aula, laboratório de biologia entre outros espaços que funcionam como zonas de trabalho, segundo o Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, o valor de potência de equipamentos a considerar é de  $15 \text{ W/m}^2$  [45]. No entanto, segundo a *ASHRAE Handbook Fundamentals* os valores de densidade de equipamento, dependendo da densidade de ocupação é a indicada no Anexo H.1 [26]. Uma vez que os valores apresentados pela ASHRAE são inferiores aos referidos no Decreto-Lei 79/2006, assumiu-se a situação mais desfavorável, ou seja,  $15 \text{ W/m}^2$ .

Nos espaços de exposição e auditórios, uma vez que se trata de um estabelecimento tipo museu, segundo o Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, o valor de potência de equipamentos a considerar é de  $2 \text{ W/m}^2$  [45]. No entanto, uma vez que esses tipos de espaço contêm vários televisores e projetores, o valor de  $2 \text{ W/m}^2$  indicado pelo regulamento, é um valor baixo na opinião do autor, uma vez que não iria abranger esses equipamentos, pelo que foi considerado pelo menos 1000 W em cada um desses espaços. O espaço *security*, uma vez que possui imensos computadores, televisores e outros equipamentos de gestão e controlo do edifício, considerou-se em vez de  $15 \text{ W/m}^2$ , o valor de 2000 W, por ser mais conservativo.

### 3.5.4. Perfis de utilização

Para a divisão espacial do edifício considerou-se três zonas distintas do ponto de vista funcional. Uma das zonas trata-se dos espaços abrangidos por escritórios, salas de trabalho, *open spaces*, recepção, sala de aula, laboratório de biologia entre outros espaços que funcionam como zonas de trabalho. Outra das zonas diz respeito aos espaços de museu, ou seja, zonas expositivas, *dive theater*, *Mid-atl ridge vídeo*, *event space* e *lobby*. A última zona está relacionada com as zonas técnicas, como sistemas de suporte de vida e reserva de peixes.

No primeiro caso apurou-se que o perfil de ocupação se assemelha ao perfil de um escritório corrente, no segundo caso assemelha-se ao perfil de um museu e no terceiro caso não havendo nenhum perfil específico para os espaços de zonas técnicas, considerou-se o mesmo que o primeiro caso, ou seja ao perfil de um escritório. Foi contemplado na definição dos perfis as diferenças expectáveis entre os dias da semana e os fins-de-semana. Assim, considerou-se que as zonas de escritórios funcionam de segunda-feira a

sexta-feira, no entanto as zonas de museu laboram em pleno, de segunda a domingo. Desta consideração resulta a criação dos vários perfis, tendo como base o Anexo XV (Padrões de referência de utilização dos edifícios) do Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de abril (RSECE) [45], que se encontram evidenciados no Anexo I.1.

Em relação ao perfil dos espaços técnicos, apesar de não existir informação no RSECE, criou-se um perfil adaptado para o espaço em si, em que apenas existe o perfil de equipamento com funcionamento a 100%, uma vez que esse espaço terá os equipamentos sempre a funcionar.

### **3.6. Cargas térmicas devidas ao ar novo e infiltrações**

O caudal de ar novo num espaço, seja por ventilação mecânica ou por infiltrações, possui uma parcela de calor sensível, devido às diferenças de temperatura do ar exterior e também de calor latente devido à diferença da humidade. No caso do aquecimento estas cargas térmicas influenciam como perdas e no arrefecimento contribuem como ganhos.

#### **3.6.1. Caudais de ar novo**

Os caudais de ar novo para os diferentes espaços foram determinados tendo em consideração a seguinte regulamentação:

- Norma europeia EN 15251:2007 [46];
- Decreto-Lei n.º 118/2013 da República, 1.ª série – N.º 159 – 20 de Agosto de 2013 [13];
- Portaria n.º 353-A/2013. Diário da República, 1ª série – N.º 235 – 4 de Dezembro de 2013 [47];

Para o cálculo do caudal de ar novo teve-se em consideração os seguintes fatores:

- Área do espaço;
- Pé-direito do espaço;
- Ocupação;
- Tipo de atividade do espaço;
- Situação do edifício;
- Emissões do edifício;
- Configuração da distribuição de ar no espaço – eficácia de ventilação.

Para determinar o caudal de ar novo de cada espaço teve-se em consideração dois métodos distintos. O primeiro método é através dos requisitos da norma Europeia EN 15251:2007 [46]. Esta norma tem em consideração o critério de satisfação e expectativas dos ocupantes, em que o valor de caudal de ar novo mínimo por ocupante é dado em função da percentagem de insatisfação dos ocupantes, conforme indicado na Tabela 3.18.

As categorias de expectativa variam da seguinte forma:

- Categoria 1 – expectativa elevada, recomendada para espaços ocupados por pessoas com saúde sensível;
- Categoria 2 – Expectativa normal, utilizado em edifícios novos e renovações;
- Categoria 3 – Expectativa moderada, utilizado em edifícios existentes;
- Categoria 4 – Expectativa baixa.

Tabela 3.18 – Norma europeia EN15251:2007. Caudal de ar novo mínimo por pessoa [46]

<b>Caudal de ar novo mínimo por pessoa</b>		
<b>Categoria</b>	<b>% de insatisfeitos</b>	<b>l/s. ocupante</b>
<b>1</b>	15	10
<b>2</b>	20	7
<b>3</b>	30	4
<b>4</b>	>30	<4

A outra caracterização que a norma faz é através das emissões do edifício, em que o caudal de ar novo mínimo por m<sup>2</sup>, é dado em função das emissões serem muito baixas, baixas ou acima de baixas, conforme indicado na Tabela 3.19.

Tabela 3.19 – Norma Europeia EN15251:2007. Caudal de ar novo mínimo por m<sup>2</sup> tendo em consideração as emissões do edifício [46]

<b>Caudal de ar novo mínimo por m<sup>2</sup> (l/s.m<sup>2</sup>)</b>			
<b>Categoria</b>	<b>Emissões do Edifício</b>		
	<b>Muito baixo</b>	<b>Baixo</b>	<b>Moderado</b>
<b>1</b>	0,5	2,0	2,0
<b>2</b>	0,35	0,7	1,4
<b>3</b>	0,3	0,4	0,8

Para todos os espaços, as emissões do edifício foram consideradas como “*Muito baixo*”, uma vez que se prevê a utilização de materiais de construção ecologicamente limpos e também porque são espaços onde não será permitido fumar.

O caudal de ar novo é sempre afeto a um valor de eficácia que varia em função dos diferentes métodos de ventilação, ou seja, têm em conta como é feita a insuflação e extração de ar, se pelo teto, se pelo pavimento, se natural, etc., de forma a assegurar a boa distribuição do ar pelo espaço. Dessa forma os valores de eficácia podem variar entre 0,5 e 1. O caudal de ar novo a considerar para o espaço é então obtido pelo quociente entre o caudal de ar novo e o valor da eficácia.

Na Tabela 3.20 apresenta-se o valor de eficácia considerado para o edifício em estudo.

Tabela 3.20 – Valores de eficácia ( $\epsilon_v$ ) para diferentes métodos de ventilação. Adaptado da Tabela I.01 de [47]

<b>Configuração da distribuição de ar na zona</b>	<b>Valor de eficácia (<math>\epsilon_v</math>)</b>
Insuflação pelo teto, de ar quente pelo menos 8 °C acima da temperatura do local e extração/retorno pelo teto	0,80

O segundo método é o prescritivo que tem em conta a Portaria nº 353-A/2013 [47] e o Decreto-lei 118/2013 [13]. Para efetuar o cálculo por este método teve-se em consideração o caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida à ocupação, conforme apresentado na Tabela 3.21.

Tabela 3.21 – Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida à ocupação. Adaptado da Tabela I.04 de [47]

<b>Tipo de atividade</b>	<b>Taxa de metabolismo dos ocupantes M [met]</b>	<b>Exemplos de tipo de espaço</b>	<b>Caudal de ar novo [m<sup>3</sup>/(hora.pessoa)]</b>
<b>Descanso</b>	1,0	Salas de conferência, auditórios e similares	20
<b>Sedentária</b>	1,2	Escritórios, Gabinetes, Salas de aula, Salas de espetáculo, Museus e galerias	24

E também de acordo com o caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida ao edifício, conforme apresentado na Tabela 3.22.

Tabela 3.22 – Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida ao edifício. Adaptado da Tabela I.05 de [47]

<b>Situação do edifício</b>	<b>Caudal de ar novo [m<sup>3</sup>/(hora.m<sup>2</sup>)]</b>
<b>Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos</b>	<b>3</b>

No Anexo J.1 encontra representado o cálculo de ar novo segundo os dois métodos anteriormente descritos. Com base nos valores máximos obtidos para cada espaço conforme os diferentes métodos apresenta-se os caudais de ar novo adotados na Tabela 3.23a e Tabela 3.23b.

Tabela 3.23a – Caudais de ar novo para cada espaço do edifício

<b>Cota</b>	<b>Nome dos espaços</b>	<b>Caudais adotados Ar Novo</b>		
		<b>(L/s)</b>	<b>(L/s.ocup.)</b>	<b>(L/s.m<sup>2</sup>)</b>
4.10	Sala de trabalho	<b>50</b>	8	1,2
4.10	Oficina Manutenção	<b>50</b>	8	1,1
4.10	Sala voluntários	<b>45</b>	9	1,6
4.10	Oficina Pintura	<b>35</b>	9	1,0
4.10	Sala pessoal e copa	<b>35</b>	9	1,7
4.10	Escritório	<b>15</b>	15	0,9
4.10	Carpintaria	<b>35</b>	9	1,1
4.10	Control	<b>15</b>	15	1,1
4.10	Escritório Engenharia	<b>30</b>	10	0,8
4.10	Veterinário	<b>30</b>	10	1,1
4.10	Lab. Biologia	<b>25</b>	8	1,4
4.10	Aves	<b>25</b>	8	1,4
4.10	Répteis	<b>25</b>	8	1,5
4.10	Preparação de Alimentos	<b>20</b>	10	0,9
4.10	Reserva de Peixes	<b>400</b>	-	0,7
4.10	Sistemas de suporte de vida 1	<b>220</b>	-	0,7
9.37	Coffee Shop	<b>250</b>	8	1,6

Tabela 3.23b – Caudais de ar novo para cada espaço do edifício

Cota	Nome dos espaços	Caudais adotados		
		Ar Novo		
		(L/s)	(L/s.ocup.)	(L/s.m <sup>2</sup> )
9.37	Aquarium Store	<b>335</b>	8	1,9
9.37	Lobby	<b>335</b>	8	2,1
9.37	Ticketing	<b>20</b>	10	1,2
9.37	Security	<b>20</b>	10	0,9
9.37	First Aid Room	<b>20</b>	10	1,3
9.37	Event Space	<b>335</b>	8	1,9
9.37	Temporary exhibition	<b>250</b>	8	2,0
13.62	Class Room	<b>135</b>	8	1,7
13.62	Dive Theater	<b>335</b>	8	3,9
13.62	Sistemas de suporte de vida 2	<b>60</b>	-	0,7
13.62	Sistemas de suporte de vida 3	<b>140</b>	-	0,7
13.62	Sistemas de suporte de vida 4	<b>50</b>	-	0,8
13.62	Exposição Open Ocean + Canary Current	<b>420</b>	8	1,6
13.62	MID-ATL ridge video	<b>250</b>	8	2,1
13.62	Zona expositiva the coast	<b>500</b>	8	1,6
16.85	Reception	<b>30</b>	10	1,0
16.85	Conference room	<b>85</b>	9	2,5
16.85	Executive director	<b>35</b>	9	1,1
16.85	Open Space	<b>175</b>	9	0,9
19.06	Sistemas de suporte de vida 5	365	-	0,7
19.06	Sistemas de suporte de vida 6	225	-	0,7
19.06	Open Space	110	8	1,3
	NA - Não aplicável	5 160		

### **3.6.2. Infiltrações**

A circulação natural do ar tem a sua contribuição pelos dos vãos e portas exteriores, uma vez que são os elementos que têm contacto com o ambiente exterior. As infiltrações do ar ocorrem assim através do efeito do vento e das diferenças de densidade do ar entre os dois meios, o exterior e o interior, promovidas pelas diferenças de temperatura.

No Verão as infiltrações ocorrem devido ao efeito do vento sobre a fachada, sendo que o valor de caudal difere para janela fechada, meio aberta ou totalmente aberta e também no caso das portas se são em madeira ou com estrutura de vidro. No Inverno as diferenças de temperatura são ainda mais relevantes do que no Verão, uma vez que estamos perante maiores diferenças entre os ambientes. Assim, sendo os caudais são também maiores face ao Verão nos vãos envidraçados.

A determinação das cargas devidas a infiltrações é difícil uma vez que as condições exteriores podem variar consoante a fachada, derivado da exposição solar, sombreamento e altura do edifício, como também não há certezas relativamente às condições do vento e à efetiva utilização de janelas e portas. Assim sendo, é usual considerar o valor da entalpia do ar exterior como o valor obtido diretamente dos dados climáticos. Tendo em conta as condicionantes descritas é frequentemente utilizado [38], para a determinação das infiltrações, o procedimento expedito descrito no Decreto-Lei n.º118/2013 [13], nomeadamente no Despacho n.º15793-K/2013, considerando que o caudal de ar infiltrado corresponde a um dado valor de renovações por hora.

No edifício em estudo os vãos exteriores são fixos e com elevada estanquidade, os espaços em estudo não possuem portas exteriores e o sistema de AVAC estará sempre em funcionamento, uma vez que se trata de um espaço com características de museu. Assim, não ocorrem infiltrações de ar provenientes do exterior através da envolvente e por este motivo não foram consideradas cargas relativamente às infiltrações.

### **3.7. Cargas térmicas devidas à evaporação**

Uma vez que no edifício em estudo existem vários tanques de água foi necessário efetuar o cálculo de evaporação devido ao contato da água dos tanques com o ar ambiente do espaço onde estes estão inseridos. Dessa forma foi aplicada a fórmula de cálculo indicada na Eq. (3.8) e presente na norma portuguesa NP 4448 [48], nomeadamente:

$$q_e = (5,64 + 5,96 \times v_s) \cdot (P_w - P_{enc}) \quad \text{Eq. (3.8)}$$

Sendo que,

$$P_w = (0,004516 + 0,0007178 t_w) - (2,649 \times 10^{-6}) t_w^2 + (6,944 \times 10^{-7}) t_w^3 \quad \text{Eq. (3.9)}$$

Em que,

$q_e$  – perdas térmicas por evaporação [MJ/(m<sup>2</sup>.d)] ;

$v_s$  – velocidade do ar à superfície da piscina [m/s];

$P_w$  – pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina [kPa];

$P_{enc}$  – pressão de vapor saturado no ar circundante da piscina [kPa];

$t_w$  – temperatura da água da piscina [°C].

Os cálculos efetuados encontram-se representados no Anexo K.1, sendo o valor de perdas considerado por cada tanque o indicado na Tabela 3.24.

Tabela 3.24 – Perdas evaporação em cada tanque

<b>Cota</b>	<b>Nome do espaço</b>	<b>Potência latente [kW]</b>
4.10	Reserva de Peixes	4
4.10	Sistema Suporte Vida 1	4
13.62	Sistema Suporte Vida 2	2
13.62	Sistema Suporte Vida 3	10
13.62	Sistema Suporte Vida 4	0,5
13.62	Sistema Suporte Vida 6	32
19.06	Sistema Suporte Vida 5	62



## 4. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA FRIA E QUENTE

### 4.1. Descrição da solução, com recurso a água do mar

O sistema de produção com recurso a água fria do mar é um sistema de energia alternativa que visa reduzir a energia consumida nos sistemas de AVAC, uma vez que utiliza um recurso de energia natural.

A água do mar é tão ou mais fria (consoante a profundidade de captação) do que a água utilizada nos sistemas convencionais de AVAC e, se for possível utilizar essa água, consegue-se reduzir significativamente a energia utilizada no funcionamento de um *chiller* para manter a água gelada. O processo é semelhante ao uso de *chillers* nos sistemas convencionais de AVAC, a única diferença é que a temperatura de água fria não é obtida pela evaporação de um líquido para um gás, é sim recuperado de uma fonte natural de água fria, o oceano [49]. No caso dos condensadores convencionais é necessário dispendir muita eletricidade para comprimir o refrigerante.

Para a implementação de uma solução com água do mar é muito importante que sejam primeiramente realizadas análises à água onde vai ser efetuada a captação para perceber a composição química da água, salinidade, lixos e organismos marinhos característicos dessa zona para que os equipamentos selecionados tenham em consideração essa informação, evitando assim constrangimentos com deterioração dos equipamentos antes do tempo previsto de vida útil. Para além das análises é importante para o dimensionamento e seleção das bombas de captação de água do mar, os dados das marés e correntes, bem como o perfil de profundidade da temperatura e batimetria para saber a que distância da costa e a que profundidade temos temperaturas de água baixas.

O recurso à água do mar para o sistema de produção possui os seguintes benefícios [49]:

- Economia de energia face ao sistema convencional de AVAC;
- Fonte de energia renovável;
- Solução amiga do ambiente – diminuição de combustíveis fósseis;
- Custos quase independentes dos aumentos dos preços da energia;
- Sem consumo de água num sistema evaporativo;
- Disponibilidade de água do mar para aplicações secundárias

Tanto nos sistemas de AVAC convencionais como os que utilizam a água do mar, as temperaturas e caudais de água são os mesmos, o que muda são os equipamentos de produção e equipamentos secundários, necessário para o correto funcionamento do sistema.

Encontra-se representado na Figura 4.1 um sistema de ar condicionado com água do mar, em que as bombas de água do mar e de água gelada, bem como os permutadores de calor e chillers estão localizados numa estação de arrefecimento (*cooling station*, na literatura inglesa). No entanto, a localização desses equipamentos pode ser otimizada em função de cada local, clima e tipo de edifício.

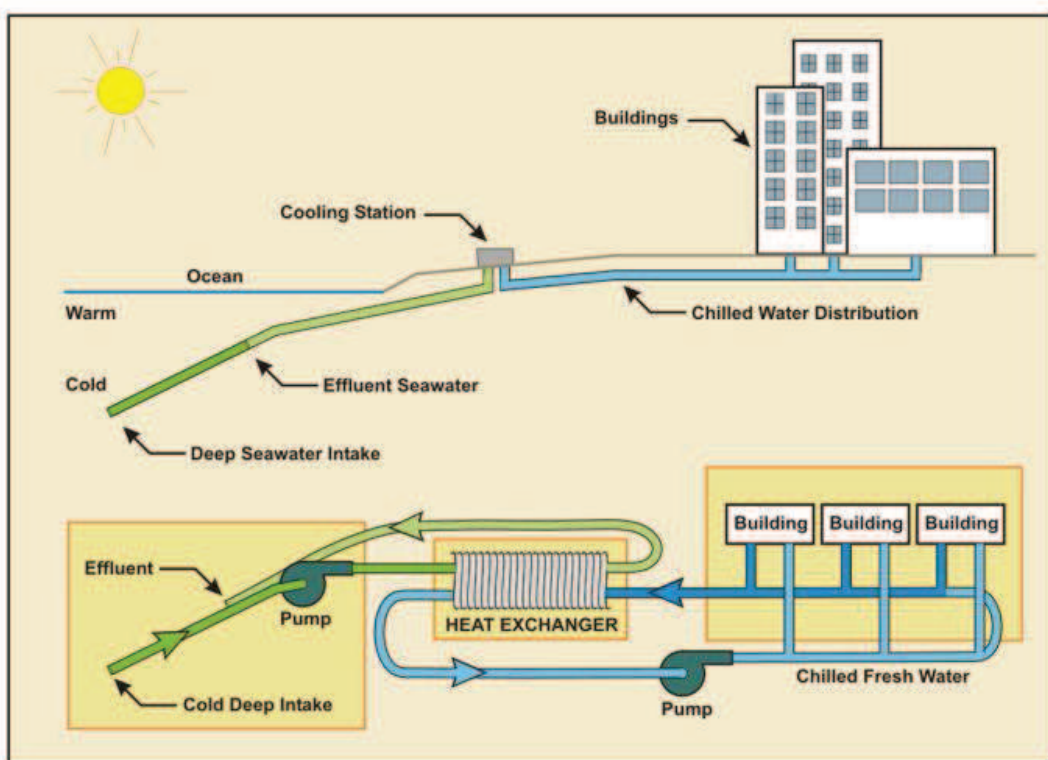


Figura 4.1 – Sistema de AVAC com água do mar [49]

Quando é possível efetuar a captação de água do mar a uma determinada profundidade em que a temperatura da água é bastante fria, o sistema pode ser projetado conforme representado na Figura 4.2.

O circuito de água gelada funciona com as mesmas temperaturas de um sistema convencional e essa água é mantida através de um permutador de calor com um contra-fluxo de água fria do mar. O permutador de calor normalmente nestas situações é em titânio para evitar a corrosão [49].

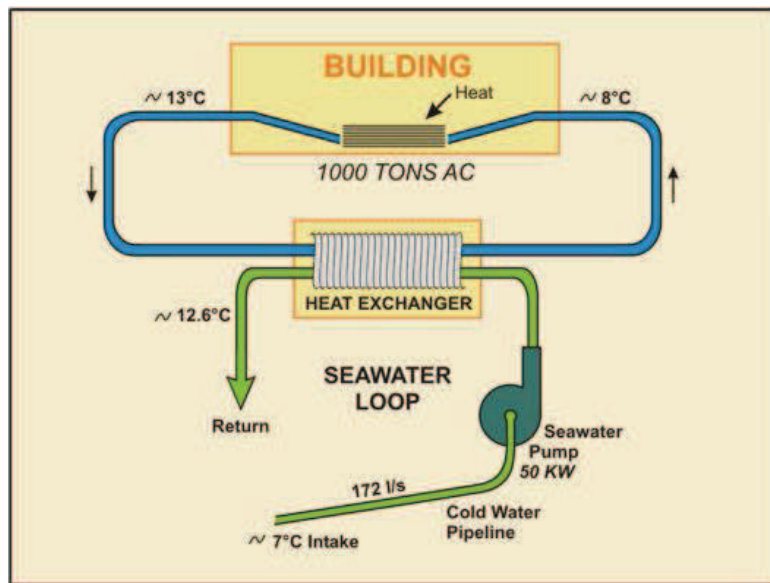


Figura 4.2 – Sistema de AVAC com água do mar com permutador de calor [49]

Em algumas situações, pode ser impraticável e/ou bastante dispendiosa a captação de água do mar devido à distância da costa ou a profundidade do oceano não ser suficiente, de forma a obter-se as temperaturas baixas necessárias para o circuito de água gelada diretamente através da água do mar. Nestes casos podemos ter dois tipos de sistemas: um em que o sistema de produção prevê um *chiller* auxiliar para complementar o arrefecimento necessário, conforme se pode evidenciar na Figura 4.3 e outro em que não temos o permutador de calor mas apenas um *chiller*, representado na Figura 4.4.

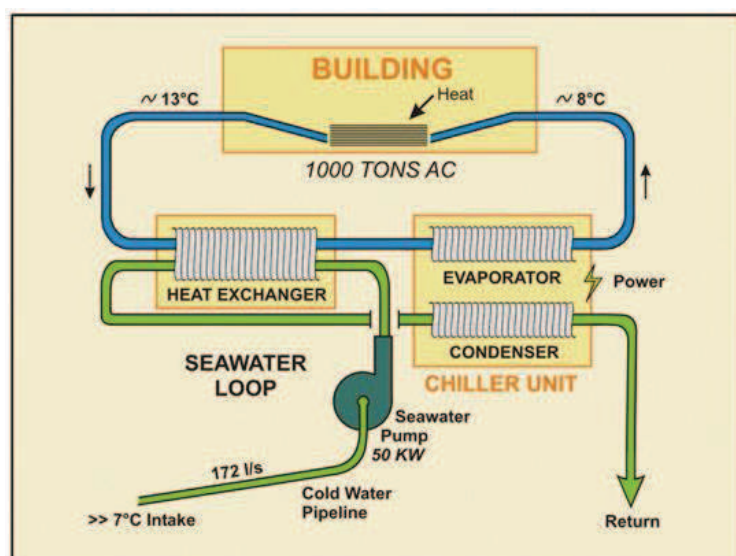


Figura 4.3 – Sistema de AVAC com água do mar com permutador de calor e *chiller* [49]

Neste sistema a água gelada para o sistema de arrefecimento é primeiro arrefecida pela água fria do mar através de um permutador de calor e seguidamente é canalizada para um *chiller* auxiliar para complementar o arrefecimento fornecido pela água do mar. O condensador do *chiller* auxiliar é arrefecido pelo retorno do caudal de água do mar e dessa forma consegue-se obter melhores eficiências do que com um *chiller* convencional.

A outra solução, representada na Figura 4.4, prevê a instalação de um *chiller* em que o condensador é arrefecido com a água do mar, uma vez que a captação só pode ser efetuada superficialmente e dessa forma a temperatura da água não é suficientemente baixa. Ainda assim, este sistema consegue obter uma economia de energia face ao sistema convencional, uma vez que se reduz a temperatura de condensação. A quantidade de energia que pode ser economizada vai depender da mudança na temperatura de condensação. Apesar da captação ser efetuada mais junto à superfície, esta será muito mais fria do que o ar, especialmente durante a época mais quente, logo um condensador arrefecido a ar pode ser substituído por um arrefecido com água do mar e obter cerca de 25% de economia de energia [49].

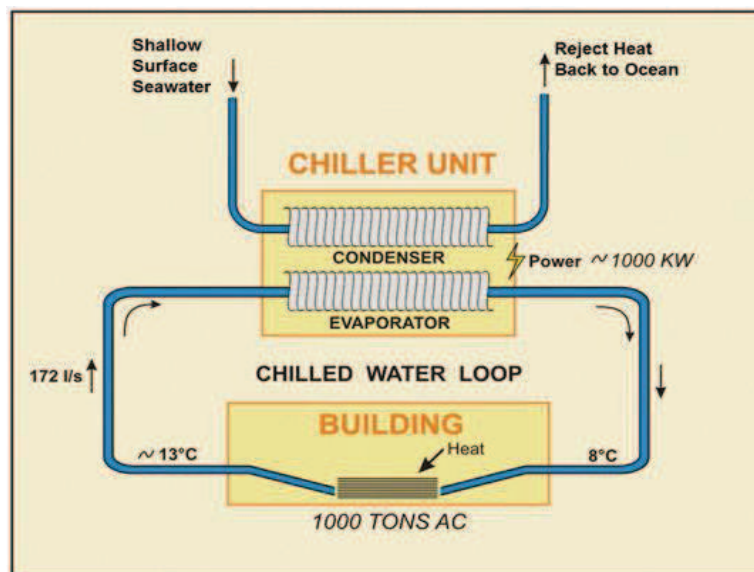


Figura 4.4 – Sistema de AVAC com água do mar com *chiller* [49]

Em termos ambientais a implementação deste tipo de soluções com aproveitamento da água do mar possui benefícios ambientais uma vez que promove reduções no consumo de eletricidade, o que reduz a poluição do ar e a produção de gases de efeito estufa e também existe uma diminuição da utilização de combustíveis fósseis.

Para poder analisar de forma mais rigorosa e perceber o funcionamento do sistema com aproveitamento da água do mar para as instalações de AVAC foi realizada uma visita às instalações do edifício da Fundação Champalimaud, que utiliza a captação de água do rio para o sistema de produção de água fria do edifício. Desta forma foi possível verificar “in loco” uma instalação executada e em funcionamento, tendo sido de enorme importância para o desenvolvimento do presente trabalho, nomeadamente no estudo comparativo de utilização de água do mar ou com água corrente. Foi também importante a visita ao Oceanário de Lisboa apesar do sistema implementado neste edifício não possuir a utilização de água do rio para o sistema de arrefecimento, mas a particularidade de ter os tanques de água foi demonstrativo nas considerações a ter em conta para o dimensionamento dos sistemas.

Importa salientar que ao utilizar a água do mar para determinada aplicação, a água de retorno ao ser devolvida ao lugar da origem da captação, neste caso ao mar, a temperatura da água de retorno deve quase coincidir com a temperatura da água de captação. Ou seja, a temperatura de retorno da água não pode exceder 1 a 2 °C da temperatura de captação [50]. No entanto é possível efetuar a rejeição da água num nível superior. Existem várias aplicações secundárias para a água de retorno, como por exemplo a aquicultura, a dessalinização e até a agricultura.

No próximo subcapítulo serão abordados os principais equipamentos que fazem parte do esquema de princípio de funcionamento da instalação (apresentado no Anexo E2), nomeadamente, os *chillers*, permutador de calor, sistema de filtração, depósito de inércia, garrafa hidráulica e bombas.

#### **4.1.1. Seleção dos equipamentos**

Uma vez que a solução do sistema de produção para climatização do edifício é garantida através de água do mar, o equipamento produtor tem sempre de ser um *chiller* com condensação a água. Optou-se assim por aplicar *chiller* só frio para o arrefecimento, que utilizará a água do mar para condensação e um *chiller* a 4 tubos para as necessidades de aquecimento. Esta escolha é também sustentada pelo facto de não existirem necessidades de águas quentes sanitárias. Não sendo assim necessárias temperaturas elevadas de água quente, que justifiquem outro tipo de equipamento produtor de água quente, como por exemplo as caldeiras. Ou, como também já referido anteriormente no capítulo 2.3.2, pelo

facto de as bombas de calor serem equipamentos de produção com rápida amortização do investimento inicial, uma vez que conseguem uma redução do consumo energético, possuindo assim a vantagem de serem uma alternativa ao uso de caldeiras a gás. Para o dimensionamento da instalação, foram considerados os regimes de temperatura para o sistema de arrefecimento de 6/11 °C e para o regime de aquecimento de 45/40 °C.

Em relação ao dimensionamento do permutador de calor, foi necessário definir a temperatura de captação da água do mar e para isso consultou-se o relatório de caracterização da Madeira do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional [51]. Na Figura 4.5 encontram-se os perfis de temperatura face à profundidade, para Verão e Inverno, em que os dados foram extraídos dos relatórios de Cruzeiro de Reconhecimento de Pesca e Oceanografia, englobados dentro do relatório anteriormente referido. Assim, o valor considerado para a água de captação foi de 16 °C, o que equivale sensivelmente a uma captação a 250 m de profundidade.

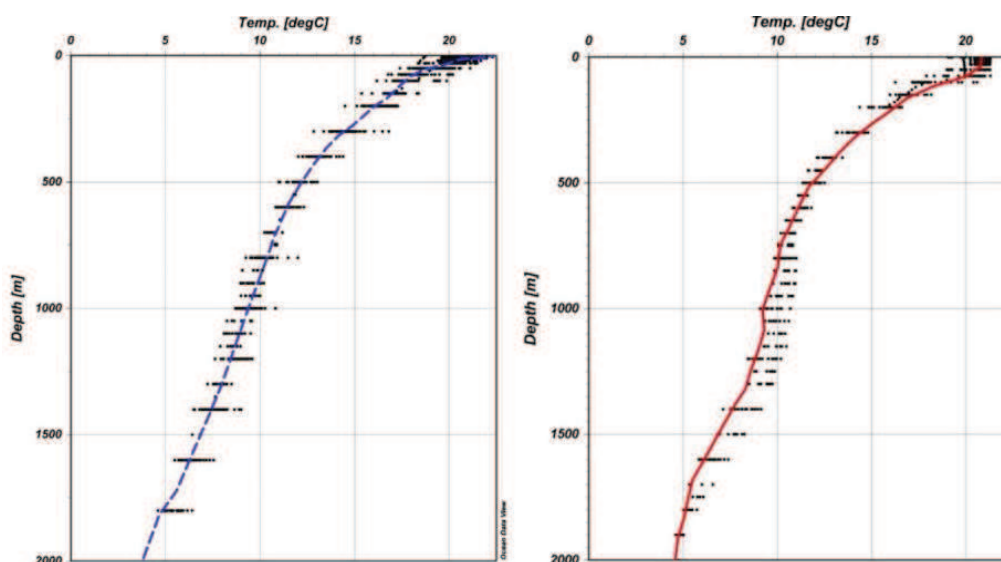


Figura 4.5 – Perfis verticais médios de temperatura (°C), dos 0 aos 2000 metros, durante o Verão (azul) e inverno (vermelho)

Para o dimensionamento da rede de tubagem hidráulica adotou-se o critério da velocidade máxima admissível, sendo que foi considerado a velocidade máxima de 1,5 m/s. No entanto teve-se também em consideração que a velocidade não deve ser inferior a 0,6 m/s para evitar a deposição de partículas que circulam no sistema. Para além disso foi também tido em conta valores de perda de carga inferiores a 250 Pa/m.

No caso do sistema de bomba de calor, uma vez que se trata de um sistema a 4 tubos, o diâmetro de tubagem foi calculado para o caudal de água em regime de arrefecimento e

para o caudal de água para o regime de aquecimento. No Anexo L apresentam-se os cálculos, os caudais e diâmetros da rede de tubagem hidráulica adotados.

Relativamente ao material da rede de tubagem hidráulica utilizado nesta solução importa referir que foi adotado o polietileno de alta densidade (PEAD), uma vez que este apresenta uma vida útil de 100 anos, baixo custo de instalação, resistente à corrosão, flexível e 100% estanque.

A seleção dos equipamentos descritos nos próximos capítulos, tem em consideração os índices de desempenho, EER e SEER no que diz respeito ao arrefecimento e COP e SCOP relativamente ao aquecimento, como também o consumo dos compressores.

#### 4.1.1.1. Chiller

Conforme já referido anteriormente para este tipo de soluções, o *chiller* a adotar tem de possuir condensação a água. Assim, tendo em conta a potência necessária para o edifício de aproximadamente 390 kW, o *chiller* que melhor se adequa é com compressor do tipo *scroll*. Foram assim adotados dois chillers para funcionamento contínuo e um de reserva. As principais características do *chiller* selecionado encontram-se apresentadas na Tabela 4.1. A ficha técnica de seleção com mais detalhe encontra-se no Anexo M.1.

Tabela 4.1 – Principais características do *chiller* de condensação a água

	<i>Chiller</i> condensação a água do mar
Potência arrefecimento [kW]	229
Potência arrefecimento requerida [kW]	195
EER	4,80
EER Compressor	6,27
EER (EN 14511:2018)	5,97
SEER	6,16
Potência elétrica [kW]	85,3
Alimentação elétrica	400 V
Refrigerante	R410A
Tipo de compressor	Scroll
N.º de compressores	4
Capacidade control de escalões	6
Custo [Euros]	102.050,52

#### 4.1.1.2. Permutadores de calor

O permutador de calor é um dispositivo utilizado para transferir o calor entre dois fluidos a temperaturas diferentes, sendo essa transferência efetuada de um fluido para outro. Os fluidos escoam no permutador sem contacto direto, separados por superfícies de alta condutibilidade térmica, geralmente de cobre, alumínio ou ligas metálicas. O escoamento pode ser efetuado de três formas: correntes paralelas, correntes cruzadas ou correntes contrárias/contracorrentes. Nas correntes paralelas os dois fluidos entram do mesmo lado do permutador e escoam no mesmo sentido, saindo pela mesma extremidade. No caso das correntes cruzadas, escoamento normalmente aplicado nos sistemas de AVAC, os fluidos escoam perpendicularmente um ao outro. Se o escoamento for de contracorrentes então os fluidos entram por extremidades opostas, escoam e saem por extremidades opostas. Os fluidos podem ser líquido-líquido, gás-líquido ou gás-gás, mas neste caso concreto estamos perante permutadores líquido-líquido. São utilizados em processos que se pretenda aquecer ou arrefecer um fluido e possuem várias aplicações, na área da energia, química, laticínios, marinha, AVAC, vinhos, etc. Os permutadores têm a vantagem de não ser necessário queima de combustível para o aumento da temperatura e de evitar o desperdício de energia para o ambiente de um fluido já processado [52].

Os permutadores de calor podem ser classificados quanto à sua construção, conforme representado na Figura 4.6.

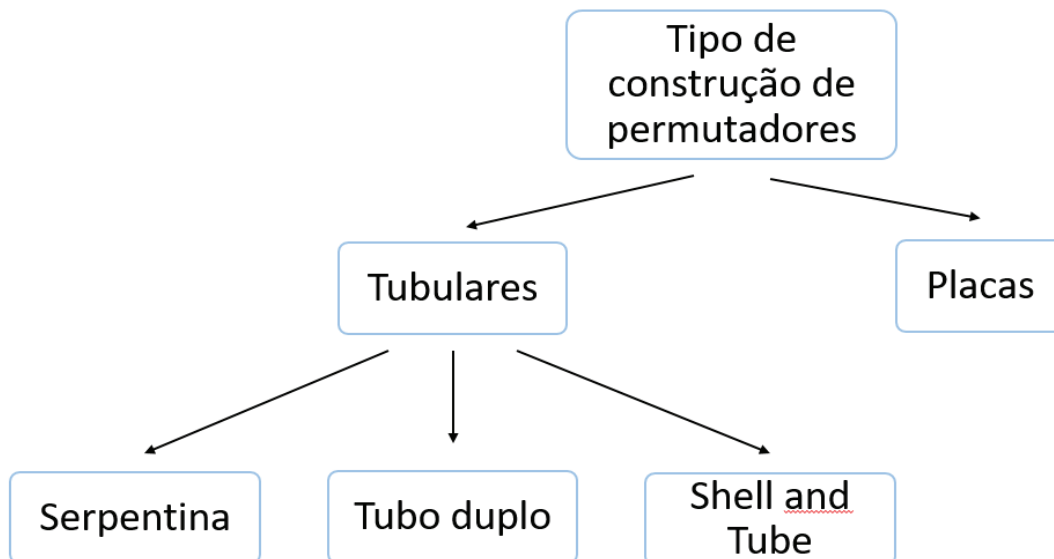


Figura 4.6 – Tipos de permutadores de calor [53]

Dos tipos de permutadores de calor referidos anteriormente, vão ser abordados aqueles que se enquadram para a função pretendida neste trabalho, ou seja, os permutadores de placas e os de casco tubo ou multitubulares.

Para a escolha do permutador deve-se ter em conta os seguintes fatores:

- Coeficiente de transferência de calor;
- Características dos fluidos;
- Temperaturas de operação;
- Pressões de operação;
- Velocidade de escoamento

O coeficiente de transferência de calor é importante para a análise e modelagem de um permutador uma vez que influencia na sua eficiência, visto relacionar a área de troca de calor, com a quantidade de calor trocado e a diferença de temperatura entre os dois fluidos. Assim, o valor obtido neste coeficiente é a forma de comparar os permutadores em termos de eficiência na transferência de calor entre fluidos.

Quanto às características dos fluidos deve-se ter em conta a condutibilidade térmica, densidade, viscosidade e o calor específico uma vez que são fatores que influenciam na eficiência do permutador. Também é importante analisar a corrosividade, toxicidade, inflamabilidade e abrasividade uma vez que têm muita influência na vida útil do permutador.

As temperaturas de operação devem ser tidas em consideração na escolha dos materiais que compõem o permutador, uma vez que materiais que conseguem aguentar grandes variações de temperatura devem ser utilizados em processos rápidos, além de que os fluidos possam receber quantidades de calor sem perder características necessárias ao processo [53]. Quando às pressões é importante analisar se o funcionamento é com altas ou baixas pressões uma vez que ocorre o risco de danos ao equipamento ou haver uma diminuição da troca térmica efetiva, respetivamente. A velocidade de escoamento é muito importante no sentido em que quanto maior, maior será a turbulência dentro do permutador, eliminando assim as áreas de estagnação de líquido e promovendo a máxima e mais efetiva transferência térmica.

Outro fator que deve ser tida em conta na escolha do permutador, principalmente neste caso particular para funcionamento com água do mar é o facto de as superfícies estarem sujeitas à deposição de impurezas provenientes dos fluidos, à formação de ferrugem ou a

outras reações entre o fluido e o material que compõem a parede. A formação de um filme ou o facto de existirem incrustações sobre a superfície pode ter como consequência o aumento da resistência à transferência de calor entre os fluidos e a diminuição da vida útil do equipamento [54].

#### Permutador de calor de placas

Nos permutadores de placas os dois fluidos estão separados por placas e a água fria passa em pequenos canais ao longo do fluido que é pretendido aquecer. Neste caso é aplicada a transferência de calor por contracorrente, que aumenta a eficiência do permutador, originando maior arrefecimento do fluido de aquecimento [55].

Os permutadores de placas são formados por um conjunto de placas de transferência de calor, estrutura, tirantes de aperto e ligações de entrada e saída de fluidos [56]. As placas são independentes e podem ser de vários materiais consoante a sua aplicação, mas para água salgada são usadas as de titânio, sustentadas por barras e são presas por compressão, entre uma extremidade móvel e outra fixa. As placas são fabricadas por estampagem a frio e possuem uma configuração canelada, concebida para permitir uma elevada transferência térmica. Os fluidos passam através dos canais formados pelas placas e através destas é efetuada a transferência térmica. A circulação dos fluidos é normalmente em contra corrente e efetuada de forma alternada entre as placas. Em cada placa está colocada uma junta, com a finalidade de garantir estanqueidade ao permutador.

#### Permutador multitubular ou shell and tube

Este permutador é constituído por um vaso cilíndrico que contem um conjunto de tubos em que um dos fluidos desloca-se pelo interior dos tubos e outro por fora destes, conforme é possível verificar na Figura 4.7. Estes permutadores podem ter construções diferentes dependendo do desempenho, transferência de calor pretendida, facilidade de limpeza, pressões e temperaturas operacionais, etc. Estes podem ser utilizados para qualquer capacidade e para condições de pressão e temperatura altas, atmosferas corrosivas e fluidos muito viscosos [53].

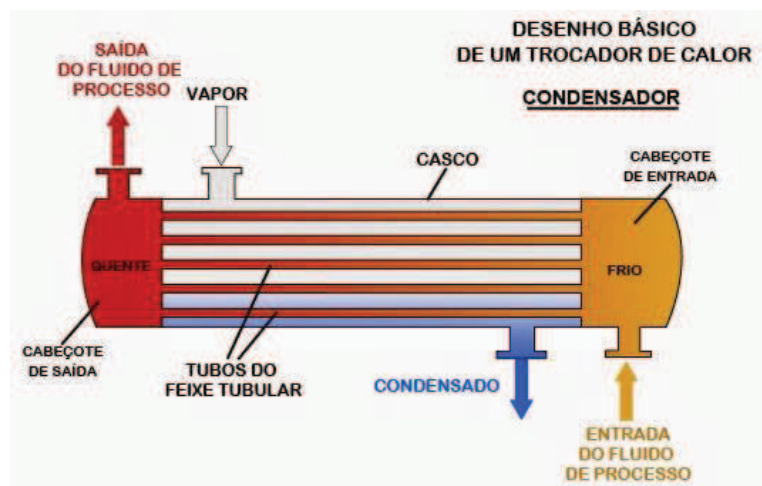


Figura 4.7 – Permutador de calor multitubular [57]

Nestes permutadores a manutenção é simples e eficaz uma vez que é possível fazer-se a manutenção dos cabeçotes e outros componentes no lado do casco e também fazer a limpeza no interior dos tubos, bem como o feixe de tubos pode ser removido para inspeção, limpeza exterior ou troca de tubos. Importa referir que deve ser previsto duplicação das unidades para a garantir o funcionamento contínuo nas situações de manutenção.

Na Tabela 4.2 encontram-se identificadas as vantagens e desvantagens da instalação de permutadores de calor de placas e multitubular.

Tabela 4.2 – Vantagens e desvantagens dos permutadores de calor de placas e multitubular [52]

Tipo de permutador	Vantagens	Desvantagens
<b>Placas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Baixo custo;</li> <li>➤ Facilidade de inspeção pela abertura do conjunto de placas;</li> <li>➤ Flexibilidade para alteração na capacidade de produção através da variação do número de placas;</li> <li>➤ Requer menor espaço para implantação devido às dimensões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pressões de operação limitadas pelas vedações das placas;</li> <li>➤ Velocidade do líquido baixa (1,5 a 2 m/s) sob pressões relativamente baixas</li> </ul>
<b>Multitubular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dispendioso;</li> <li>➤ Possibilidade de manterem funcionamento enquanto se efetua uma reparação;</li> <li>➤ Fácil manutenção;</li> <li>➤ Robusto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Requer muito espaço para implantação;</li> <li>➤ Limitado a fluidos de viscosidade relativamente baixa;</li> <li>➤ Menor flexibilidade para alterações na capacidade de produção.</li> </ul>

Salienta-se que o permutador de placas para ocupar menos espaço possui a desvantagem de as incrustações se fixarem mais facilmente, ficando coladas no permutador, derivado de uma velocidade de passagem menor, uma vez que os canais são mais pequenos de modo a permitir ao permutador ocupar menos espaço. Para se conseguir maior eficiência implica ter uma maior área de permuta para que as partículas não fiquem coladas e não necessite assim de uma manutenção mais periódica. Assim, face ao que foi exposto anteriormente e tendo em conta a impossibilidade de obter informações e seleções de um permutador multitubular próprio para ambientes marítimos por não ter sido possível encontrar empresas que comercializem em Portugal, o permutador escolhido foi o permutador de placas com a área necessária para as incrustações não se fixarem, em que a ficha técnica encontra-se no Anexo M.2. Salienta-se que foi previsto um permutador de reserva que servirá para as situações de manutenção.

#### **4.1.1.3. Sistema de filtração**

A filtração de água para remoção de contaminantes é um assunto de extrema importância tendo em conta a ameaça de escassez de água potável no futuro.

As águas de oceanos e rios contém sais, sólidos em suspensão, microrganismo e detritos que têm de ser removidos, no entanto uma vez que a água será devolvida não pode ser aplicada nenhuma filtração química. A solução de filtração a aplicar depende do tipo e tamanho de partículas e contaminantes presentes, uma vez que a tecnologia de filtração pode ser desde a macro filtração a filtração por membranas, utilizada para partículas visíveis a microscópio eletrónico.

O processo de filtração da água resulta da passagem da água da parte interna para a parte externa do elemento filtrante. No decorrer deste processo o elemento de malha começa a ficar colmatado derivado da retenção de partículas de maior dimensão ao calibre da malha de filtração, originando assim um aumento da perda de carga que quando atinge um determinado valor, inicia o processo de limpeza automático [58]. Para este tipo de instalação é importante prever um sistema de filtração com limpeza automático, uma vez que o objetivo se centra na fiabilidade, durabilidade e eficiência, uma vez que vai estar em condições exigentes de funcionamento.

Os filtros automáticos possuem um mecanismo de limpeza automática e é acionado de forma automática através da abertura de uma válvula automática, seguida do arranque do motor, que tem como objetivo efetuar a remoção das partículas retidas na malha do filtro

durante o processo de filtração. O funcionamento do processo de autolimpeza é garantido por um movimento de rotação e translação de um eixo onde se encontram instaladas algumas boquilhas, que efetuam o varrimento do elemento de filtração removendo deste as partículas e iniciando um processo de sucção derivado do diferencial de pressão devido à abertura da válvula de lavagem. No interior do filtro cria-se assim um fluxo direcionado e de elevada velocidade da zona das boquilhas para o exterior do filtro, onde os sedimentos são encaminhados para o exterior através de uma válvula automática que se encontra aberta durante este processo.

O processo de limpeza e filtração podem ocorrer em simultâneo, não sendo necessário existir interrupção no fornecimento de água. Este tipo de filtração pode ter elementos filtrantes compostos por malhas metálicas cilíndricas, por uma cassete de filtração constituída por uma placa rígida rasurada de plástico sobre a qual são enrolados fios têxteis em múltiplas camadas ou através de discos plásticos. Para este caso o elemento filtrante compostos por malhas é o mais adequado uma vez que permite uma maior eficiência de limpeza, com ganhos no consumo de água e podendo efetuar a filtração de 3500 a 10  $\mu\text{m}$  [58].

O sistema de filtração ficará localizado a montante da captação de água do mar, conforme apresentado no esquema de princípio que consta no Anexo E.2, e previu-se um filtro por discos com limpeza automática da Marca AMIAD, modelo *Arkal SpinKlin* com quatro unidades, próprio para água salgada. Os discos são em função do grau de filtração pretendido, que para este caso optou-se pela filtragem de 130 microns. No Anexo M.4 encontram-se as características técnicas, bem como o princípio de funcionamento do referido filtro.

Conforme se pode constatar na Figura 4.8, o sistema de filtração consegue efetuar a filtração ao mesmo tempo que faz a limpeza sem precisar de parar: o filtro mais à esquerda encontra-se em modo de limpeza, enquanto as outras duas unidades estão a efetuar a filtração. Quando terminar a limpeza da primeira unidade, passa essa a fazer filtragem juntamente com a unidade mais à direita e a do meio passa a fazer a limpeza e assim sucessivamente.

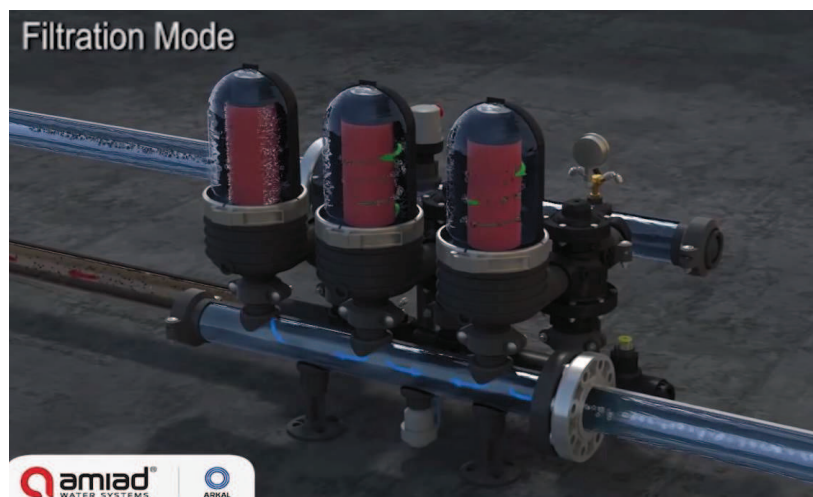


Figura 4.8 – Imagem do filtro durante a filtração e limpeza automática [59]

#### 4.1.1.4. Depósito de inércia

Um sistema de AVAC é dimensionado para funcionar na sua capacidade de pico que corresponde à carga do edifício. No entanto, essa necessidade não é constante ao longo do dia e ao longo do ano e por isso não se está sempre a usar a capacidade máxima do sistema. Assim sendo, e de forma a minimizar o custo de funcionamento da instalação, tirando proveito dos custos associados à energia, é de armazenar água fria nas horas em que o custo de eletricidade é baixo para posteriormente utilizar esse frio acumulado nas horas em que o custo da eletricidade é elevado. Ou seja, quando a necessidade de arrefecimento no edifício for baixa, o excesso de capacidade é direcionado para um depósito de armazenamento de água fria e assim quando a necessidade de arrefecimento do edifício for elevada, a água fria armazenada é utilizada para o funcionamento da instalação. Outra finalidade para a implementação deste depósito nas instalações é o facto de acumular água quente para que, nas alturas em que não exista necessidade de arrefecimento, mas sim de aquecimento, as unidades de produção de frio que possuem recuperador, possam utilizar o calor rejeitado no condensador da unidade.

Para a situação em causa a acumulação pretendida é de frio, funcionando assim como uma fonte fria, não havendo assim necessidade de ter o equipamento primário de produção sempre a funcionar ou sempre arrancar com as solicitações ou então tendo em funcionamento a uma carga inferior à que seria necessário caso não existisse acumulação. Assim, com a implementação do depósito de inércia conseguimos proteger o *chiller* uma vez que não necessita de arrancar para pequenos volumes de água, poupando o

equipamento e diminuindo o seu consumo elétrico, promovendo assim a eficiência do sistema. Deste modo, é possível proporcionar uma determinada quantidade de água climatizada ao sistema, quando o *chiller* permanece inativo uma vez que o equipamento tem características térmicas, inércia térmica, que impede a transferência de calor entre o fluido contido no seu interior e o exterior do equipamento. Desta forma, o frio necessário a fornecer para o funcionamento da instalação é proveniente do equipamento primário e também pela massa de água arrefecida e acumulada. A acumulação pretendida será efetuada através de um depósito de água fria, em que a água será arrefecida, aproveitando assim a variação da massa específica da água com a temperatura para conseguir uma estratificação. Assim, a água mais quente permanece no topo do depósito e a água mais fria permanece no fundo. Desta forma a altura do depósito é importante para conseguir-se obter o gradiente de temperatura entre a água que se situa na parte superior do depósito e a água que se situa na parte inferior. Uma vez que a massa específica da água pouco varia para temperaturas próximas de 4 °C, ou seja, com diferenças de temperatura de 5 °C entre a água que se situa na parte de cima do depósito e a da parte de baixo, a variação de massa específica é muito reduzida, no entanto com temperaturas mais elevadas do que aquelas a que trabalha o depósito de acumulação, a variação da massa específica já é notória [9]. Para ajudar na estratificação o depósito deve prever um bom isolamento térmico sendo que no mínimo deve possuir 10 cm de isolamento nos lados e no topo e na base deve ter 15 cm, com materiais como fibra de vidro ou polietileno, que possuem  $K < 0,034 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$ .

O depósito de inércia do circuito de água fria foi dimensionado de acordo com a Eq. (4.1):

$$\text{Volume do depósito de inércia [l]} = \frac{P_{chiller_{pmin}} - P_{sist.smin}}{C_p \times \Delta T} \times T_{func.min} \times 60 \quad \text{Eq. (4.1)}$$

Em que:

$P_{chiller_{pmin}}$  – Potência mais baixa da central [kW];

$P_{sist.smin}$  – Carga mais baixa do sistema [kW];

$T_{func.min}$  – Tempo de funcionamento mínimo da central [min];

$C_p$  – Calor específico da água a pressão constante para a água [kJ/kg.K];

$\Delta T$  – Diferença entre a temperatura de entrada e saída da água do central [K];

A eficiência do depósito é dada pela razão entre a capacidade real do depósito e a capacidade teórica e geralmente deve situar-se entre 85 e 95%.

A escolha do material do depósito deve ter em conta o tratamento das águas, pressões, temperatura e localização. Em termos de materiais os depósitos podem ser fabricados em materiais metálicos, como o aço, aço inox e o alumínio ou em materiais plásticos, que são muito resistentes à corrosão.

O cálculo efetuado, bem como a ficha técnica do depósito de inércia adotado encontra-se no Anexo M.4.

#### **4.1.1.5. Garrafa hidráulica**

A função das garrafas hidráulicas é criar uma separação dos diferentes circuitos, de forma a ficarem independentes e assim evitar interferências e perturbações. Ou seja, quando numa instalação existe um circuito primário de produção e respetiva bomba e circuito secundário com uma ou mais bombas, ao instalar-se a garrafa hidráulica, esta cria uma zona de reduzida perda de carga, permitindo que os circuitos primário e secundário sejam independentes. Assim sendo, cada bomba só trabalha com o fluido do respetivo circuito, não havendo variações anormais de caudais e de pressão nos diferentes circuitos, uma vez que o escoamento num dos circuitos não influencia o escoamento do outro, se a perda de carga no troço comum for desprezável. Desta forma, o caudal de cada circuito depende exclusivamente das características do caudal das bombas, pelo que o caudal no circuito secundário entra em funcionamento apenas quando a respetiva bomba é acionada. Quando a bomba para, deixando de haver circulação no circuito, todo o caudal enviado pela bomba do circuito primário faz o *by-pass* na garrafa hidráulica [60].

Outra importante razão para a implementação da garrafa é eliminar o ar da água, que é originada devido às baixas velocidades de circulação que é purgado através do purgador de ar automático existente no topo da garrafa hidráulica. Adicionalmente, conseguir que o material que existe na suspensão da água possa ser depositado e recolhido para remoção periódica, uma vez que a garrafa possui um separador de impurezas, permitindo a separação e recolha de impurezas através de válvula ou boca de limpeza, colocada na parte inferior. Assim, com a implementação da garrafa hidráulica é possível ter o caudal variável no circuito primário, situação característica nas instalações de climatização.

O dimensionamento da garrafa hidráulica pode ser efetuado através de três métodos [61]. O método do caudal máximo entre o valor do circuito primário e o do secundário. O método dos três diâmetros, em que para se garantir a desgaseificação e a decantação, a velocidade máxima na garrafa não deve exceder 0,1 m/s, baseando-se numa velocidade máxima de admissão de 0,9 m/s. O diâmetro da garrafa será o diâmetro do coletor principal onde estão ligados os equipamentos de produção. Por fim existe também o método das ligações alternadas que considera uma velocidade mais elevada, na ordem de 1,2 m/s para os circuitos derivados, dada a configuração da garrafa, consegue-se menor turbulência e menores riscos de dupla circulação [62].

Na Figura 4.9 estão representadas possíveis situações de equilíbrio hidráulico.

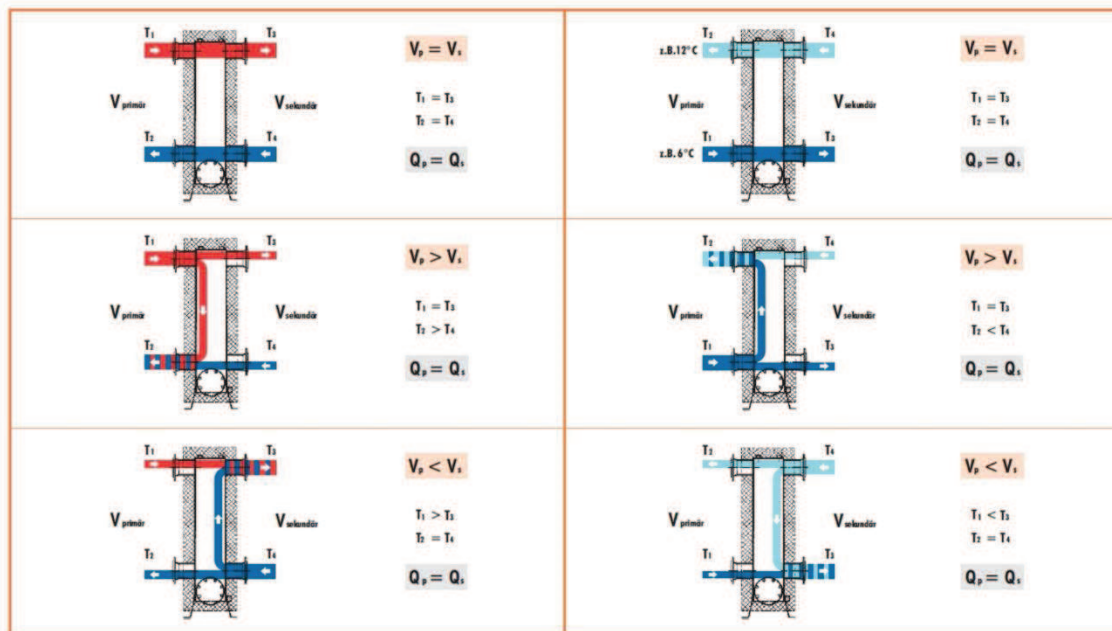


Figura 4.9 – Possíveis situações de funcionamento de garrafa hidráulica [63]

As garrafas hidráulicas que foram selecionadas encontram-se no Anexo M.5.

#### 4.1.1.6. Bombagem

As bombas utilizadas para os sistemas de AVAC são as bombas centrífugas, que têm como equipamento motriz um motor elétrico que fornece trabalho mecânico à bomba e esta o transfere para o líquido, ou seja, transformam a energia mecânica que lhe é transmitida em energia cinética da água e convertem em energia de pressão [64]. Estas bombas aproveitam a força centrífuga, como o próprio nome indica para aumentar a

energia do fluido. Podem ser instaladas com eixo vertical ou horizontal, consoante o tipo de instalação e a funcionalidade das mesmas na instalação.

As bombas centrífugas são constituídas por dois componentes: um rotor e um difusor. O rotor ou impulsor é acionado por um eixo que transmite movimento de rotação, permitindo assim transmitir a energia cinética ao fluido.

Para a escolha da bomba adequada à instalação e de forma a obter-se a melhor solução em termos de desempenho e eficiência, devem ser escolhidas bombas com classe energética EFF1 e que funcionem próximas das condições nominais ou da sua eficiência máxima. Outro fator importante a ter em consideração é a regulação de caudal, pelo que a bomba a selecionar deve permitir a regulação de caudal por conversor de frequência [9].

As bombas de velocidade variável (com regulação) são uma melhor opção para as instalações de climatização face às bombas de velocidade constante uma vez que são mais eficientes e possuem um melhor consumo de energia. Ora veja-se, quando existem alterações da carga térmica, o caudal altera-se de forma a ajustar-se e remover a nova carga térmica, conseqüentemente as válvulas alteram a sua posição de forma a responder à alteração da carga térmica, originando assim uma alteração na curva característica da instalação, que passa a ser outra diferente da considerada para as condições nominais. Existe assim um aumento de pressão resultante da bombagem e um aumento da perda de carga derivada da circulação de água, originando assim uma diminuição da eficiência da bomba. No entanto, se considerarmos as bombas de caudal variável, a variação do caudal resultante das novas necessidades de remoção de carga térmica é garantida através da variação de velocidade de rotação da bomba. Dessa forma não há alteração da posição das válvulas, mantendo-se assim a curva característica da instalação. No entanto, o ponto de funcionamento da instalação altera-se uma vez que a velocidade de rotação da bomba se modifica e, desta forma, resulta uma alteração da curva característica da bomba. Assim, a eficiência da bomba é praticamente semelhante comparativamente à das condições nominais, mas a potência diminui substancialmente em comparação com a solução de bomba de velocidade constante.

Desta forma e tendo em consideração que neste tipo de edifício podem existir fortes variações de carga térmica, pode-se concluir que é mais económico optar por uma solução com bomba de velocidade variável, uma vez que, tendencialmente, resulta numa economia em termos de consumo elétrico e numa melhor eficiência do equipamento. As

bombas seleccionadas possuem também variador de frequência para se obter um menor consumo, uma vez que assim só se está a consumir conforme a necessidade do sistema, tendo também incorporados sensores de temperatura e de pressão.

Para o dimensionamento das bombas mais adequadas ao edifício, uma vez que estas devem fornecer a energia necessária à água para esta elevar a pressão e vencer a perda de carga resultante da tubagem e dos acessórios do circuito, foi necessário calcular a altura manométrica das bombas, sendo que para isso se procedeu à determinação das perdas de carga no circuito de água arrefecida e no circuito de água quente.

O cálculo da perda de carga da tubagem foi realizado troço a troço com o seu respetivo caudal até ao equipamento mais desfavorável, uma vez que, garantindo que a água chega a essa unidade terminal em condições, os restantes equipamentos também serão abastecidos. Neste caso o troço mais desfavorável é o mais longo em termos de distribuição da água e vai desde a central até ao ventiloconvector da sala dos répteis, na cota 4.10 relativamente ao circuito de aquecimento e relativamente ao circuito de arrefecimento é o equipamento UTA MID ATL, instalada na cota 19.05. Os outros equipamentos terminais terão válvulas de equilíbrio dinâmico de modo a compensar o facto de terem menor perda de carga e assim equilibrar a instalação hidráulicamente. Foi considerado um coeficiente de segurança de 1,2.

O caudal que as bombas de água arrefecida e aquecida terão de fazer circular é no limite o somatório de todo o caudal de água arrefecida e aquecida respetivamente que terá de ser fornecido aos equipamentos, não sendo no entanto o ponto ótimo de funcionamento da instalação. Todos os cálculos efetuados, comprimentos dos troços da tubagem e resultados encontram-se exemplificados no Anexo L.

Na Tabela 4.3a e Tabela 4.3b encontram-se os resultados relativamente à altura manométrica e caudal de água das bombas do circuito de arrefecimento e das bombas do circuito de aquecimento, respetivamente, no entanto todo o cálculo para a obtenção da altura manométrica encontra-se representado no Anexo M.6.

Tabela 4.3a – Pontos de funcionamento das bombas da instalação

<b>Nome da bomba</b>	<b>Designação</b>	<b>Caudal [l/h]</b>	<b>Altura manométrica [kPa]</b>
BSF 1 a 2	Bomba secundário frio	33340	70
BSF 3 a 4	Bomba secundário frio	2030	70

Tabela 4.3b – Pontos de funcionamento das bombas da instalação

Nome da bomba	Designação	Caudal [l/h]	Altura manométrica [kPa]
BSQ 1 a 2	Bomba secundária quente	4060	103
BCC 1 a 3	Bomba circuito condensação	47750	48
BCAM 1 a 3	Bomba captação água mar	79580	106

A documentação técnica das bombas de água fria e das bombas de água quente selecionadas encontram-se no Anexo M.7.

#### 4.1.1.7. Bomba de calor

As necessidades de aquecimento para o edifício em estudo resultam de uma potência de aquecimento na ordem dos 47 kW e o regime de temperaturas considerado foi de 55°C/45°C. Foi considerado, à semelhança do *chiller*, um compressor do tipo *scroll*. As principais características da bomba de calor selecionada encontram-se apresentadas na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Principais características da bomba de calor

	Bomba de calor a 4 tubos
Potência arrefecimento [kW]	55
Potência arrefecimento requerida [kW]	47
EER (EN 14511:2018)	4,06
SEER	4,57
COP (EN 14511:2018)	3,48
SCOP	4,04
Potência elétrica aquecimento [kW]	15,8
Alimentação elétrica	400 V
Refrigerante	R32
Tipo de compressor	Rotary
N.º de compressores	2
Custo [Euros]	16.654,92

A documentação técnica da bomba de calor selecionada encontra-se no Anexo M.8.

## 4.2. Descrição da solução, com recurso à solução tradicional

A solução de climatização para o tipo de edifício em causa, em que as fachadas possuem várias orientações, deve possuir recuperação de energia. Os sistemas de AVAC que possuem recuperação de energia, garantindo assim um menor consumo energético, são os *chillers* de recuperação ou o sistema de VRF a 3 tubos. Se numa determinada hora não existirem necessidades de calor, o *chiller* com recuperação total consegue produzir frio, uma vez que o calor é dissipado, por exemplo, numa torre de arrefecimento (mas neste caso o *chiller* que se estaria a utilizar teria um EER inferior a um *chiller* convencional para produção de frio). Desta forma e tendo em conta os valores obtidos, houve a necessidade de se optar por aplicar o *chiller* só frio para o arrefecimento e um *chiller* a 4 tubos para as necessidades de aquecimento. A justificação da escolha do *chiller* a 4 tubos para as necessidades de aquecimento é a mesma que referida anteriormente no capítulo 4.

Um fator importante na escolha do sistema a aplicar é o tempo de utilização que a instalação irá ter, e também a inércia térmica do sistema, uma vez que definem o tempo de resposta, condicionando assim o tempo de arranque e condução do sistema. Este edifício tem um uso contínuo, pelo que deve então possuir uma inércia elevada e, dessa forma, o arranque da instalação deve ser programado, uma vez que possui um arranque lento.

Os sistemas de expansão direta são sistemas de inércia reduzida, no entanto pelo facto de responderem rapidamente a solicitações, podem conduzir a condições deficientes nos locais a climatizar durante os primeiros minutos após o arranque, ou após uma alteração sensível da carga térmica. Nesta última situação podem ocorrer variações na temperatura do ar de insuflação, consequência do sistema para contrabalançar a variação da carga térmica. No entanto, quando o equipamento principal se desliga, o fluido térmico, o ar, possui pouca energia acumulada e assim sendo é uma solução vantajosa caso o funcionamento da instalação seja intermitente.

Nos sistemas que utilizam água, cuja inércia é elevada, conseguem responder rapidamente a solicitações e, dessa forma, podem existir condições deficientes nos espaços a climatizar durante alguns minutos, caso o arranque do sistema não tenha sido efetuado atempadamente, ou então quando existe uma alteração na carga térmica do espaço. No entanto, estes sistemas são menos sensíveis a pequenas variações da carga

térmica, não alterando rapidamente a temperatura da água. No entanto, após desligar o equipamento principal, o fluido térmico (água) possui muita energia acumulada e, assim sendo, é uma vantagem caso a aplicação seja para instalações em que não existam interrupções. Assim, para se aproveitar a inércia térmica, o sistema deve ser desligado com antecedência face ao final da utilização.

Em resumo, a escolha do sistema mais adequado ao edifício tem de ter em consideração o consumo de energia da instalação, a eficiência dos equipamentos, as solicitações/necessidades dos espaços a climatizar e o tipo de resposta, a potência a instalar e a forma de condução do sistema.

Outro fator a ter em conta na escolha do sistema é a variação das cargas térmicas ao longo do dia e do ano. Os sistemas com inércia térmica elevada conseguem responder a situações de variação elevada de carga térmica, os sistemas que possuem resposta rápida a variações bruscas de carga térmica são os que possuem baixa inércia térmica. Caso existam variações temporais importantes, mas que não sejam bruscas, os sistemas a água são os mais indicados a serem utilizados. Contudo, devem ser utilizadas bombas de velocidade variável (regulável), uma vez que, ao aplicar bombas de velocidade constante, resulta de um acréscimo de consumo desnecessário, conforme referido anteriormente no capítulo 4.1.1.6.

Tendo em conta o tipo de edifício em estudo e as cargas térmicas obtidas para o mesmo, os equipamentos mais adequados para o sistema de produção deste tipo de instalação são os *chillers* ou o VRF. Comparando os dois tipos de sistemas de climatização referidos no capítulo 2.3.1 e 2.4, o sistema de produção a água através de *chillers* e o sistema de volume de refrigerante variável, podemos constatar que a escolha de um sistema para implementar num determinado tipo de edifício tem em conta os seguintes fatores [9] [65]:

- Custos de aquisição dos equipamentos/Investimento inicial: o custo é superior para os sistemas a água;
- Custos de instalação do sistema são superiores para os sistemas a água, uma vez que requer mais acessórios de montagem, nomeadamente válvulas de seccionamento e conseqüentemente outros cuidados na instalação, originando assim um elevado tempo de montagem, no entanto em termos de facilidade de montagem da instalação é menor face aos de expansão direta;

- Custos de manutenção: numa situação de intervenção numa unidade interior em que seja necessário a substituição da mesma, no caso do sistema de expansão direta o custo será maior uma vez que é necessário retirar todo o fluido frigorígeno da instalação e posteriormente reintroduzi-lo no sistema. Posteriormente será necessário fazer novamente ensaios para verificação de existência de fugas, enquanto que numa instalação a água basta apenas a instalação de uma válvula de seccionamento a montante e a jusante para a substituição da unidade. No entanto nos sistemas de VRF não é necessário prever manutenção, derivada de problemas de tratamento de água e balanceamento de caudais;
- Conforto térmico: os sistemas a água permitem um maior controlo no conforto térmico, visto possuírem a possibilidade de controlar a temperatura de insuflação, uma vez que o fluido térmico é a água e é independente do ciclo frigorífico do sistema. No caso dos sistemas de expansão direta e, nomeadamente, na situação de arrefecimento, as temperaturas de insuflação são muito baixas, o que, face ao diferencial térmico relativamente à temperatura ambiente, pode originar algum desconforto térmico;
- Instalação dos equipamentos: os sistemas de expansão direta possuem limitações no que diz respeito às distâncias máximas entre os equipamentos constituintes do sistema, ou seja, entre a unidade exterior e as unidades interiores e também entre acessórios. Os sistemas a água não possuem qualquer restrição a este respeito, uma vez que é apenas necessário dimensionar as bombas de circulação e tubagens tendo em conta as perdas de carga derivadas do traçado do sistema. Os sistemas a água requerem uma maior área de ocupação para a instalação dos equipamentos;
- Alteração/intervenção do sistema é menos vantajosa no caso dos sistemas de expansão direta, uma vez que este tipo de sistemas apenas funciona corretamente se a soma das potências das unidades interiores estiver situada entre 50 e 130% da capacidade nominal da unidade exterior, o que numa situação de acrescentar ou retirar unidades, pode ser impeditivo. O sistema a água permite uma maior flexibilidade e versatilidade em alterações na instalação;
- Fugas na instalação: num sistema a água é fácil detetar se existe uma fuga na instalação, enquanto que numa instalação com um sistema de expansão direta é mais complexo;

- Limitações com fluido térmico: nas instalações com sistemas de expansão direta e por isso com fluido frigorigéneo, a norma portuguesa NP-EN378-1 [66] estipula um valor limite de concentração de fluido, limitando assim a capacidade dos sistemas, enquanto que nos sistemas a água essa situação não se coloca, uma vez que o fluido que circula na instalação é a água;
- Limites de potência: Os sistemas a água não possuem limites de potências, enquanto que nos sistemas de VRF existe uma limitação.

Para além, do referido anteriormente, existem também diferenças no que diz respeito ao espaço necessário para o transporte do fluido, à resposta do sistema, à recuperação energética, sendo normalmente preferível utilizar uma unidade com arrefecimento a ar (VRF) quando existem necessidades de arrefecimento reduzidas e quando é necessário obter uma reposta rápida do sistema a variações de carga.

As unidades de produção de água refrigerada são usualmente aplicadas em instalações que possuem necessidades de arrefecimento elevadas, que utilizam sistemas de acumulação de energia e variações lentas da carga térmica.

Analisando os prós e contras de cada sistema, descritos anteriormente, e uma vez que no edifício existem espaços com elevadas cargas térmicas, constata-se que o equipamento produtor que mais se adequa é o *chiller*. Para além de que o intuito do trabalho é a comparação dos dois sistemas com e sem aplicação da água do mar, pelo que o sistema de produção teria de ser o mesmo para obtermos uma comparação mais fidedigna.

No entanto, importa salientar que na escolha do equipamento deve ter-se em consideração que grande parte dos equipamentos de produção apresenta uma perda substancial de eficiência quando a potência produzida é inferior a 40% da sua potência nominal, pelo que no dimensionamento dos *chillers* deve ter-se em consideração que a instalação tem de funcionar sempre acima dos 60% [9].

#### **4.2.1. Seleção dos equipamentos**

Para este tipo de solução, uma vez que não há aproveitamento da água do mar, a rede de tubagem hidráulica não necessita de ter em consideração o fator da corrosão, pelo que dessa forma o material adotado a aplicar em toda a instalação foi o aço carbono.

Uma vez que a única diferença entre os dois sistemas são os *chillers*, todos os restantes equipamentos selecionados no subcapítulo 1.1 mantêm-se válidos para esta solução de produção.

#### 4.2.1.1. Chiller

De forma a obter uma eficiência uniforme ao longo da variação da potência frigorífica necessária para uma instalação, e conseguindo assim reduzir a perda de eficiência nas situações em que a potência frigorífica necessária decresce, devem ser utilizados sistemas em paralelo. Assim, a água pode ser arrefecida num ou em dois evaporadores, conseguindo dessa forma a regulação da capacidade e obter-se uma eficiência uniforme ao longo da variação de potência. Essa regulação depende do tipo de compressor e a escolha do compressor depende da potência da instalação. Os compressores, conforme já abordado anteriormente, podem ser dos seguintes grupos: rotativos, alternativos, de parafuso e centrífugos. Dentro de cada grupo podem existir alguns tipos, por exemplo no grupo dos rotativos podemos ter os de palheta, “scroll” (espiral) ou os “swing” (oscilante).

Tendo em conta as diversas possibilidades de conceção de compressores, a eficiência nominal, bem como o nível de ruído, variação da taxa de compressão, dependem do tipo de compressor, assim como o comportamento de uma instalação face às alterações das condições dos espaços a climatizar.

A regulação de capacidade dos compressores pode ser garantida através da velocidade de rotação do compressor, mas a forma de regulação depende do tipo de compressor. A razão entre a eficiência a carga parcial e a carga nominal é variável consoante o compressor. Assim, na escolha do compressor deve ter-se em conta a curva característica do equipamento a carga parcial para se poder analisar o consumo energético e as condições de funcionamento da instalação, bem como ter em consideração o funcionamento anual do equipamento, uma vez que uma instalação não funciona sempre à carga nominal, pelo que não se pode apenas analisar a eficiência nas condições nominais.

Se for considerado dois chillers em funcionamento em paralelo com compressor de parafuso, consegue-se obter boa eficiência, havendo apenas uma perda quando a percentagem de necessidade de arrefecimento é inferior a 20% da potência nominal de dois chillers, conforme se demonstra na Tabela 4.5. Se apenas fosse considerada uma unidade de produção, a perda de eficiência iria ser notável a partir de uma necessidade de

arrefecimento inferior a 40% da potência nominal da unidade, conforme se demonstra na Figura 4.9.10.

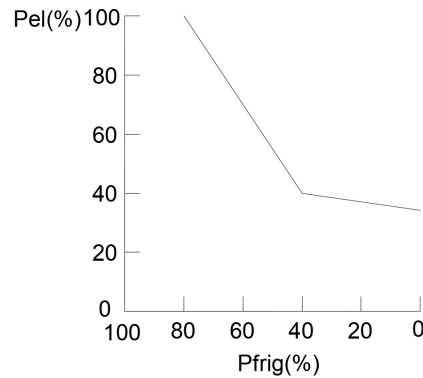


Figura 4.10 – Variação da capacidade frigorífica (P<sub>frig</sub>) com a potência absorvida (P<sub>el</sub>). Adaptado de [9]

Tabela 4.5 – Variação da eficiência com a potência frigorífica necessária. Adaptado de [9]

<b>P<sub>frig</sub> (%)</b>	<b>ρ<sub>abs</sub>(%)</b>	<b>ε/ ε<sub>0</sub></b>
<b>90</b>	97,5	92%
<b>80</b>	80,0	100%
<b>70</b>	70,0	100%
<b>60</b>	60,0	100%
<b>50</b>	50,0	100%
<b>40</b>	40,0	100%
<b>30</b>	30,0	100%
<b>20</b>	20,0	100%
<b>10</b>	17,5	57%

Apesar de, na instalação em causa, existir uma maior necessidade de arrefecimento do que aquecimento, e ter-se considerado *chillers* só para o arrefecimento, optou-se por considerar uma unidade que possa servir simultaneamente para arrefecimento e aquecimento, ou seja uma bomba de calor. No entanto a unidade foi dimensionada tendo em conta as necessidades de aquecimento, o que der em arrefecimento serve como um apoio ao sistema de produção de arrefecimento. A produção de aquecimento pode ser feita de duas formas, aproveitando o calor que é rejeitado pelo condensador: o aquecimento do ar pode ser efetuado por condensador arrefecido a ar ou o aquecimento da água se o condensador for arrefecido a água.

Para a escolha da unidade de produção, foi tido em conta a implantação, bem como a arquitetura do edifício, pelo que não se optou por um *chiller* de condensação a água, uma vez que conseqüentemente seria necessária uma torre de arrefecimento, que causaria um grande impacto visual e ambiental. Dessa forma, optou-se por um *chiller* de condensação a ar. Foram assim adotados dois chillers para funcionamento contínuo e um de reserva.

As principais características do *chiller* selecionado encontram-se apresentadas na Tabela 4.6. A ficha técnica de seleção com mais detalhe encontra-se no Anexo M.1.

Tabela 4.6 – Principais características do *chiller* de condensação a ar

	<i>Chiller</i> condensação a ar
Potência arrefecimento (kW)	214
Potência arrefecimento requerida (kW)	195
EER	3.14
EER Compressor	3.37
EER (EN 14511:2018)	3.12
SEER	4.70
Potência elétrica (kW)	101
Alimentação elétrica	400 V
Refrigerante	R32
Tipo de compressor	Scroll
N.º de compressores	3
Capacidade control de escalões	4
Custo (Euros)	135.174,47

### **4.3. Análise comparativa e económica dos sistemas de produção**

É possível verificar as principais diferenças entre os dois equipamentos adotados, os *chillers*, nas soluções do sistema de produção na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Principais características do *chiller* de condensação a água e a ar

	<i>Chiller</i> condensação a água do mar	<i>Chiller</i> condensação a ar
Potência arrefecimento [kW]	229	214
Potência requerida [kW]	195	195
EER	4,80	3,14
EER Compressor	6,20	3,37
EER (EN 14511:2018)	5,97	3,12
SEER	6,16	4,70
Potência elétrica [kW]	85,3	101
Alimentação elétrica	400 V	400 V
Refrigerante	R410A*	R32
Tipo de compressor	Scroll	Scroll
N.º de compressores	4	3
Capacidade control de escalões	6	4
Custo (Euros)	102.050,52	135.174,47

\*A marca vai ter em breve com R32.

Na Tabela 4.8 e Tabela 4.9 encontram-se representadas as diferenças entre os dois sistemas de produção, no que diz respeito não só ao custo dos equipamentos, como a outros custos necessários para viabilizarem a implementação do sistema.

Tabela 4.8 – Custo dos equipamentos nas duas soluções

<b>Custo equipamentos</b>		
	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Chillers	102 050,52 €	135 174,47 €
Sistema filtração	12 172,08 €	0,00 €
Permutador de calor	2 376,00 €	0,00 €
Bombas BSF 1 a 2	7 172,00 €	7 172,00 €
Bombas BCC 1 a 3	27 468,00 €	0,00 €
Bombas BCAM 1 a 3	27 801,00 €	0,00 €
<b>Total</b>	<b>179 039,60 €</b>	<b>142 346,47 €</b>

Tabela 4.9 – Outros custos nas duas soluções

<b>Outros custos</b>		
Sal/ano	0,00 €	130 000,00 €
Captação água do mar (infraestrutura)	900 000,00 €	0,00 €

O custo associado à aquisição de sal para os tanques de água, tem também contemplado o sistema de tratamento em Ozono, bem como as análises necessárias a efetuar na água, nomeadamente à salinidade, antes desta ser colocada nos tanques. Na solução A não é necessário a aquisição de sal, pois utiliza-se a água do mar para encher os tanques e compensar as perdas destes. Neste caso é necessário fazer análise à salinidade da água. Na solução B o valor considerado representa a aquisição de sal cerca de 8 vezes ao ano. Relativamente à captação de água do mar, importa referir que na Madeira não são cobradas taxas pela captação e rejeição de água do mar, contribuindo assim para que a solução de implementação do sistema de produção com aproveitamento de água do mar seja viável.

Em termos de manutenção os valores apresentados na Tabela 4.10 dizem respeito aos encargos associados com equipa de manutenção e consumíveis tendo em conta uma manutenção preventiva de forma a evitar a manutenção curativa que é cerca de três vezes superior em termos de custo, relativamente à preventiva. Assim com uma manutenção mais periódica consegue-se garantir um maior tempo de vida útil dos equipamentos, sem necessidade de elevados custos de manutenção ou substituição de equipamentos.

Tabela 4.10 – Custo anual com manutenção nas duas soluções

<b>Manutenção por ano (pessoas+consumíveis)</b>		
	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Chillers	1 100,00 €	1 630,00 €
Filtragem	480,00 €	0,00 €
Permutador de calor	950,00 €	0,00 €
Bombas BCAM 1 a 3	15 000,00 €	0,00 €
<b>Total</b>	<b>17 530,00 €</b>	<b>1 630,00 €</b>

No que diz respeito aos consumos elétricos das duas soluções, são apresentados na Tabela 4.11 os valores referentes ao consumo de eletricidade por ano, bem como o seu

respetivo custo por ano, tendo em consideração o valor de 0,21 Euros para o custo por kWh [67].

Tabela 4.11 – Custo com eletricidade nas duas soluções

	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Consumo eletricidade kWh/ano	84603	119913
Custo eletricidade €/ano	17 766,630 €	25 181,730 €

Com os valores anteriormente apresentados, foi possível efetuar um estudo económico em que se enquadrou a aquisição dos equipamentos através do Decreto Regulamentar 25/2009 – Regime das depreciações e amortizações [68], uma vez que este permite depreciar o custo dos equipamentos por um determinado número de anos, conforme a taxa atribuída para cada equipamento. Assim, utilizou-se o código 2095, referente a instalações de água, com uma taxa de 10%, o que significa, para efeitos financeiros, que o investidor irá amortizar o custo de aquisição destes equipamentos em 10 anos. Por exemplo, no caso da solução com aproveitamento de água do mar, o custo de equipamentos é de 179.039 Euros, pelo que o investidor vai reconhecer este custo em 17.903 Euros por ano. No que diz respeito à infraestrutura para a captação de água do mar foi utilizado o mesmo critério anteriormente referido. Assim, na Tabela 4.12 pode-se verificar a análise económica tendo em conta todos os fatores anteriormente descritos, que afetam as soluções a implementar, no caso da situação A – com aproveitamento da água do mar e, na solução B – com água corrente (solução tradicional).

Tabela 4.12 – Análise económica das duas soluções

	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Custo equipamentos/ano	17 903,96	14 234,65
Custo eletricidade €/ano	17 766,63	25 181,73
Captação água do mar (infraestrutura)/ano	90 000,00	0,00
Custo aquisição sal/ano	0,00	130 000,00
Manutenção/ano (pessoas+consumíveis)	17 530,00	1 630,00
<b>Custos diretos</b>	<b>143 200,59</b>	<b>171 046,38</b>

Para além do estudo pelo Regime das depreciações e amortizações, analisou-se as duas soluções em termos de período de retorno simples. Desta forma foi considerado ao longo dos 10 anos uma inflação de 1% na eletricidade, bem como nas despesas com manutenção dos equipamentos (mão-de-obra e consumíveis). Importa referir que na solução A o custo de investimento resulta do custo dos equipamentos e da infraestrutura para captação de

água do mar, enquanto que na solução B é apenas o custos dos equipamentos. Em termos de custo de operação, na solução A, são os custos com a manutenção e eletricidade do sistema implementado e na solução B, para além dos custos referidos anteriormente, ainda acresce o custo com a aquisição de sal. Os valores obtidos foram os indicados Tabela 4.13 a Tabela 4.15.

Tabela 4.13 – Custo com manutenção nas duas soluções

<b>Manutenção por ano (pessoas+consumíveis) incluindo 1% inflação/ano</b>		
	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Chillers	1 210,00 €	1 793,00 €
Filtragem	528,00 €	0,00 €
Permutador de calor	1 045,00 €	0,00 €
Bombas BCAM 1 a 3	16 500,00 €	0,00 €
<b>Total</b>	<b>19 283,00 €</b>	<b>1 793,00 €</b>

Tabela 4.14 – Custo com eletricidade nas duas soluções

<b>Custo eletricidade incluindo 1% inflação/ano</b>		
	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Consumo eletricidade kWh/ano	84603	119913
Custo eletricidade €/ano	19 543,293 €	25 181,730 €

Tabela 4.15 – Custo de operação, investimento e período de retorno simples

	<b>Situação A - água do mar</b>	<b>Situação B - água corrente</b>
Custo de operação/ano (€/ano)	38 826,293 €	156 974,730 €
Custo de investimento (€)	1 079 039,60 €	142 346,47 €
Periodo de retorno simples (ano)		8

Como é possível constatar, através do cálculo do período de retorno simples, ou seja o quociente entre o diferencial do custo de investimento sobre o diferencial entre os custos de operação, em 8 anos é possível ter o investimento pago, a partir desse tempo é poupança.

Para a climatização do edifício em estudo, optou-se então por uma instalação que garantisse os níveis de conforto e fiabilidade pretendidos para as diferentes utilizações a que este edifício estará sujeito. Tendo em conta a análise económica das duas soluções, tanto pelo regime das depreciações e amortizações, bem como pelo período de retorno simples, optou-se por aplicar a solução com aproveitamento da água do mar. Uma vez que o sistema de climatização encontra-se associado também ao controlo da temperatura

ambiente do ar das áreas técnicas dos sistemas de suporte de vida, considerou-se importante implementar um sistema de modo a minimizar as hipóteses de falha e conseqüentemente em por em risco a vida marinha contida nos aquários. Deste modo, foi considerada a redundância ao nível do sistema de produção, considerando-se assim uma central composta por três unidades de produção (*chillers*), arrefecidos a água, sendo que um é de reserva. Optou-se por dois *chillers* para funcionamento contínuo de forma a que o primeiro arranca até atingir o ponto ótimo e depois é que arranca o segundo, assim estão a trabalhar a cargas parciais e conseguem atingir melhores EER. O arrefecimento da condensação será feito com água do mar. Em termos de controlo do sistema de produção, composto pelos chillers e grupos electrobomba primários, incorporados nos chillers, funcionará em função da temperatura de retorno dos circuitos, sendo a definição de “set-points” efetuada diretamente nos controladores dos chillers.

Para minimizar a ocorrência de falhas previu-se um sistema de arrefecimento complementar, composto por uma bomba de calor de rejeição a ar, munida de eletrobombas próprias. Este equipamento será do tipo bomba de calor a 4 tubos, de onde partirá também a rede secundária de distribuição de água quente.

Cada *chiller* será equipado de fábrica com um grupo eletrobomba no circuito primário. Para a distribuição de água gelada estão previstos circuitos secundários, com grupos eletrobomba, todas de caudal variável, em que a regulação do caudal será realizada em função da leitura da variação de pressão na instalação

## 5. CONCLUSÃO

A elaboração deste trabalho pretende apresentar a comparação de duas soluções relativas ao sistema de produção para o sistema de climatização de um edifício com a funcionalidade de Oceanário, com localização no porto do Funchal.

As duas soluções em estudo são a solução usual através de água corrente e uma solução em que aproveita a água do mar, tendo em conta a localização privilegiada do edifício, para o sistema de produção.

Assim sendo, para além da caracterização em termos de condições de projeto relacionadas com temperaturas e humidades relativas, foi analisado o edifício e caracterizado em termos das soluções construtivas das envolventes exteriores e interiores, dos espaços a climatizar e sua volumetria, da ocupação pretendida em cada espaço, bem como a carga derivada da iluminação e dos equipamentos e os perfis de utilização, tendo em conta as características de cada um dos espaços. Foi também importante determinar as cargas térmicas devidas à evaporação dos tanques de água.

Com estes parâmetros definidos, efetuou-se uma simulação térmica ao edifício através de *software* apropriado, nomeadamente o Hourly Analys Program (HAP) da Carrier.

Através da análise dos resultados obtidos, foi possível averiguar as potências de arrefecimento e aquecimento necessárias ao edifício em estudo e dimensionar o sistema de produção. Desta forma, obteve-se o valor de aproximadamente 390 kW de arrefecimento e, aproximadamente, 47 kW de aquecimento, o que resulta, considerando uma diferença de temperatura de 5°C, num caudal de 66.685 l/h e 8120 l/h, respetivamente para a água arrefecida e aquecida. Para isso, foram desenhadas através do *software* Autocad, as redes de tubagem de água fria e água quente, desde o sistema de produção até aos equipamentos de AVAC, nomeadamente unidades de tratamento de ar e ventiloconvetores, bem como o esquema de princípio hidráulico da instalação. Foi dimensionada a rede de tubagem e efetuado o cálculo da altura manométrica a prever para a seleção das bombas. Tendo em conta os valores obtidos do cálculo da carga térmica do edifício, foram selecionados os equipamentos de produção, desde os *chillers*, bomba de calor, garrafa hidráulica, depósito de inércia, bombas, etc, que constam do esquema de princípio hidráulico da instalação para cada uma das soluções, tendo em consideração que alguns dos equipamentos são os mesmos nas duas soluções.

Importa ainda salientar que, no que diz respeito aos *chillers* e bombas, houve o cuidado de selecionar equipamentos com a melhor eficiência possível, tendo em conta as gamas disponíveis no mercado para a solução a implementar.

É importante ter em conta que foi adotada a solução de distribuir por dois *chillers* a potência de arrefecimento necessária para o edifício e prever também um *chiller* de reserva, de forma a que, para além da instalação de climatização do edifício não depender apenas de um só equipamento, como também para efeitos de funcionamento dos equipamentos, se tirar proveito dos rendimentos a carga parcial. No entanto, importa referir que, atualmente no mercado existem *chillers* com tecnologia de levitação magnética que possuem excelentes eficiências e baixo custo de manutenção, mas com custo de aquisição elevado, no entanto este tipo de *chillers* só existe para uma gama de potências mais elevadas, pelo que, para aplicar neste edifício, teríamos que ter apenas um *chiller* a funcionar para todo o edifício, razão pela qual esta solução não foi considerada. No entanto pressupõe-se que, apesar do elevado investimento, seria possível tirar grande proveito das elevadas eficiências, baixando assim o custo elétrico e de manutenção.

Após definição de todos os equipamentos, foram apurados os custos de cada um deles, bem como o valor associado à manutenção dos mesmos para ambas as soluções. Para a solução com aproveitamento de água do mar, o valor da aquisição dos equipamentos resulta em 179.039,60 Euros (sem IVA), enquanto que na solução tradicional se estimou o valor de 142.346,47 Euros (sem IVA). No entanto, importa assinalar que existem outros custos relacionados com a implementação das soluções para além do custo com os equipamentos, nomeadamente a infraestrutura necessária para a captação de água do mar que resulta num valor de 900.000 Euros e, no, caso da solução tradicional, a necessidade de adquirir sal, originado um custo anual de 130.000 Euros. Em termos de manutenção, obteve-se um valor de 17.530 Euros anuais com a solução de aproveitamento de água do mar, e de 1630 Euros com a solução tradicional. Esta diferença deve-se ao facto de, na solução tradicional não existir o custo de manutenção com as bombas de captação de água do mar, com os permutadores de calor e com o sistema de filtração de lavagem automática.

Para além disso, e para ser possível efetuar o estudo comparativo, foi analisado o custo elétrico anual de cada uma das soluções, tendo em consideração as características de cada equipamento definido para cada uma das soluções. Os valores obtidos neste estudo foram

de 17.766,630 Euros na solução com aproveitamento de água do mar e de 25.181,730 Euros na solução corrente.

Desta forma, foi então efetuada uma análise económica, tendo em conta os resultados obtidos e analisando todos os fatores, não só o custo inicial da implementação da solução.

Constata-se que a solução com aproveitamento de água do mar é financeiramente mais viável comparativamente à solução tradicional, uma vez que o custo anual é de 143.200 Euros face a 171.046 Euros. A diferença entre os valores calculados deve-se ao facto de o consumo elétrico na solução com água do mar ser inferior, derivado dos equipamentos que complementam o sistema de produção serem mais eficientes face aos utilizados na solução tradicional. Adicionalmente, deve-se também ao facto de na solução tradicional implicar um custo fixo elevado derivado à aquisição de sal e tratamento associado para introdução nos tanques. Para além do referido anteriormente, importa salientar que foi também efetuada uma análise das soluções em termos do período de retorno simples, tendo sido considerado para essa análise o incremento de 1% nos custos de operação e na eletricidade relativo à inflação. Constatou-se dessa forma que é possível pagar o investimento em 8 anos, sendo que a partir desse tempo é poupança.

Uma das vantagens da solução de climatização com aproveitamento da água do mar é o facto de ser possível, através da captação de água do mar, prever um circuito que se destina exclusivamente ao arrefecimento dos aquários, pertencentes aos sistemas de suporte de vida. Sendo para isso apenas necessário prever permutadores de placas em titânio. Dessa forma não existe o custo associado com a aquisição de sal (proveniente do estrangeiro) para introdução no sistema dos aquários, bem como todo o processo para junção deste com a água, mistura, acerto da salinidade, análises e verificação química. Para além do referido, com a solução de aproveitamento da água do mar para os aquários, não será necessário prever nem um sistema de tratamento de água, que tendo em conta a análise de instalações com as mesmas premissas da do estudo, estima-se que se, utiliza o ozono tanto para os aquários grandes como para os pequenos, sendo que só 15% da água é que leva o tratamento, nem a necessidade de filtros de areia.

Assim, tendo em conta esta funcionalidade pelo aproveitamento da água do mar, a solução será ainda mais atrativa financeiramente, uma vez não existe custo com manutenção do sistema anteriormente referido, com a implementação da água salgada nos tanques. Deste modo, esse custo não foi tido em consideração nos cálculos.

Para além do referido, ao aproveitar a água do mar para o sistema dos aquários, os permutadores de calor a implementar teriam um valor de aquisição mais económico, uma vez que os regimes de temperatura seriam mais favoráveis no sistema de aproveitamento de água do mar.

Em suma, sendo o sistema de produção da solução com aproveitamento de água do mar mais eficiente, consegue-se reduzir ainda mais o consumo, uma vez que o sistema de produção para os tanques seria garantido com a mesma solução de equipamentos, situação que não foi tida em conta, uma vez que o trabalho não incorporava o sistema para os tanques.

Por outro lado, em termos monetários, a solução com água do mar é menos apelativa e apresenta uma desvantagem, no sentido em que tem de existir um investimento inicial para conseguir implementar a captação de água do mar. Ainda assim, é mais vantajoso implementar a solução com aproveitamento de água do mar, tendo em conta o custo anual, bem como o facto de ser uma solução sustentável e eficiente, que consegue obter o menor consumo energético possível.

Importa também referir que esta solução é economicamente viável para este projeto, uma vez que na Madeira não são cobradas taxas pela captação e rejeição de água do mar. Se este edifício se situasse em Portugal Continental, já não seria vantajoso uma vez que as taxas impostas pela Agência Portuguesa do Ambiente em função do caudal de captação e rejeição necessário para o correto funcionamento do sistema, tornariam inviável financeiramente a implementação do sistema de AVAC com aproveitamento da água do mar.

## REFERÊNCIAS

- [1] J. Sousa e (. d. C. d. E. M. d. O. d. E. Técnicos), “Edifícios e Energia,” [Online]. Available: [http://arquivo.edificioseenergia.pt/contents/artigorevista/opinia-and-771o\\_oet.pdf](http://arquivo.edificioseenergia.pt/contents/artigorevista/opinia-and-771o_oet.pdf).
- [2] EDP, “EDP -Guia prático da Eficiência Energética,” [Online]. Available: [http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia\\_edp.pdf~](http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf~).
- [3] DGEG, “dgeg.gov.pt,” [Online]. Available: <http://dgeg.gov.pt/default.aspx?cn=636364486449AAAAAAAAAAAAA>.
- [4] [Online]. Available: <http://noctula.pt/o-que-e-sustentabilidade/sustentabilidade-triangulo-desenvolvimento-sustentavel/>.
- [5] [Online]. Available: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/8900/1/cap01.pdf>.
- [6] Brudtland, “Our common future,” 1987.
- [7] *ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, 1994.
- [8] [Online]. Available: <https://www.4paredes.info/sistemas-avac-o-conforto-da-climatizacao/>.
- [9] L. Roriz, J. Barreto, A. Gonçalves, J. Jesus, F. Lourenço, L. Malheiro, C. Soares e L. Vazquez, *Climatização: Conceção, Instalação e Condução de sistemas - 2ª edição*, Amadora: Edições Orion, 2007.
- [10] J. L. Pedro, *Terologia Aplicada aos Sistemas AVAC*, Porto: FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2002.
- [11] Carrier, *Software HAP - Versão 5.11*, 2018.

- [12] J. F. Dias, *Sistemas de caudal variável versus caudal constante em sistemas de AVAC*, 2012.
- [13] *Decreto-Lei n.º118/2013, Diário da República, 1ª série-N.º159-20 de Agosto de 2013, na redação vigente do Decreto-Lei 28/2016, de 23 de Junho*, 2016.
- [14] C. d. E. e. e. d. e. d. t. e. d. a. CEEETA, “Tecnologias de micro-geração e sistemas periféricos”.
- [15] A. J. d. A. Santos, *Um manual de apoio-Fundamentos*, Engebook, 2017.
- [16] [Online]. Available: <https://guiadoarcondicionado.com.br/chiller-o-que-quais-existem-como-funciona/>.
- [17] J. A. V. Soltero, “Análisis de sistemas de refrigeración solar por absorción y adsorción,” *Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla*, Sevilha, 2015.
- [18] F. M. Silva, *Desenvolvimento de um chiller usando como fonte de calor a energia solar*, Universidade do Minho, 2016.
- [19] S. d. O. Júnior, A. Tribess, A. H. Neto e F. A. S. Fiorelli, “Sistemas de Refrigeração por Absorção,” *Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Eng.ª Mecânica*, 2004.
- [20] [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_de\\_calor](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_calor).
- [21] O. b. Sotecnisol. [Online]. Available: <https://www.obras360.pt/caldeiras-de-condensacao---aproveitamento-total-da-energia>.
- [22] [Online]. Available: <http://www.maqfriorefrigeracao.com.br/chiller-condensacao-ar>.
- [23] [Online]. Available: <http://www.maqfriorefrigeracao.com.br/chiller-condensacao-agua>.
- [24] E. e. Arquitetura, 2019. [Online]. Available: <http://engenhariaarquitectura.com.br/2019/07/estudo-comparativo-sobre-diferentes-tipos-de-chillers>.

- [25] Evapco. [Online]. Available: <https://www.evapco.com.br/pt-br/products/torres-de-resfriamento-montada-de-fabrica/torre-de-resfriamento-sta>.
- [26] *ASHRAE Handbook Fundamentals Standard 90.1- 2010*, 2010.
- [27] A. Gelo.
- [28] LNEG, *Sistema Nacional de Certificação de Edifícios*.
- [29] *Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril - Regulamento das Características de Comportamento Térmico*, 2006.
- [30] LNEG, *Anos meteorológicos de referência para simulação dinâmica*, Fevereiro 2014.
- [31] I. d. M. d. P. e. d. L. N. d. E. Civil, *Temperaturas Exteriores de Projecto e Números de Graus Dias*.
- [32] I. P. d. M. e. d. A. (IPMA). [Online]. Available: <https://www.ipma.pt/pt/>.
- [33] L.-L. R. E. Civil. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ipb.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14804&shelfbrowse\\_itemnumber=14803](https://bibliotecas.ipb.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14804&shelfbrowse_itemnumber=14803).
- [34] o. d. t. e. e. e. d. s. e. e. s. s. Ministério do ambiente, *Portaria n.º349-D/2013 de 2 de Dezembro ao abrigo do Decreto-Lei n.º118/2013 de 20 de Agosto*, 2013.
- [35] [Online]. Available: <http://www.avec.com.br/o-vidro-e-o-nosso-pais-tropical/>.
- [36] S. C. H. -. H. A. P. -. v. 5.111, 2018.
- [37] C. A. P. d. Santos, C. A. P. dos Santos e L. Matias, *Coefficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios*, ICT - Informação Técnica, 2006.
- [38] *Despacho n.º15793-K/2013 ao abrigo doDecreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto*, 2013.
- [39] *EN ISO 10077-1 - Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance*, 2000.

- [40] Technal. [Online]. Available: <https://www.technal.com/pt/port/profissional/produtos/fachadas/geode/geode-aspeto-trama/?filters={}>.
- [41] S. Gobain. [Online]. Available: <https://calumenlive.com/>.
- [42] *Diário de República, 2.ª série-N.º 234-3 de Dezembro de 2013*, 2013.
- [43] *Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril - Regulamento das Características de Comportamento Térmico*, 2006.
- [44] *ASHRAE Handbook Fundamentals Standard 90.1-2007*, 2007.
- [45] *Lei 79/2006 de 4 de Abril - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (RSECE)*, 2006.
- [46] *Norma europeia EN 15251:2007: INDOOR ENVIRONMENTAL INPUT PARAMETERS FOR DESIGN AND ASSESSMENT OF ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS ADDRESSING INDOOR AIR QUALITY, THERMAL ENVIRONMENT, LIGHTING AND ACOUSTICS*, 2007.
- [47] *Portaria n.º 353-A/2013. Diário da República, 1ª série – N.º 235 – 4 de Dezembro de 2013*, 2013.
- [48] I. 12596, “Norma Portuguesa NP 4448,” Comissão Técnica Portuguesa de Normalização de Coletores Solares, 2007.
- [49] [Online]. Available: <https://www.makai.com/sea-water-air-conditioning/>.
- [50] A. -. A. P. d. Ambiente.
- [51] O. d. E. M. Nacional, “Relatório de Caracterização - Madeira; Volume IV-C,” Madeira, 2018.
- [52] [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/janaynasilva52/trocadores-de-calor-68818172>.

- [53] A. B. Ribeiro, I. M. Pereira e T. B. Diniz, “Trocadores de Calor,” Universidade Federal do Maranhão - UFMA, 2014.
- [54] F. P. Incropera, D. P. Dewitt, T. L. Bergman e A. S. Lavine, Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa - Sexta edição, Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007.
- [55] [Online]. Available: <https://pt.grundfos.com/servico/encyclopedia-search/hot-water-exchanger.html>.
- [56] [Online]. Available: <http://www.arsopi-thermal.pt/pt/produtos.2/marinha.6/fh.a22.html>.
- [57] [Online]. Available: <https://www.solucoesindustriais.com.br/lista/imagens/trocador-de-calor/trocador-de-calor-01.jpg>.
- [58] [Online]. Available: <https://www.ht-group.pt/pt/hia/products/filtracao/product/automatica/>.
- [59] Hubel. [Online]. Available: <https://www.ht-group.pt/pt/hia/products/filtracao/product/automatica/>.
- [60] C. -. H. Solutions, “Caleffi,” 2009. [Online]. Available: <https://www.caleffi.com/portugal/pt/catalogue/separador-hidraulico-548006>.
- [61] [Online]. Available: <https://www.studocu.com/pt/document/instituto-politecnico-de-lisboa/redes-de-fluidos/apontamentos/33-garrafa-hidraulica/2145919/view>.
- [62] R. Petitjean, Total Hydronic Balancing, Bélgica: TA, 1994.
- [63] F. Lourenço. [Online]. Available: [https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier\\_artigo/20161020\\_fernandolourenco\\_111118325582b3fd670908.pdf](https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/20161020_fernandolourenco_111118325582b3fd670908.pdf).
- [64] A. J. Santos, AVAC, um manual de apoio - Fundamentos, Porto: Engebook, 2017.

- [65] G. B. Carvalho, *Projeto de uma instalação de AVAC de um edifício de escritórios e multitosos*, ISEL, 2012.
- [66] *NP-EN378-1 - Sistemas Frigoríficos e bombas de calor; Requisitos de segurança e proteção ambiental*, 2018.
- [67] Expresso. [Online]. Available: <https://expresso.pt/economia/2020-10-14-Portugal-com-a-setima-eletricidade-mais-cara-da-Europa>.
- [68] *Decreto Regulamentar n.º25/2009 - Regime das depreciações e amortizações*, 2009.
- [69] N. A. R.S. e A. M. Manfren, “Renewable Energy, Volume 60, Páginas 615-624,” 2013.

## **ANEXO A**

## Anexo A.1 – Valores mínimos a cumprir em termos de índices de eficiência energética, EER e COP e rendimento nominal

A classe de A a G trata-se da classificação da eficiência energética, sendo a classe A a mais eficiente e a classe G a menos eficiência.

Tabela A.1-Classificação do desempenho de unidades do tipo *chiller* bomba de calor de compressão [28]

Classe	Unidades com permuta exterior a ar		Unidades com permuta exterior a água	
	Arrefecimento	Aquecimento	Arrefecimento	Aquecimento
A	$EER \geq 3,1$	$COP \geq 3,2$	$EER \geq 5,05$	$COP \geq 4,45$
B	$3,1 > EER \geq 2,9$	$3,2 > COP \geq 3,0$	$5,05 > EER \geq 4,65$	$4,45 > COP \geq 4,15$
C	$2,9 > EER \geq 2,7$	$3,0 > COP \geq 2,8$	$4,65 > EER \geq 4,25$	$4,15 > COP \geq 3,85$
D	$2,7 > EER \geq 2,5$	$2,8 > COP \geq 2,6$	$4,25 > EER \geq 3,85$	$3,85 > COP \geq 3,55$
E	$2,5 > EER \geq 2,3$	$2,6 > COP \geq 2,4$	$3,85 > EER \geq 3,45$	$3,55 > COP \geq 3,25$
F	$2,3 > EER \geq 2,1$	$2,4 > COP \geq 2,2$	$3,45 > EER \geq 3,05$	$3,25 > COP \geq 2,95$
G	$EER < 2,1$	$COP < 2,2$	$EER < 3,05$	$COP < 2,95$

Tabela A.2-Classificação do desempenho de unidades split, multi-split, VRF e compactas, com permuta ar-ar [28]

Classe	Unidades com permuta exterior a ar			
	Arrefecimento		Aquecimento	
	Unidades split, multissplit e VRF	Unidades compactas	Unidades split, multissplit e VRF	Unidades compactas
A	$EER > 3,20$	$EER > 3,00$	$COP > 3,60$	$COP > 3,40$
B	$3,20 \geq EER > 3,00$	$3,00 \geq EER > 2,80$	$3,60 \geq COP > 3,40$	$3,40 \geq COP > 3,20$
C	$3,00 \geq EER > 2,80$	$2,80 \geq EER > 2,60$	$3,40 \geq COP > 3,20$	$3,20 \geq COP > 3,00$
D	$2,80 \geq EER > 2,60$	$2,60 \geq EER > 2,40$	$3,20 \geq COP > 2,80$	$3,00 \geq COP > 2,60$
E	$2,60 \geq EER > 2,40$	$2,40 \geq EER > 2,20$	$2,80 \geq COP > 2,60$	$2,60 \geq COP > 2,40$
F	$2,40 \geq EER > 2,20$	$2,20 \geq EER > 2,00$	$2,60 \geq COP > 2,40$	$2,40 \geq COP > 2,20$
G	$EER \leq 2,20$	$EER \leq 2,00$	$COP \leq 2,40$	$COP \leq 2,20$

Tabela A.3-Classificação do desempenho de unidades split, multi-split, VRF e compactas, com permuta ar-água [28]

Classe	Unidades com permuta exterior a água			
	Arrefecimento		Aquecimento	
	Unidades split e multissplit	Unidades compactas	Unidades split e multissplit	Unidades compactas
A	$EER > 3,60$	$EER > 4,40$	$COP > 4,00$	$COP > 4,70$
B	$3,60 \geq EER > 3,30$	$4,40 \geq EER > 4,10$	$4,00 \geq COP > 3,70$	$4,70 \geq COP > 4,40$
C	$3,30 \geq EER > 3,10$	$4,10 \geq EER > 3,80$	$3,70 \geq COP > 3,40$	$4,40 \geq COP > 4,10$
D	$3,10 \geq EER > 2,80$	$3,80 \geq EER > 3,50$	$3,40 \geq COP > 3,10$	$4,10 \geq COP > 3,80$
E	$2,80 \geq EER > 2,50$	$3,50 \geq EER > 3,20$	$3,10 \geq COP > 2,80$	$3,80 \geq COP > 3,50$
F	$2,50 \geq EER > 2,20$	$3,20 \geq EER > 2,90$	$2,80 \geq COP > 2,50$	$3,50 \geq COP > 3,20$
G	$EER \leq 2,20$	$EER \leq 2,90$	$COP \leq 2,50$	$COP \leq 3,20$

O rendimento nominal das caldeiras é estabelecido pela relação entre a energia térmica fornecida a um caudal de água, aumentando a temperatura desde o valor de entrada a um valor de saída com a energia fornecida por queima de combustível. Normalmente este valor é fornecido pelos fabricantes em regime de carga nominal e carga parcial (30% do máximo).

Tabela A.4-Rendimento nominal de caldeiras [28]

Caldeiras	Classe de eficiência energética	Rendimento nominal ( $\eta$ )
	A++ (1)	$\eta \geq 96\%$
A+ (2)	$96\% \geq \eta > 92\%$	
A	$92\% \geq \eta > 89\%$	
B	$89\% \geq \eta > 86\%$	
C	$86\% \geq \eta > 83\%$	
D	$83\% \geq \eta > 80\%$	
E	$80\% \geq \eta > 77\%$	
F	$\eta \leq 77\%$	

## **ANEXO B**

## Anexo B.1 – Curvas características da eficiência das bombas de calor

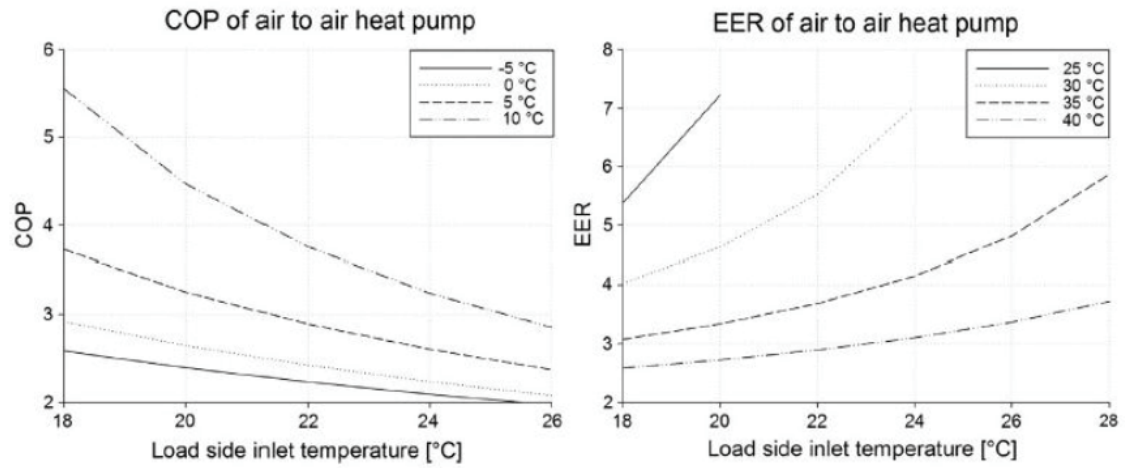


Figura B.1 - Bomba de calor ar-ar: Variação do COP e EER [69]

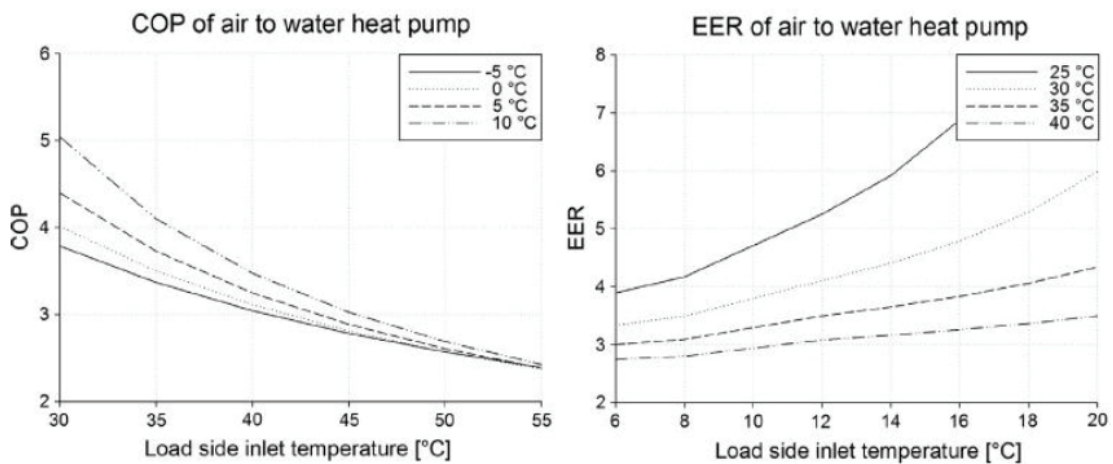


Figura B.2 - Bomba de e calor ar-água: Variação do COP e EER [69]

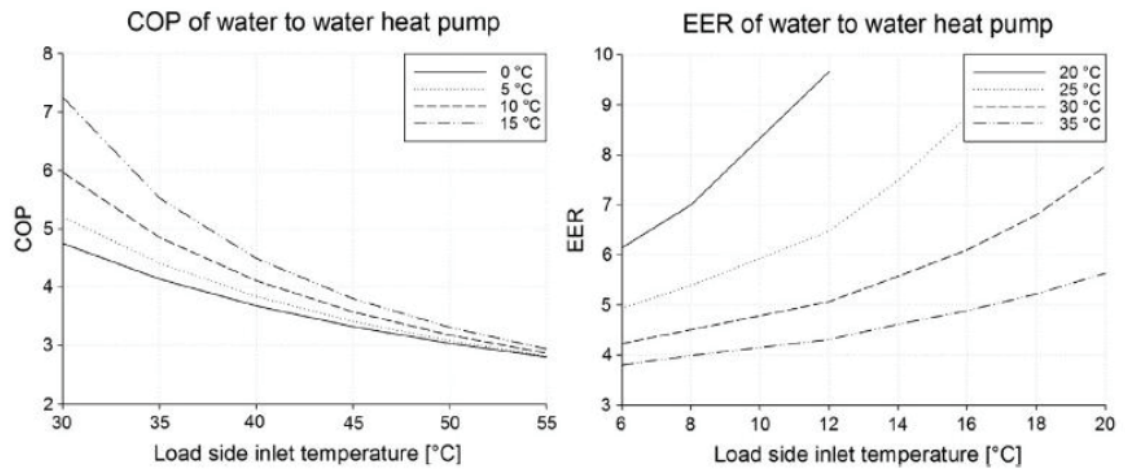


Figura B.3 - Bomba de calor água-água: Variação do COP e EER [69]

## **ANEXO C**

## **Anexo C.1 – Plantas do Edifício**

## **ANEXO D**

## **Anexo D.1 – Cálculos HAP**

## Air System Design Load Summary for UTA RESERVA PEIXE-4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:26

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 0900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 19,9 °C / 17,4 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	570 m <sup>2</sup>	0	-	570 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	307 m <sup>2</sup>	-1185	-	307 m <sup>2</sup>	3053	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	5132 W	3620	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	5000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	665	250	20%	611	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>5100</b>	<b>5250</b>	-	<b>3663</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	10011	5250	-	3682	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	3168 L/s	0	-	3168 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	3168 L/s	7919	-	3168 L/s	-7919	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>17930</b>	<b>5250</b>	-	<b>-4237</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	17930	5212	-	-4237	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	0	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>17930</b>	<b>5212</b>	-	<b>-4237</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA RESERVA PEIXE-4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:26

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Reserva Peixes" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	570 m <sup>2</sup>	0	-	570 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	307 m <sup>2</sup>	319	-	307 m <sup>2</sup>	3053	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	5132 W	4254	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	5000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	986	250	20%	611	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>7559</b>	<b>5250</b>	<b>-</b>	<b>3663</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Reserva Peixes" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> .K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)

# System Psychrometrics for UTA RESERVA PEIXE-4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
 Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
 09:26

## August DESIGN COOLING DAY, 0900

**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	19,9	0,01200	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,2	0,01400	3168	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	18,3	0,01342	3168	800	17930	5212
Central Heating Coil	Outlet	18,3	0,01342	3168	800	0	-
Supply Fan	Outlet	20,5	0,01342	3168	800	7919	-
Cold Supply Duct	Outlet	20,5	0,01342	3168	800	-	-
Zone Air	-	23,2	0,01400	3168	800	10011	5250
Return Plenum	Outlet	23,2	0,01400	3168	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	5100	Cooling	10011	23,2	3168	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA RESERVA PEIXE-4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:26

### 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	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	21,0	0,00000	3168	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	19,9	0,00000	3168	800	4237	0
Central Heating Coil	Outlet	19,9	0,00000	3168	800	0	-
Supply Fan	Outlet	22,0	0,00000	3168	800	7919	-
Cold Supply Duct	Outlet	22,0	0,00000	3168	800	-	-
Zone Air	-	21,0	0,00000	3168	800	-3682	0
Return Plenum	Outlet	21,0	0,00000	3168	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

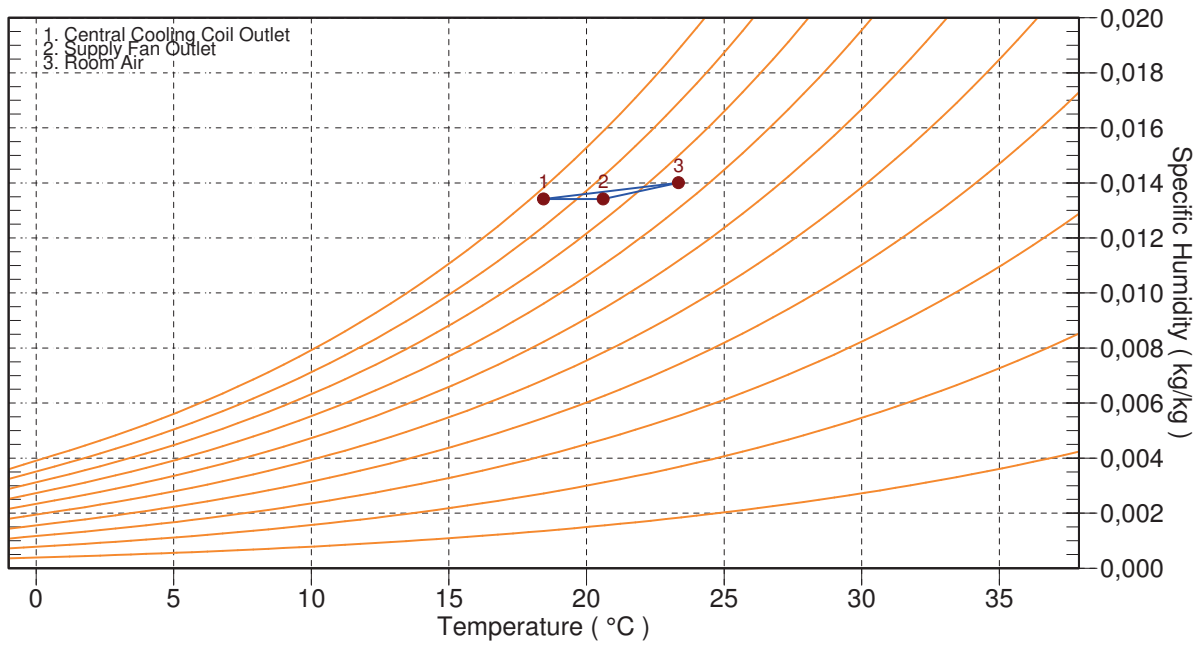
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-3663	Deadband	-3682	21,0	3168	800	0	0

### System Psychrometrics for UTA RESERVA PEIXE-4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:26

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 0900



## Air System Design Load Summary for UTA SV 1 - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 0900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 19,8 °C / 17,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	315 m <sup>2</sup>	0	-	315 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	192 m <sup>2</sup>	-738	-	192 m <sup>2</sup>	1855	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2836 W	2000	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	4000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	489	200	20%	371	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>3751</b>	<b>4200</b>	-	<b>2226</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	7919	4200	-	2237	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	2696 L/s	0	-	2696 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	2696 L/s	6740	-	2696 L/s	-6740	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>14658</b>	<b>4200</b>	-	<b>-4503</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	14658	4179	-	-4503	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	0	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>14658</b>	<b>4179</b>	-	<b>-4503</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA SV 1 - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Sist.suportvida1" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		OCCUPIED T-STAT 23,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent	Sensible	Latent	
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	315 m <sup>2</sup>	0	-	315 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	192 m <sup>2</sup>	194	-	192 m <sup>2</sup>	1855	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2836 W	2351	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	4000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	682	200	20%	371	0
>> Total Zone Loads	-	5226	4200	-	2226	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Sist.suportvida1" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## System Psychrometrics for UTA SV 1 - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

September DESIGN COOLING DAY, 0900

**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	19,8	0,01193	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,2	0,01413	2696	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	18,5	0,01358	2696	800	14658	4179
Central Heating Coil	Outlet	18,5	0,01358	2696	800	0	-
Supply Fan	Outlet	20,7	0,01358	2696	800	6740	-
Cold Supply Duct	Outlet	20,7	0,01358	2696	800	-	-
Zone Air	-	23,2	0,01413	2696	800	7919	4200
Return Plenum	Outlet	23,2	0,01413	2696	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	3751	Cooling	7919	23,2	2696	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA SV 1 - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

### WINTER DESIGN HEATING

**TABLE 1: SYSTEM DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	21,0	0,00000	2696	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	19,6	0,00000	2696	800	4503	0
Central Heating Coil	Outlet	19,6	0,00000	2696	800	0	-
Supply Fan	Outlet	21,8	0,00000	2696	800	6740	-
Cold Supply Duct	Outlet	21,8	0,00000	2696	800	-	-
Zone Air	-	21,0	0,00000	2696	800	-2237	0
Return Plenum	Outlet	21,0	0,00000	2696	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

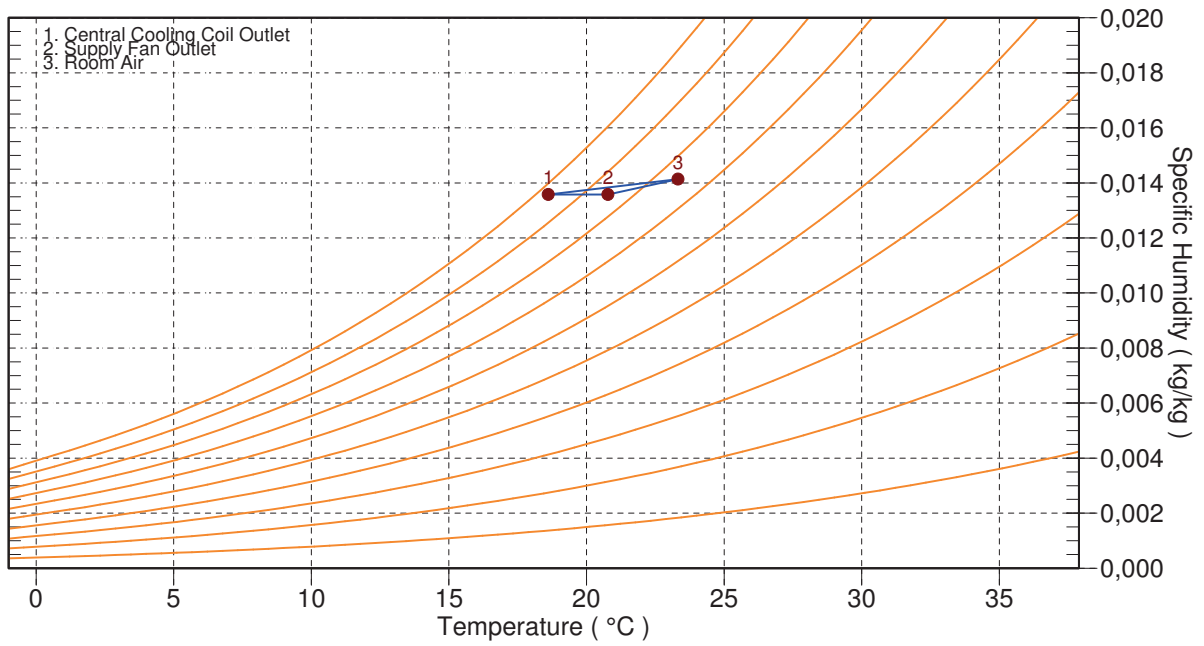
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-2226	Deadband	-2237	21,0	2696	800	0	0

### System Psychrometrics for UTA SV 1 - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 0900



## Air System Design Load Summary for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	122 m <sup>2</sup>	0	-	122 m <sup>2</sup>	85	-
Partitions	148 m <sup>2</sup>	76	-	148 m <sup>2</sup>	697	-
Ceiling	23 m <sup>2</sup>	9	-	23 m <sup>2</sup>	80	-
Overhead Lighting	1280 W	1053	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	5100 W	4697	-	0	0	-
People	17	951	1021	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1018	51	20%	172	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>7804</b>	<b>1072</b>	-	<b>1034</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	8558	1072	-	1066	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	160 L/s	0	-	160 L/s	0	-
Ventilation Load	160 L/s	267	2461	160 L/s	1556	0
Ventilation Fan Load	160 L/s	400	-	160 L/s	-400	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>9225</b>	<b>3533</b>	-	<b>2222</b>	<b>0</b>
Terminal Unit Cooling	-	9225	3534	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	2222	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>9225</b>	<b>3534</b>	-	<b>2222</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Control" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	14 m <sup>2</sup>	0	-	14 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	44 m <sup>2</sup>	24	-	44 m <sup>2</sup>	228	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	144 W	120	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	300 W	278	-	0	0	-
People	1	57	60	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	72	3	20%	46	0
>> Total Zone Loads	-	551	63	-	274	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Control" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## Space Design Load Summary for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 2.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Escritorio" In Zone "Zone 2"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
<b>SPACE LOADS</b>						
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	17 m <sup>2</sup>	0	-	17 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	21 m <sup>2</sup>	10	-	21 m <sup>2</sup>	138	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	174 W	147	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	300 W	279	-	0	0	-
People	1	58	60	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	74	3	20%	28	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>569</b>	<b>63</b>	-	<b>166</b>	<b>0</b>

TABLE 2.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Escritorio" In Zone "Zone 2"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> .K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## Space Design Load Summary for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 3.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Sala do pessoal" In Zone "Zone 3"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2000			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,2 °C / 20,6 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	20 m <sup>2</sup>	0	-	20 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	33 m <sup>2</sup>	-7	-	33 m <sup>2</sup>	135	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	212 W	183	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1200 W	1128	-	0	0	-
People	4	239	240	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	232	12	20%	27	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>1775</b>	<b>252</b>	-	<b>163</b>	<b>0</b>

TABLE 3.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Sala do pessoal" In Zone "Zone 3"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## Space Design Load Summary for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 4.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Sala trabalho" In Zone "Zone 4"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2000			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,2 °C / 20,6 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		OCCUPIED T-STAT 23,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	43 m <sup>2</sup>	0	-	43 m <sup>2</sup>	85	-
Partitions	30 m <sup>2</sup>	-5	-	30 m <sup>2</sup>	111	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	454 W	392	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1800 W	1692	-	0	0	-
People	6	358	360	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	366	18	20%	39	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>2802</b>	<b>379</b>	<b>-</b>	<b>235</b>	<b>0</b>

TABLE 4.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Sala trabalho" In Zone "Zone 4"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## Space Design Load Summary for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 5.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Sala voluntarios" In Zone "Zone 5"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2000			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,2 °C / 20,6 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	28 m <sup>2</sup>	0	-	28 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	21 m <sup>2</sup>	-4	-	21 m <sup>2</sup>	84	-
Ceiling	23 m <sup>2</sup>	-4	-	23 m <sup>2</sup>	80	-
Overhead Lighting	296 W	256	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1500 W	1410	-	0	0	-
People	5	299	300	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	293	15	20%	33	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>2250</b>	<b>315</b>	<b>-</b>	<b>196</b>	<b>0</b>

TABLE 5.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Sala voluntarios" In Zone "Zone 5"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## System Psychrometrics for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

September DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	160	400	267	2461
Vent - Return Mixing	Outlet	25,4	0,01678	160	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	27,6	0,01678	160	400	400	-
Cold Supply Duct	Outlet	27,6	0,01678	160	400	0	-
Zone Air	-	24,0	0,01132	160	1002	8558	1072
Return Plenum	Outlet	24,0	0,01132	160	1002	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	15	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,7	0,01353	60	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	16,4	0,01173	60	0	571	303
Heating Coil Inlet	-	16,4	0,01173	60	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	16,4	0,01173	60	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01244	60	778	506	-
<b>Zone 2 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	15	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,8	0,01333	62	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	16,0	0,01139	62	0	628	338
Heating Coil Inlet	-	16,0	0,01139	62	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	16,0	0,01139	62	0	0	-
Zone Air	-	24,0	0,01222	62	778	566	-
<b>Zone 3 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	35	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,5	0,01198	192	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,0	0,01058	192	0	2092	758
Heating Coil Inlet	-	15,0	0,01058	192	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,0	0,01058	192	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01091	192	1047	1938	-
<b>Zone 4 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	50	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,6	0,01194	304	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,0	0,01055	304	0	3355	1197
Heating Coil Inlet	-	15,0	0,01055	304	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,0	0,01055	304	0	0	-
Zone Air	-	24,0	0,01099	304	1079	3149	-
<b>Zone 5 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	45	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,7	0,01234	244	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,6	0,01098	244	0	2578	938
Heating Coil Inlet	-	15,6	0,01098	244	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,6	0,01098	244	0	0	-
Zone Air	-	24,1	0,01133	244	1029	2399	-

## System Psychrometrics for VI ESP TRABALHO+VC- 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

### 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	12,6	0,00858	160	400	-1556	0
Vent - Return Mixing	Outlet	12,6	0,00858	160	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	14,8	0,00858	160	400	400	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00858	160	400	0	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	160	400	-1066	0
Return Plenum	Outlet	21,0	0,00858	160	400	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	15	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,3	0,00858	60	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,3	0,00858	60	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,3	0,00858	60	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	24,9	0,00858	60	0	384	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	60	400	-280	-
<b>Zone 2 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	15	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,4	0,00858	62	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,4	0,00858	62	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,4	0,00858	62	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	23,2	0,00858	62	0	273	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	62	400	-168	-
<b>Zone 3 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	35	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,9	0,00858	192	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,9	0,00858	192	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,9	0,00858	192	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	21,8	0,00858	192	0	419	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	192	400	-166	-
<b>Zone 4 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	50	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,0	0,00858	304	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,0	0,00858	304	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,0	0,00858	304	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	21,7	0,00858	304	0	598	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	304	400	-236	-
<b>Zone 5 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	45	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,0	0,00858	244	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,0	0,00858	244	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,0	0,00858	244	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	21,9	0,00858	244	0	547	-
Zone Air	-	21,1	0,00858	244	400	-216	-

## Air System Design Load Summary for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	55 m <sup>2</sup>	1388	-	55 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	25 m <sup>2</sup>	35	-	25 m <sup>2</sup>	92	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	55 m <sup>2</sup>	95	-	55 m <sup>2</sup>	652	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	114 m <sup>2</sup>	0	-	114 m <sup>2</sup>	220	-
Partitions	107 m <sup>2</sup>	106	-	107 m <sup>2</sup>	947	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1193 W	982	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	4500 W	4144	-	0	0	-
People	15	839	901	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1138	45	20%	382	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>8726</b>	<b>946</b>	-	<b>2294</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	9295	946	-	2295	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	135 L/s	0	-	135 L/s	0	-
Ventilation Load	135 L/s	222	2109	135 L/s	1291	0
Ventilation Fan Load	135 L/s	337	-	135 L/s	-337	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>9854</b>	<b>3055</b>	-	<b>3249</b>	<b>0</b>
Terminal Unit Cooling	-	9854	3049	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	3249	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>9854</b>	<b>3049</b>	-	<b>3249</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Aves" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	11 m <sup>2</sup>	273	-	11 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	4 m <sup>2</sup>	5	-	4 m <sup>2</sup>	14	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	11 m <sup>2</sup>	19	-	11 m <sup>2</sup>	128	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	18 m <sup>2</sup>	0	-	18 m <sup>2</sup>	36	-
Partitions	13 m <sup>2</sup>	11	-	13 m <sup>2</sup>	95	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	191 W	157	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	900 W	829	-	0	0	-
People	3	168	180	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	219	9	20%	55	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>1681</b>	<b>189</b>	<b>-</b>	<b>329</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Aves" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	4	0,446	-	5	-	14
WINDOW 1	11	1,400	0,230	19	273	128

## Space Design Load Summary for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 2.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Escritório en" In Zone "Zone 2"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600 COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
<b>SPACE LOADS</b>	<b>Details</b>			<b>Details</b>		
Window & Skylight Solar Loads	15 m <sup>2</sup>	375	-	15 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	3 m <sup>2</sup>	4	-	3 m <sup>2</sup>	11	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	15 m <sup>2</sup>	26	-	15 m <sup>2</sup>	176	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	36 m <sup>2</sup>	0	-	36 m <sup>2</sup>	60	-
Partitions	36 m <sup>2</sup>	37	-	36 m <sup>2</sup>	331	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	373 W	307	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	900 W	829	-	0	0	-
People	3	168	180	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	262	9	20%	116	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>2007</b>	<b>189</b>	<b>-</b>	<b>694</b>	<b>0</b>

TABLE 2.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Escritório en" In Zone "Zone 2"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	3	0,446	-	4	-	11
WINDOW 1	15	1,400	0,230	26	375	176

## Space Design Load Summary for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 3.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Lab Biologia" In Zone "Zone 3"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m <sup>2</sup>	176	-	7 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	7 m <sup>2</sup>	11	-	7 m <sup>2</sup>	28	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	7 m <sup>2</sup>	12	-	7 m <sup>2</sup>	86	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	18 m <sup>2</sup>	0	-	18 m <sup>2</sup>	36	-
Partitions	13 m <sup>2</sup>	10	-	13 m <sup>2</sup>	95	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	191 W	159	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	900 W	834	-	0	0	-
People	3	171	180	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	206	9	20%	49	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>1579</b>	<b>189</b>	<b>-</b>	<b>294</b>	<b>0</b>

TABLE 3.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Lab Biologia" In Zone "Zone 3"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,446	-	11	-	28
WINDOW 1	7	1,400	0,230	12	176	86

## Space Design Load Summary for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 4.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Repteis" In Zone "Zone 4"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m <sup>2</sup>	176	-	7 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	7 m <sup>2</sup>	11	-	7 m <sup>2</sup>	28	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	7 m <sup>2</sup>	12	-	7 m <sup>2</sup>	86	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	17 m <sup>2</sup>	0	-	17 m <sup>2</sup>	35	-
Partitions	29 m <sup>2</sup>	32	-	29 m <sup>2</sup>	307	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	175 W	146	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	900 W	834	-	0	0	-
People	3	171	180	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	207	9	20%	91	0
>> Total Zone Loads	-	1589	189	-	547	0

TABLE 4.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Repteis" In Zone "Zone 4"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,446	-	11	-	28
WINDOW 1	7	1,400	0,230	12	176	86

## Space Design Load Summary for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

TABLE 5.1.A. Component Loads For Space "Cota4.1-Veterinario" In Zone "Zone 5"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	15 m <sup>2</sup>	375	-	15 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	3 m <sup>2</sup>	4	-	3 m <sup>2</sup>	11	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	15 m <sup>2</sup>	26	-	15 m <sup>2</sup>	176	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	25 m <sup>2</sup>	0	-	25 m <sup>2</sup>	52	-
Partitions	16 m <sup>2</sup>	13	-	16 m <sup>2</sup>	119	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	263 W	216	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	900 W	829	-	0	0	-
People	3	168	180	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	245	9	20%	72	0
>> Total Zone Loads	-	1876	189	-	430	0

TABLE 5.1.B. Envelope Loads For Space "Cota4.1-Veterinario" In Zone "Zone 5"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	3	0,446	-	4	-	11
WINDOW 1	15	1,400	0,230	26	375	176

## System Psychrometrics for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

August DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	135	400	222	2109
Vent - Return Mixing	Outlet	25,4	0,01678	135	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	27,6	0,01678	135	400	337	-
Cold Supply Duct	Outlet	27,6	0,01678	135	400	0	-
Zone Air	-	24,0	0,01123	135	1029	9295	946
Return Plenum	Outlet	24,0	0,01123	135	1029	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	25	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,5	0,01182	182	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,3	0,01074	182	0	1933	557
Heating Coil Inlet	-	15,3	0,01074	182	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,3	0,01074	182	0	0	-
Zone Air	-	24,0	0,01103	182	1079	1830	-
<b>Zone 2 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	30	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,4	0,01211	217	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,5	0,01089	217	0	2242	747
Heating Coil Inlet	-	15,5	0,01089	217	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,5	0,01089	217	0	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01137	217	966	2114	-
<b>Zone 3 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	25	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,6	0,01209	171	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,6	0,01098	171	0	1779	536
Heating Coil Inlet	-	15,6	0,01098	171	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,6	0,01098	171	0	0	-
Zone Air	-	24,1	0,01130	171	1079	1680	-
<b>Zone 4 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	25	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,4	0,01209	172	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,6	0,01101	172	0	1736	523
Heating Coil Inlet	-	15,6	0,01101	172	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,6	0,01101	172	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01130	172	1079	1628	-
<b>Zone 5 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	30	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,6	0,01199	203	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,4	0,01080	203	0	2165	686
Heating Coil Inlet	-	15,4	0,01080	203	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,4	0,01080	203	0	0	-
Zone Air	-	24,1	0,01116	203	966	2043	-

## System Psychrometrics for VI LAB +VC - 4.10

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:28

### 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	12,6	0,00858	135	400	-1291	0
Vent - Return Mixing	Outlet	12,6	0,00858	135	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	14,8	0,00858	135	400	337	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00858	135	400	0	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	135	400	-2295	0
Return Plenum	Outlet	20,9	0,00858	135	400	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	25	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,0	0,00858	182	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,0	0,00858	182	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,0	0,00858	182	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	22,3	0,00858	182	0	483	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	182	400	-308	-
<b>Zone 2 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	30	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,1	0,00858	217	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,1	0,00858	217	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,1	0,00858	217	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	23,8	0,00858	217	0	943	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	217	400	-729	-
<b>Zone 3 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	25	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,9	0,00858	171	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,9	0,00858	171	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,9	0,00858	171	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	22,3	0,00858	171	0	457	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	171	400	-282	-
<b>Zone 4 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	25	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,9	0,00858	172	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,9	0,00858	172	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,9	0,00858	172	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	23,4	0,00858	172	0	691	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	172	400	-517	-
<b>Zone 5 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	30	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,1	0,00858	203	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,1	0,00858	203	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,1	0,00858	203	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	23,0	0,00858	203	0	674	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	203	400	-458	-

## Air System Design Load Summary for UTA AQUA STORE- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:21

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	22 m <sup>2</sup>	671	-	22 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	8 m <sup>2</sup>	7	-	8 m <sup>2</sup>	31	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	22 m <sup>2</sup>	35	-	22 m <sup>2</sup>	257	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	16 m <sup>2</sup>	7	-	16 m <sup>2</sup>	71	-
Partitions	87 m <sup>2</sup>	73	-	87 m <sup>2</sup>	701	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1582 W	1312	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	352 W	325	-	0	0	-
People	40	2120	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	682	70	20%	212	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>5232</b>	<b>1478</b>	-	<b>1272</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	5997	1478	-	1260	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	684 L/s	0	-	684 L/s	0	-
Ventilation Load	335 L/s	468	5320	335 L/s	3216	0
Supply Fan Load	684 L/s	1709	-	684 L/s	-1709	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>8174</b>	<b>6799</b>	-	<b>2766</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	8174	6799	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	2766	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>8174</b>	<b>6799</b>	-	<b>2766</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA AQUA STORE- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:21

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Aquarium store" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,0 °C / 21,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	22 m <sup>2</sup>	849	-	22 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	8 m <sup>2</sup>	14	-	8 m <sup>2</sup>	31	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	22 m <sup>2</sup>	15	-	22 m <sup>2</sup>	257	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	16 m <sup>2</sup>	1	-	16 m <sup>2</sup>	71	-
Partitions	87 m <sup>2</sup>	13	-	87 m <sup>2</sup>	701	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1582 W	1346	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	352 W	328	-	0	0	-
People	40	2193	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	714	70	20%	212	0
>> Total Zone Loads	-	5474	1478	-	1272	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Aquarium store" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	8	0,446	-	14	-	31
WINDOW 1	22	1,400	0,230	15	849	257

## System Psychrometrics for UTA AQUA STORE- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:21

August 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	25,2	0,01661	335	400	468	5320
Vent - Return Mixing	Outlet	24,6	0,01373	684	677	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,2	0,01020	684	677	8174	6799
Central Heating Coil	Outlet	14,2	0,01020	684	677	0	-
Supply Fan	Outlet	16,4	0,01020	684	677	1709	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,4	0,01020	684	677	-	-
Zone Air	-	24,0	0,01097	684	943	5997	1478
Return Plenum	Outlet	24,0	0,01097	684	943	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	5232	Cooling	5997	24,0	684	943	0	0

## System Psychrometrics for UTA AQUA STORE- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:21

### 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	12,6	0,00858	335	400	-3216	0
Vent - Return Mixing	Outlet	16,8	0,00858	684	407	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	16,8	0,00858	684	407	0	0
Central Heating Coil	Outlet	20,4	0,00858	684	407	2766	-
Supply Fan	Outlet	22,5	0,00858	684	407	1709	-
Cold Supply Duct	Outlet	22,5	0,00858	684	407	-	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	684	414	-1260	0
Return Plenum	Outlet	20,9	0,00858	684	414	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

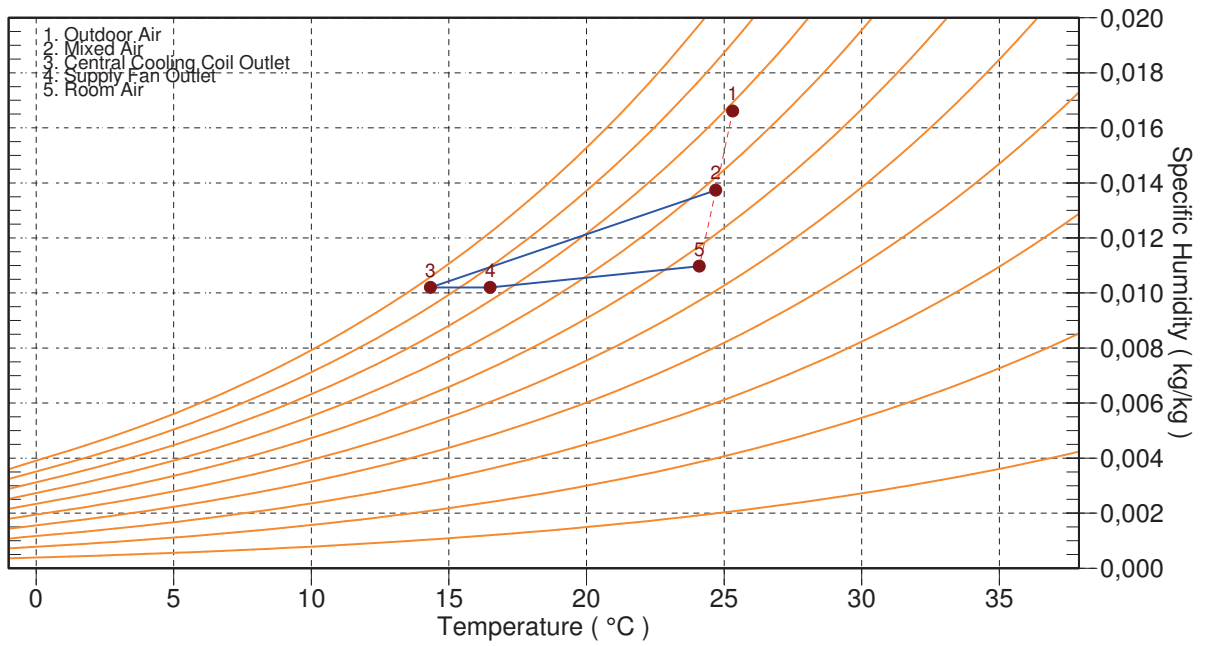
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1272	Heating	-1260	20,9	684	414	0	0

### System Psychrometrics for UTA AQUA STORE- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:21

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1700

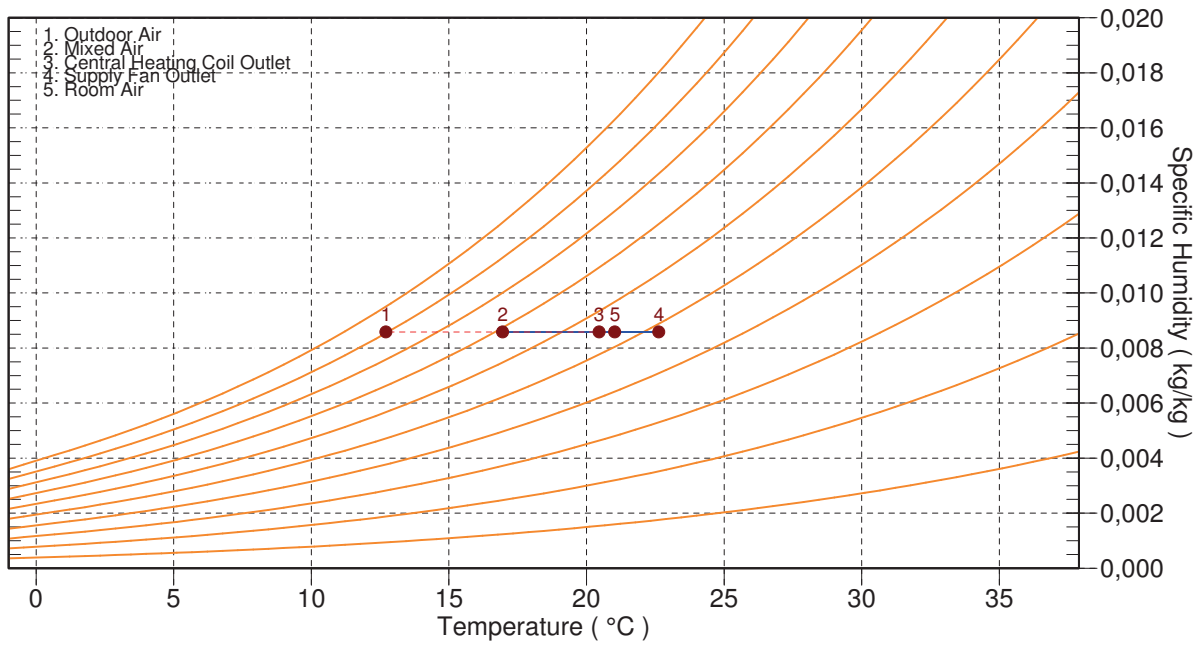


### System Psychrometrics for UTA AQUA STORE- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:21

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA CAF - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
08:25

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	70 m <sup>2</sup>	2107	-	70 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	16 m <sup>2</sup>	21	-	16 m <sup>2</sup>	59	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	70 m <sup>2</sup>	90	-	70 m <sup>2</sup>	827	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	159 m <sup>2</sup>	54	-	159 m <sup>2</sup>	724	-
Partitions	47 m <sup>2</sup>	28	-	47 m <sup>2</sup>	378	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1746 W	1467	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1000 W	929	-	0	0	-
People	30	1618	1056	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	947	53	20%	398	0
>> Total Zone Loads	-	7260	1109	-	2386	0
Zone Conditioning	-	7672	1109	-	2410	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	250 L/s	0	-	250 L/s	0	-
Ventilation Load	250 L/s	237	3353	250 L/s	2395	0
Ventilation Fan Load	250 L/s	625	-	250 L/s	-625	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	8534	4462	-	4180	0
Terminal Unit Cooling	-	8534	4462	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	4180	-
>> Total Conditioning	-	8534	4462	-	4180	0
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA CAF - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
08:25

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Coffee shop" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	70 m <sup>2</sup>	2107	-	70 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	16 m <sup>2</sup>	21	-	16 m <sup>2</sup>	59	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	70 m <sup>2</sup>	90	-	70 m <sup>2</sup>	827	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	159 m <sup>2</sup>	54	-	159 m <sup>2</sup>	724	-
Partitions	47 m <sup>2</sup>	28	-	47 m <sup>2</sup>	378	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1746 W	1467	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1000 W	929	-	0	0	-
People	30	1618	1056	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	947	53	20%	398	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>7260</b>	<b>1109</b>	<b>-</b>	<b>2386</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Coffee shop" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	12	0,446	-	15	-	46
WINDOW 1	34	1,400	0,230	43	1267	395
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	4	0,446	-	6	-	13
WINDOW 1	6	1,400	0,230	8	136	70
WINDOW 2	31	1,400	0,230	39	704	362

## System Psychrometrics for UTA CAF - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
08:25

### August DESIGN COOLING DAY, 1800

**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	24,7	0,01621	250	400	237	3353
Vent - Return Mixing	Outlet	24,7	0,01621	250	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	26,9	0,01621	250	400	625	-
Cold Supply Duct	Outlet	26,9	0,01621	250	400	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01145	250	929	7672	1109
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01145	250	929	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	250	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,9	0,01296	787	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,5	0,01095	787	0	8534	4462
Heating Coil Inlet	-	15,5	0,01095	787	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,5	0,01095	787	0	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01145	787	929	7672	-

## System Psychrometrics for UTA CAF - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
08:25

### 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	12,6	0,00858	250	400	-2395	0
Vent - Return Mixing	Outlet	12,6	0,00858	250	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	14,8	0,00858	250	400	625	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00858	250	400	0	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	250	400	-2410	0
Return Plenum	Outlet	20,9	0,00858	250	400	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	250	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,0	0,00858	787	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,0	0,00858	787	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,0	0,00858	787	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	23,6	0,00858	787	0	4180	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	787	400	-2410	-

**System Psychrometrics for UTA CAF - 9.37**

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
08:25

The psychrometric graph cannot be generated for this type of system.

## Air System Design Load Summary for UTA LOBBY - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	27 m <sup>2</sup>	607	-	27 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	10 m <sup>2</sup>	5	-	10 m <sup>2</sup>	38	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	27 m <sup>2</sup>	46	-	27 m <sup>2</sup>	316	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	41 m <sup>2</sup>	21	-	41 m <sup>2</sup>	188	-
Partitions	46 m <sup>2</sup>	37	-	46 m <sup>2</sup>	328	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2255 W	1842	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1000 W	918	-	0	0	-
People	40	2080	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	833	70	20%	174	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>6389</b>	<b>1478</b>	-	<b>1045</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	7676	1478	-	672	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	874 L/s	0	-	874 L/s	0	-
Ventilation Load	333 L/s	577	5737	333 L/s	3148	0
Supply Fan Load	874 L/s	2184	-	874 L/s	-2184	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>10437</b>	<b>7215</b>	-	<b>1636</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	10437	7216	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	1636	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>10437</b>	<b>7216</b>	-	<b>1636</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA LOBBY - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Lobby" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,0 °C / 21,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	27 m <sup>2</sup>	1045	-	27 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	10 m <sup>2</sup>	18	-	10 m <sup>2</sup>	38	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	27 m <sup>2</sup>	18	-	27 m <sup>2</sup>	316	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	41 m <sup>2</sup>	4	-	41 m <sup>2</sup>	188	-
Partitions	46 m <sup>2</sup>	6	-	46 m <sup>2</sup>	328	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2255 W	1919	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1000 W	933	-	0	0	-
People	40	2193	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	920	70	20%	174	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>7056</b>	<b>1478</b>	<b>-</b>	<b>1045</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Lobby" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	10	0,446	-	18	-	38
WINDOW 1	27	1,400	0,230	18	1045	316

## System Psychrometrics for UTA LOBBY - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

August DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	333	400	577	5737
Vent - Return Mixing	Outlet	24,5	0,01300	874	738	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,1	0,01007	874	738	10437	7216
Central Heating Coil	Outlet	14,1	0,01007	874	738	0	-
Supply Fan	Outlet	16,3	0,01007	874	738	2184	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,3	0,01007	874	738	-	-
Zone Air	-	23,9	0,01067	874	946	7676	1478
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01067	874	946	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	6389	Cooling	7676	23,9	874	946	0	0

## System Psychrometrics for UTA LOBBY - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

### 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	12,6	0,00858	333	400	-3148	0
Vent - Return Mixing	Outlet	17,7	0,00858	874	414	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	17,7	0,00858	874	414	0	0
Central Heating Coil	Outlet	19,3	0,00858	874	414	1636	-
Supply Fan	Outlet	21,5	0,00858	874	414	2184	-
Cold Supply Duct	Outlet	21,5	0,00858	874	414	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	874	422	-672	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00858	874	422	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

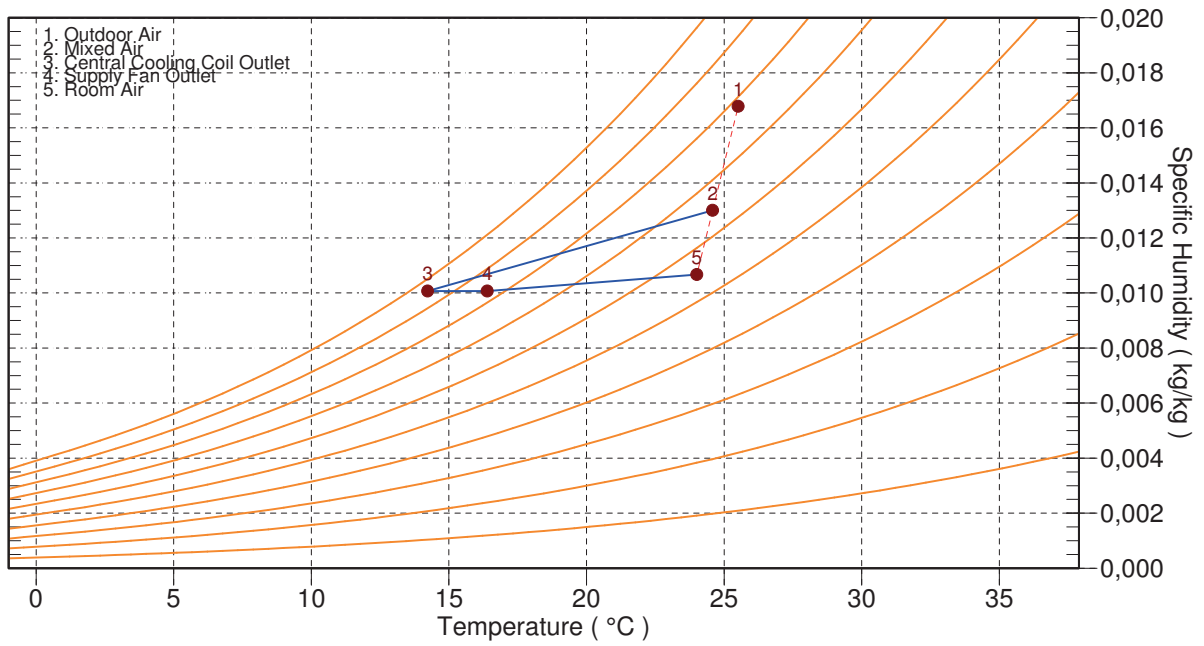
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1045	Heating	-672	20,8	874	422	0	0

### System Psychrometrics for UTA LOBBY - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1600

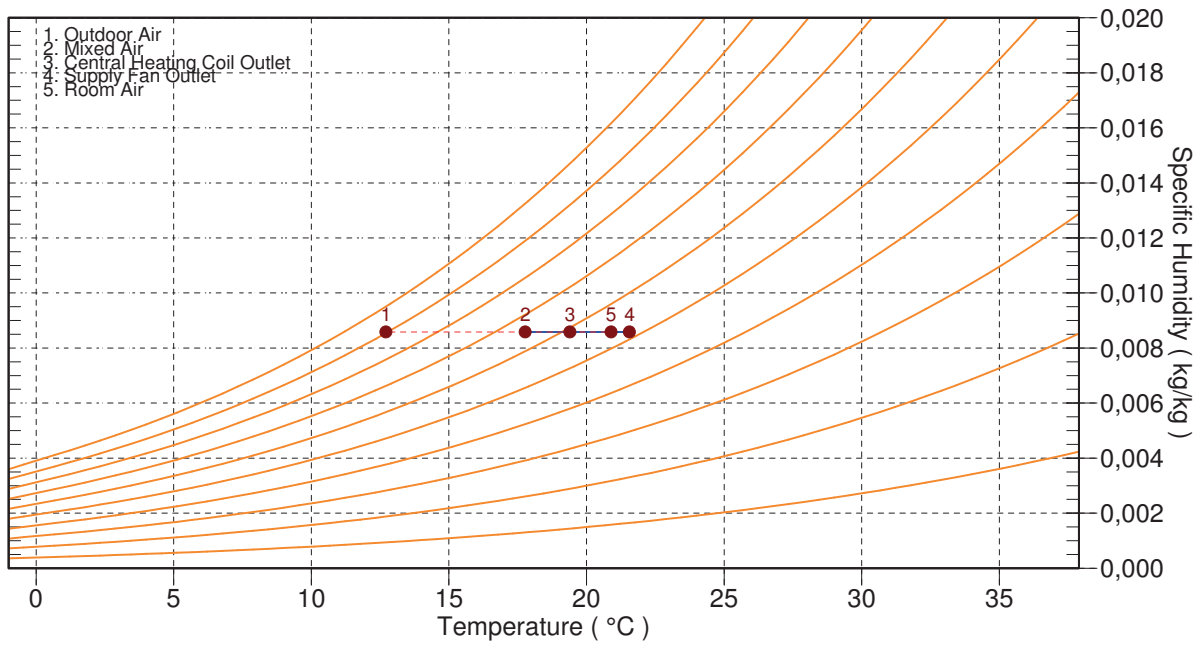


### System Psychrometrics for UTA LOBBY - 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA EVENT+EXP-9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	23 m <sup>2</sup>	570	-	23 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	12 m <sup>2</sup>	17	-	12 m <sup>2</sup>	44	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	23 m <sup>2</sup>	39	-	23 m <sup>2</sup>	268	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	137 m <sup>2</sup>	55	-	137 m <sup>2</sup>	494	-
Partitions	125 m <sup>2</sup>	106	-	125 m <sup>2</sup>	951	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	3402 W	2779	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	1837	-	0	0	-
People	70	3639	2464	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1356	123	20%	351	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>10399</b>	<b>2587</b>	-	<b>2108</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	11881	2587	-	2036	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	1292 L/s	0	-	1004 L/s	0	-
Ventilation Load	585 L/s	967	10104	585 L/s	5494	0
Supply Fan Load	1292 L/s	3188	-	1004 L/s	-1795	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>16035</b>	<b>12691</b>	-	<b>5734</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	16035	12691	-	0	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	5733	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>16035</b>	<b>12691</b>	-	<b>5733</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA EVENT+EXP-9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Event space" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800 COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
<b>SPACE LOADS</b>	<b>Details</b>			<b>Details</b>		
Window & Skylight Solar Loads	23 m <sup>2</sup>	521	-	23 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	12 m <sup>2</sup>	19	-	12 m <sup>2</sup>	44	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	23 m <sup>2</sup>	29	-	23 m <sup>2</sup>	268	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	74 m <sup>2</sup>	20	-	74 m <sup>2</sup>	268	-
Partitions	58 m <sup>2</sup>	31	-	58 m <sup>2</sup>	422	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1962 W	1648	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1000 W	929	-	0	0	-
People	40	2158	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	803	70	20%	201	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>6158</b>	<b>1478</b>	<b>-</b>	<b>1203</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Event space" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	12	0,446	-	19	-	44
WINDOW 1	23	1,400	0,230	29	521	268

## Space Design Load Summary for UTA EVENT+EXP-9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

TABLE 2.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Tempora exhibiti" In Zone "Zone 2"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,0 °C / 21,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		OCCUPIED T-STAT 23,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	63 m <sup>2</sup>	4	-	63 m <sup>2</sup>	226	-
Partitions	67 m <sup>2</sup>	10	-	67 m <sup>2</sup>	529	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1441 W	1226	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1000 W	933	-	0	0	-
People	30	1645	1056	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	573	53	20%	151	0
>> Total Zone Loads	-	4391	1109	-	905	0

TABLE 2.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Tempora exhibiti" In Zone "Zone 2"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> .K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)

## System Psychrometrics for UTA EVENT+EXP-9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

### August DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	585	400	967	10104
Vent - Return Mixing	Outlet	24,6	0,01342	1292	698	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	13,9	0,00994	1292	698	16035	12691
Supply Fan	Outlet	16,0	0,00994	1292	698	3188	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,0	0,00994	1292	698	-	-
Zone Air	-	24,0	0,01065	1292	945	11881	2587
Return Plenum	Outlet	24,0	0,01065	1292	945	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	6099	Cooling	7070	24,0	763	938	0	0
Zone 2	4300	Cooling	4810	23,9	530	956	0	0

## System Psychrometrics for UTA EVENT+EXP-9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

### 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	12,6	0,00858	585	400	-5494	0
Vent - Return Mixing	Outlet	16,0	0,00858	1004	405	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	16,0	0,00858	1004	405	0	0
Supply Fan	Outlet	17,5	0,00858	1004	405	1795	-
Cold Supply Duct	Outlet	17,5	0,00858	1004	405	-	-
Zone Air	-	20,7	0,00858	1004	412	-2036	0
Return Plenum	Outlet	20,7	0,00858	1004	412	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

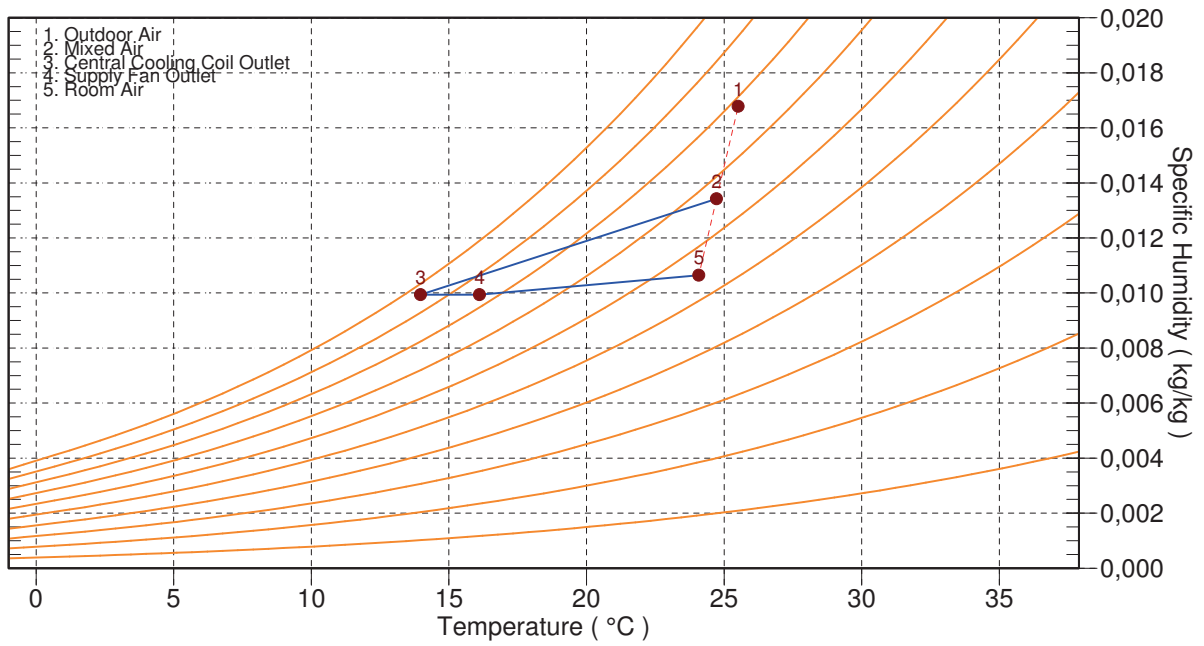
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1203	Heating	-1163	20,7	579	412	3296	0
Zone 2	-905	Heating	-872	20,7	425	412	2437	0

### System Psychrometrics for UTA EVENT+EXP-9.37

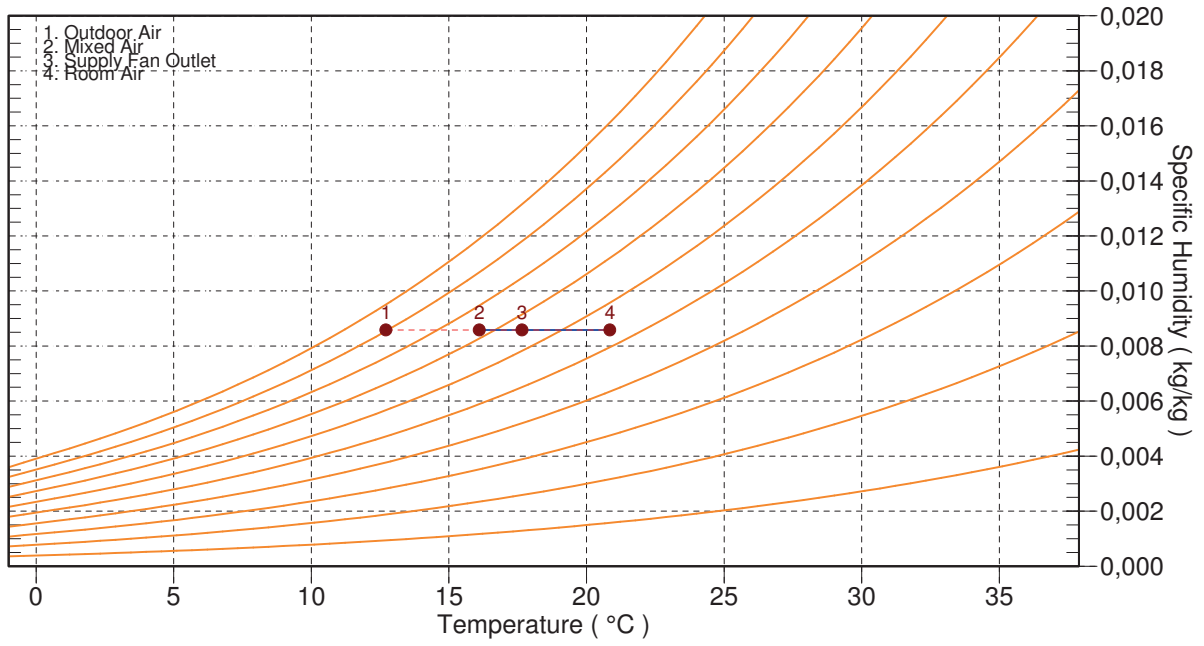
Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1600



Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for VI ADM LOBBY+VC- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	22 m <sup>2</sup>	1382	-	22 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	22 m <sup>2</sup>	69	-	22 m <sup>2</sup>	88	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	22 m <sup>2</sup>	35	-	22 m <sup>2</sup>	259	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	16 m <sup>2</sup>	68	-	16 m <sup>2</sup>	16	-
Partitions	55 m <sup>2</sup>	45	-	55 m <sup>2</sup>	438	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	580 W	484	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2900 W	2686	-	0	0	-
People	6	342	360	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	767	18	20%	160	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>5877</b>	<b>379</b>	-	<b>961</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	6174	379	-	974	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	60 L/s	0	-	60 L/s	0	-
Ventilation Load	60 L/s	92	882	60 L/s	579	0
Ventilation Fan Load	60 L/s	150	-	60 L/s	-150	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>6417</b>	<b>1261</b>	-	<b>1402</b>	<b>0</b>
Terminal Unit Cooling	-	6417	1265	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	1402	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>6417</b>	<b>1265</b>	-	<b>1402</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for VI ADM LOBBY+VC- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-First Aid Room" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	7 m <sup>2</sup>	21	-	7 m <sup>2</sup>	24	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	16 m <sup>2</sup>	68	-	16 m <sup>2</sup>	16	-
Partitions	24 m <sup>2</sup>	23	-	24 m <sup>2</sup>	224	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	163 W	136	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	300 W	278	-	0	0	-
People	2	114	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	96	6	20%	53	0
>> Total Zone Loads	-	736	126	-	318	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-First Aid Room" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,446	-	21	-	24

## Space Design Load Summary for VI ADM LOBBY+VC- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 2.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Ticketing" In Zone "Zone 2"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Oct 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,9 °C / 21,1 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	11 m <sup>2</sup>	757	-	11 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	1 m <sup>2</sup>	2	-	1 m <sup>2</sup>	4	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	11 m <sup>2</sup>	-2	-	11 m <sup>2</sup>	129	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	20 m <sup>2</sup>	-8	-	20 m <sup>2</sup>	140	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	179 W	149	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	600 W	556	-	0	0	-
People	2	114	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	235	6	20%	55	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>1803</b>	<b>126</b>	<b>-</b>	<b>328</b>	<b>0</b>

TABLE 2.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Ticketing" In Zone "Zone 2"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SW EXPOSURE</b>						
WALL	1	0,446	-	2	-	4
WINDOW 1	11	1,400	0,230	-2	757	129

## Space Design Load Summary for VI ADM LOBBY+VC- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 3.1.A. Component Loads For Space "Cota9.37-Security" In Zone "Zone 3"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Oct 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,9 °C / 21,1 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	11 m <sup>2</sup>	757	-	11 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	15 m <sup>2</sup>	25	-	15 m <sup>2</sup>	60	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	11 m <sup>2</sup>	-2	-	11 m <sup>2</sup>	129	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	10 m <sup>2</sup>	-4	-	10 m <sup>2</sup>	74	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	238 W	199	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	1852	-	0	0	-
People	2	114	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	441	6	20%	53	0
>> Total Zone Loads	-	3382	126	-	315	0

TABLE 3.1.B. Envelope Loads For Space "Cota9.37-Security" In Zone "Zone 3"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	3	0,446	-	-1	-	12
<b>SW EXPOSURE</b>						
WALL	1	0,446	-	2	-	4
WINDOW 1	11	1,400	0,230	-2	757	129
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	11	0,493	-	24	-	44

# System Psychrometrics for VI ADM LOBBY+VC- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

## September 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	25,2	0,01661	60	400	92	882
Vent - Return Mixing	Outlet	25,2	0,01661	60	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	27,4	0,01661	60	400	150	-
Cold Supply Duct	Outlet	27,4	0,01661	60	400	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01139	60	966	6174	379
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01139	60	966	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	20	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,8	0,01331	80	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	16,5	0,01174	80	0	762	353
Heating Coil Inlet	-	16,5	0,01174	80	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	16,5	0,01174	80	0	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01221	80	966	682	-
<b>Zone 2 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	20	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,2	0,01162	195	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,4	0,01084	195	0	1980	431
Heating Coil Inlet	-	15,4	0,01084	195	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,4	0,01084	195	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01105	195	966	1899	-
<b>Zone 3 ( Cooling )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	20	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,0	0,01122	366	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,3	0,01075	366	0	3674	481
Heating Coil Inlet	-	15,3	0,01075	366	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,3	0,01075	366	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01090	366	966	3593	-

## System Psychrometrics for VI ADM LOBBY+VC- 9.37

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

### 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	12,6	0,00858	60	400	-579	0
Vent - Return Mixing	Outlet	12,6	0,00858	60	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	14,8	0,00858	60	400	150	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00858	60	400	0	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	60	400	-974	0
Return Plenum	Outlet	21,0	0,00858	60	400	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	20	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,3	0,00858	80	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,3	0,00858	80	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,3	0,00858	80	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	24,1	0,00858	80	0	443	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	80	400	-305	-
<b>Zone 2 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	20	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,4	0,00858	195	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,4	0,00858	195	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,4	0,00858	195	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	22,5	0,00858	195	0	473	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	195	400	-328	-
<b>Zone 3 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	20	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	20,8	0,00858	366	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	20,8	0,00858	366	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	20,8	0,00858	366	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	21,9	0,00858	366	0	486	-
Zone Air	-	21,1	0,00858	366	400	-340	-

## Air System Design Load Summary for UTA CLASSROOM-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:22

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	25 m <sup>2</sup>	1339	-	25 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	3 m <sup>2</sup>	10	-	3 m <sup>2</sup>	11	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	25 m <sup>2</sup>	42	-	25 m <sup>2</sup>	291	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	62 m <sup>2</sup>	11	-	62 m <sup>2</sup>	97	-
Partitions	112 m <sup>2</sup>	63	-	112 m <sup>2</sup>	576	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1200 W	988	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	600 W	553	-	0	0	-
People	16	895	961	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	585	48	20%	195	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>4483</b>	<b>1009</b>	-	<b>1170</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	4940	1009	-	1164	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	571 L/s	0	-	571 L/s	0	-
Ventilation Load	135 L/s	239	2322	135 L/s	1285	0
Supply Fan Load	571 L/s	1426	-	571 L/s	-1426	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>6605</b>	<b>3331</b>	-	<b>1022</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	6605	3331	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	1022	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>6605</b>	<b>3331</b>	-	<b>1022</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA CLASSROOM-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:22

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-Class Room" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700 COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
SPACE LOADS	Details			Details		
Window & Skylight Solar Loads	25 m <sup>2</sup>	1420	-	25 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	3 m <sup>2</sup>	10	-	3 m <sup>2</sup>	11	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	25 m <sup>2</sup>	40	-	25 m <sup>2</sup>	291	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	62 m <sup>2</sup>	10	-	62 m <sup>2</sup>	97	-
Partitions	112 m <sup>2</sup>	59	-	112 m <sup>2</sup>	576	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1200 W	1001	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	600 W	556	-	0	0	-
People	16	911	961	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	601	48	20%	195	0
>> Total Zone Loads	-	4608	1009	-	1170	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-Class Room" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	3	0,446	-	10	-	11
WINDOW 1	6	1,400	0,230	9	238	70
<b>SW EXPOSURE</b>						
WALL	0	0,446	-	0	-	0
WINDOW 1	13	1,400	0,230	21	829	155
WINDOW 2	6	1,400	0,230	9	353	66

## System Psychrometrics for UTA CLASSROOM-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:22

September DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	135	400	239	2322
Vent - Return Mixing	Outlet	24,2	0,01212	571	883	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,2	0,01005	571	883	6605	3331
Central Heating Coil	Outlet	14,2	0,01005	571	883	0	-
Supply Fan	Outlet	16,4	0,01005	571	883	1426	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,4	0,01005	571	883	-	-
Zone Air	-	23,9	0,01067	571	1033	4940	1009
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01067	571	1033	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	4483	Cooling	4940	23,9	571	1033	0	0

## System Psychrometrics for UTA CLASSROOM-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:22

### 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	12,6	0,00858	135	400	-1285	0
Vent - Return Mixing	Outlet	18,9	0,00858	571	427	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	18,9	0,00858	571	427	0	0
Central Heating Coil	Outlet	20,4	0,00858	571	427	1022	-
Supply Fan	Outlet	22,6	0,00858	571	427	1426	-
Cold Supply Duct	Outlet	22,6	0,00858	571	427	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	571	435	-1164	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00858	571	435	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

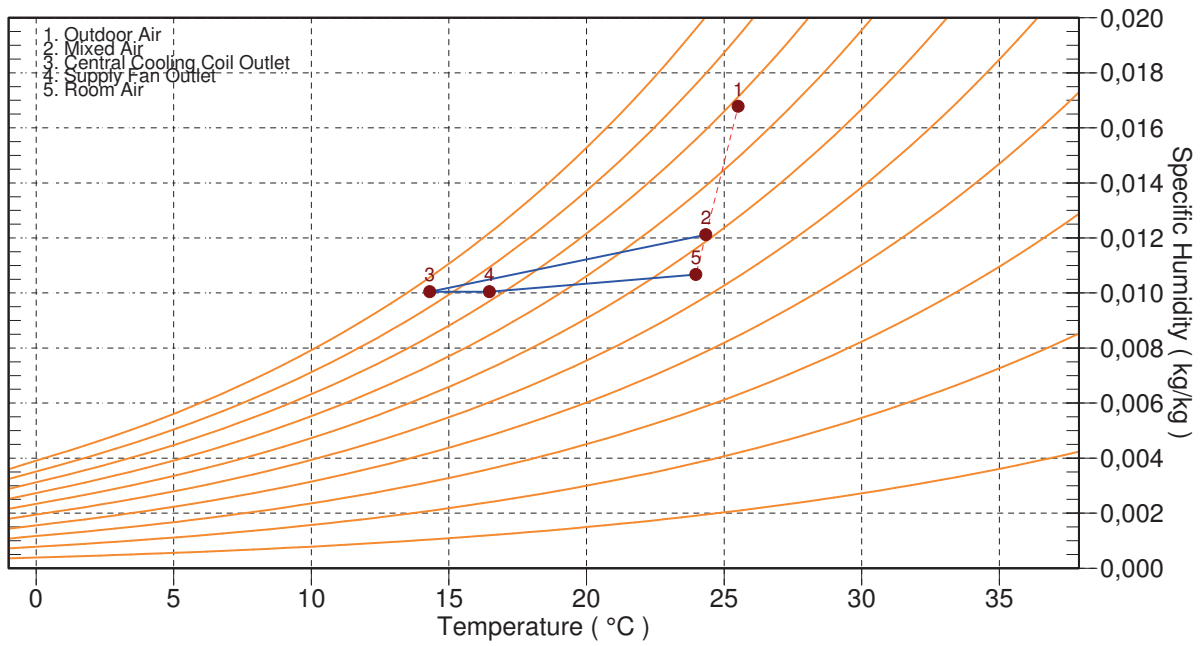
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1170	Heating	-1164	20,8	571	435	0	0

### System Psychrometrics for UTA CLASSROOM-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:22

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 1600

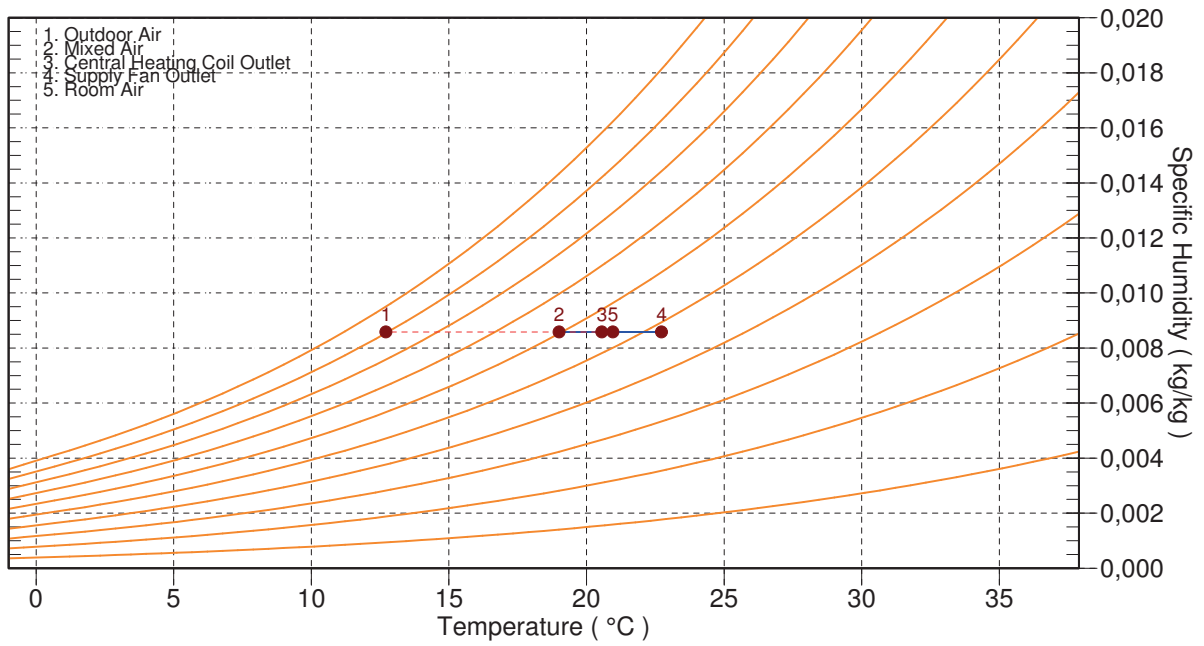


### System Psychrometrics for UTA CLASSROOM-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:22

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA DIVE THEATER-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	62 m <sup>2</sup>	254	-	62 m <sup>2</sup>	531	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	85 m <sup>2</sup>	36	-	85 m <sup>2</sup>	353	-
Partitions	75 m <sup>2</sup>	44	-	75 m <sup>2</sup>	435	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	853 W	707	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	171 W	158	-	0	0	-
People	40	2120	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	498	70	20%	264	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>3817</b>	<b>1478</b>	-	<b>1584</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	4070	1478	-	1514	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	482 L/s	0	-	455 L/s	0	-
Ventilation Load	335 L/s	509	4786	335 L/s	3108	0
Supply Fan Load	482 L/s	1194	-	455 L/s	-1040	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>5773</b>	<b>6264</b>	-	<b>3582</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	5773	6265	-	0	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	3581	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>5773</b>	<b>6265</b>	-	<b>3581</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA DIVE THEATER-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-Dive Theater" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2000			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,2 °C / 20,6 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	62 m <sup>2</sup>	323	-	62 m <sup>2</sup>	531	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	85 m <sup>2</sup>	-17	-	85 m <sup>2</sup>	353	-
Partitions	75 m <sup>2</sup>	-21	-	75 m <sup>2</sup>	435	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	853 W	734	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	171 W	160	-	0	0	-
People	40	2226	1408	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	511	70	20%	264	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>3915</b>	<b>1478</b>	<b>-</b>	<b>1584</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-Dive Theater" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SW EXPOSURE</b>						
WALL	33	0,610	-	67	-	170
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	15	1,471	-	138	-	183
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	15	1,471	-	118	-	179

## System Psychrometrics for UTA DIVE THEATER-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
 Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
 09:23

September 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	25,2	0,01661	335	400	509	4786
Vent - Return Mixing	Outlet	24,8	0,01506	482	562	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,4	0,01045	482	562	5773	6265
Supply Fan	Outlet	16,6	0,01045	482	562	1194	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,6	0,01045	482	562	-	-
Zone Air	-	23,9	0,01153	482	933	4070	1478
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01153	482	933	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	3817	Cooling	4070	23,9	482	933	0	0

## System Psychrometrics for UTA DIVE THEATER-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

### 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	12,6	0,00858	335	400	-3108	0
Vent - Return Mixing	Outlet	14,7	0,00858	455	402	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,7	0,00858	455	402	0	0
Supply Fan	Outlet	16,7	0,00858	455	402	1040	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,7	0,00858	455	402	-	-
Zone Air	-	20,6	0,00858	455	407	-1514	0
Return Plenum	Outlet	20,6	0,00858	455	407	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

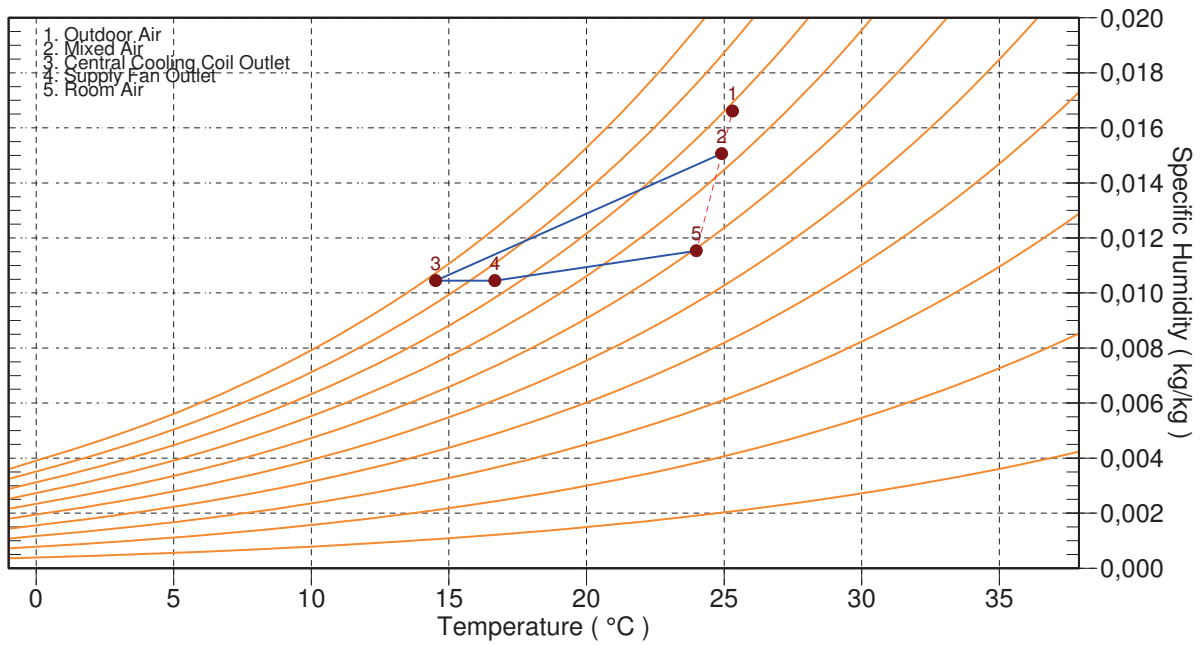
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1584	Heating	-1514	20,6	455	407	3581	0

### System Psychrometrics for UTA DIVE THEATER-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 1700

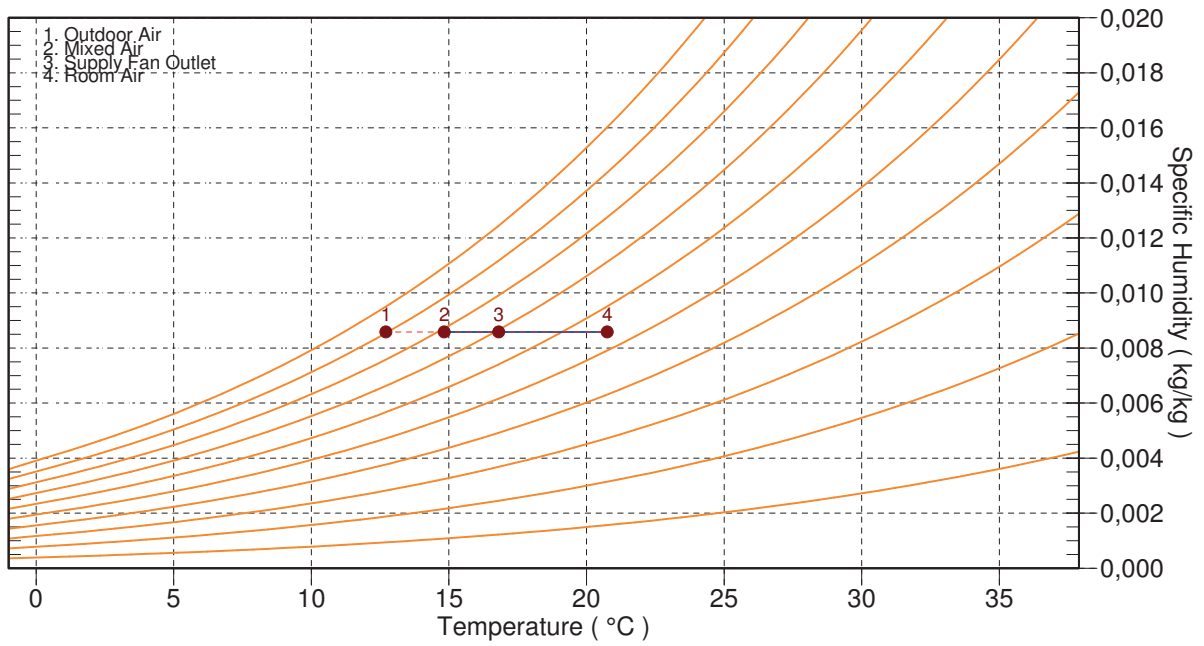


### System Psychrometrics for UTA DIVE THEATER-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:23

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA EXP COAST-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	114 m <sup>2</sup>	132	-	114 m <sup>2</sup>	429	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	103 m <sup>2</sup>	25	-	103 m <sup>2</sup>	221	-
Partitions	51 m <sup>2</sup>	32	-	51 m <sup>2</sup>	289	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	3610 W	2949	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	639 W	587	-	0	0	-
People	60	3323	3606	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1057	180	20%	188	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>8106</b>	<b>3786</b>	-	<b>1127</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	9874	3786	-	1115	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	1314 L/s	0	-	1314 L/s	0	-
Ventilation Load	500 L/s	858	6851	500 L/s	4794	0
Supply Fan Load	1314 L/s	3284	-	1314 L/s	-3284	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>14016</b>	<b>10637</b>	-	<b>2625</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	14016	10636	-	0	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	2584	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>14016</b>	<b>10636</b>	-	<b>2584</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA EXP COAST-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-zona exp coast" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2100			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 22,3 °C / 19,8 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	114 m <sup>2</sup>	200	-	114 m <sup>2</sup>	429	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	103 m <sup>2</sup>	-27	-	103 m <sup>2</sup>	221	-
Partitions	51 m <sup>2</sup>	-35	-	51 m <sup>2</sup>	289	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	3610 W	3140	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	639 W	602	-	0	0	-
People	60	3607	3606	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1123	180	20%	188	0
>> Total Zone Loads	-	8610	3786	-	1127	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-zona exp coast" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	31	0,446	-	70	-	115
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	84	0,446	-	130	-	314

## System Psychrometrics for UTA EXP COAST-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

### August DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	500	400	858	6851
Vent - Return Mixing	Outlet	24,5	0,01377	1314	808	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	15,2	0,01089	1314	808	14016	10636
Supply Fan	Outlet	17,4	0,01089	1314	808	3284	-
Cold Supply Duct	Outlet	17,4	0,01089	1314	808	-	-
Zone Air	-	23,9	0,01192	1314	1059	9874	3786
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01192	1314	1059	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	8106	Cooling	9874	23,9	1314	1059	0	0

## System Psychrometrics for UTA EXP COAST-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

### 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	12,6	0,00858	500	400	-4794	0
Vent - Return Mixing	Outlet	17,7	0,00858	1314	414	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	17,7	0,00858	1314	414	0	0
Supply Fan	Outlet	19,9	0,00858	1314	414	3284	-
Cold Supply Duct	Outlet	19,9	0,00858	1314	414	-	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	1314	423	-1115	0
Return Plenum	Outlet	20,9	0,00858	1314	423	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

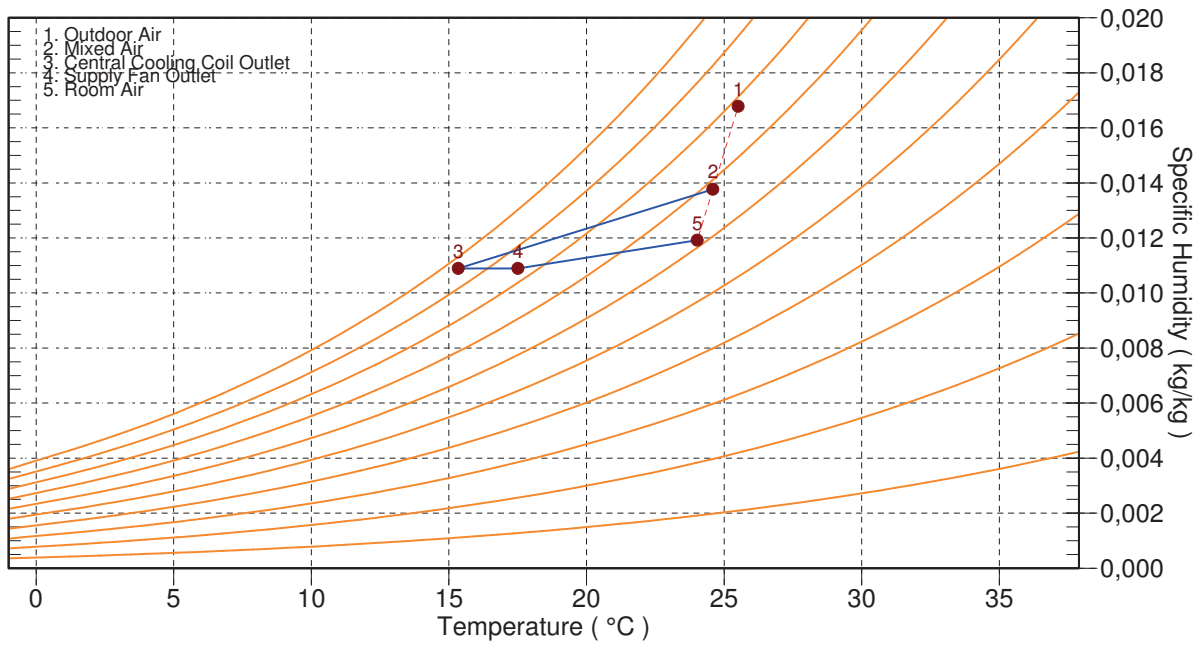
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1127	Heating	-1115	20,9	1314	423	2584	0

### System Psychrometrics for UTA EXP COAST-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1600

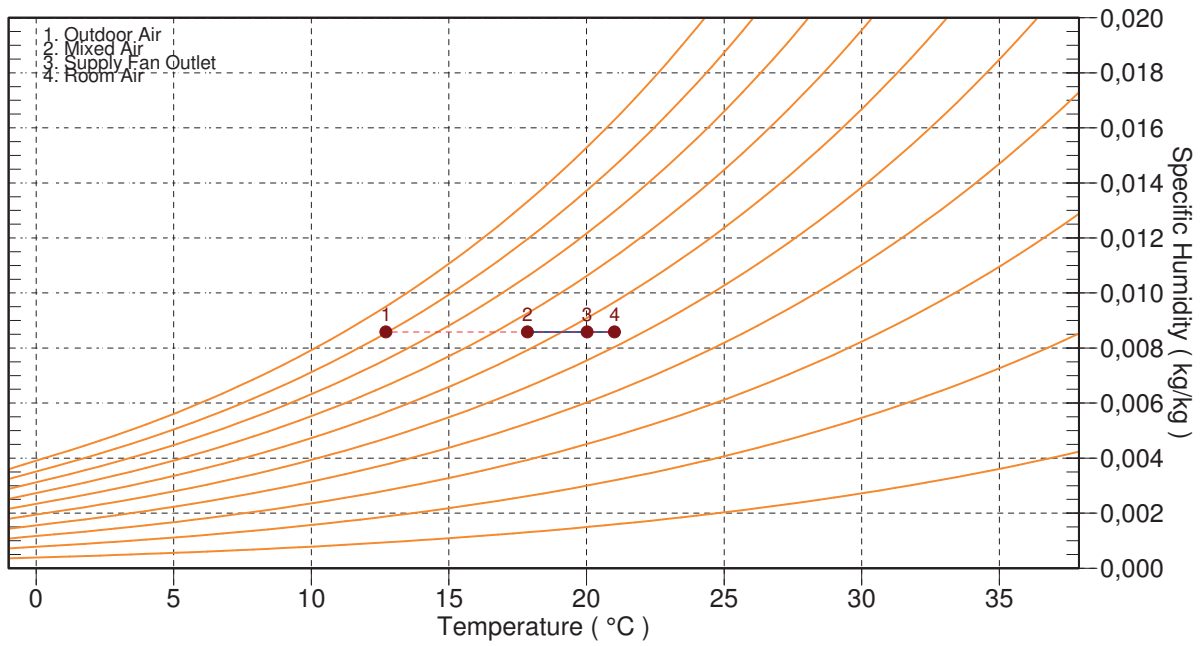


### System Psychrometrics for UTA EXP COAST-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA EXP OCEAN-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	192 m <sup>2</sup>	573	-	192 m <sup>2</sup>	719	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	270 m <sup>2</sup>	122	-	270 m <sup>2</sup>	1116	-
Partitions	37 m <sup>2</sup>	30	-	37 m <sup>2</sup>	272	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	3046 W	2489	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	539 W	495	-	0	0	-
People	50	2769	3005	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	972	150	20%	421	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>7450</b>	<b>3155</b>	<b>-</b>	<b>2529</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	8297	3155	-	2471	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	989 L/s	0	-	989 L/s	0	-
Ventilation Load	420 L/s	739	6272	420 L/s	3982	0
Supply Fan Load	989 L/s	2471	-	989 L/s	-2471	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	<b>-</b>	<b>11507</b>	<b>9427</b>	<b>-</b>	<b>3981</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	11507	9427	-	0	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	3980	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	<b>-</b>	<b>11507</b>	<b>9427</b>	<b>-</b>	<b>3980</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA EXP OCEAN-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-Open Ocean+CC" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1800 COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible (W)	Latent (W)		Sensible (W)	Latent (W)
SPACE LOADS	Details			Details		
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	192 m <sup>2</sup>	567	-	192 m <sup>2</sup>	719	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	270 m <sup>2</sup>	79	-	270 m <sup>2</sup>	1116	-
Partitions	37 m <sup>2</sup>	19	-	37 m <sup>2</sup>	272	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	3046 W	2560	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	539 W	501	-	0	0	-
People	50	2873	3005	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	990	150	20%	421	0
>> Total Zone Loads	-	7589	3155	-	2529	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-Open Ocean+CC" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	175	0,446	-	549	-	654
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	17	0,446	-	17	-	65

## System Psychrometrics for UTA EXP OCEAN-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

September DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	420	400	739	6272
Vent - Return Mixing	Outlet	24,5	0,01373	989	795	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	14,4	0,01035	989	795	11507	9427
Supply Fan	Outlet	16,6	0,01035	989	795	2471	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,6	0,01035	989	795	-	-
Zone Air	-	23,9	0,01148	989	1086	8297	3155
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01148	989	1086	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	7450	Cooling	8297	23,9	989	1086	0	0

## System Psychrometrics for UTA EXP OCEAN-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

### 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	12,6	0,00858	420	400	-3982	0
Vent - Return Mixing	Outlet	17,3	0,00858	989	408	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	17,3	0,00858	989	408	0	0
Supply Fan	Outlet	19,5	0,00858	989	408	2471	-
Cold Supply Duct	Outlet	19,5	0,00858	989	408	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	989	414	-2471	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00858	989	414	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

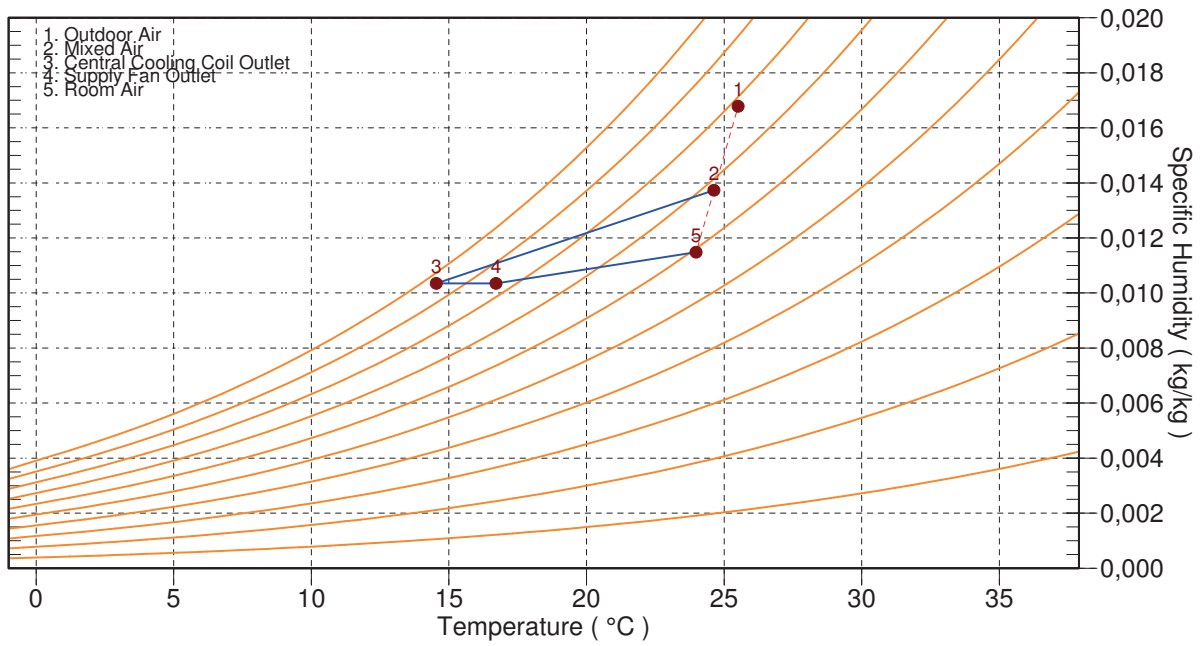
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-2529	Heating	-2471	20,8	989	414	3980	0

### System Psychrometrics for UTA EXP OCEAN-13.62

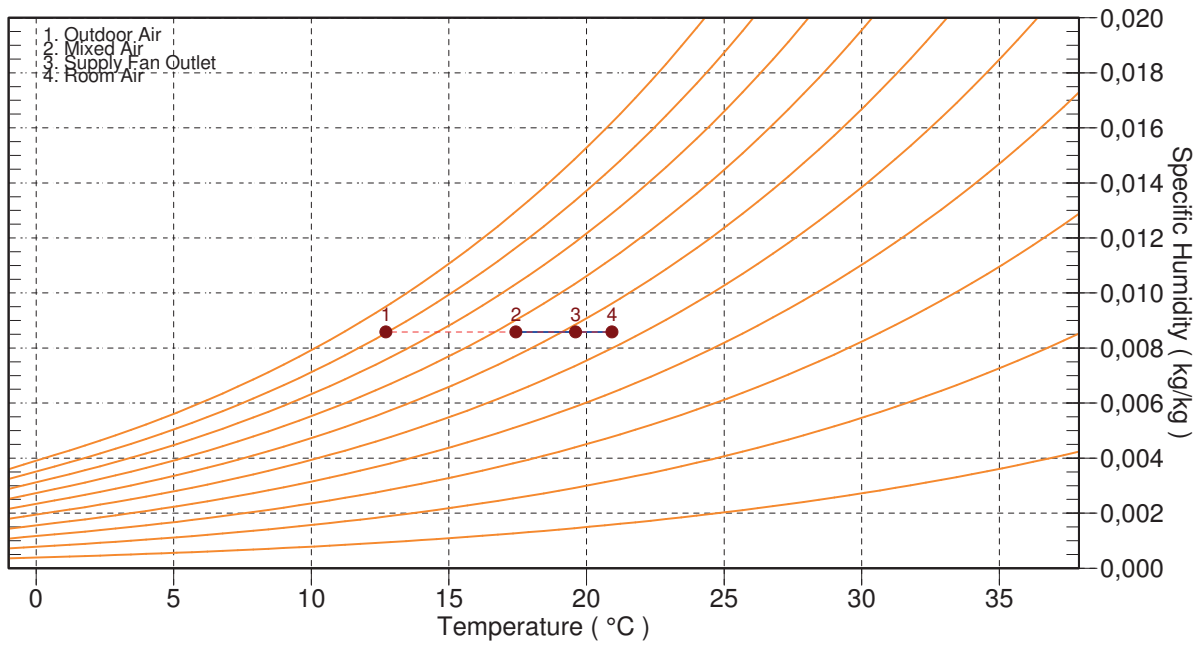
Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:24

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 1600



Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA MID ATL-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	57 m <sup>2</sup>	50	-	57 m <sup>2</sup>	214	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	122 m <sup>2</sup>	27	-	122 m <sup>2</sup>	263	-
Partitions	64 m <sup>2</sup>	32	-	64 m <sup>2</sup>	316	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1219 W	1017	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	244 W	226	-	0	0	-
People	30	1709	1803	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	459	90	20%	159	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>3521</b>	<b>1893</b>	-	<b>952</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	4019	1893	-	765	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	447 L/s	0	-	447 L/s	0	-
Ventilation Load	250 L/s	392	3559	250 L/s	2354	0
Supply Fan Load	447 L/s	1118	-	447 L/s	-1118	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>5529</b>	<b>5452</b>	-	<b>2001</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	5529	5452	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	2001	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>5529</b>	<b>5452</b>	-	<b>2001</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA MID ATL-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-MID-ATL" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,0 °C / 21,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		OCCUPIED T-STAT 23,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	57 m <sup>2</sup>	94	-	57 m <sup>2</sup>	214	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	122 m <sup>2</sup>	5	-	122 m <sup>2</sup>	263	-
Partitions	64 m <sup>2</sup>	6	-	64 m <sup>2</sup>	316	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1219 W	1043	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	244 W	228	-	0	0	-
People	30	1766	1803	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	471	90	20%	159	0
>> Total Zone Loads	-	3613	1893	-	952	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-MID-ATL" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	57	0,446	-	94	-	214

## System Psychrometrics for UTA MID ATL-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

September 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	25,2	0,01661	250	400	392	3559
Vent - Return Mixing	Outlet	24,6	0,01438	447	704	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	13,9	0,01005	447	704	5529	5452
Central Heating Coil	Outlet	13,9	0,01005	447	704	0	-
Supply Fan	Outlet	16,1	0,01005	447	704	1118	-
Cold Supply Duct	Outlet	16,1	0,01005	447	704	-	-
Zone Air	-	23,8	0,01155	447	1088	4019	1893
Return Plenum	Outlet	23,8	0,01155	447	1088	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	3521	Cooling	4019	23,8	447	1088	0	0

## System Psychrometrics for UTA MID ATL-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

### 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	12,6	0,00858	250	400	-2354	0
Vent - Return Mixing	Outlet	16,2	0,00858	447	407	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	16,2	0,00858	447	407	0	0
Central Heating Coil	Outlet	20,1	0,00858	447	407	2001	-
Supply Fan	Outlet	22,2	0,00858	447	407	1118	-
Cold Supply Duct	Outlet	22,2	0,00858	447	407	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	447	415	-765	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00858	447	415	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

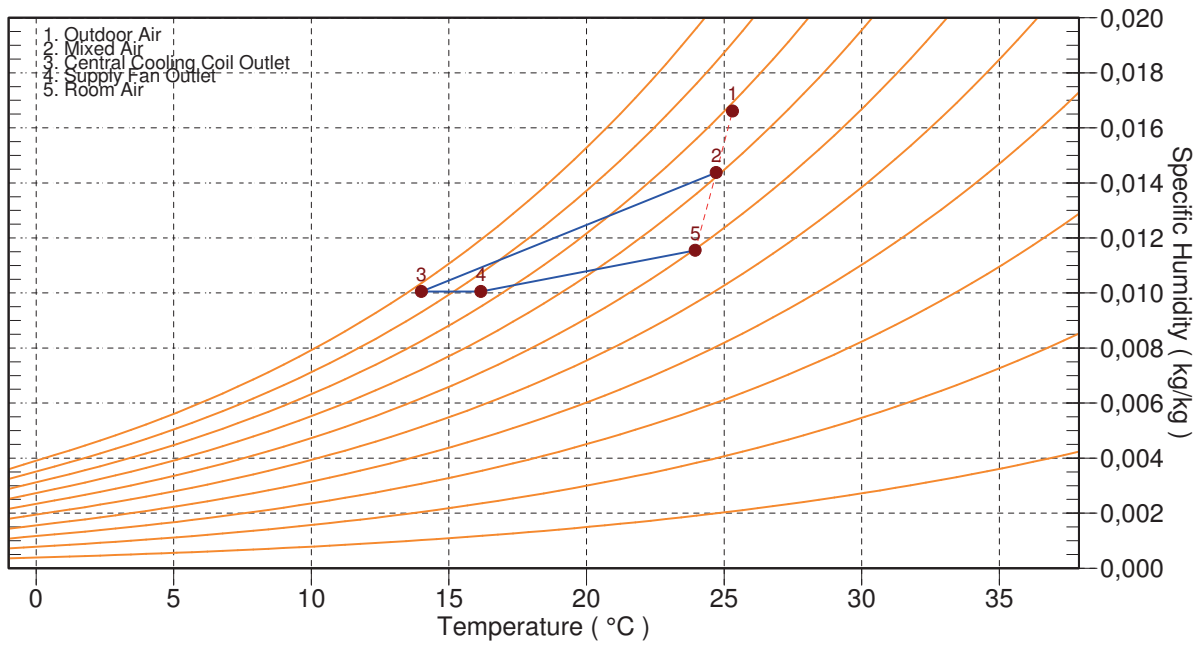
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-952	Heating	-765	20,8	447	415	0	0

### System Psychrometrics for UTA MID ATL-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 1700

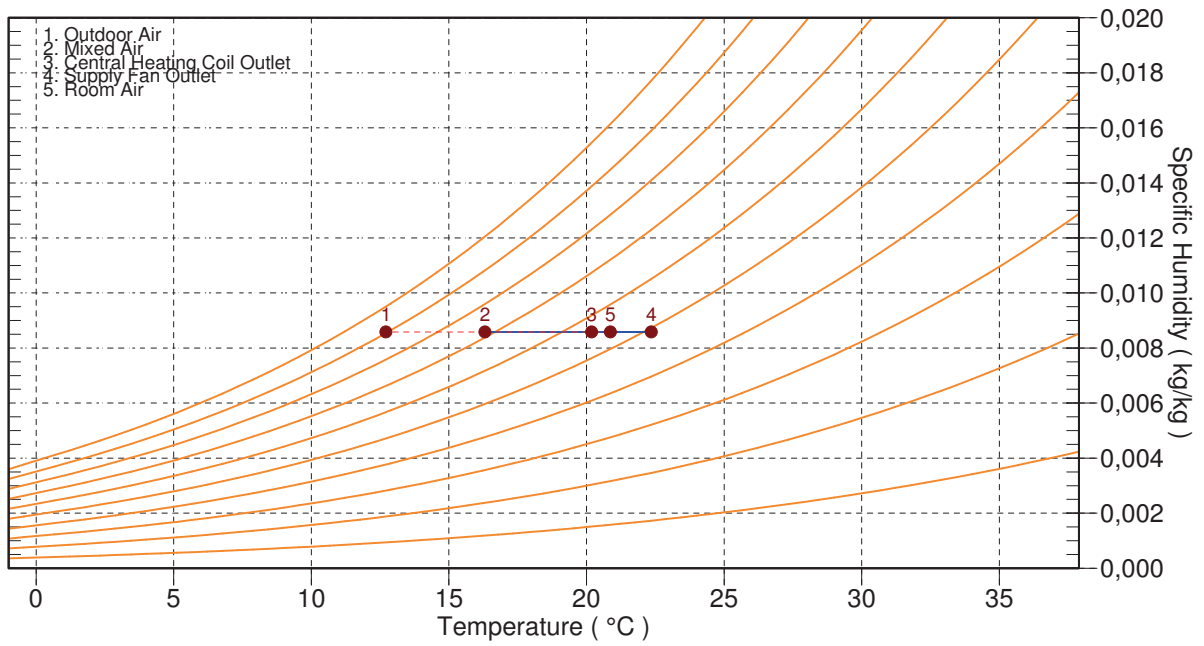


### System Psychrometrics for UTA MID ATL-13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:25

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: WINTER DESIGN HEATING



## Air System Design Load Summary for UTA SV 2 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 0900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 19,9 °C / 17,4 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	167 m <sup>2</sup>	-510	-	167 m <sup>2</sup>	1315	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	764 W	539	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	10000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	304	500	20%	263	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>2333</b>	<b>10500</b>	-	<b>1578</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	4356	10500	-	1569	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	557 L/s	0	-	557 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	557 L/s	1391	-	557 L/s	-1391	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>5747</b>	<b>10500</b>	-	<b>177</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	5747	10500	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	177	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>5747</b>	<b>10500</b>	-	<b>177</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA SV 2 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-Sistema sup 2" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	167 m <sup>2</sup>	147	-	167 m <sup>2</sup>	1315	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	764 W	624	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	10000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	416	500	20%	263	0
>> Total Zone Loads	-	3187	10500	-	1578	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-Sistema sup 2" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)

## System Psychrometrics for UTA SV 2 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

### August DESIGN COOLING DAY, 0900

**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	19,9	0,01200	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	24,0	0,01785	557	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	15,0	0,01115	557	800	5747	10500
Central Heating Coil	Outlet	15,0	0,01115	557	800	0	-
Supply Fan	Outlet	17,2	0,01115	557	800	1391	-
Cold Supply Duct	Outlet	17,2	0,01115	557	800	-	-
Zone Air	-	24,0	0,01785	557	800	4356	10500
Return Plenum	Outlet	24,0	0,01785	557	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	2333	Cooling	4356	24,0	557	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA SV 2 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

### 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	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	21,0	0,00000	557	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	21,0	0,00000	557	800	0	0
Central Heating Coil	Outlet	21,2	0,00000	557	800	177	-
Supply Fan	Outlet	23,4	0,00000	557	800	1391	-
Cold Supply Duct	Outlet	23,4	0,00000	557	800	-	-
Zone Air	-	21,0	0,00000	557	800	-1569	0
Return Plenum	Outlet	21,0	0,00000	557	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

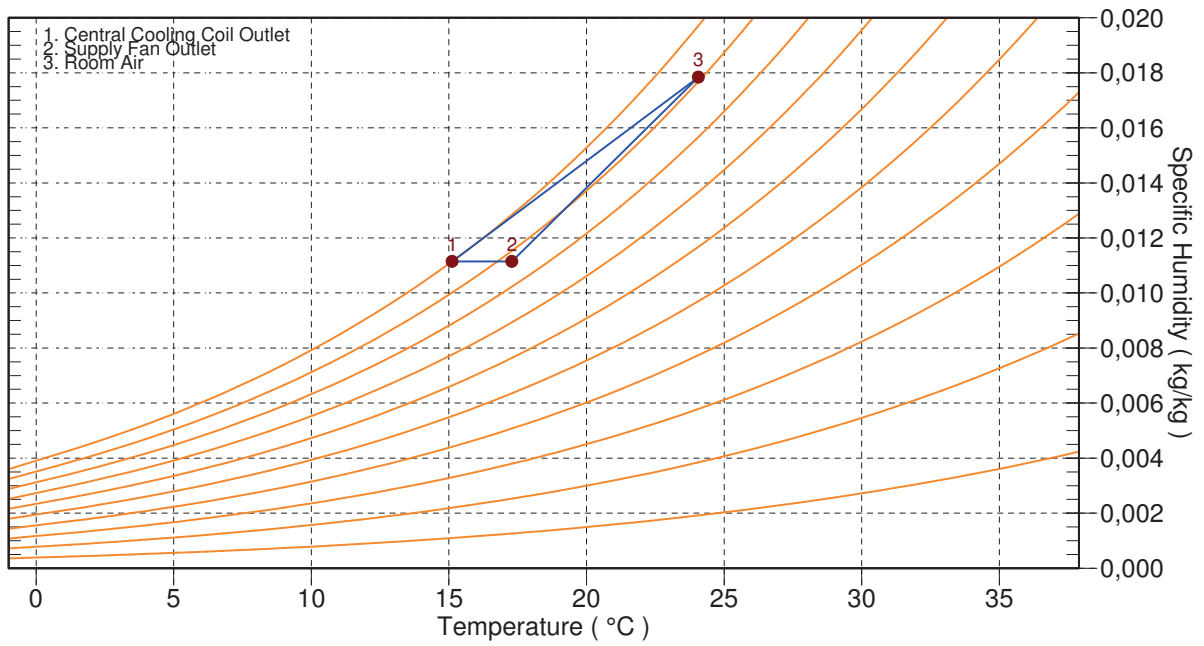
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-1578	Heating	-1569	21,0	557	800	0	0

### System Psychrometrics for UTA SV 2 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 0900



## Air System Design Load Summary for UTA SV 3 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
 Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
 09:30

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	198 m <sup>2</sup>	80	-	198 m <sup>2</sup>	938	-
Partitions	241 m <sup>2</sup>	143	-	241 m <sup>2</sup>	1684	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1780 W	1431	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	548	0	20%	524	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>4203</b>	<b>0</b>	-	<b>3146</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	5156	0	-	3192	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	1670 L/s	0	-	1670 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	1670 L/s	4176	-	1670 L/s	-4176	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>9332</b>	<b>0</b>	-	<b>-984</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	9332	0	-	-984	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	0	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>9332</b>	<b>0</b>	-	<b>-984</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		



## System Psychrometrics for UTA SV 3 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

August DESIGN COOLING DAY, 1500

**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	25,2	0,01661	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,2	0,00000	1670	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	18,4	0,00000	1670	800	9332	0
Central Heating Coil	Outlet	18,4	0,00000	1670	800	0	-
Supply Fan	Outlet	20,5	0,00000	1670	800	4176	-
Cold Supply Duct	Outlet	20,5	0,00000	1670	800	-	-
Zone Air	-	23,2	0,00000	1670	800	5156	0
Return Plenum	Outlet	23,2	0,00000	1670	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	4203	Cooling	5156	23,2	1670	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA SV 3 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:30

### 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	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	21,1	0,00000	1670	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	20,6	0,00000	1670	800	984	0
Central Heating Coil	Outlet	20,6	0,00000	1670	800	0	-
Supply Fan	Outlet	22,8	0,00000	1670	800	4176	-
Cold Supply Duct	Outlet	22,8	0,00000	1670	800	-	-
Zone Air	-	21,1	0,00000	1670	800	-3192	0
Return Plenum	Outlet	21,1	0,00000	1670	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	-3146	Deadband	-3192	21,1	1670	800	0	0

## Air System Design Load Summary for UTA SV 4 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	64 m <sup>2</sup>	205	-	64 m <sup>2</sup>	239	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	65 m <sup>2</sup>	93	-	65 m <sup>2</sup>	853	-
Partitions	147 m <sup>2</sup>	129	-	147 m <sup>2</sup>	1181	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	584 W	477	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	500	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	436	25	20%	455	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>3340</b>	<b>525</b>	-	<b>2727</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	3543	525	-	2649	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	534 L/s	0	-	534 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	534 L/s	1334	-	534 L/s	-1334	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>4877</b>	<b>525</b>	-	<b>1315</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	4877	525	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	1315	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>4877</b>	<b>525</b>	-	<b>1315</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA SV 4 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota13.62-Sistema sup4" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,4 °C / 22,5 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	64 m <sup>2</sup>	205	-	64 m <sup>2</sup>	239	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	65 m <sup>2</sup>	93	-	65 m <sup>2</sup>	853	-
Partitions	147 m <sup>2</sup>	129	-	147 m <sup>2</sup>	1181	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	584 W	477	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	500	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	436	25	20%	455	0
>> Total Zone Loads	-	3340	525	-	2727	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota13.62-Sistema sup4" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	64	0,446	-	205	-	239

## System Psychrometrics for UTA SV 4 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

September DESIGN COOLING DAY, 1600

**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	25,4	0,01678	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,7	0,01145	534	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	15,8	0,01110	534	800	4877	525
Central Heating Coil	Outlet	15,8	0,01110	534	800	0	-
Supply Fan	Outlet	17,9	0,01110	534	800	1334	-
Cold Supply Duct	Outlet	17,9	0,01110	534	800	-	-
Zone Air	-	23,7	0,01145	534	800	3543	525
Return Plenum	Outlet	23,7	0,01145	534	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	3340	Cooling	3543	23,7	534	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA SV 4 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

### 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	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	20,8	0,00000	534	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	20,8	0,00000	534	800	0	0
Central Heating Coil	Outlet	22,9	0,00000	534	800	1315	-
Supply Fan	Outlet	25,1	0,00000	534	800	1334	-
Cold Supply Duct	Outlet	25,1	0,00000	534	800	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00000	534	800	-2649	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00000	534	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

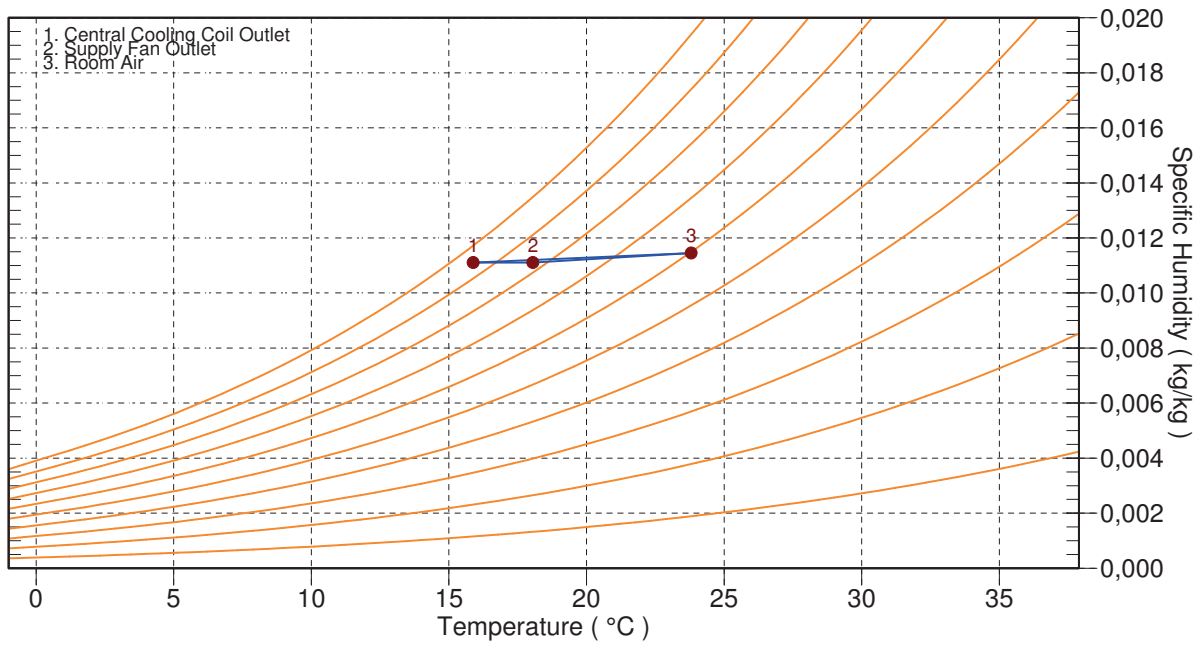
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-2727	Heating	-2649	20,8	534	800	0	0

### System Psychrometrics for UTA SV 4 - 13.62

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 1600



## Air System Design Load Summary for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	31 m <sup>2</sup>	1332	-	31 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	38 m <sup>2</sup>	165	-	38 m <sup>2</sup>	201	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	31 m <sup>2</sup>	50	-	31 m <sup>2</sup>	363	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	286 m <sup>2</sup>	118	-	286 m <sup>2</sup>	1131	-
Partitions	43 m <sup>2</sup>	32	-	43 m <sup>2</sup>	307	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2661 W	2221	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	5700 W	5279	-	0	0	-
People	37	2097	2149	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1694	107	20%	400	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>12989</b>	<b>2256</b>	-	<b>2401</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	14292	2256	-	2279	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	325 L/s	0	-	325 L/s	0	-
Ventilation Load	325 L/s	502	4739	325 L/s	3122	0
Ventilation Fan Load	325 L/s	812	-	325 L/s	-812	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>15606</b>	<b>6996</b>	-	<b>4588</b>	<b>0</b>
Terminal Unit Cooling	-	15606	6999	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	4581	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>15606</b>	<b>6999</b>	-	<b>4581</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota16.85-Open space" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	18 m <sup>2</sup>	1128	-	18 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	10 m <sup>2</sup>	32	-	10 m <sup>2</sup>	38	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	18 m <sup>2</sup>	23	-	18 m <sup>2</sup>	213	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	190 m <sup>2</sup>	54	-	190 m <sup>2</sup>	752	-
Partitions	18 m <sup>2</sup>	9	-	18 m <sup>2</sup>	129	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	1539 W	1301	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	4800 W	4469	-	0	0	-
People	20	1159	1202	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1226	60	20%	226	0
>> Total Zone Loads	-	9400	1262	-	1358	0

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota16.85-Open space" In Zone "Zone 1"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> .K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
SW EXPOSURE						
WALL	10	0,446	-	32	-	38
WINDOW 1	18	1,400	0,230	23	1128	213

## Space Design Load Summary for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 2.1.A. Component Loads For Space "Cota16.85-Conferenc room" In Zone "Zone 2"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,0 °C / 21,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
		OCCUPIED T-STAT 23,0 °C		OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	5 m <sup>2</sup>	198	-	5 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	11 m <sup>2</sup>	94	-	11 m <sup>2</sup>	78	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	5 m <sup>2</sup>	3	-	5 m <sup>2</sup>	60	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	34 m <sup>2</sup>	3	-	34 m <sup>2</sup>	135	-
Partitions	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	477 W	408	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	300 W	281	-	0	0	-
People	10	589	601	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	236	30	20%	55	0
>> Total Zone Loads	-	1813	631	-	327	0

TABLE 2.1.B. Envelope Loads For Space "Cota16.85-Conferenc room" In Zone "Zone 2"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	11	0,820	-	94	-	78
WINDOW 1	5	1,400	0,230	3	198	60

## Space Design Load Summary for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 3.1.A. Component Loads For Space "Cota16.85-Executive dire" In Zone "Zone 3"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,0 °C / 21,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	5 m <sup>2</sup>	198	-	5 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	10 m <sup>2</sup>	17	-	10 m <sup>2</sup>	36	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	5 m <sup>2</sup>	3	-	5 m <sup>2</sup>	60	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	32 m <sup>2</sup>	2	-	32 m <sup>2</sup>	127	-
Partitions	17 m <sup>2</sup>	2	-	17 m <sup>2</sup>	124	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	337 W	288	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	300 W	281	-	0	0	-
People	4	235	240	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	154	12	20%	69	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>1182</b>	<b>252</b>	<b>-</b>	<b>416</b>	<b>0</b>

TABLE 3.1.B. Envelope Loads For Space "Cota16.85-Executive dire" In Zone "Zone 3"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	10	0,446	-	17	-	36
WINDOW 1	5	1,400	0,230	3	198	60

## Space Design Load Summary for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

TABLE 4.1.A. Component Loads For Space "Cota16.85-Reception" In Zone "Zone 4"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m <sup>2</sup>	96	-	3 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	7 m <sup>2</sup>	64	-	7 m <sup>2</sup>	50	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	3 m <sup>2</sup>	3	-	3 m <sup>2</sup>	30	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	29 m <sup>2</sup>	9	-	29 m <sup>2</sup>	116	-
Partitions	9 m <sup>2</sup>	4	-	9 m <sup>2</sup>	54	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	308 W	260	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	300 W	279	-	0	0	-
People	3	163	106	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	132	5	20%	50	0
>> Total Zone Loads	-	1010	111	-	299	0

TABLE 4.1.B. Envelope Loads For Space "Cota16.85-Reception" In Zone "Zone 4"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,820	-	64	-	50
WINDOW 1	3	1,400	0,230	3	96	30

## System Psychrometrics for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

### August 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	25,2	0,01661	325	400	502	4739
Vent - Return Mixing	Outlet	25,2	0,01661	325	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	27,4	0,01661	325	400	812	-
Cold Supply Duct	Outlet	27,4	0,01661	325	400	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01143	325	1033	14292	2256
Return Plenum	Outlet	23,9	0,01143	325	1033	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	175	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,4	0,01214	1018	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,2	0,01069	1018	0	10899	4168
Heating Coil Inlet	-	15,2	0,01069	1018	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,2	0,01069	1018	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01121	1018	1047	10184	-
<b>Zone 2 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	85	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	25,4	0,01364	196	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,3	0,01090	196	0	2278	1522
Heating Coil Inlet	-	15,3	0,01090	196	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,3	0,01090	196	0	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01138	196	1066	1937	-
<b>Zone 3 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	35	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,9	0,01344	128	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	16,2	0,01156	128	0	1282	682
Heating Coil Inlet	-	16,2	0,01156	128	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	16,2	0,01156	128	0	0	-
Zone Air	-	24,0	0,01225	128	1047	1145	-
<b>Zone 4 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	30	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,8	0,01321	109	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,7	0,01118	109	0	1147	626
Heating Coil Inlet	-	15,7	0,01118	109	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,7	0,01118	109	0	0	-
Zone Air	-	23,9	0,01193	109	840	1026	-

## System Psychrometrics for VI ADM +VC - 16.85

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:27

### 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	12,6	0,00858	325	400	-3122	0
Vent - Return Mixing	Outlet	12,6	0,00858	325	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	14,8	0,00858	325	400	812	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00858	325	400	0	-
Zone Air	-	20,9	0,00858	325	400	-2279	0
Return Plenum	Outlet	20,9	0,00858	325	400	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Deadband )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	175	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,9	0,00858	1018	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,9	0,00858	1018	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,9	0,00858	1018	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	22,1	0,00858	1018	0	2582	-
Zone Air	-	21,0	0,00858	1018	400	-1321	-
<b>Zone 2 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	85	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	18,2	0,00859	196	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	18,2	0,00859	196	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	18,2	0,00859	196	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	22,1	0,00859	196	0	890	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	196	400	-297	-
<b>Zone 3 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	35	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,1	0,00858	128	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,1	0,00858	128	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,1	0,00858	128	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	23,4	0,00858	128	0	636	-
Zone Air	-	20,7	0,00858	128	400	-394	-
<b>Zone 4 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	30	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,1	0,00858	109	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,1	0,00858	109	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,1	0,00858	109	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	22,8	0,00858	109	0	474	-
Zone Air	-	20,7	0,00858	109	400	-267	-

## Air System Design Load Summary for UTA SV 5 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	187 m <sup>2</sup>	471	-	187 m <sup>2</sup>	702	-
Roof Transmission	523 m <sup>2</sup>	1627	-	523 m <sup>2</sup>	1135	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	523 m <sup>2</sup>	702	-	523 m <sup>2</sup>	6868	-
Partitions	111 m <sup>2</sup>	67	-	111 m <sup>2</sup>	652	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	4704 W	3900	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	35000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1315	1750	20%	1871	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>10081</b>	<b>36750</b>	-	<b>11228</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	9831	36750	-	10637	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	2846 L/s	0	-	2846 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	2846 L/s	7114	-	2846 L/s	-7114	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>16946</b>	<b>36750</b>	-	<b>3522</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	16946	36750	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	3522	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>16946</b>	<b>36750</b>	-	<b>3522</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA SV 5 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota19.06-Sist suport 5" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	187 m <sup>2</sup>	444	-	187 m <sup>2</sup>	702	-
Roof Transmission	523 m <sup>2</sup>	1952	-	523 m <sup>2</sup>	1135	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	523 m <sup>2</sup>	718	-	523 m <sup>2</sup>	6868	-
Partitions	111 m <sup>2</sup>	68	-	111 m <sup>2</sup>	652	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	4704 W	3900	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	35000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1362	1750	20%	1871	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>10444</b>	<b>36750</b>	<b>-</b>	<b>11228</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota19.06-Sist suport 5" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	131	0,446	-	358	-	491
<b>NE EXPOSURE</b>						
WALL	56	0,446	-	86	-	211
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	523	0,258	-	1952	-	1135

## System Psychrometrics for UTA SV 5 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

September 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	25,2	0,01661	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,3	0,01827	2846	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	18,2	0,01368	2846	800	16946	36750
Central Heating Coil	Outlet	18,2	0,01368	2846	800	0	-
Supply Fan	Outlet	20,3	0,01368	2846	800	7114	-
Cold Supply Duct	Outlet	20,3	0,01368	2846	800	-	-
Zone Air	-	23,3	0,01827	2846	800	9831	36750
Return Plenum	Outlet	23,3	0,01827	2846	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	10081	Cooling	9831	23,3	2846	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA SV 5 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

### 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	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	20,8	0,00000	2846	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	20,8	0,00000	2846	800	0	0
Central Heating Coil	Outlet	21,9	0,00000	2846	800	3522	-
Supply Fan	Outlet	24,0	0,00000	2846	800	7114	-
Cold Supply Duct	Outlet	24,0	0,00000	2846	800	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00000	2846	800	-10637	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00000	2846	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

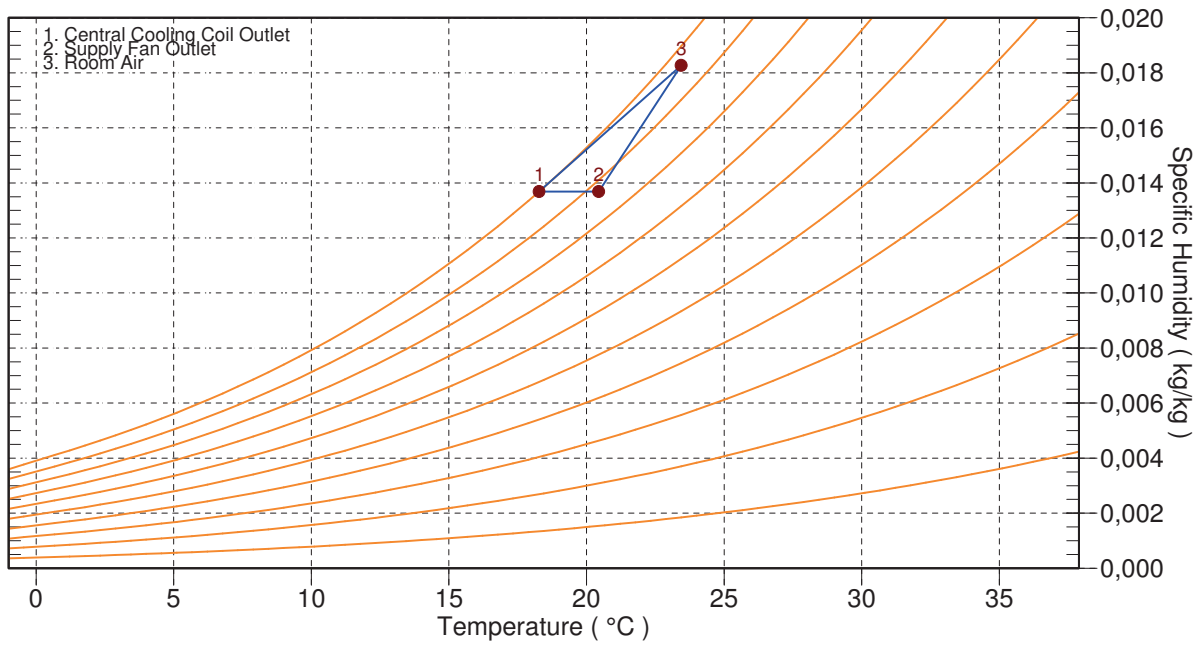
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-11228	Heating	-10637	20,8	2846	800	0	0

### System Psychrometrics for UTA SV 5 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: September DESIGN COOLING DAY, 1700



## Air System Design Load Summary for UTA SV 6 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	259 m <sup>2</sup>	1778	-	259 m <sup>2</sup>	1355	-
Roof Transmission	319 m <sup>2</sup>	1190	-	319 m <sup>2</sup>	692	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	158 m <sup>2</sup>	217	-	158 m <sup>2</sup>	2075	-
Partitions	22 m <sup>2</sup>	20	-	22 m <sup>2</sup>	195	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2868 W	2378	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	63000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1138	3150	20%	863	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>8721</b>	<b>66150</b>	-	<b>5180</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	9699	66150	-	4806	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	1664 L/s	0	-	1664 L/s	0	-
Ventilation Load	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Supply Fan Load	1664 L/s	4161	-	1664 L/s	-4161	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>13860</b>	<b>66150</b>	-	<b>645</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	13860	33049	-	0	0
Central Heating Coil	-	0	-	-	645	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>13860</b>	<b>33049</b>	-	<b>645</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for UTA SV 6 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota19.06-Sist suport 6" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	259 m <sup>2</sup>	2031	-	259 m <sup>2</sup>	1355	-
Roof Transmission	319 m <sup>2</sup>	992	-	319 m <sup>2</sup>	692	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	158 m <sup>2</sup>	212	-	158 m <sup>2</sup>	2075	-
Partitions	22 m <sup>2</sup>	20	-	22 m <sup>2</sup>	195	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	2868 W	2378	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	2000	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	63000	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	1145	3150	20%	863	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>8778</b>	<b>66150</b>	<b>-</b>	<b>5180</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota19.06-Sist suport 6" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> .K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
<b>SE EXPOSURE</b>						
WALL	112	0,446	-	360	-	419
<b>SW EXPOSURE</b>						
WALL	101	0,820	-	1351	-	698
<b>SW EXPOSURE</b>						
WALL	24	0,446	-	60	-	91
<b>W EXPOSURE</b>						
WALL	21	0,820	-	261	-	147
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	319	0,258	-	992	-	692

## System Psychrometrics for UTA SV 6 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

August 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	25,2	0,01661	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	23,5	0,01916	1664	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	16,3	0,01211	1664	800	13860	33049
Central Heating Coil	Outlet	16,3	0,01211	1664	800	0	-
Supply Fan	Outlet	18,4	0,01211	1664	800	4161	-
Cold Supply Duct	Outlet	18,4	0,01211	1664	800	-	-
Zone Air	-	23,5	0,01916	1664	800	9699	66150
Return Plenum	Outlet	23,5	0,01916	1664	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 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)
Zone 1	8721	Cooling	9699	23,5	1664	800	0	0

## System Psychrometrics for UTA SV 6 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

### 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	12,6	0,00858	0	400	0	0
Vent - Return Mixing	Outlet	20,8	0,00000	1664	800	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	20,8	0,00000	1664	800	0	0
Central Heating Coil	Outlet	21,1	0,00000	1664	800	645	-
Supply Fan	Outlet	23,3	0,00000	1664	800	4161	-
Cold Supply Duct	Outlet	23,3	0,00000	1664	800	-	-
Zone Air	-	20,8	0,00000	1664	800	-4806	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00000	1664	800	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

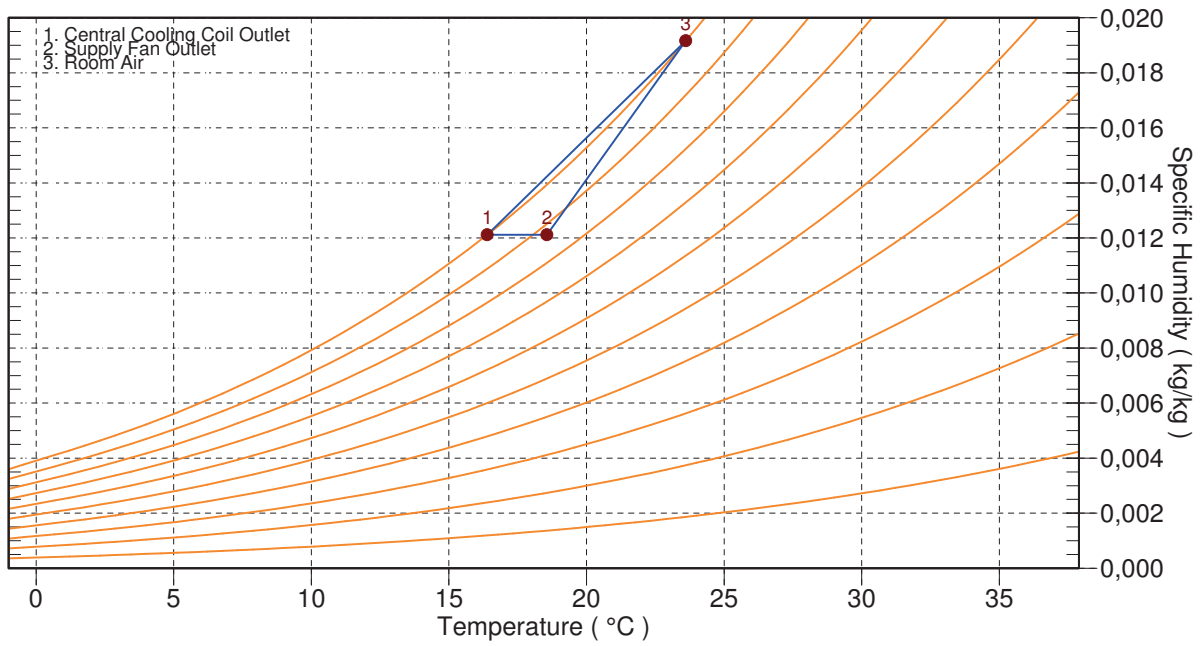
Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	-5180	Heating	-4806	20,8	1664	800	0	0

System Psychrometrics for UTA SV 6 - 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:31

Location: Funchal, Madeiras, Portugal  
Altitude: 380,0 m.  
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1700



## Air System Design Load Summary for VI OPEN SPACE+VC- 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1500 COOLING OA DB / WB 25,2 °C / 22,3 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	13 m <sup>2</sup>	227	-	13 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	22 m <sup>2</sup>	6	-	22 m <sup>2</sup>	84	-
Roof Transmission	86 m <sup>2</sup>	769	-	86 m <sup>2</sup>	257	-
Window Transmission	13 m <sup>2</sup>	18	-	13 m <sup>2</sup>	150	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	20 m <sup>2</sup>	13	-	20 m <sup>2</sup>	147	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	697 W	565	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2700 W	2472	-	0	0	-
People	13	712	781	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	717	39	20%	128	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>5498</b>	<b>820</b>	-	<b>766</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	6342	820	-	584	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	110 L/s	0	-	110 L/s	0	-
Ventilation Load	110 L/s	182	1686	110 L/s	1037	0
Ventilation Fan Load	110 L/s	275	-	110 L/s	-275	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>6799</b>	<b>2506</b>	-	<b>1347</b>	<b>0</b>
Terminal Unit Cooling	-	6799	2506	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	1347	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>6799</b>	<b>2506</b>	-	<b>1347</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Space Design Load Summary for VI OPEN SPACE+VC- 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "Cota19.06-Open space" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,7 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB 12,6 °C / 11,7 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,0 °C			OCCUPIED T-STAT 21,0 °C			
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	13 m <sup>2</sup>	481	-	13 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	22 m <sup>2</sup>	28	-	22 m <sup>2</sup>	84	-
Roof Transmission	86 m <sup>2</sup>	759	-	86 m <sup>2</sup>	257	-
Window Transmission	13 m <sup>2</sup>	16	-	13 m <sup>2</sup>	150	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	20 m <sup>2</sup>	11	-	20 m <sup>2</sup>	147	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	697 W	589	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2700 W	2514	-	0	0	-
People	13	753	781	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	15% / 5%	773	39	20%	128	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>5923</b>	<b>820</b>	-	<b>766</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "Cota19.06-Open space" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> .K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>NW EXPOSURE</b>						
WALL	22	0,446	-	28	-	84
WINDOW 1	13	1,400	0,230	16	481	150
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	86	0,356	-	759	-	257

## System Psychrometrics for VI OPEN SPACE+VC- 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

### August DESIGN COOLING DAY, 1500

**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	25,2	0,01661	110	400	182	1686
Vent - Return Mixing	Outlet	25,2	0,01661	110	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	27,4	0,01661	110	400	275	-
Cold Supply Duct	Outlet	27,4	0,01661	110	400	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01117	110	1069	6342	820
Return Plenum	Outlet	23,8	0,01117	110	1069	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*

*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*

*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 (Cooling)</b>							
Ventilation Air	-	-	-	110	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	24,4	0,01210	642	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	15,2	0,01072	642	0	6799	2506
Heating Coil Inlet	-	15,2	0,01072	642	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	15,2	0,01072	642	0	0	-
Zone Air	-	23,8	0,01117	642	1069	6342	-

## System Psychrometrics for VI OPEN SPACE+VC- 19.06

Project Name: Oceanario Funchal V5  
Prepared by: Acribia Lda

11/13/2020  
09:29

### WINTER DESIGN HEATING

**TABLE 1: SYSTEM DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	12,6	0,00858	110	400	-1037	0
Vent - Return Mixing	Outlet	12,6	0,00858	110	0	-	-
Ventilation Fan	Outlet	14,8	0,00858	110	400	275	-
Cold Supply Duct	Outlet	14,8	0,00858	110	400	0	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	110	400	-584	0
Return Plenum	Outlet	20,8	0,00858	110	400	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1,207; At site altitude = 1,154 W/(L/s-K)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947,6; At site altitude = 2817,2 W/(L/s)*  
*Site Altitude = 380,0 m*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
<b>Zone 1 ( Heating )</b>							
Ventilation Air	-	-	-	110	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	19,7	0,00858	642	0	-	-
Cooling Coil Outlet	-	19,7	0,00858	642	0	0	0
Heating Coil Inlet	-	19,7	0,00858	642	0	-	-
Heating Coil Outlet	-	21,6	0,00858	642	0	1347	-
Zone Air	-	20,8	0,00858	642	400	-584	-

## Monthly Simulation Results for CH agua mar

Oceanario Funchal V5  
Acribia Lda

12/09/2020  
01:32

### Plant Simulation Results (Table 1) :

Month	Cooling Coil Load (kWh)	Plant Cooling Load (kWh)	Chiller Output (kWh)	Chiller Input (kWh)	Primary Water Dist. Pump (kWh)	Secondary Water Dist. Pump (kWh)	Condenser Water Pump (kWh)
January	28134	28482	28482	4297	378	140	0
February	24012	24325	24325	3732	341	127	0
March	29975	30321	30321	4480	376	139	0
April	30406	30742	30742	4503	365	135	0
May	42703	43060	43060	5791	381	141	0
June	49406	49759	49759	6644	367	138	0
July	71899	72320	72320	9960	395	172	0
August	76905	77336	77336	10749	389	181	0
September	73715	74138	74138	10304	384	177	0
October	58869	59252	59252	7983	386	150	0
November	40165	40507	40507	5491	366	136	0
December	29154	29498	29498	4394	373	139	0
<b>Total</b>	<b>555343</b>	<b>559740</b>	<b>559740</b>	<b>78329</b>	<b>4500</b>	<b>1774</b>	<b>0</b>

# Unmet Load Report for CH agua mar

Oceanario Funchal V5  
Acribia Lda

12/09/2020  
01:32

Note: Data shown in this report is for diagnostic purposes only. Values represent total unmet hours for this plant. No deductions are made when unmet hours for this plant coincide with those in another plant or system in the building.

## 1. Unmet Cooling Load Statistics

Month	Equipment Capacity is Sufficient (hrs)	Capacity Insufficient by 0%-5% (hrs)	Capacity Insufficient by 5%-10% (hrs)	Capacity Insufficient by >10% (hrs)	Total Hours with Unmet Loads	Total Hours with Equipment Loads
January	411	0	0	0	0	411
February	371	0	0	0	0	371
March	409	0	0	0	0	409
April	397	0	0	0	0	397
May	414	0	0	0	0	414
June	399	0	0	0	0	399
July	430	0	0	0	0	430
August	423	0	0	0	0	423
September	418	0	0	0	0	418
October	420	0	0	0	0	420
November	398	0	0	0	0	398
December	406	0	0	0	0	406
<b>Total</b>	<b>4896</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4896</b>

## Monthly Simulation Results for CH a ar

Oceanario Funchal V5  
Acribia Lda

12/09/2020  
01:31

### Plant Simulation Results (Table 1) :

Month	Cooling Coil Load (kWh)	Plant Cooling Load (kWh)	Chiller Output (kWh)	Chiller Input (kWh)	Primary Water Dist. Pump (kWh)	Secondary Water Dist. Pump (kWh)
January	28134	28355	28355	5766	299	200
February	24012	24210	24210	4998	270	180
March	29975	30195	30195	6025	297	199
April	30406	30621	30621	6109	288	193
May	42703	42939	42939	7985	301	202
June	49406	49650	49650	9457	290	200
July	71899	72234	72234	15152	312	261
August	76905	77265	77265	16763	307	280
September	73715	74065	74065	16093	304	273
October	58869	59146	59146	11890	305	221
November	40165	40390	40390	7607	289	194
December	29154	29372	29372	5910	295	197
<b>Total</b>	<b>555343</b>	<b>558443</b>	<b>558443</b>	<b>113755</b>	<b>3557</b>	<b>2601</b>

# Unmet Load Report for CH a ar

Oceanario Funchal V5  
Acribia Lda

12/09/2020  
01:31

Note: Data shown in this report is for diagnostic purposes only. Values represent total unmet hours for this plant. No deductions are made when unmet hours for this plant coincide with those in another plant or system in the building.

## 1. Unmet Cooling Load Statistics

Month	Equipment Capacity is Sufficient (hrs)	Capacity Insufficient by 0%-5% (hrs)	Capacity Insufficient by 5%-10% (hrs)	Capacity Insufficient by >10% (hrs)	Total Hours with Unmet Loads	Total Hours with Equipment Loads
January	411	0	0	0	0	411
February	371	0	0	0	0	371
March	409	0	0	0	0	409
April	397	0	0	0	0	397
May	414	0	0	0	0	414
June	399	0	0	0	0	399
July	430	0	0	0	0	430
August	423	0	0	0	0	423
September	418	0	0	0	0	418
October	420	0	0	0	0	420
November	398	0	0	0	0	398
December	406	0	0	0	0	406
<b>Total</b>	<b>4896</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4896</b>

## **ANEXO E**

## **Anexo E.1 – Desenhos de implantação de tubagem**

## **Anexo E.2 – Esquemas de Princípio para a solução com e sem aproveitamento da água do mar**

## **ANEXO F**

## Anexo F.1 – Caracterização das temperaturas exteriores de projeto

Tabela F.1 - Temperaturas Exteriores de Projeto de Verão

Quadro II.A - 1 (cont.)  
 TEMPERATURAS EXTERIORES DE PROJECTO DE VERÃO  
 (PROBABILIDADES ACUMULADAS DE OCORRÊNCIA DE 90, 95, 97.5 e 99%)  
 E AMPLITUDE TÉRMICA DIÁRIA NO MÊS MAIS QUENTE

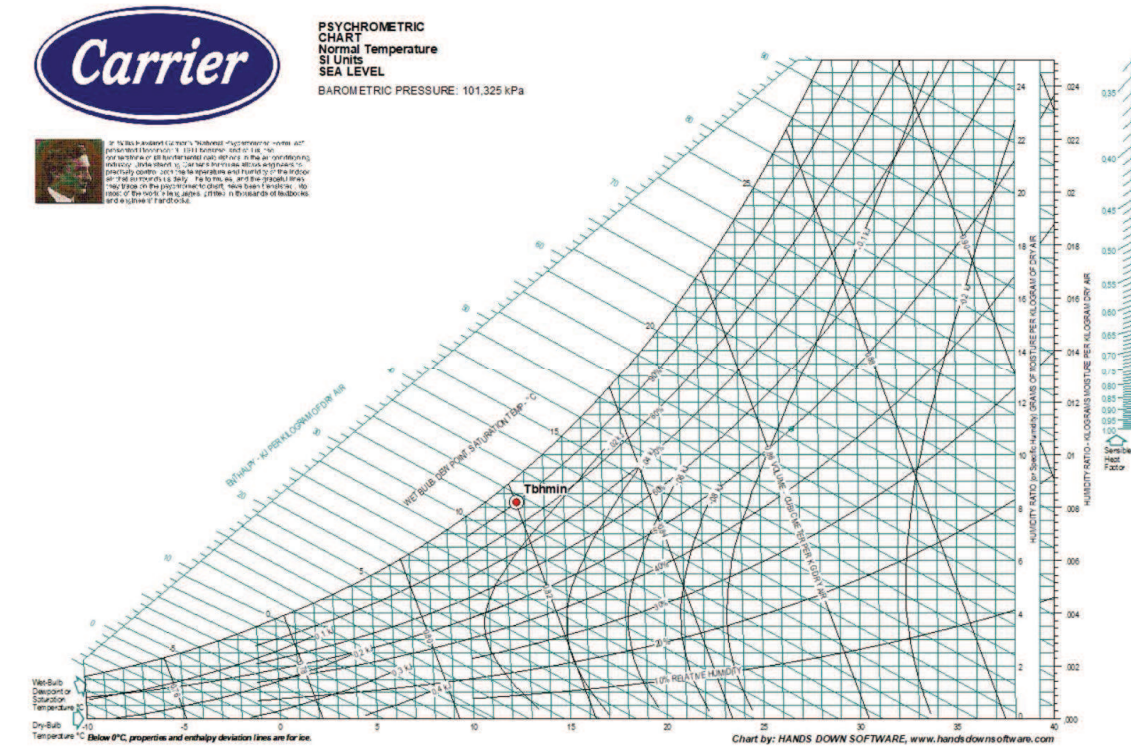
REGIÃO	N.º DE ORDEN	LOCAL	T TERM. SECU				TW TERM. POLHADO COINCIDENTE COM T				TW TERM. POLHADO				AMPLITUDE TÉRMICA DIÁRIA
			99%	97.5%	95%	90%	99%	97.5%	95%	90%	99%	97.5%	95%	90%	
RAIU	85	FUNCHAL/S.C. (MADEIRA)	27.1	26.0	25.0	24.4	20.8	20.8	20.5	20.0	22.5	21.8	21.2	20.4	5.3

Tabela F.2- Temperaturas Exteriores de Projeto de 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 ORDEN	LOCAL	PROB. (%)			
			1.0	2.5	5.0	10.0
RAIU	86	FUNCHAL/S.C. (MADEIRA)	11.8	12.6	13.3	14.0

## Anexo F.2 – Determinação da temperatura de bolbo húmido (Winter Coincident WB)



Current Point	
DB	12,600
RH	90,00000
Air Flow	10
DB	12,600
WB	11,679
RH	90,00
W	8,20
v	0,820
h	33,283
DP	11,000
d	1,2297
vp	9,8464
AW	10,000

Figura F.1 – Determinação das propriedades psicrométricas considerando Temperatura de Bolbo Seco = 12.6°C e Humidade Relativa = 90%

## Anexo F.3 – Determinação do mês de projeto

Na tabela seguinte apresenta-se a tabela com as médias das temperaturas para o período de 1951 a 1980.

Tabela F.3- Normais climatológicas de Funchal, considerando o período de 1951/1980:  
Temperatura média mensal

ESTACAO		FUNCHAL/LOUROS/MADEIRA		MÉDIAS DE 1951/1980						
43° 32' 38" N, 16° 54' 54" W, 9,7954 m/0; NG 0...h; H <sub>0</sub> ... 58...m; H <sub>1</sub> ... 56...m; h <sub>1</sub> - 1,5m; h <sub>2</sub> 10,0m; h <sub>3</sub> 10,0m; h <sub>4</sub> - 1,5m		Temperatura do ar								Mês
Pressão atmosférica P (mB)		T (°C)						T (°C)		
Nº local	Red. no nível do mar	9...h	15...h	21...h	Mensal	Max	Min	Max	Min	
1013,5	1019,9	14,8	18,0	15,2	16,0	19,0	13,0	25,2	7,5	Janeiro
1012,2	1019,0	14,8	17,9	15,1	15,8	18,9	12,7	26,6	7,3	Fevereiro
1011,6	1018,3	15,9	18,3	15,6	16,1	19,2	13,0	33,8	7,7	Março
1011,7	1018,4	16,7	18,7	16,0	16,4	19,5	13,3	27,8	9,3	Abril
1012,6	1019,2	18,2	19,9	17,4	17,7	20,8	14,6	32,1	10,6	Maio
1013,4	1020,1	19,8	21,3	19,2	19,2	22,1	16,4	33,1	12,0	Junho
1013,2	1019,8	21,3	23,2	20,9	21,0	24,0	17,9	38,3	14,7	Julho
1012,1	1018,7	22,3	24,4	21,7	22,1	25,4	18,8	38,5	15,9	Agosto
1012,3	1018,9	22,1	24,3	21,3	22,0	25,4	18,7	35,1	14,9	Setembro
1011,2	1017,8	20,7	23,0	19,9	20,8	24,1	17,6	33,4	13,1	Outubro
1011,8	1018,4	18,0	20,7	17,7	18,6	21,8	15,5	29,5	10,6	Novembro
1013,7	1020,4	15,6	18,8	15,8	16,8	19,9	13,6	26,5	8,0	Dezembro
1012,4	1019,1	18,4	20,7	18,0	18,6	21,7	15,4	38,5	7,3	Ano

Na tabela seguinte apresentam-se os valores médios mensais da humidade relativa do ar às 9 h, 15h e às 21 h.

Tabela F.4 - Normais climatológicas de Funchal considerando o período de 1951/1980:  
Humidade Relativa do Ar

Humidade relativa do ar U (%)			Nebulosidade N (0-10)			Insolação I		Precipitação R (mm)		Evaporação (mm)	Mês
9...h	15...h	21...h	9...h	15...h	21...h	Total (h)	Percent. (%)	Total	Max (diária)		
75	67	75	6	7	6	148,1	47	115,7	97,6	97,0	Janeiro
73	65	73	6	7	6	152,8	49	95,0	90,6	96,2	Fevereiro
70	65	73	6	7	6	192,1	52	67,4	48,4	108,4	Março
68	64	73	5	7	6	197,2	51	39,2	42,0	103,9	Abril
70	67	75	5	6	5	214,1	50	16,5	71,4	92,4	Maio
73	70	77	5	7	6	182,7	43	10,5	57,8	86,1	Junho
74	70	78	4	5	5	240,5	55	3,0	29,2	92,7	Julho
72	68	78	3	5	5	249,4	60	3,7	14,5	104,2	Agosto
71	67	76	4	6	4	217,6	58	19,6	72,6	105,1	Setembro
72	60	74	5	7	5	192,2	55	73,2	115,6	114,7	Outubro
72	64	73	6	7	5	155,5	50	103,4	131,2	110,5	Novembro
73	64	73	6	7	5	151,4	49	91,7	55,7	107,4	Dezembro
72	66	75	5	6	5	2293,6	52	638,9	131,2	1218,6	Ano

Tabela F.5 - Temperaturas médias máximas e mínimas

	9h00			21h00				T <sub>BS</sub> média máxima [°C]	T <sub>BS</sub> mínima [°C]	T <sub>BH</sub> máxima [°C]	T <sub>BH</sub> mínima [°C]
	T <sub>BS</sub> [°C]	HR [%]	$\omega$ [g <sub>vapor</sub> /Kg <sub>ar seco</sub> ]	T <sub>BS</sub> [°C]	HR [%]	$\omega$ [g <sub>vapor</sub> /Kg <sub>ar seco</sub> ]	$\omega$ máxima [g <sub>vapor</sub> /Kg <sub>ar seco</sub> ]				
Janeiro	14,8	75,0	7,9	15,2	75,0	8,1	8,1	19,0	13,0	16,5	10,9
Fevereiro	14,8	73,0	7,7	15,1	73,0	7,8	7,8	18,9	12,7	16,4	10,6
Março	15,9	70,0	7,9	15,6	73,0	8,1	8,1	19,2	13,0	16,9	10,9
Abril	16,7	68,0	8,1	16,0	73,0	8,3	8,3	19,5	13,3	17,0	11,2
Maiο	18,2	70,0	9,2	17,4	75,0	9,3	9,3	20,8	14,6	18,2	12,4
Junho	19,8	73,0	10,6	19,2	77,0	10,7	10,7	22,1	16,4	19,4	14,1
Julho	21,3	74,0	11,8	20,9	78,0	12,1	12,1	24,0	17,9	21,2	15,5
Agosto								25,4	18,8	22,5	16,3
Setembro	22,1	71,0	11,9	21,3	76,0	12,1	12,1	25,4	18,7	22,5	16,2
Outubro	20,7	72,0	11,0	19,9	74,0	10,8	11,0	24,1	17,6	21,3	15,2
Novembro	18,0	72,0	9,3	17,7	73,0	9,3	9,3	21,8	15,5	19,1	13,2
Dezembro	15,6	73,0	8,1	15,8	73,0	8,2	8,2	19,9	13,6	17,3	11,5

## Anexo F.4 – Radiação solar no plano horizontal – HAP (Design Weather Parameters & MSHGs)

Tabela F.6 - Radiação plano horizontal retirado do HAP

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Horas	Horizontal [W/m2]											
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	4,8	0	7,8	13,9	0,9	0	0	0	0	0
8:00	6,5	50,3	167,4	87,6	165	175,1	134	79,4	28,8	1,5	47,8	7,4
9:00	145,1	256,4	417,7	319	401	405,4	362	301,6	223,6	141,6	226,6	137,9
10:00	345,4	481	634,5	557	620	619	583	534,8	463,3	368	417	321,9
11:00	507,7	648,7	792,1	749	799	794,8	765	725,3	658,6	562,9	551,7	468
12:00	602,4	748,1	884,5	890	927	922,6	899	865,6	795,7	694,2	616,8	547,4
13:00	625,2	775,2	903,8	965	992	988,5	973	942,9	867,3	756,6	610	555,3
14:00	575,4	727,9	848,5	972	996	996,6	985	954	866,9	746,5	531,5	491,4
15:00	454,5	609,5	723,2	912	940	949,3	941	899,7	794,7	664,5	384,5	358,8
16:00	271,6	423,9	536,4	784	820	839,5	833	779,7	657	515	188,6	177,9
17:00	79	192,3	295,5	602	647	676,5	671	605,3	461,1	305,3	25,6	25,4
18:00	0	17	67,4	372	433	473,9	467	385,1	221,2	87,5	0	0
19:00	0	0	0	130	195	242,7	234	146,9	27,6	0	0	0
20:00	0	0	0	0	20	49,3	41,8	1,4	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Anexo F.5 – Cálculo do coeficiente multiplicativo (%)

Tabela F.7 – Cálculo do coeficiente multiplicativo

Radiação Solar [kW/m<sup>2</sup>]

Horas	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
7:00	0	0	0,005	0	0,008	0,014	0,001	0	0	0	0	0
8:00	0,007	0,050	0,167	0,088	0,165	0,175	0,134	0,079	0,029	0,002	0,048	0,007
9:00	0,145	0,256	0,418	0,319	0,401	0,405	0,362	0,302	0,224	0,142	0,227	0,138
10:00	0,345	0,481	0,635	0,557	0,620	0,619	0,583	0,535	0,463	0,368	0,417	0,322
11:00	0,508	0,649	0,792	0,749	0,799	0,795	0,765	0,725	0,659	0,563	0,552	0,468
12:00	0,602	0,748	0,885	0,890	0,927	0,923	0,899	0,866	0,796	0,694	0,617	0,547
13:00	0,625	0,775	0,904	0,965	0,992	0,989	0,973	0,943	0,867	0,757	0,610	0,555
14:00	0,575	0,728	0,849	0,972	0,996	0,997	0,985	0,954	0,867	0,747	0,532	0,491
15:00	0,455	0,610	0,723	0,912	0,940	0,949	0,941	0,900	0,795	0,665	0,385	0,359
16:00	0,272	0,424	0,536	0,784	0,820	0,840	0,833	0,780	0,657	0,515	0,189	0,178
17:00	0,079	0,192	0,296	0,602	0,647	0,677	0,671	0,605	0,461	0,305	0,026	0,025
18:00	0	0,017	0,0674	0,372	0,433	0,474	0,467	0,385	0,221	0,088	0	0
19:00	0	0	0	0,130	0,195	0,243	0,234	0,147	0,028	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0,020	0,049	0,042	0,001	0	0	0	0
Total diário [kW/m <sup>2</sup> ]	3,6128	4,9303	6,2758	7,3388	7,961	8,147	7,890	7,222	6,0658	4,8436	3,6001	3,0914
Dias do mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Total mensal [kW/m <sup>2</sup> mensal]	111,997	138,048	194,550	220,164	246,791	244,413	244,584	223,873	181,974	150,152	108,003	95,833

Valor do mapa de radiação solar [kW/m <sup>2</sup> mensal]	88,200	95,700	143,900	140,500	176,400	168,000	174,000	170,400	151,300	114,400	86,000	76,900
Coefic. multiplicativo	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

## **Anexo G**

## Anexo G.1 – Caracterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica das paredes exteriores

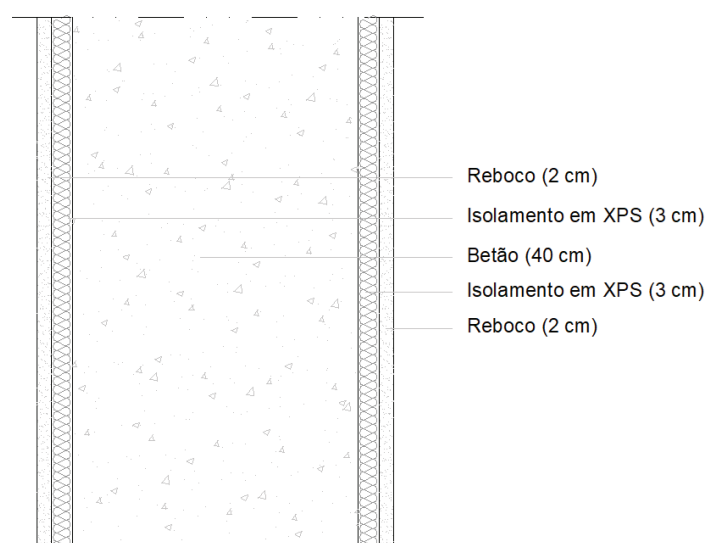


Figura G.1 - Pormenor construtivo da parede exterior tipo II

Na Tabela G.1 apresentam-se os elementos constituintes da parede exterior tipo II, bem como os valores dos parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede.

Tabela G.1- Coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo II

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Betão	0,4	2,0	0,20
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,50</b>	-	<b>1,85</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,04
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,17</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>2,02</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,49</b>

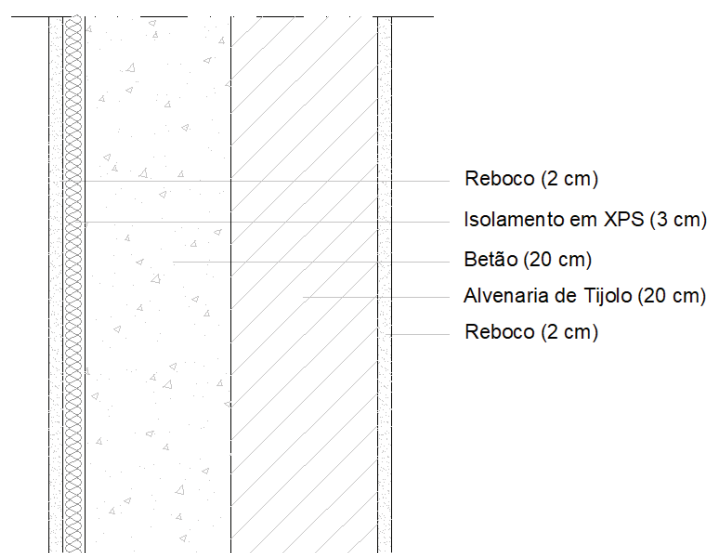


Figura G.2 - Pormenor construtivo da parede exterior tipo III

Na Tabela G.2 apresentam-se os elementos constituintes da parede exterior tipo III, bem como os valores dos parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede.

Tabela G.2- Coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo III

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Betão	0,2	2,0	0,10
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,47</b>	-	<b>1,46</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,04
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,17</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,63</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,61</b>

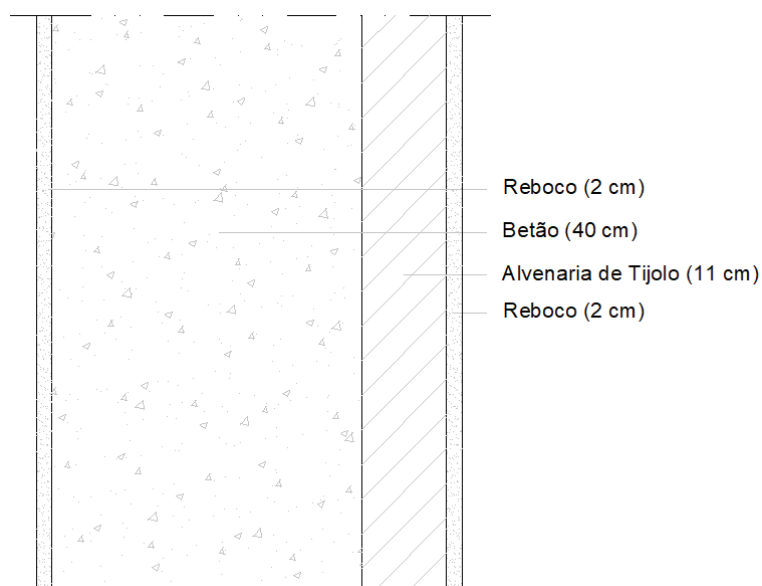


Figura G.3 - Pormenor construtivo da parede exterior tipo IV

Na Tabela G.3 apresentam-se os elementos constituintes da parede exterior tipo IV, bem como os valores dos parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede.

Tabela G.3- Coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo IV

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m. $^{\circ}$ C]	R [m <sup>2</sup> . $^{\circ}$ C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Betão	0,4	2,0	0,20
Tijolo 11	0,11	-	0,27
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,55</b>	-	<b>0,50</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,04
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,17</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.<math>^{\circ}</math>C/W]</b>			<b>0,67</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.<math>^{\circ}</math>C]</b>			<b>1,49</b>

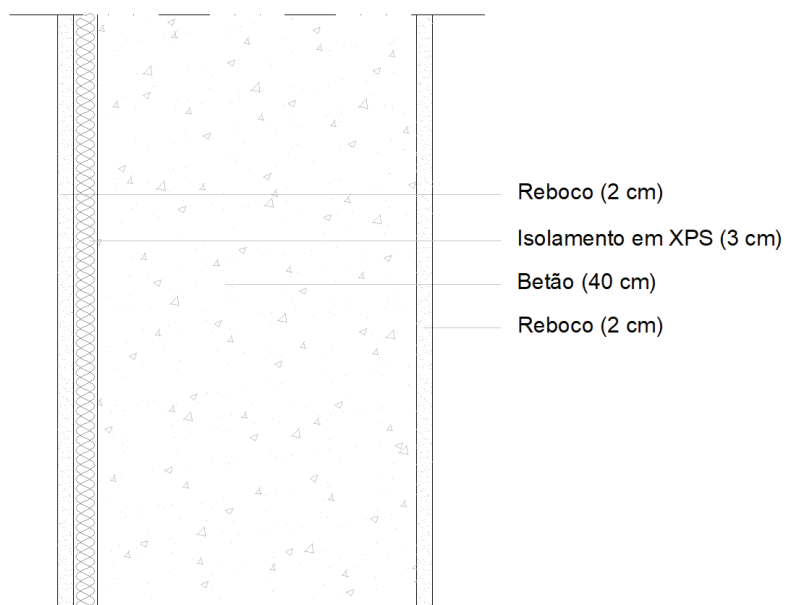


Figura G.4 - Pormenor construtivo da parede exterior tipo V

Na Tabela G.4 apresentam-se os elementos constituintes da parede exterior tipo V, bem como os valores dos parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede.

Tabela G.4- Coeficiente global de transmissão térmica da parede exterior tipo V

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Betão	0,4	2,0	0,20
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,47</b>	-	<b>1,04</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,04
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,17</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,21</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,83</b>

## Anexo G.2 – Caracterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica das coberturas

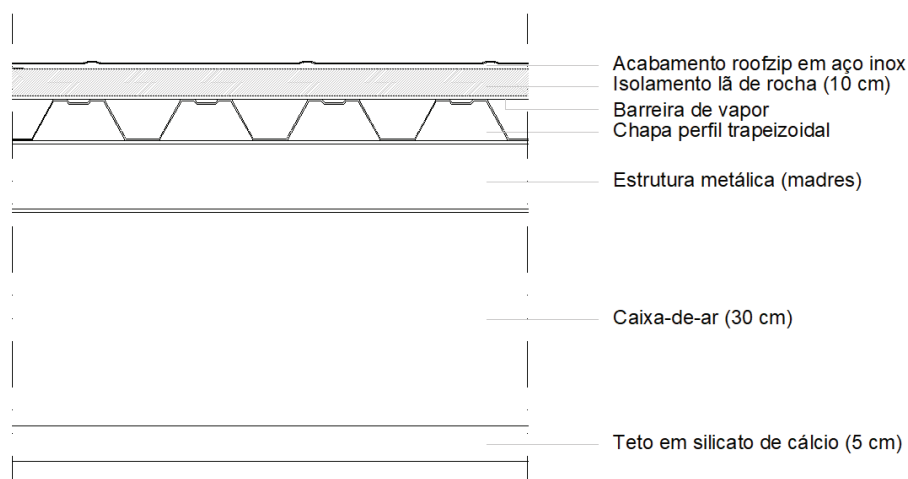


Figura G.5 – Pormenor construtivo da Cobertura tipo II (sistemas suporte vida)

Na Tabela G.5 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da cobertura exterior tipo I, sendo apresentado quais os elementos construtivos que constituem a parede, indicando para cada material a espessura, o valor da condutibilidade térmica e/ou a resistência térmica.

Tabela G.5- Coeficiente global de transmissão térmica da cobertura tipo II

<b>Elementos</b>	<b>e [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W/m.°C]</b>	<b><math>R_j</math> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>
Acabamento roofzip em aço inox	0,0005	17	0,00
Isolamento lã rocha	0,1	0,042	2,38
Barreira de vapor de polietileno de baixa densidade	0,005	0,33	0,02
Chapa perfil trapezoidal	0,0005	17	0,00
Caixa-de-ar	0,3	-	0,18
Teto falso em silicato de cálcio	0,05	0,045	1,11
<b>TOTAL</b>	<b>0,456</b>	-	<b>3,69</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,04
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,10
<b>TOTAL</b>			<b>0,14</b>
<b>Resistência Térmica Total - <math>R_{total}</math> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>3,83</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,26</b>

## Anexo G.3 – Caraterísticas do vidro exterior

	<b>FACTORES LUMINOSOS</b>	EN410 (2011-04)		<b>FACTORES ENERGÉTICOS</b>	EN410 (2011-04)
	Transmissão Luminosa (TL)	70%		Transmissão Directa (TE)	34%
	Reflexão Exterior (RLe)	14%		Reflexão Exterior (Ree)	35%
	Reflexão Interior (RLi)	15%		Reflexão Interior (REi)	33%
	<b>TRANSMISSÃO TÉRMICA</b>	EN673-2011		Absorção A1(AE1)	28%
	Ug	1.3 W/(m <sup>2</sup> .K)		Absorção A2	3%
	0° em Relação à Vertical			<b>FACTOR SOLAR</b>	EN410 (2011-04)
	<b>DIMENSÕES DE FABRICO</b>			Factor Solar (g)	38%
	Espessura Nominal	30.38 mm		Coef. Sombreamento	0.43
	Peso	35 kg/m <sup>2</sup>		<b>RENDIMENTO DE COR</b>	
	<b>ACÚSTICA</b>	EN 12758		Ra Transmissão Luminosa	94
	Rw(C;Ctr)	41.0000 (-3; -7) dB		Ra Reflexão Exterior	92
	<b>FATOR UV</b>	EN410 (2011-04)		<b>ANTI-INTRUSÃO</b>	EN356
	TUV	2%		Resistência ao Ataque Manual	NPD
	<b>CLASSE DE SEGURANÇA</b>	EN 12600			
	Resistência ao Ensaio do Pêndulo NPD/2B2				

Figura G.6 – Caraterísticas do vidro exterior

## Anexo G.4 – Caracterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica das paredes interiores

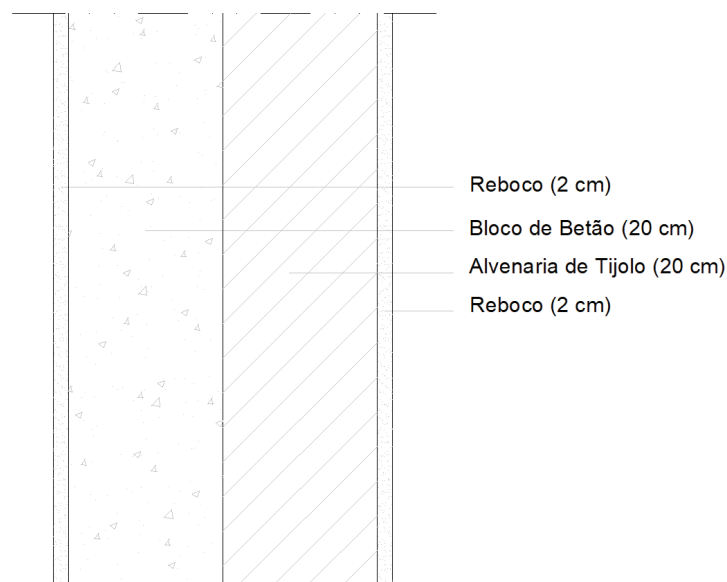


Figura G.7 – Pormenor construtivo da parede interior tipo II (elevador)

Na Tabela G.6 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo II, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.6- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo II

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,03	1,3	0,02
Blocos de betão	0,2	2,0	0,30
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,45</b>	-	<b>0,86</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,12</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,89</b>

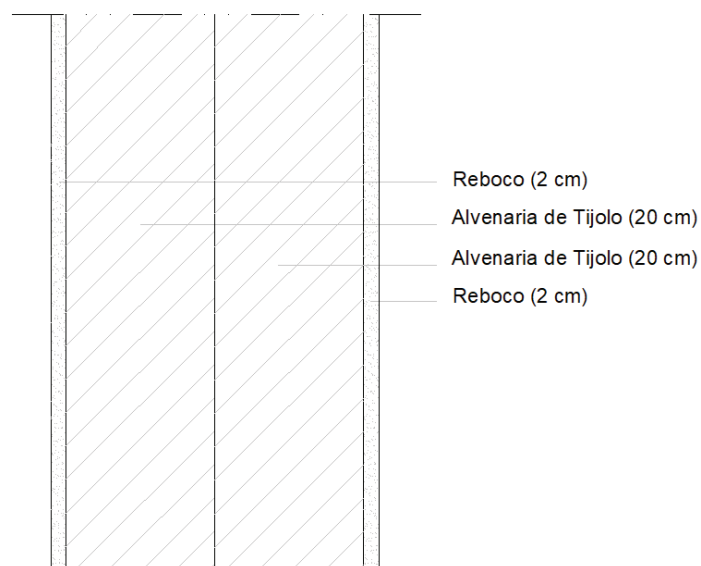


Figura G.8 – Pormenor construtivo da parede interior tipo III (escadas)

Na Tabela G.7 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo III, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.7- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo III

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,05	1,3	0,04
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,47</b>	-	<b>1,09</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,35</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,74</b>

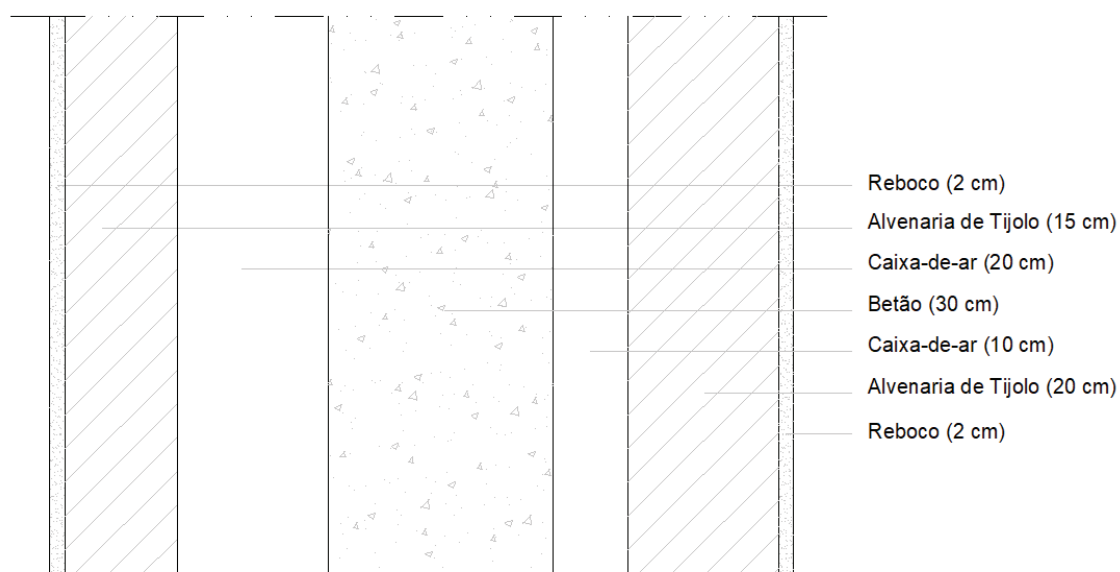


Figura G.9 – Pormenor construtivo da parede interior tipo IV (estacionamento cota 4.1)

Na Tabela G.8 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo IV, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.8- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo IV

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,05	1,3	0,04
Tijolo 15	0,15	-	0,39
Caixa-de-ar	0,2	-	0,18
Betão	0,3	2,0	0,15
Caixa-de-ar	0,1	-	0,15
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>1,02</b>	-	<b>1,44</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,70</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,59</b>

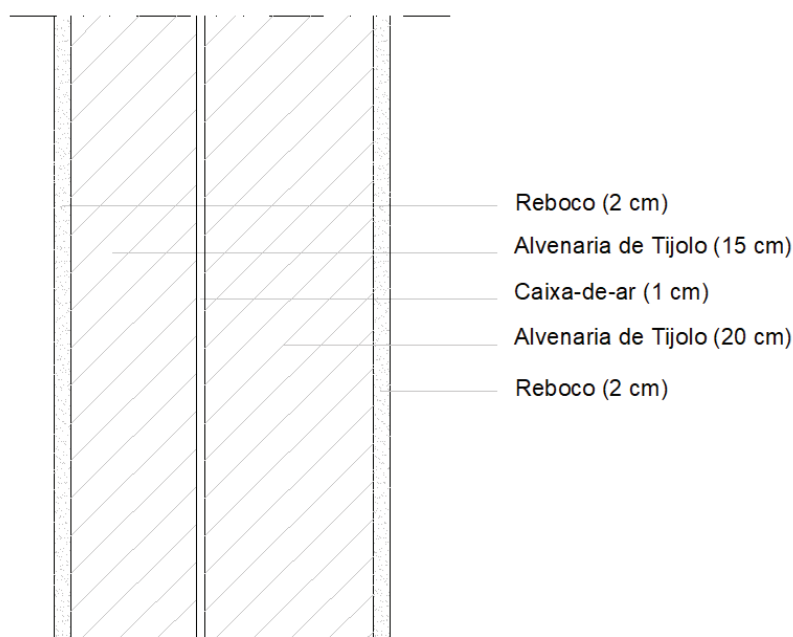


Figura G.10 – Pormenor construtivo da parede interior tipo V (circulação)

Na

Tabela G.9 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo V, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.9- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo V

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 15	0,15	-	0,39
Caixa-de-ar	0,01	-	0,15
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,40</b>	-	<b>1,09</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,35</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,74</b>

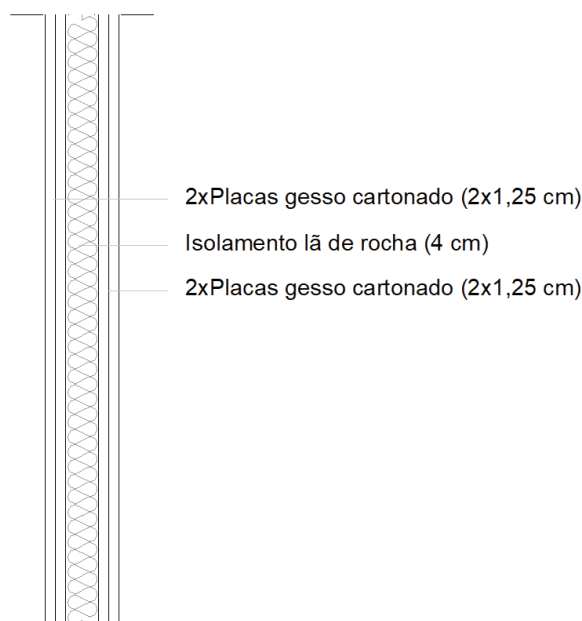


Figura E.11 – Pormenor construtivo da parede interior tipo VI (circulação)

Na Tabela G.10 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo VI, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.10- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo VI

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Gesso cartonado	0,0125	0,25	0,05
Gesso cartonado	0,0125	0,25	0,05
Lã de rocha	0,04	0,04	1,00
Gesso cartonado	0,0125	0,25	0,05
Gesso cartonado	0,0125	0,25	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>0,09</b>	-	<b>1,21</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,47</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,68</b>

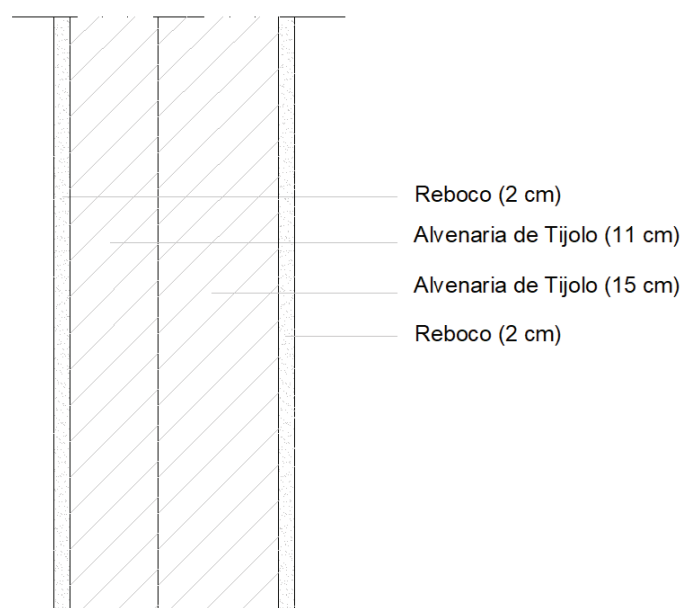


Figura G.12 – Pormenor construtivo da parede interior tipo VII (circulação)

Na Tabela G.11 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo VII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.11- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo VII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 11	0,11	-	0,27
Tijolo 15	0,15	-	0,39
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,30</b>	-	<b>0,69</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,95</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,05</b>

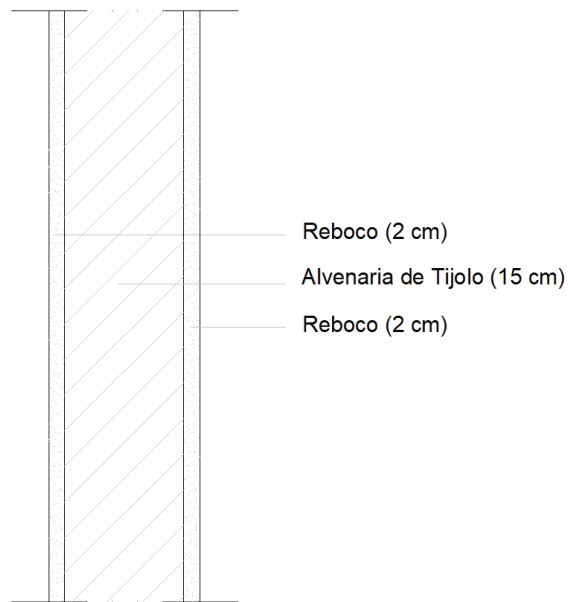


Figura G.13 – Pormenor construtivo da parede interior tipo VII (circulação)

Na Tabela G.12 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo VIII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.12- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo VIII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 15	0,15	-	0,39
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,19</b>	-	<b>0,42</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,68</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,47</b>

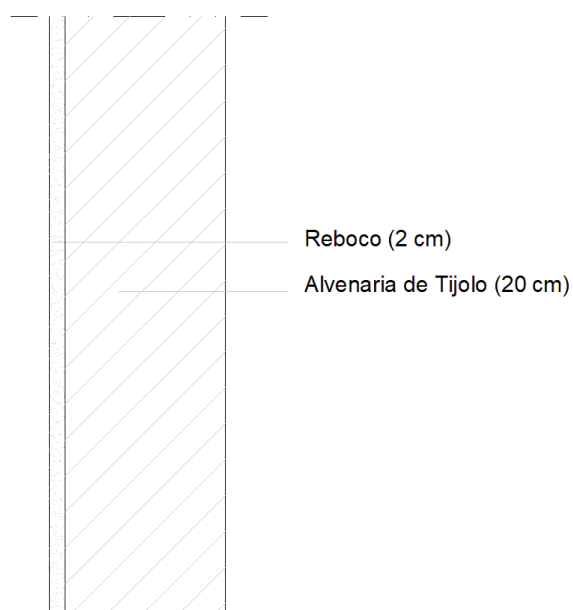


Figura G.14 – Pormenor construtivo da parede interior tipo IX (reservatório de água)

Na Tabela G.13 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo IX, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.13- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo IX

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 20	0,2	-	0,52
<b>TOTAL</b>	<b>0,22</b>	-	<b>0,54</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,80</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,26</b>

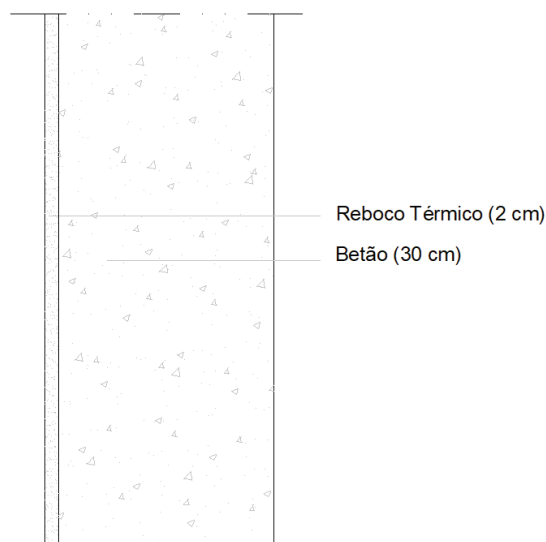


Figura G.15 – Pormenor construtivo da parede interior tipo X (área técnica AVAC)

Na Tabela G.14 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo X, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.14- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo X

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco Térmico	0,02	0,042	0,48
Betão	0,3	2,0	0,15
<b>TOTAL</b>	<b>0,32</b>	-	<b>0,63</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,89</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,13</b>

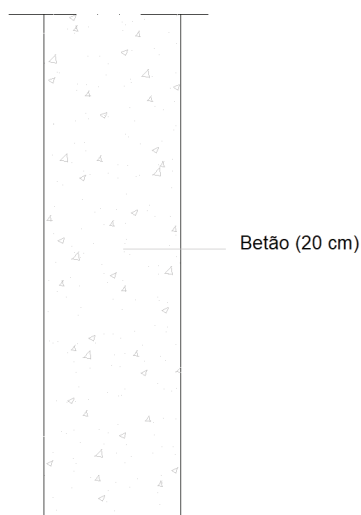


Figura G.16 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XI (nível de água)

Na Tabela G.15 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XI, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.15- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XI

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Betão	0,2	2,0	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>0,20</b>	-	<b>0,10</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,36</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>2,78</b>

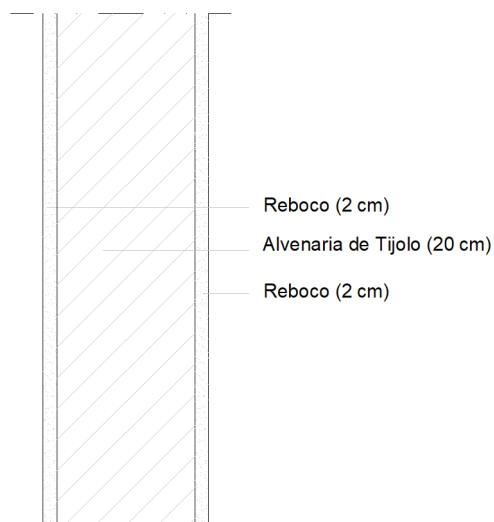


Figura G.17 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XII (circulação)

Na Tabela G.16 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.16- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,24</b>	-	<b>0,55</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,81</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,23</b>

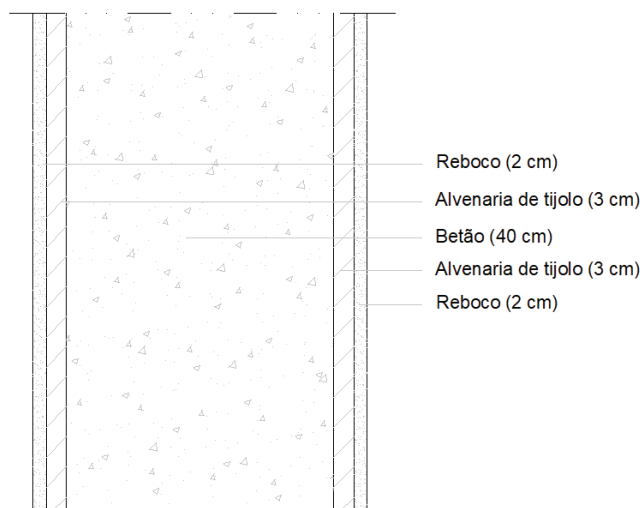


Figura G.18 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XIII (*courette*)

Na Tabela G.17 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.17- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XIII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 3	0,03	-	0,07
Betão	0,4	2,0	0,20
Tijolo 3	0,03	-	0,07
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,50</b>	-	<b>0,37</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,63</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,59</b>



Figura G.19 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XIV (circulação)

Na Tabela G.18 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XIV, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.18- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XIV

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Caixa-de-ar	0,2	-	0,18
Tijolo 15	0,15	-	0,39
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,59</b>	-	<b>1,12</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,38</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,73</b>



Figura G.20 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XV (circulação)

Na Tabela G.19 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XV, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.19- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XV

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 11	0,11	-	0,27
Betão	0,4	2,0	0,20
Tijolo 11	0,11	-	0,27
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,66</b>	-	<b>0,77</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,03</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,97</b>

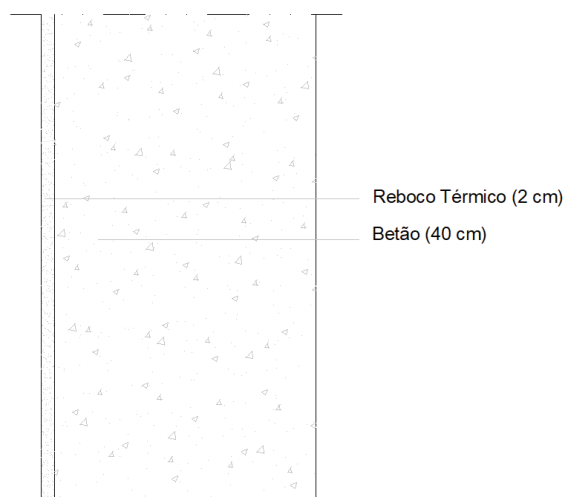


Figura G.21 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XVI (escadas/áreas técnicas)

Na Tabela G.20 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XVI, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.20- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XVI

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco Térmico	0,02	0,042	0,48
Betão	0,4	2,0	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>0,42</b>	-	<b>0,68</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,94</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,07</b>

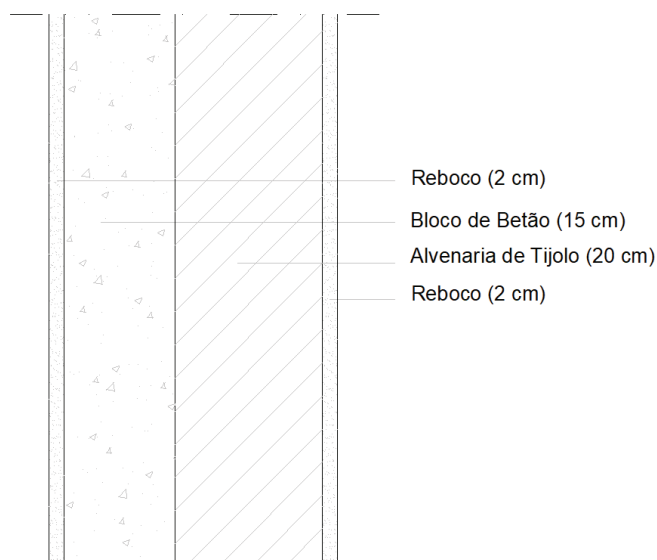


Figura G.22 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XVII (circulação)

Na Tabela G.21 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XVII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.21- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XVII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Betão	0,15	2,0	0,08
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,39</b>	-	<b>0,63</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,89</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,13</b>

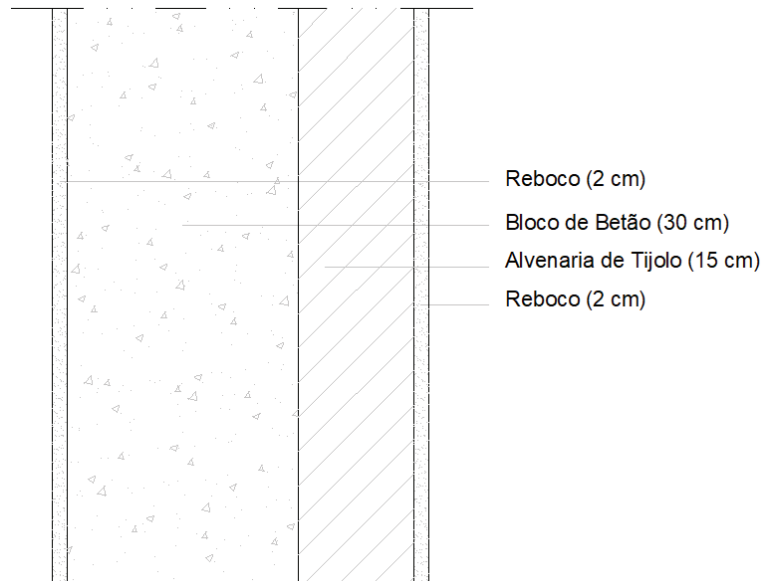


Figura G.23 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XVIII (elevador)

Na Tabela G.22 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XVIII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.22- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XVIII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Betão	0,3	2,0	0,15
Tijolo 15	0,15	-	0,39
Reboco	0,02	1,3	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>0,49</b>	-	<b>0,57</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,83</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,20</b>

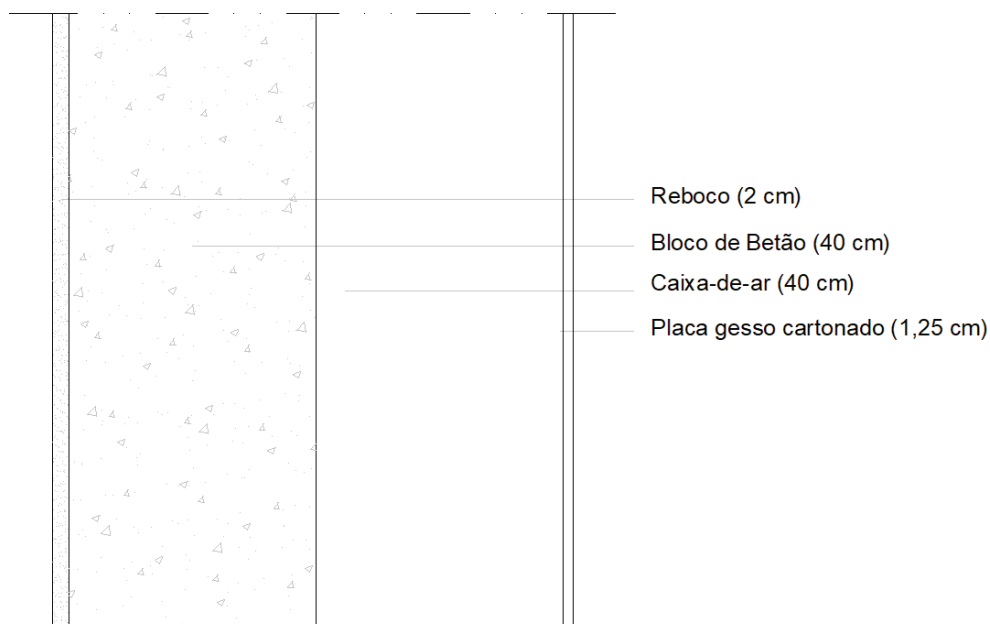


Figura G.24 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XIX (circulação)

Na Tabela G.23 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XIX, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.23- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XIX

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Betão	0,4	2,0	0,20
Caixa-de-ar	0,4	-	0,18
Gesso cartonado	0,013	0,25	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>0,83</b>	-	<b>0,45</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>0,71</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>1,41</b>

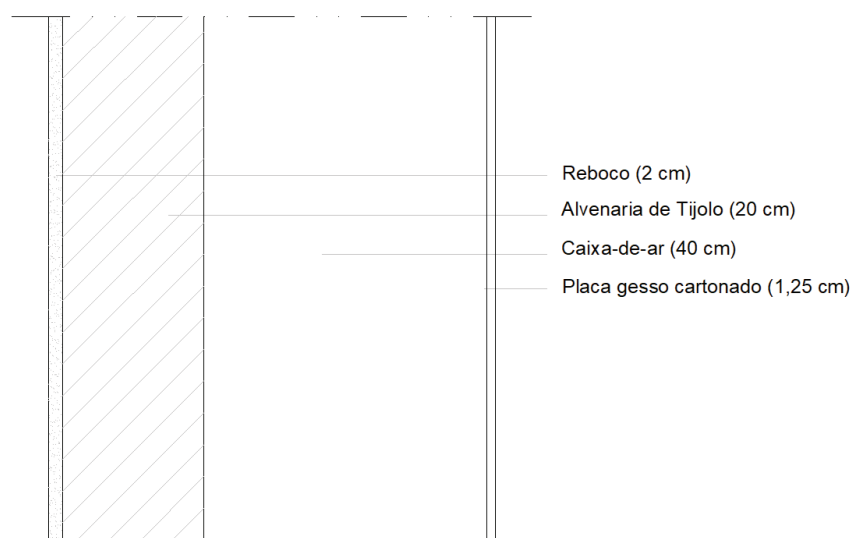


Figura G.25 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XX (Instalação sanitária)

Na Tabela G.24 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XX, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.24- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XX

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Caixa-de-ar	0,4	-	0,18
Gesso cartonado	0,013	0,25	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>0,63</b>	-	<b>0,77</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,03</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,97</b>

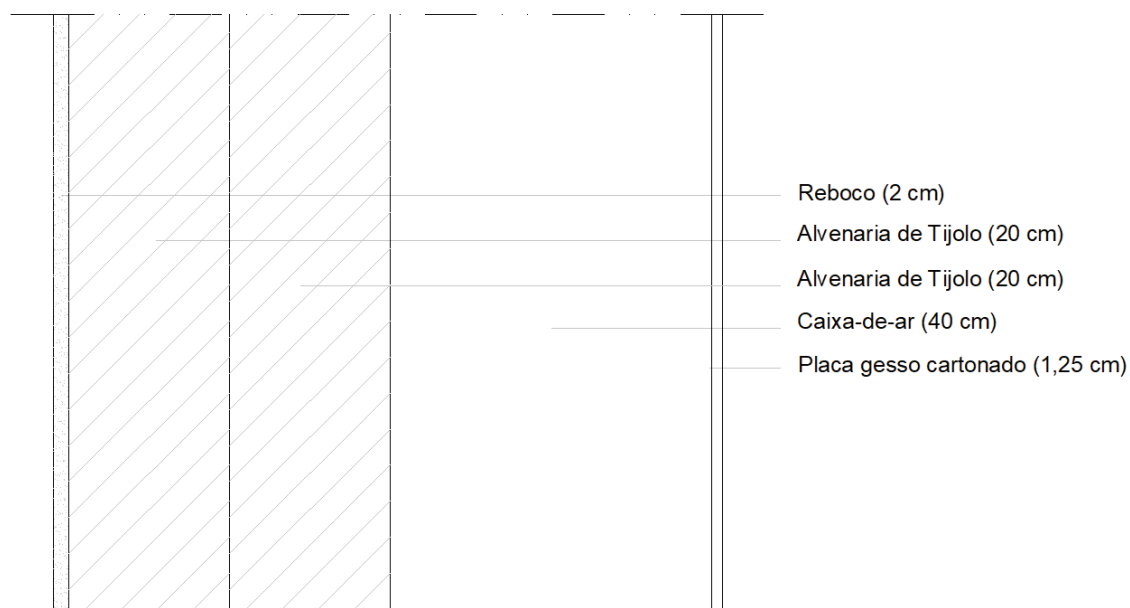


Figura G.26 – Pormenor construtivo da parede interior tipo XXI (Circulação)

Na Tabela G.25 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XXI, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.25- Coeficiente global de transmissão térmica da parede interior tipo XXI

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Reboco	0,02	1,3	0,02
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Tijolo 20	0,2	-	0,52
Caixa-de-ar	0,4	-	0,18
Gesso cartonado	0,013	0,25	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>0,83</b>	-	<b>1,29</b>
Resistências térmicas superficiais exteriores (Rse)			0,13
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,13
<b>TOTAL</b>			<b>0,26</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,55</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,65</b>

## Anexo G.5 – Caracterização e cálculo do coeficiente de transmissão térmica dos pavimentos interiores

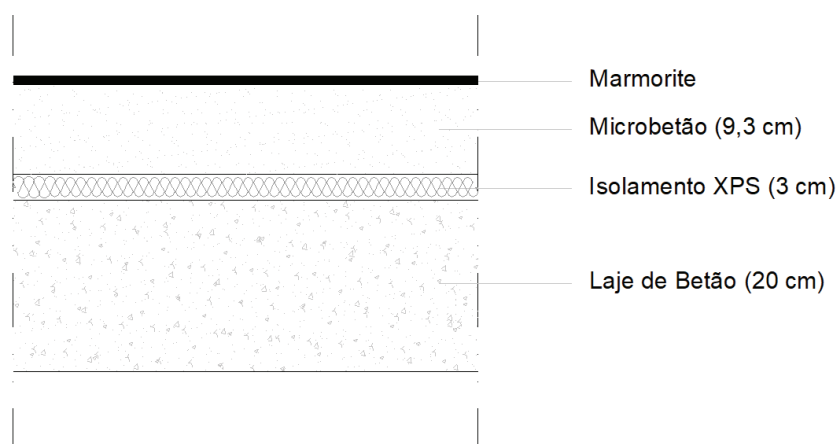


Figura G.27 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo II (cota 9.37-lobby, *aquarium store e coffee shop*)

Na Tabela G.26 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo II, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.26- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo II

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Marmorite	0,007	3,5	0,00
Microbetão	0,093	1,65	0,06
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Laje betão	0,2	2	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>0,33</b>	-	<b>0,97</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,31</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,76</b>

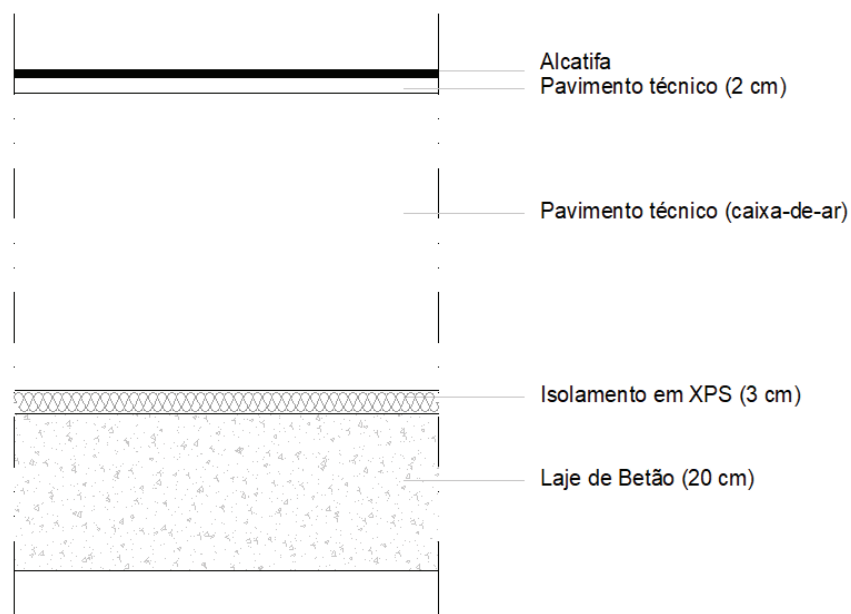


Figura G. 28 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo III (cota 9.37-event space e temporary exhibition)

Na Tabela G.27 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo III, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.27- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo III

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Alcatifa	0,01	0,06	0,17
Pavimento tecnico	0,01	0,18	0,06
Pavimento tecnico caixa-ar	0,38	-	0,18
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Laje betão	0,2	2	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>0,63</b>	-	<b>1,31</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,65</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,60</b>

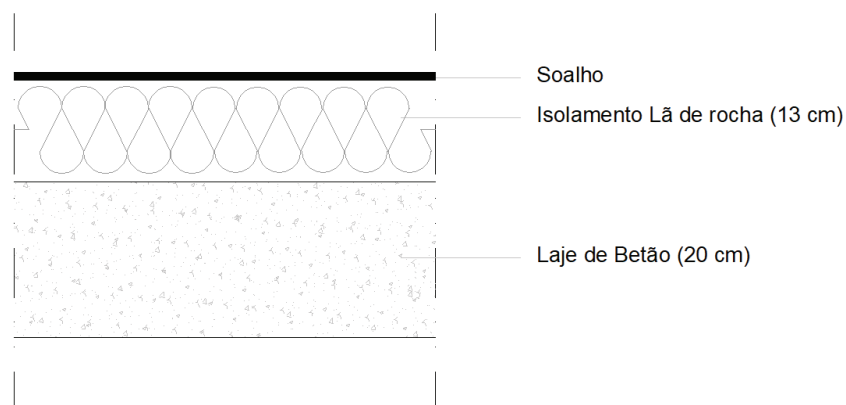


Figura G.29 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo IV (cota 13.62 - *classroom*)

Na Tabela G.28 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo IV, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.28- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo IV

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Soalho	0,02	0,23	0,09
Lã de rocha	0,13	0,04	3,25
Laje betão	0,2	2	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>0,35</b>	-	<b>3,44</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>3,78</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,26</b>

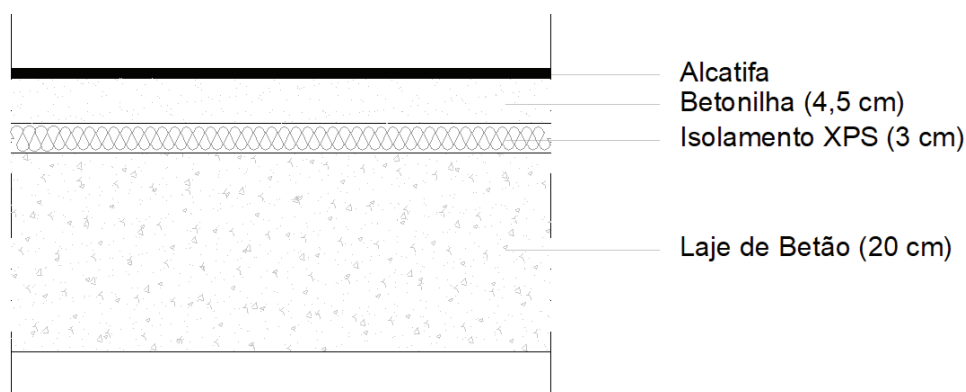


Figura G.30 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo V (cota 13.62-Dive-theather, *open ocean e canary current*)

Na Tabela G.29 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo V, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.29- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo V

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Alcatifa	0,01	0,06	0,17
Betonilha	0,045	1,3	0,03
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Laje betão	0,2	2	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>0,29</b>	-	<b>1,11</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,45</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,69</b>

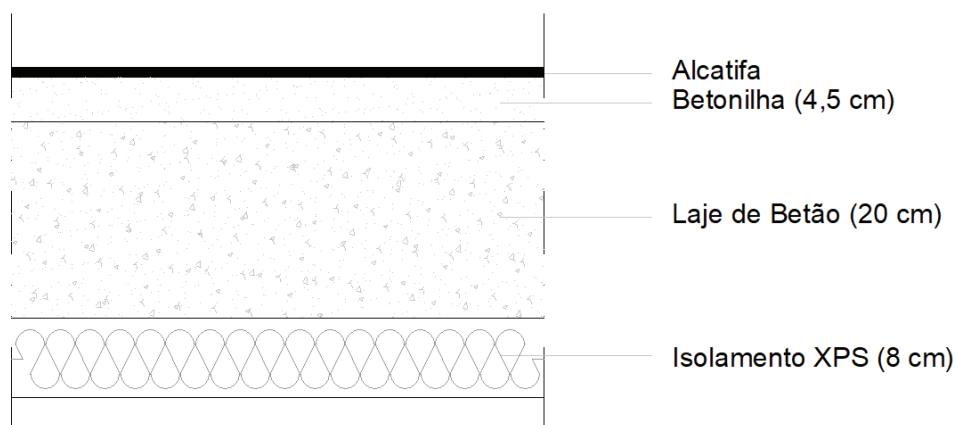


Figura G.31 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo VI (cota 13.62-Mid ATL e the coast)

Na Tabela G.30 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo VI, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.30- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo VI

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m. $^{\circ}$ C]	R [m <sup>2</sup> . $^{\circ}$ C/W]
Alcatifa	0,01	0,06	0,17
Betonilha	0,045	1,3	0,03
Laje betão	0,2	2	0,10
Isolamento em XPS	0,08	0,037	2,16
<b>TOTAL</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>	<b>2,46</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.<math>^{\circ}</math>C/W]</b>			<b>2,80</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.<math>^{\circ}</math>C]</b>			<b>0,36</b>

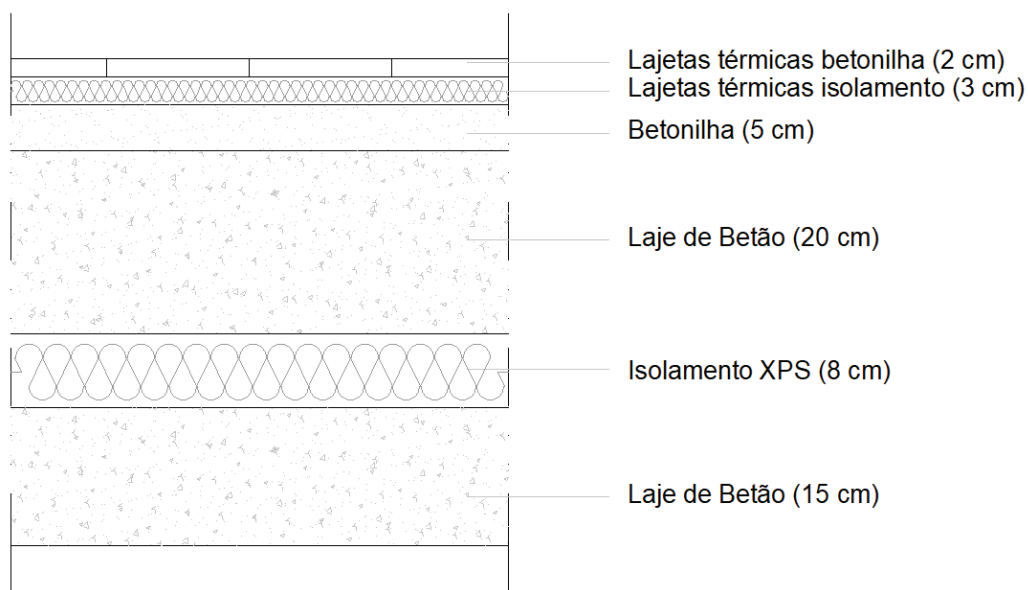


Figura G.32 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo VII (cota 13.62-Florest)

Na Tabela G.31 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo VII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.31- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo VII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Lajeta-betonilha	0,02	1,3	0,02
Lajeta- isolamento	0,03	0,037	0,81
Betonilha	0,05	1,3	0,04
Laje betão	0,2	2	0,10
Isolamento em XPS	0,08	0,037	2,16
Laje betão	0,15	2	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>0,53</b>	-	<b>3,20</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>3,54</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,28</b>

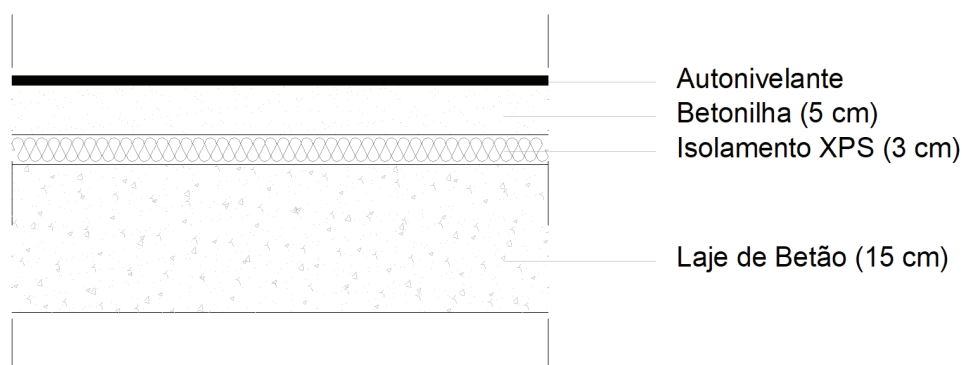


Figura G.33 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo VIII (cota 13.62 e 16.85- Sistema suporte de vida)

Na Tabela G.32 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo VIII, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.32- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo VIII

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Autonivelante	0,003	0,8	0,00
Betonilha	0,05	1,3	0,04
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Laje betão	0,15	2	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>0,23</b>	-	<b>0,93</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (R <sub>si</sub> )			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,27</b>
<b>Coeficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,79</b>

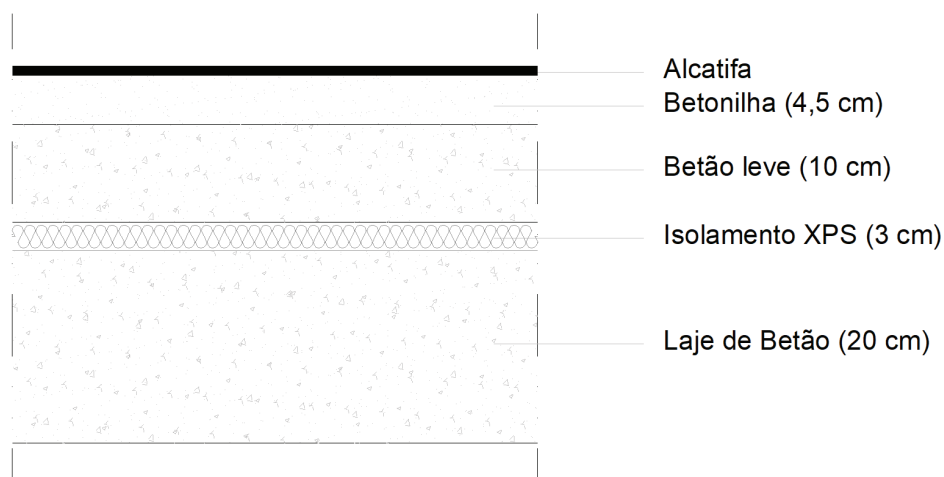


Figura G. 34 – Pormenor construtivo do pavimento interior tipo IX (16.85-Receção, gabinete diretor, *open-space*, *conference room* e *florest*)

Na Tabela G.33 apresentam-se os parâmetros que permitiram a determinação do coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo IX, sendo apresentada a espessura de cada um dos elementos constituintes.

Tabela G.33- Coeficiente global de transmissão térmica do pavimento interior tipo IX

Elementos	e [m]	$\lambda$ [W/m.°C]	R [m <sup>2</sup> .°C/W]
Alcatifa	0,01	0,06	0,17
Betonilha	0,045	1,33	0,03
Betão leve	0,1	1,65	0,06
Isolamento XPS	0,03	0,037	0,81
Laje betão	0,2	2	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>0,39</b>	-	<b>1,17</b>
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
Resistências térmicas superficiais interiores (Rsi)			0,17
<b>TOTAL</b>			<b>0,34</b>
<b>Resistência Térmica Total - R<sub>total</sub> [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			<b>1,51</b>
<b>Coefficiente Transmissão Térmica - U [W/m<sup>2</sup>.°C]</b>			<b>0,66</b>

## **ANEXO H**

# Anexo H.1 – Densidade de equipamentos

Tabela H.1 – Valores de densidade de equipamentos segundo a ASHRAE Handbook Fundamentals [26]

Table 11. Recommended Load Factors for Various Types of Offices

Load Density of Office	Load Factor, W/m <sup>2</sup>	Description
Light	5.4	Assumes 15.5 m <sup>2</sup> /workstation (6.5 workstations per 100 m <sup>2</sup> ) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer, monitor, and fax diversity 0.67, printer diversity 0.33.
Medium	10.8	Assumes 11.6 m <sup>2</sup> /workstation (8.5 workstations per 100 m <sup>2</sup> ) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer, monitor, and fax diversity 0.75, printer diversity 0.50.
Medium/Heavy	16.1	Assumes 9.3 m <sup>2</sup> /workstation (11 workstations per 100 m <sup>2</sup> ) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer and monitor diversity 0.75, printer and fax diversity 0.50.
Heavy	21.5	Assumes 7.8 m <sup>2</sup> /workstation (13 workstations per 100 m <sup>2</sup> ) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer and monitor diversity 1.0, printer and fax diversity 0.50.

Source: Wilkins and Hosni (2000).

Table 12. Cooling Load Estimates for Various Office Load Densities

Load Density <sup>a</sup>	Number	Each, W	Total, W	Diversity	Load, W
<b>Light</b>					
Computers	6	55	330	0.67	220
Monitors	6	55	330	0.67	220
Laser printer—small desk top	1	130	130	0.33	43
Fax machine	1	15	15	0.67	10
Total Area Load					494
Recommended equipment load factor = 5.4 W/m <sup>2</sup>					
<b>Medium</b>					
Computers	8	65	520	0.75	390
Monitors	8	70	560	0.75	420
Laser printer—desk	1	215	215	0.5	108
Fax machine	1	15	15	0.75	11
Total Area Load					929
Recommended equipment load factor = 10.8 W/m <sup>2</sup>					
<b>Medium/Heavy</b>					
Computers	10	65	650	1	650
Monitors	10	70	700	1	700
Laser printer—small office	1	320	320	0.5	160
Facsimile machine	1	30	30	0.5	15
Total Area Load					1525
Recommended equipment load factor = 16.1 W/m <sup>2</sup>					
<b>Heavy Load Density<sup>b</sup></b>					
Computers	12	75	900	1	900
Monitors	12	80	960	1	960
Laser printer—small office	1	320	320	0.5	160
Facsimile machine	1	30	30	0.5	15
Total Area Load					2035
Recommended equipment load factor = 21.5 W/m <sup>2</sup>					

## **ANEXO I**

# Anexo I.1 – Perfis de ocupação, iluminação e equipamentos

[45]

horas	% de Ocupação	
	Segunda a sexta	Fins de semana
0h as 1h	0	0
1h as 2h	0	0
2h as 3h	0	0
3h as 4h	0	0
4h as 5h	0	0
5h as 6h	0	0
6h as 7h	10	0
7h as 8h	20	0
8h as 9h	50	0
9h as 10h	90	0
10h as 11h	100	0
11h as 12h	100	0
12h as 13h	50	0
13h as 14h	70	0
14h as 15h	90	0
15h as 16h	100	0
16h as 17h	80	0
17h as 18h	50	0
18h as 19h	20	0
19h as 20h	10	0
20h as 21h	0	0
21h as 22h	0	0
22h as 23h	0	0
23h as 24h	0	0



Figura I.1 – Perfil de ocupação para as salas de trabalho, nos períodos de Segunda-a-Sexta e Domingos-e-Feriados (indicado como fins-de-semana)

horas	% de iluminação	
	Segunda a sexta	Fins de semana
0h as 1h	5	5
1h as 2h	5	5
2h as 3h	5	5
3h as 4h	5	5
4h as 5h	5	5
5h as 6h	5	5
6h as 7h	10	5
7h as 8h	30	5
8h as 9h	75	5
9h as 10h	85	5
10h as 11h	100	5
11h as 12h	100	5
12h as 13h	50	5
13h as 14h	85	5
14h as 15h	95	5
15h as 16h	100	5
16h as 17h	95	5
17h as 18h	50	5
18h as 19h	30	5
19h as 20h	25	5
20h as 21h	5	5
21h as 22h	5	5
22h as 23h	5	5
23h as 24h	5	5

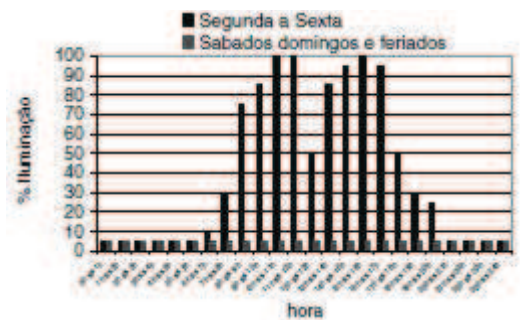


Figura I.2 – Perfil de iluminação para as salas de trabalho, nos períodos de Segunda-a-Sexta e Domingos-e-Feriados (indicado como fins-de-semana)

horas	% de equipamento	
	Segunda a sexta	Fins de semana
0h as 1h	15	15
1h as 2h	15	15
2h as 3h	15	15
3h as 4h	15	15
4h as 5h	15	15
5h as 6h	15	15
6h as 7h	30	15
7h as 8h	70	15
8h as 9h	85	15
9h as 10h	95	15
10h as 11h	100	15
11h as 12h	95	15
12h as 13h	70	15
13h as 14h	70	15
14h as 15h	95	15
15h as 16h	100	15
16h as 17h	90	15
17h as 18h	70	15
18h as 19h	45	15
19h as 20h	25	15
20h as 21h	15	15
21h as 22h	15	15
22h as 23h	15	15
23h as 24h	15	15



Figura I.3 – Perfil de utilização de equipamento para as salas de trabalho, nos períodos de Segunda-a-Sexta e Domingos-e-Feriados (indicado como fins-de-semana)

horas	% de Ocupação		
	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos e Feriados
0h as 1h	0	0	0
1h as 2h	0	0	0
2h as 3h	0	0	0
3h as 4h	0	0	0
4h as 5h	0	0	0
5h as 6h	0	0	0
6h as 7h	0	0	0
7h as 8h	5	5	5
8h as 9h	10	15	15
9h as 10h	65	90	90
10h as 11h	90	100	100
11h as 12h	90	95	95
12h as 13h	75	80	80
13h as 14h	85	90	90
14h as 15h	90	100	100
15h as 16h	85	95	95
16h as 17h	15	15	15
17h as 18h	5	5	5
18h as 19h	0	0	0
19h as 20h	0	0	0
20h as 21h	0	0	0
21h as 22h	0	0	0
22h as 23h	0	0	0
23h as 24h	0	0	0

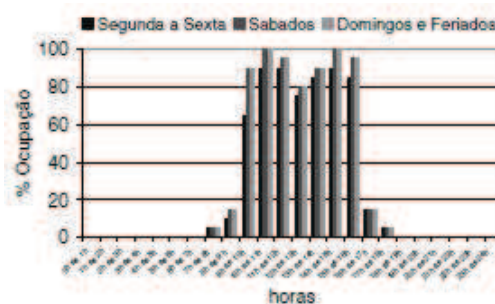


Figura I.4 – Perfil de ocupação para os espaços de museu, nos períodos de Segunda-a-Sexta e Domingos-e-Feriados (indicado como fins-de-semana)

horas	% de iluminação		
	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos e Feriados
0h as 1h	0	0	0
1h as 2h	0	0	0
2h as 3h	0	0	0
3h as 4h	0	0	0
4h as 5h	0	0	0
5h as 6h	0	0	0
6h as 7h	0	0	0
7h as 8h	5	5	5
8h as 9 h	40	40	40
9h as 10h	90	90	90
10h as 11h	100	100	100
11h as 12h	95	95	95
12h as 13h	90	90	90
13h as 14h	90	90	90
14h as 15h	100	100	100
15h as 16h	100	100	100
16h as 17h	10	10	10
17h as 18h	5	5	5
18h as 19h	0	0	0
19h as 20h	0	0	0
20h as 21h	0	0	0
21h as 22h	0	0	0
22h as 23h	0	0	0
23h as 24h	0	0	0

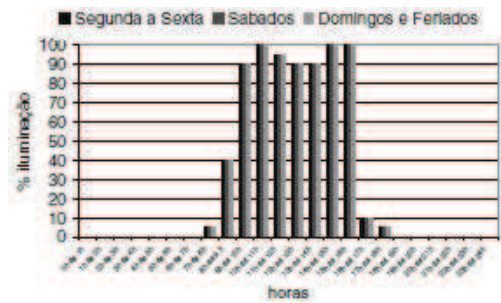


Figura I.5 – Perfil de iluminação para os espaços de museu, nos períodos de Segunda-a-Sexta e Domingos-e-Feriados (indicado como fins-de-semana)

horas	% de equipamento		
	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos e Feriados
0h as 1h	0	0	0
1h as 2h	0	0	0
2h as 3h	0	0	0
3h as 4h	0	0	0
4h as 5h	0	0	0
5h as 6h	0	0	0
6h as 7h	0	0	0
7h as 8h	5	5	5
8h as 9 h	40	40	40
9h as 10h	100	100	100
10h as 11h	90	90	90
11h as 12h	85	85	85
12h as 13h	80	80	80
13h as 14h	80	80	80
14h as 15h	80	80	80
15h as 16h	80	80	80
16h as 17h	10	10	10
17h as 18h	0	0	0
18h as 19h	0	0	0
19h as 20h	0	0	0
20h as 21h	0	0	0
21h as 22h	0	0	0
22h as 23h	0	0	0
23h as 24h	0	0	0

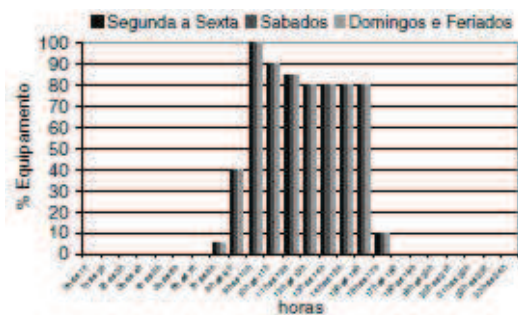


Figura I.6 – Perfil de utilização de equipamento para os espaços de museu, nos períodos de Segunda-a-Sexta e Domingos-e-Feriados (indicado como fins-de-semana)

## **ANEXO J**

**Anexo J.1 – Cálculo de ar novo segundo o método da norma Europeia EN 15251:2007 [46] e segundo a Portaria nº 353-A/2013 [47] e o Decreto-Lei 118/2013 [13]**

Tabela J.1 – Cálculo dos caudais de ar novo segundo a norma EN 15251:2007 [46]

Cota	Nome dos espaços	Área Útil [m <sup>2</sup> ]	Pé Direito [m]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Eficácia de Ventilação		EN 15251:2007				
					Tipo	Valor	Categoria	Emissões do Edifício	Caudal de Ar Novo		
									[L/s.ocup.]	[L/s.m <sup>2</sup> ]	[L/s]
4.10	Control	14	5,0	68	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	10
4.10	Escritório Engenharia	36	3,0	107	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	28
4.10	Veterinário	27	3,0	81	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	25
4.10	Lab. Biologia	18	3,6	66	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	22
4.10	Aves	18	3,6	66	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	22
4.10	Répteis	17	3,6	61	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	21
4.10	Preparação de Alimentos	21	3,0	64	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	18
4.10	Reserva de Peixes	570	5,0	2 834	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	214
4.10	Sistemas de suporte de vida 1	315	7,7	2 426	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	118
9.37	Coffee Shop	159	3,5	555	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	210

9.37	Aquarium Store	176	3,5	615	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	266
9.37	Lobby	161	5,1	825	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	260
9.37	Ticketing	17	2,7	46	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	16
9.37	Security	23	2,7	61	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	19
9.37	First Aid Room	16	2,7	42	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	16
9.37	Event Space	174	3,0	521	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	265
9.37	Temporary exhibition	127	3,0	382	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	198
13.62	Class Room	80	3,3	264	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	110
13.62	Dive Theater	85	5,7	486	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	232
13.62	Sistemas de suporte de vida 2	85	5,9	501	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	32
13.62	Sistemas de suporte de vida 3	198	7,6	1 511	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	74
13.62	Sistemas de suporte de vida 4	65	7,4	483	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	24
13.62	Exposição Open Ocean + Canary Current	270	3,5	944	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	351
13.62	MID-ATL ridge video	122	3,0	366	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	196
13.62	Zona expositiva the coast	320	4,9	1 575	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	420

16.85	Reception	29	2,8	82	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	26
16.85	Conference room	34	2,8	95	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	63
16.85	Executive director	32	2,8	90	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	32
16.85	Open Space	190	2,8	532	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	171
19.06	Sistemas de suporte de vida 5	523	6,3	3 304	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	196
19.06	Sistemas de suporte de vida 6	319	4,7	1 485	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	120
19.06	Open Space	86	2,4	206	3	0,8	3	Very Low	4	0,30	97
	NA - Não aplicável	<b>4275</b>		<b>20 570</b>							<b>3 833</b>

Tabela J.2 – Cálculo dos caudais de ar novo segundo o DL 118/3013 [13]

Cota	Nome dos espaços	Área Útil [m <sup>2</sup> ]	Pé Direito [m]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Eficácia de Ventilação		SCE - DL118/2013						
					Tipo	Valor	Tipo de Atividade	Caudal [m <sup>3</sup> /h/ocup.]	Caudal [L/s]	Situação do Edifício	Caudal [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	Caudal [L/s]	Caudal Final [L/s]
4.10	Sala de trabalho	43	5,0	215	3	0,8	3	24	40	1	2	24	50
4.10	Oficina Manutenção	47	5,0	233	3	0,8	3	24	40	1	2	26	50
4.10	Sala voluntários	28	5,0	140	3	0,8	3	24	33	1	2	16	42
4.10	Oficina Pintura	34	5,0	169	3	0,8	3	24	27	1	2	19	33
4.10	Sala pessoal e copa	20	3,5	71	3	0,8	3	24	27	1	2	11	33
4.10	Escritório	17	3,5	58	3	0,8	3	24	7	1	2	9	12
4.10	Carpintaria	31	5,0	154	3	0,8	3	24	27	1	2	17	33
4.10	Control	14	5,0	68	3	0,8	3	24	7	1	2	8	10
4.10	Escritório Engenharia	36	3,0	107	3	0,8	3	24	20	1	2	20	25
4.10	Veterinário	27	3,0	81	3	0,8	3	24	20	1	2	15	25
4.10	Lab. Biologia	18	3,6	66	3	0,8	3	24	20	1	2	10	25
4.10	Aves	18	3,6	66	3	0,8	3	24	20	1	2	10	25

4.10	Répteis	17	3,6	61	3	0,8	3	24	20	1	2	9	25
4.10	Preparação de Alimentos	21	3,0	64	3	0,8	3	24	13	1	2	12	17
4.10	Reserva de Peixes	570	5,0	2 834	3	0,8	3	24		1	2	317	396
4.10	Sistemas de suporte de vida 1	315	7,7	2 426	3	0,8	3	24		1	2	175	219
9.37	Coffee Shop	159	3,5	555	3	0,8	3	24	200	1	2	88	250
9.37	Aquarium Store	176	3,5	615	3	0,8	3	24	267	1	2	98	333
9.37	Lobby	161	5,1	825	3	0,8	3	24	267	1	2	89	333
9.37	Ticketing	17	2,7	46	3	0,8	3	24	13	1	2	9	17
9.37	Security	23	2,7	61	3	0,8	3	24	13	1	2	13	17
9.37	First Aid Room	16	2,7	42	3	0,8	3	24	13	1	2	9	17
9.37	Event Space	174	3,0	521	3	0,8	3	24	267	1	2	96	333
9.37	Temporary exhibition	127	3,0	382	3	0,8	3	24	200	1	2	71	250
13.62	Class Room	80	3,3	264	3	0,8	3	24	107	1	2	44	133
13.62	Florest	400	11,3	4 520	3	0,8	3	24	533	1	2	222	667
13.62	Dive Theater	85	5,7	486	3	0,8	3	24	267	1	2	47	333
13.62	Sistemas de suporte de vida 2	85	5,9	501	3	0,8	3	24		1	2	47	59

13.62	Sistemas de suporte de vida 3	198	7,6	1 511	3	0,8	3	24		1	2	110	137
13.62	Sistemas de suporte de vida 4	65	7,4	483	3	0,8	3	24		1	2	36	45
13.62	Exposição Open Ocean + Canary Current	270	3,5	944	3	0,8	3	24	333	1	2	150	417
13.62	MID-ATL ridge video	122	3,0	366	3	0,8	3	24	200	1	2	68	250
13.62	Zona expositiva the coast	320	4,9	1 575	3	0,8	3	24	400	1	2	178	500
16.85	Reception	29	2,8	82	3	0,8	3	24	20	1	2	16	25
16.85	Conference room	34	2,8	95	3	0,8	3	24	67	1	2	19	83
16.85	Executive director	32	2,8	90	3	0,8	3	24	27	1	2	18	33
16.85	Open Space	190	2,8	532	3	0,8	3	24	133	1	2	106	167
16.85	Florest	275	3,9	1 073	3	0,8	3	24	367	1	2	153	458
19.06	Sistemas de suporte de vida 5	523	6,3	3 304	3	0,8	3	24		1	2	290	363
19.06	Sistemas de suporte de vida 6	319	4,7	1 485	3	0,8	3	24		1	2	177	221
19.06	Open Space	86	2,4	206	3	0,8	3	24	87	1	2	48	108
	NA - Não aplicável	<b>4950</b>		<b>26 162</b>					<b>3 873</b>			<b>2 750</b>	<b>6 282</b>

## **ANEXO K**

## Anexo K.1 – Cálculo das perdas de evaporação nos tanques de água

Tabela K. 1 - Cálculo das perdas de evaporação

Cota	Espaço	Dados	Símbolo	Valor	Unid.
4.10	Reserva de Peixes	Área da piscina	A	24	m <sup>2</sup>
		Volume da piscina	V	79	m <sup>3</sup>
		Temperatura da água final	Tw	28	°C
		Nº de horas de funcionamento do sistema	h	24	horas
		Temperatura do ar ambiente	Ta	24,0	°C
		Humidade relativa	HR	50	%
		Humidade específica	w	0,0093	kgw/kgda
		Temperatura de orvalho	Tdp	13,0	°C
		Pressão de vapor saturado no ar	pa	1,4869	kPa
		Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	pw	3,7781	kPa
		Velocidade do ar à superfície da piscina	v	0,020	m/s
		Agravamento evaporação devido ocupação	Ocp	20%	%
		Perdas por evaporação		4,5	kW
		Perdas por evaporação		107	kWh/dia
		4.10	Sistema Suporte Vida 1	Área da piscina	A
Volume da piscina	V			88,0	m <sup>3</sup>
Temperatura da água final	Tw			28,0	°C
Nº de horas de funcionamento do sistema	h			24,0	horas
Temperatura do ar ambiente	Ta			24,0	°C
Humidade relativa	HR			50,0	%
Humidade específica	w			0,0093	kgw/kgda
Temperatura de orvalho	Tdp			13,0	°C
Pressão de vapor saturado no ar	pa			1,4869	kPa
Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	pw			3,7781	kPa
Velocidade do ar à superfície da piscina	v			0,0200	m/s
Agravamento evaporação devido ocupação	Ocp			20%	%
Perdas por evaporação				3,7	kW
Perdas por evaporação				88,0	kWh/dia

Cota	Espaço	Dados	Símbolo	Valor	Unid.
13.62	Sistema Suporte Vida 2	Área da piscina	A	10,3	m <sup>2</sup>
		Volume da piscina	V	19,1	m <sup>3</sup>
		Temperatura da água final	Tw	28,0	°C
		Nº de horas de funcionamento do sistema	h	24,0	horas
		Temperatura do ar ambiente	Ta	24,0	°C
		Humidade relativa	HR	50,0	%
		Humidade específica	w	0,0093	kgw/kgda
		Temperatura de orvalho	Tdp	13,0	°C
		Pressão de vapor saturado no ar	pa	1,4869	kPa
		Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	pw	3,7781	kPa
		Velocidade do ar à superfície da piscina	v	0,0200	m/s
		Agravamento evaporação devido ocupação	Ocp	20%	%
		Perdas por evaporação		1,9	kW
		Perdas por evaporação		45,5	kWh/dia
		13.62	Sistema Suporte Vida 3	Área da piscina	A
Volume da piscina	V			78,3	m <sup>3</sup>
Temperatura da água final	Tw			28,0	°C
Nº de horas de funcionamento do sistema	h			24,0	horas
Temperatura do ar ambiente	Ta			24,0	°C
Humidade relativa	HR			50,0	%
Humidade específica	w			0,0093	kgw/kgda
Temperatura de orvalho	Tdp			13,0	°C
Pressão de vapor saturado no ar	pa			1,4869	kPa
Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	pw			3,7781	kPa
Velocidade do ar à superfície da piscina	v			0,0200	m/s
Agravamento evaporação devido ocupação	Ocp			20%	%
Perdas por evaporação				9,6	kW
Perdas por evaporação				229,6	kWh/dia

Cota	Espaço	Dados	Símbolo	Valor	Unid.
13.62	Sistema Suporte Vida 4	Área da piscina	A	2,6	m <sup>2</sup>
		Volume da piscina	V	3,9	m <sup>3</sup>
		Temperatura da água final	Tw	28,0	°C
		Nº de horas de funcionamento do sistema	h	24,0	horas
		Temperatura do ar ambiente	Ta	24,0	°C
		Humidade relativa	HR	50,0	%
		Humidade específica	w	0,0093	kgw/kgda
		Temperatura de orvalho	Tdp	13,0	°C
		Pressão de vapor saturado no ar	pa	1,4869	kPa
		Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	pw	3,7781	kPa
		Velocidade do ar à superfície da piscina	v	0,0200	m/s
		Agravamento evaporação devido ocupação	Ocp	20%	%
		Perdas por evaporação		0,5	kW
		Perdas por evaporação		11,4	kWh/dia
19.06	Sistema Suporte Vida 6	Área da piscina	A	173,3	m <sup>2</sup>
		Volume da piscina	V	946,8	m <sup>3</sup>
		Temperatura da água final	Tw	28,0	°C
		Nº de horas de funcionamento do sistema	h	24,0	horas
		Temperatura do ar ambiente	Ta	24,0	°C
		Humidade relativa	HR	50,0	%
		Humidade específica	w	0,0093	kgw/kgda
		Temperatura de orvalho	Tdp	13,0	°C
		Pressão de vapor saturado no ar	pa	1,4869	kPa
		Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	pw	3,7781	kPa
		Velocidade do ar à superfície da piscina	v	0,0200	m/s
		Agravamento evaporação devido ocupação	Ocp	20%	%
		Perdas por evaporação		31,8	kW
		Perdas por evaporação		762,1	kWh/dia

Cota	Espaço	Dados	Símbolo	Valor	Unid.
19.06	Sistema Suporte Vida 5	Área da piscina	A	340,0	m <sup>2</sup>
		Volume da piscina	V	3604,0	m <sup>3</sup>
		Temperatura da água final	T <sub>w</sub>	28,0	°C
		Nº de horas de funcionamento do sistema	h	24,0	horas
		Temperatura do ar ambiente	T <sub>a</sub>	24,0	°C
		Humidade relativa	HR	50,0	%
		Humidade específica	w	0,0093	kgw/kgda
		Temperatura de orvalho	T <sub>dp</sub>	13,0	°C
		Pressão de vapor saturado no ar	p <sub>a</sub>	1,4869	kPa
		Pressão de vapor saturado à temperatura da água da piscina	p <sub>w</sub>	3,7781	kPa
		Velocidade do ar à superfície da piscina	v	0,0200	m/s
		Agravamento evaporação devido ocupação	O <sub>cp</sub>	20%	%
		Perdas por evaporação		62,3	kW
		Perdas por evaporação		1495,5	kWh/dia

Importa referir que o valor de 0,2 m/s [48] adotado para a velocidade do ar à superfície da piscina deve-se ao facto de não existir movimento nos tanques, uma vez que se trata de tanques para albergar peixes. Quanto ao agravamento da evaporação devido à ocupação, foi considerado o valor de 20% [48], sendo a justificação a mesma que dada anteriormente, uma vez que nos tanques não há ocupação humana, pelo que foi admitido o valor mais baixo.

## **ANEXO L**

## Anexo L.1 – Cálculo da rede de tubagem hidráulica

O dimensionamento das tubagens de água fria e quente foi efetuado em função das potências de arrefecimento total e aquecimento dos equipamentos e da variação de temperatura de acordo com a Eq. (L.1):

$$\dot{m} [L/s] \approx \frac{\dot{Q} (kW) * 3600}{4,186 (kJ/kg/^\circ C) * \Delta T (^\circ C)} \quad \text{Eq. (L.1)}$$

O dimensionamento da rede de tubagem hidráulica teve em consideração que a perda de carga linear fosse inferior ou igual 250 Pa/m e que a velocidade da água fosse no limite máximo de 1,5 m/s.

Na Tabela L.1 apresenta-se os cálculos e o diâmetro adotado para as redes de tubagem.

Tabela L.1a – Dimensionamento da rede de tubagem hidráulica – Água fria

Troço (nº)		Potencia [kW]	Caudal [l/h]	Diâmetro [mm]	DInt [mm]	Re	Veloc. [m/s]	P.Carga [m.c.a./m]
1	UTA MID ATL	10,98	1889	32	37,2	1,29E+04	0,48	0,009
2	UTA EXP COAST	24,65	4240	40	43,1	2,49E+04	0,81	0,019
2	3	35,63	6129	50	54,5	2,85E+04	0,73	0,012
3	UTA SV 5	53,70	9236	50	54,5	4,29E+04	1,10	0,025
3	4	89,33	15365	65	70,3	5,54E+04	1,10	0,018
4	UTA SV6	46,90	8067	50	54,5	3,75E+04	0,96	0,020
4	5	136,23	23432	80	82,5	7,19E+04	1,22	0,018
OPEN SPACE	5	9,30	1600	25	28,5	1,42E+04	0,70	0,025
5	6	145,53	25031	80	82,5	7,69E+04	1,30	0,020
RECEPÇÃO	7	1,68	289	16	17,3	4,23E+03	0,34	0,013
SALA REUNIÕES	8	4,03	693	20	22,3	7,87E+03	0,49	0,019
GAB. DIRETOR	9	2,09	359	16	17,3	5,25E+03	0,42	0,020
OPEN SPACE	10	4,64	798	20	22,3	9,07E+03	0,57	0,024
OPEN SPACE	11	4,64	798	20	22,3	9,07E+03	0,57	0,024
OPEN SPACE	12	4,64	798	20	22,3	9,07E+03	0,57	0,024
8	13	5,71	982	25	28,5	8,73E+03	0,43	0,011
13	12	7,80	1341	25	28,5	1,19E+04	0,58	0,018
12	16	12,44	2139	32	37,2	1,46E+04	0,55	0,012

Tabela L.1b – Dimensionamento da rede de tubagem hidráulica – Água fria (continuação)

Troço	Potencia	Caudal	Diâmetro	DInt	Re	Veloc.	P.Carga	
(nº)	[kW]	[l/h]	[mm]	[mm]		[m/s]	[m.c.a./m]	
UTA LOBBY	17	17,65	3036	32	37,2	2,07E+04	0,78	0,022
UTA SV 2	17	16,25	2795	32	37,2	1,90E+04	0,71	0,019
17	16	33,90	5831	50	54,5	2,71E+04	0,69	0,011
16	15	46,34	7970	50	54,5	3,70E+04	0,95	0,019
UTA DIVE THEATER	14	12,04	2071	32	37,2	1,41E+04	0,53	0,011
14	15	16,68	2869	32	37,2	1,95E+04	0,73	0,020
15	28	63,02	10839	65	70,3	3,91E+04	0,78	0,010
UTA CLASSROOM	18	9,94	1710	32	37,2	1,16E+04	0,44	0,008
UTA SV 4	19	5,40	929	25	28,5	8,26E+03	0,40	0,010
UTA EXP OCEAN	19	20,90	3595	40	43,1	2,11E+04	0,68	0,015
19	20	26,30	4524	40	43,1	2,66E+04	0,86	0,022
UTA SV 3	20	9,33	1605	25	28,5	1,43E+04	0,70	0,025
20	21	35,63	6128	50	54,5	2,85E+04	0,73	0,012
6	21	145,53	25031	80	82,5	7,69E+04	1,30	0,020
21	22	181,16	31160	100	107,1	7,37E+04	0,96	0,008
UTA EVENT+EXB	23	28,73	4942	40	43,1	2,90E+04	0,94	0,025
UTA SV 1	24	18,84	3240	32	37,2	2,21E+04	0,83	0,024
TICKETING	25	2,30	396	16	17,3	5,79E+03	0,47	0,023
SECURITY	25	3,88	667	20	22,3	7,58E+03	0,47	0,017
25	26	6,18	1063	25	28,5	9,45E+03	0,46	0,012
18	26	9,94	1710	32	37,2	1,16E+04	0,44	0,008
26	27	16,12	2773	32	37,2	1,89E+04	0,71	0,019
FIRST AID ROOM	27	1,24	213	16	17,3	3,12E+03	0,25	0,008
27	28	17,36	2986	32	37,2	2,03E+04	0,76	0,021
15	28	63,02	10839	65	70,3	3,91E+04	0,78	0,010
28	29	80,38	13825	65	70,3	4,98E+04	0,99	0,015
SALA TRABALHO	30	4,16	716	20	22,3	8,13E+03	0,51	0,020
SALA VOLUNTARIO	30	3,44	592	20	22,3	6,72E+03	0,42	0,014
30	31	7,60	1307	25	28,5	1,16E+04	0,57	0,018
ESCRITORIO	31	0,93	159	16	17,3	2,33E+03	0,19	0,005
SALA PESSOAL	31	2,71	466	20	22,3	5,29E+03	0,33	0,009

Tabela L.1c – Dimensionamento da rede de tubagem hidráulica – Água fria (continuação)

Troço	Potencia	Caudal	Diâmetro	DInt	Re	Veloc.	P.Carga	
(nº)	[kW]	[l/h]	[mm]	[mm]		[m/s]	[m.c.a./m]	
SALA PESSOAL	31	2,71	466	20	22,3	5,29E+03	0,33	0,009
31	32	11,24	1932	32	37,2	1,32E+04	0,49	0,010
CONTROL	32	0,91	156	16	17,3	2,28E+03	0,18	0,005
32	29	12,14	2088	32	37,2	1,42E+04	0,53	0,011
29	33	95,52	16429	65	70,3	5,92E+04	1,18	0,020
REPTEIS	34	2,27	390	16	17,3	5,72E+03	0,46	0,023
24	34	18,84	3240	32	37,2	2,21E+04	0,83	0,024
34	35	21,11	3631	40	43,1	2,13E+04	0,69	0,015
AVES	35	2,36	406	16	17,3	5,94E+03	0,48	0,024
35	36	23,47	4037	40	43,1	2,37E+04	0,77	0,018
23	36	28,73	4942	40	43,1	2,90E+04	0,94	0,025
36	37	52,20	8978	50	54,5	4,17E+04	1,07	0,024
LAB. BIOLOGIA	37	2,26	389	16	17,3	5,69E+03	0,46	0,023
37	38	54,46	9367	50	54,5	4,35E+04	1,12	0,025
VETERINARIO	38	2,66	458	20	22,3	5,20E+03	0,33	0,009
38	39	57,12	9825	65	70,3	3,54E+04	0,70	0,008
ESCRIT. ENG	39	2,79	480	20	22,3	5,45E+03	0,34	0,010
39	40	59,91	10305	65	70,3	3,71E+04	0,74	0,009
UTA RESERVA PEIXE	41	23,14	3980	40	43,1	2,34E+04	0,76	0,017
UTA AQUA STORE	42	14,97	2575	32	37,2	1,75E+04	0,66	0,016
UTA CAF	42	12,99	2234	32	37,2	1,52E+04	0,57	0,013
42	41	27,96	4809	40	43,1	2,83E+04	0,92	0,024
41	40	51,10	8789	50	54,5	4,09E+04	1,05	0,023
40	33	111,01	19094	80	82,5	5,86E+04	0,99	0,012
33	43	206,53	35523	100	107,1	8,40E+04	1,10	0,011
43	22	181,16	31160	100	107,1	7,37E+04	0,96	0,008
43	CH	387,69	66683	125	131,7	1,28E+05	1,36	0,012
43	44	387,70	66684	180	139,8	1,21E+05	1,21	0,009
44	45	387,70	66684	180	139,8	1,21E+05	1,21	0,009
45	46	581,55	100027	180	139,8	1,63E+05	1,47	0,011
46	47	193,85	47750	160	124,2	9,74E+04	1,10	0,009

Tabela L.1d – Dimensionamento da rede de tubagem hidráulica – Água quente

Troço	Potencia	Caudal	Diâmetro	DInt	Re	Veloc.	P.Carga	
(nº)	[kW]	[l/h]	[mm]	[mm]		[m/s]	[m.c.a./m]	
REPTEIS	34	0,72	125	16	17,3	4,41E+03	0,15	0,002
UTA SV1	24	2,23	383	16	17,3	1,35E+04	0,45	0,018
24	34	2,23	383	16	17,3	1,35E+04	0,45	0,018
34	35	2,95	507	20	22,3	1,39E+04	0,36	0,009
AVES	35	0,51	87	16	17,3	3,07E+03	0,10	0,001
35	36	3,46	594	20	22,3	1,63E+04	0,42	0,011
UTA EVENT+EXB	23	5,73	986	25	28,5	2,12E+04	0,43	0,009
23	36	5,73	986	25	28,5	2,12E+04	0,43	0,009
36	37	9,19	1580	25	28,5	3,39E+04	0,69	0,020
LAB. BIOLOGIA	37	0,47	81	16	17,3	2,86E+03	0,10	0,001
37	38	9,66	1661	25	28,5	3,57E+04	0,72	0,022
VETERINARIO	38	0,64	110	16	17,3	3,89E+03	0,13	0,002
38	39	10,30	1771	25	28,5	3,80E+04	0,77	0,024
ESCR. ENG	39	0,91	156	16	17,3	5,51E+03	0,18	0,004
39	40	11,20	1927	32	37,2	3,17E+04	0,49	0,008
UTA CAF	42	4,18	719	20	22,3	1,97E+04	0,51	0,016
UTA AQUA STORE	42	2,77	476	20	22,3	1,31E+04	0,34	0,008
42	41	6,95	1195	25	28,5	2,57E+04	0,52	0,012
41	40	6,95	1195	25	28,5	2,57E+04	0,52	0,012
40	29	18,15	3121	32	37,2	5,14E+04	0,80	0,018
CONTROL	32	0,38	66	16	17,3	2,32E+03	0,08	0,001
SALA TRABALHO	30	0,60	103	16	17,3	3,63E+03	0,12	0,002
SALA VOLUNTARIO	30	0,52	90	16	17,3	3,17E+03	0,11	0,001
30	31	1,12	192	16	17,3	6,80E+03	0,23	0,005
SALA PESSOAL	31	0,42	71	16	17,3	2,53E+03	0,08	0,001
ESCRITORIO	31	0,27	47	16	17,3	1,67E+03	0,06	0,000
31	32	1,81	311	16	17,3	1,10E+04	0,37	0,012
32	29	2,19	376	16	17,3	1,33E+04	0,44	0,017
29	28	20,34	3498	25	28,5	7,51E+04	1,52	0,079
SECURITY	25	0,46	79	16	17,3	2,79E+03	0,09	0,001
TICKETING	25	0,47	81	16	17,3	2,87E+03	0,10	0,001
25	26	0,93	160	16	17,3	5653,19067	0,19	0,004

Tabela L.1e – Dimensionamento da rede de tubagem hidráulica – Água quente (continuação)

Troço	Potencia	Caudal	Diâmetro	DInt	Re	Veloc.	P.Carga	
(nº)	[kW]	[l/h]	[mm]	[mm]		[m/s]	[m.c.a./m]	
UTA CLASSROOM	26	1,02	175	16	17,3	6,21E+03	0,21	0,005
26	27	1,95	335	16	17,3	1,19E+04	0,40	0,014
FIRST AID ROOM	27	0,46	79	16	17,3	2,80E+03	0,09	0,001
27	28	2,41	415	16	17,3	1,47E+04	0,49	0,020
28	15	22,75	3913	40	43,1	5,56E+04	0,75	0,014
R3ECEPÇÃO	7	0,51	88	16	17,3	3,10E+03	0,10	0,001
SALA REUNIÕES	8	0,93	160	16	17,3	5,66E+03	0,19	0,004
GAB. DIRETOR	9	0,67	114	16	17,3	4,05E+03	0,14	0,002
OPEN SPACE	10	0,53	92	16	17,3	3,25E+03	0,11	0,001
OPEN SPACE	11	0,53	92	16	17,3	3,25E+03	0,11	0,001
OPEN SPACE	12	0,53	92	16	17,3	3,25E+03	0,11	0,001
8	13	1,44	248	16	17,3	8,76E+03	0,29	0,008
13	12	2,11	362	16	17,3	1,28E+04	0,43	0,016
12	16	2,64	454	16	17,3	1,61E+04	0,54	0,024
UTA DIVE THEATER	14	3,58	616	20	22,3	1,69E+04	0,44	0,012
14	15	4,11	708	20	22,3	1,94E+04	0,50	0,016
15	16	27,40	4712	40	43,1	6,69E+04	0,90	0,019
16	17	30,04	5166	40	43,1	7,34E+04	0,98	0,022
UTA SV2	17	0,18	30	16	17,3	1,08E+03	0,04	0,000
UTA LOBBY	17A	1,64	281	16	17,3	9,96E+03	0,33	0,010
17	17A	30,21	5197	40	43,1	7,38E+04	0,99	0,022
17A	21	31,85	5478	40	43,1	7,78E+04	1,04	0,024
UTA EXP OCEAN	19	3,98	685	20	22,3	1,88E+04	0,49	0,015
UTA SV4	19	1,32	226	16	17,3	8,00E+03	0,27	0,007
19	21	5,30	911	20	22,3	2,50E+04	0,65	0,024
21	6	37,15	6389	50	54,5	7,18E+04	0,76	0,010
6	5	37,15	6389	50	54,5	7,18E+04	0,76	0,010
OPEN SPACE	5	1,35	232	16	17,3	8,20E+03	0,27	0,007
5	4A	38,49	6621	50	54,5	7,44E+04	0,79	0,011
UTA MID ATL	2	2,00	344	16	17,3	1,22E+04	0,41	0,015
UTA EXP COAST	2	2,58	444	16	17,3	1,57E+04	0,53	0,023
2	3	4,58	788	20	22,3	2,16E+04	0,56	0,019

Tabela L.1f – Dimensionamento da rede de tubagem hidráulica – Água quente (continuação)

Troço	Potencia	Caudal	Diâmetro	DInt	Re	Veloc.	P.Carga	
(nº)	[kW]	[l/h]	[mm]	[mm]		[m/s]	[m.c.a./m]	
UTA SV5	3	3,50	602	20	22,3	16522,94	0,43	0,012
3	4	8,08	1390	25	28,5	2,98E+04	0,61	0,016
UTA SV6	4	0,65	111	16	17,3	3,92E+03	0,13	0,002
4	4A	8,73	1501	25	28,5	3,22E+04	0,65	0,018
4A	BC	47,22	8121	50	54,5	9,12E+04	0,97	0,016
4A	48	23,61	4060	40	43,1	5,77E+04	0,77	0,014
48	49	47,22	8121	50	54,5	9,12E+04	0,97	0,016

## **ANEXO M**

## Anexo M.1 – Fichas técnicas dos *chillers* selecionados

### Chiller condensação a água



#### TECHNICAL DATA

WSH-XSC3 70.4 Water cooled water chiller for indoor installation (R410A-400T-IOM11X)

#### SELECTED OPERATION CONDITIONS

COOLING		SELECTED
Internal exchanger water inlet	°C	11.0
internal exchanger water outlet	°C	6.00
External exchanger water inlet	°C	20.0
external exchanger water outlet	°C	25.0
GENERAL		SELECTED
Internal exchanger thermal head	°C	5.00
Glycol Internal Exchanger	%	0.000
external exchanger thermal head	°C	5.00
Glycol External Exchanger	%	0.000
SOUND PRESSURE LEVEL AT DISTANCE		SELECTED
Distance from unit	m	10.0
PART LOAD		SELECTED
Max. capacity required	kW	195
external exchanger water outlet	°C	25.0

#### PERFORMANCE DATA

COOLING		
Cooling capacity	kW	229
Compressor power input	kW	37.0
EER compressor	Nr	6.20
Cooling capacity (EN14511:2018)	kW	229
Total power input (EN14511:2018)	kW	38.4
EER (EN 14511:2018)		5.97
Water flow-rate (User Side)	l/s	10.9
Water flow-rate (User Side)	m³/h	39.2
Internal exchanger pressure drops	kPa	30.5
Water flow rate (Source Side)	l/s	12.8
Water flow rate (Source Side)	m³/h	46.0
External exchanger pressure drop	kPa	22.8
NOISE LEVELS		
Sound Pressure Level at Distance (10 meters)	dB(A)	49.0



POWER SUPPLY		
F.L.I. - Total	kW	85.3
F.L.A. - Total	A	150
PART LOADS (COOLING)		
Cooling capacity	kW	195
Compressor power input	kW	31.1
EER compressor	Nr	6.27
Internal exchanger thermal head	°C	4.28
external exchanger thermal head	°C	3.65
Water flow-rate (User Side)	l/s	10.9
Water flow rate (Source Side)	l/s	12.8
Internal exchanger pressure drops	kPa	30.5
External exchanger pressure drop	kPa	22.8

The sound pressure data are calculated at the required distance and referring to standard conditions.



THE TECHNICAL DATA ARE APPROXIMATE AND MAY BE MODIFIED BY THE MANUFACTURER WITH NO REQUIREMENT FOR ADVANCE NOTICE

TECHNICAL DATA REFER TO THE TECHNICAL BULLETIN

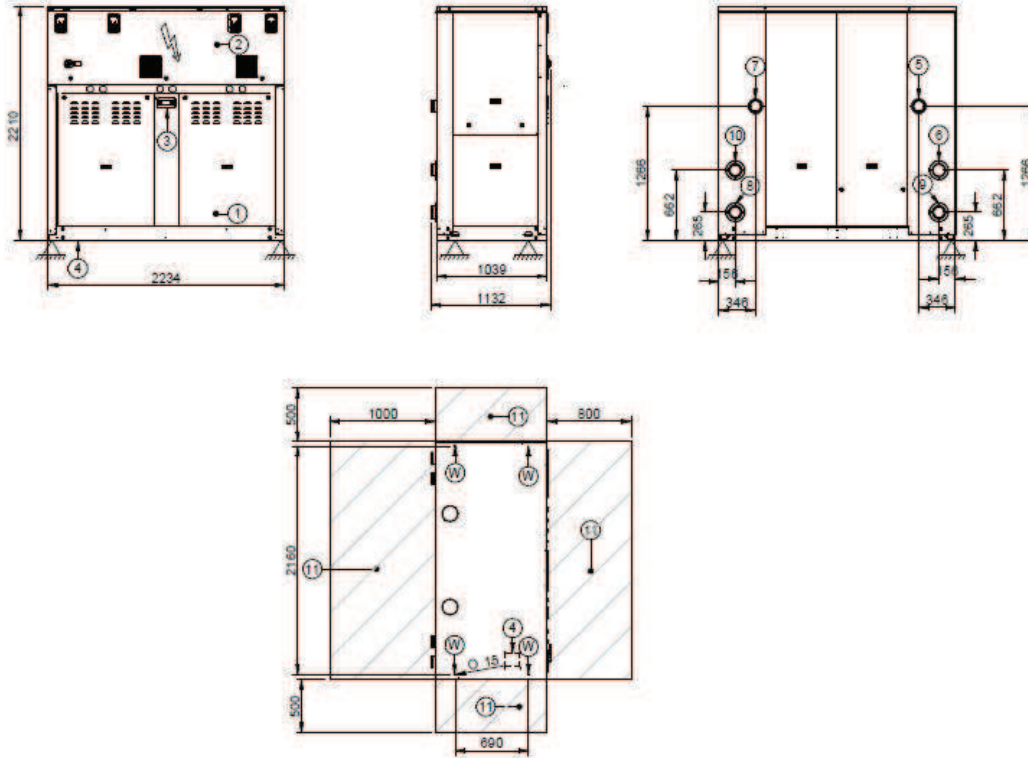
GENERAL			
<b>COOLING</b>			
EER			4.80
SEER		Nr	6.16
Seasonal space cooling energy efficiency		%	239
Refrigeration circuits		Nr	2.00
ESEER			6.05
<b>HEATING</b>			
Heating capacity		kW	249
Compressor power input		kW	55.2
COP			4.51
Heating capacity (EN14511:2018)		kW	249
Total power input (EN14511:2018)		kW	56.8
COP (EN 14511:2018)			4.39
<b>COMPRESSOR</b>			
Refrigerant charge (C1)		kg	12.0
Refrigerant charge (C2)		kg	12.0
<b>WEIGHT AND DIMENSIONS</b>			
Shipping length		mm	2250
Shipping depth		mm	1150
Shipping height		mm	2215
Shipping weight		kg	1246
Operating weight		kg	1187
<b>COMPRESSOR</b>			
No. of compressors		Nr	4.00
Type of compressors			SCROLL
Std Capacity control steps		Nr	6.00
<b>EXTERNAL EXCHANGER</b>			
<b>EXTERNAL EXCHANGER</b>			
Max water flow-rate		l/s	25.0
Water content		l	26.7



<b>INTERNAL EXCHANGER</b>									
Water content							I	17.1	
<b>WATER CIRCUIT</b>									
Max water side pressure							MPa	1.00	
<b>CONNECTIONS</b>									
Water fittings								4'	
Water fittings								4'	
<b>ELECTRICAL DATA</b>									
<b>M.I.C. MAXIMUM INRUSH CURRENT</b>									
M.I.C. - Value							A	323	
M.I.C. with soft start accessory							A	226	
<b>SOUND LEVELS</b>									
Sound power level (dB)								Sound pressure level	Sound power level
Octave band (Hz)									
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
57	70	75	76	75	76	67	66	63	81



**DIMENSIONAL DRAWINGS**  
**WSH-XSC3 70.4 Water cooled water chiller for indoor installation (R410A-400T-IOM11X)**



The presence of optional accessories may result in a substantial variation of the weights shown in the table.

<i>DIMENSIONS (mm)</i>		
A - Length	B - Width	C - Height
2234.0	1136.0	2210.0

<i>WEIGHT DISTRIBUTION (Kg)</i>							
W1 Supporting Point	W2 Supporting Point	W3 Supporting Point	W4 Supporting Point	W5 Supporting Point	W6 Supporting Point	Shipping weight	Operating weight
297	297	297	297	-	-	1246	1187

## Chillers condensação a ar



### TECHNICAL DATA

WSAT-YSC4 80.3 High efficiency air cooled water chiller for outdoor installation (R32-400T-PED-CREFB-IOM2-PPBM-DSP)

### SELECTED OPERATION CONDITIONS

COOLING		SELECTED
external exchanger air intake	°C	35.0
Internal exchanger water inlet	°C	11.0
Internal exchanger water outlet	°C	6.00
Internal exchanger thermal head	°C	5.00
GENERAL		SELECTED
Glycol Internal Exchanger	%	0.000
SOUND PRESSURE LEVEL AT DISTANCE		SELECTED
Distance from unit	m	10.0
PART LOAD		SELECTED
Max. capacity required	kW	195
external exchanger air intake	°C	30.0

### PERFORMANCE DATA

COOLING		
Cooling capacity	kW	214
Compressor power input	kW	63.5
Total power input	kW	68.1
EER		3.14
EER compressor	Nr	3.37
Cooling capacity (EN14511:2018)	kW	213
Total power input (EN14511:2018)	kW	68.5
EER (EN 14511:2018)		3.12
Water flow-rate (User Side)	l/s	10.1
Water flow-rate (User Side)	m³/h	36.5
Internal exchanger pressure drops	kPa	18.3
NOISE LEVELS		
Sound Pressure Level at Distance (10 meters)	dB(A)	55.2
STANDARD UNIT WEIGHTS		
Shipping weight	kg	1906
Operating weight	kg	1967
POWER SUPPLY		



F.L.I. - Total	kW	101
F.L.A. - Total	A	168
<b>PART LOADS (COOLING)</b>		
Cooling capacity	kW	195
Compressor power input	kW	50.3
Total power input	kW	53.3
EER	Nr	3.66
EER compressor	Nr	3.88
Internal exchanger thermal head	°C	4.59
Water flow rate (User Side)	l/s	10.1
Internal exchanger pressure drops	kPa	18.3

The sound pressure data are calculated at the required distance and referring to standard conditions.



THE TECHNICAL DATA ARE APPROXIMATE AND MAY BE MODIFIED BY THE MANUFACTURER WITH NO REQUIREMENT FOR ADVANCE NOTICE

TECHNICAL DATA REFER TO THE TECHNICAL BULLETIN

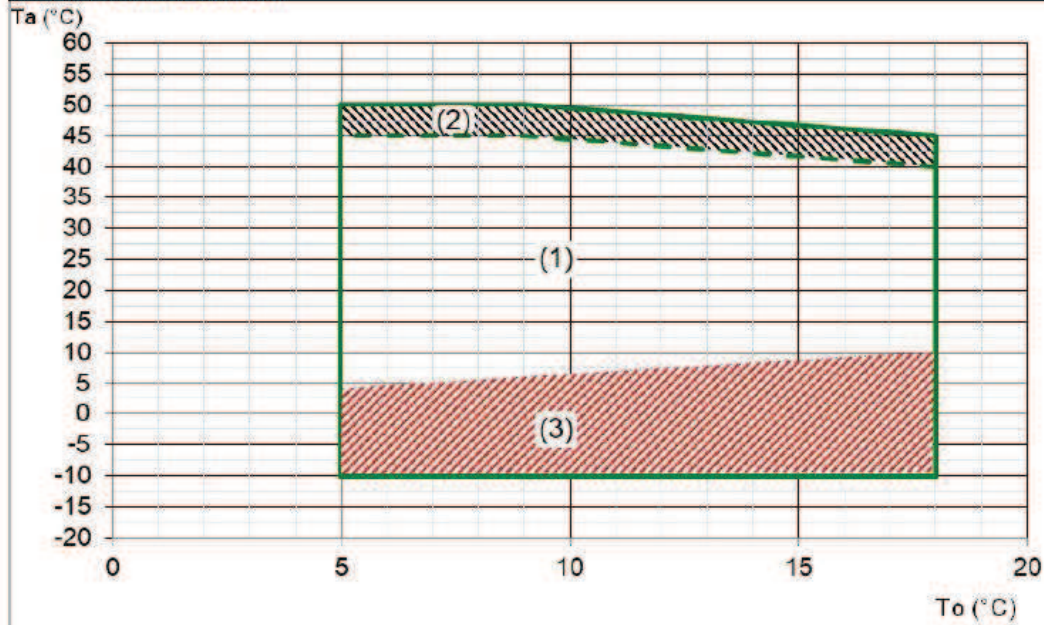
GENERAL			
<b>COOLING</b>			
SEER		Nr	4.70
Seasonal space cooling energy efficiency		%	185
Refrigeration circuits		Nr	2.00
IPLV			5.05
<b>COMPRESSOR</b>			
Refrigerant charge (C1)		kg	17.0
Refrigerant charge (C2)		kg	16.0
<b>WEIGHT AND DIMENSIONS</b>			
Shipping length		mm	3025
Shipping depth		mm	2339
Shipping height		mm	2535
<b>COMPRESSOR</b>			
No. of compressors		Nr	3.00
Type of compressors			Scroll
Std Capacity control steps		Nr	4.00
Type of oil			POE
<b>EXTERNAL SECTION FANS</b>			
Type of fans			AX
Number of fans		Nr	4.00
Standard airflow		l/s	21778
Installed unit power		kW	1.30
<b>INTERNAL EXCHANGER</b>			
Water content		l	20.0
<b>WATER CIRCUIT</b>			
Max water side pressure		MPa	1.00
<b>ELECTRICAL DATA</b>			
<b>M.I.C. MAXIMUM INRUSH CURRENT</b>			
M.I.C. - Value		A	492
M.I.C. with soft start accessory		A	314

Voltage unbalance between phases: max 2 %



Voltage variation: max +/- 10%  
 Electrical data refer to standard units; according to the installed accessories, the data can suffer some variations

**OPERATING RANGE (Cooling)**



**SOUND LEVELS**

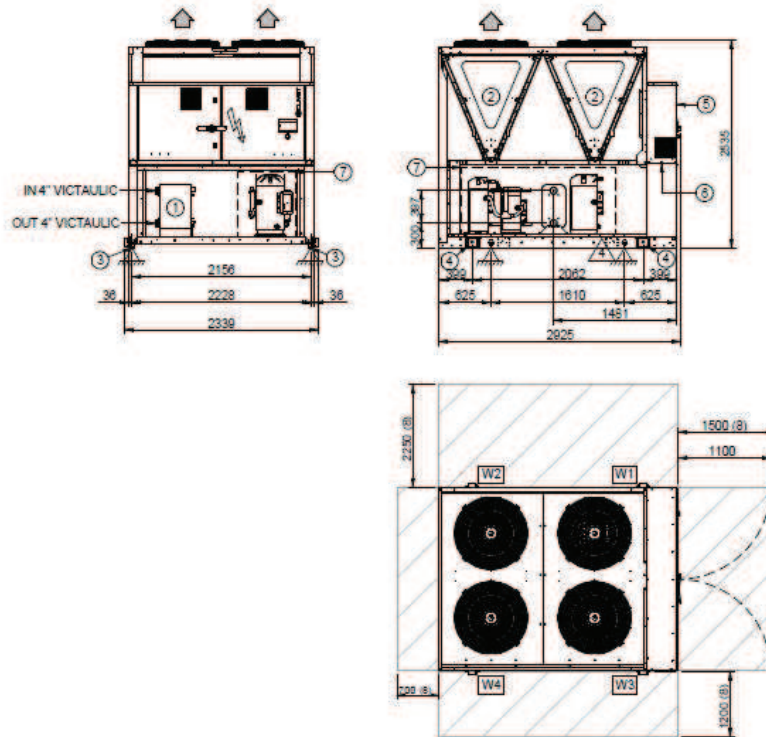
Sound power level (dB)								Sound pressure level	Sound power level
Octave band (Hz)									
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
71	72	77	83	83	82	74	64	68	87

Data refer to the following conditions: internal water exchanger = 12/7 °C; outdoor air temperature 35°C  
 the sound levels refer to the unit at full load, in the rated test conditions.  
 The sound pressure level refers to a distance of 1m from the external surface of the units operating in an open field.  
 Measures are according to UNI EN ISO 9614-2 regulations, with respect to the EUROVENT 8/1 certification, which provides for a tolerance of 3 dB(A) on the sound power level, which is the only acoustic data to be considered binding.

**DIMENSIONAL DRAWINGS**

**WSAT-YSC4 80.3 High efficiency air cooled water chiller for outdoor installation (R32-400T-PED-CREFB-IOM2-PPBM-DSP)**

DAAT40001\_80.3-100.4 EXC\_90.3-130.4 PRM\_0  
Data/Date 29/11/2019



- (1) Internal exchanger (evaporator)
- (2) External exchanger (condenser)
- (3) Antivibration fixing holes Ø 25mm
- (4) Lifting brackets (removable, if required, after positioning the unit)
- (5) GENERAL ELECTRICAL PANEL
- (6) Power input
- (7) sound proof enclosure ( only in the expected versions)
- (8) suggested clearance

The presence of optional accessories may result in a substantial variation of the weights shown in the table.

DIMENSIONS (mm)		
A - Length	B - Width	C - Height
2925.0	2228.0	2535.0

## Anexo M.2 – Ficha técnica do permutador de calor selecionado

MODELO: FHL10 - HP - 61

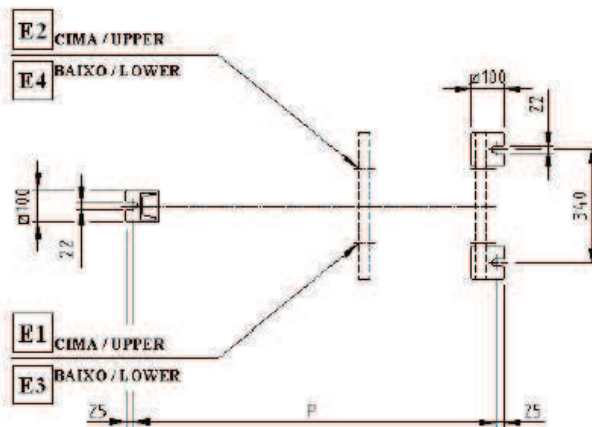
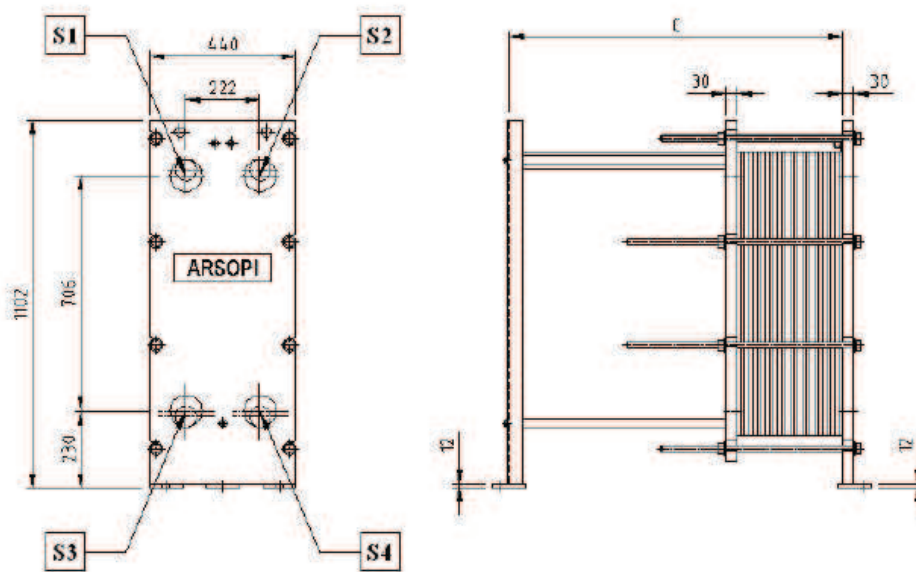
Dimensões (mm)

C: 0

P: 0

MASSA (Vazio): 310 (kg)

MASSA (Cheio): 370 (kg)



Orientação Entrada/Saídas

Lado Quente: S1 — S3

Lado Frio: S4 — S2

Serviço  
 Tipo FHL10 -HP -61 Número de PHE 1 Unid(s)  
 Superfície 11.80 [m2/unid] Número de Placas 61 [pcs/unid]

(Performance por PHE)	Lado Quente	Lado Frio
Fluido	ÁGUA	ÁGUA
Caudal	47.75 [m3/h]	79.58 [m3/h]
Peso Específico	1.000 [-]	1.000 [-]
Calor Específico	4.186 [kJ/(kgC)]	4.186 [kJ/(kgC)]
Conductividade Térmica	0.601 [W/(mC)]	0.593 [W/(mC)]
Viscosidade	0.950 [mPas]	1.070 [mPas]
Temperat. de Entrada	25.00 [C]	16.00 [C]
Temperat. de Saída	20.00 [C]	19.00 [C]
Preda de Carga	0.018 [MPa]	0.048 [MPa]
Pressão de Trabalho	- [MPa G]	- [MPa G]
Pot. Calorífica	277.61 [kW]	
Circulação	Contra	

(Construção)

	30 x 1	30 x 1
Arranjo das Placas	30 x 1	30 x 1
Pressão de Cálculo	0.70 [MPa G]	0.70 [MPa G]
Pressão de Ensaio	0.91 [MPa G]	0.91 [MPa G]
Temp.de Cálculo	60.00 [C]	60.00 [C]
Peso Vazio/Cheio	310 / 370 [kg]	
Dimensões Aprox.	C 50 x L 450 x A	970[mm] (C= 0 P= 0)
Entradas/Saídas	DIN DN100 PN10	DIN DN100 PN10


(Material)

Placas	0,5mm AISI 316L	
Juntas	NBR-SI	NBR-SI
Entradas/Saídas	NBR	NBR
Estrutura/Tirantes	Aço Carbono, Pintada / Aço Carbono Zincado	

(Notas)

PED: FG 2 TB 4 CLASSIFICAÇÃO 0

## Anexo M.3 – Ficha técnica do sistema de filtração selecionado

	Filtro Automático Modelo Arkal SpinKlin 2"-3"	 <b>HUBEL</b> Indústria da Água <small>UMA EMPRESA HT-GROUP</small>
Especificações Técnicas		

### Filtro com Limpeza Automática Modelo Arkal SpinKlin 2"-3" – Marca AMIAD



Características Técnicas de um sistema de filtração por discos para pequenos a médios caudais para instalações compactas.

Arkal SK 2" e Arkal SK 3"

## Características Gerais

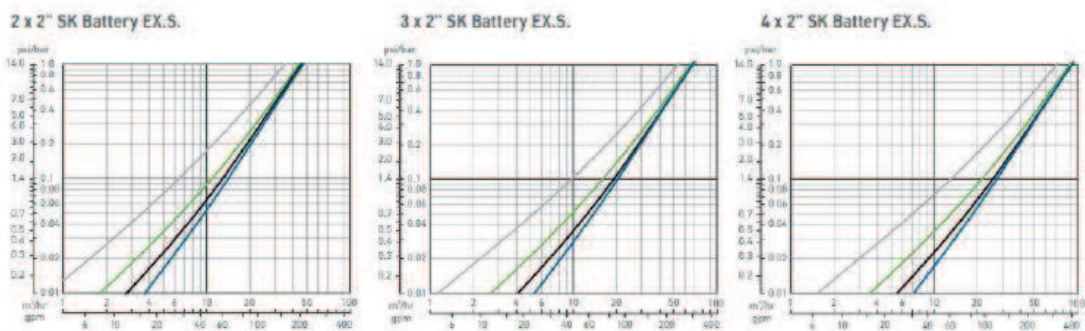
Modelo de Filtração		2 unidades	3 unidades	4 unidades
Pressão máxima de serviço*		10 bar (145 psi)		
Pressão mínima de retrolavagem		2,8 bar (40,6 psi)		
Caudal máximo recomendado (m <sup>3</sup> /h)	100 μ	30	45	60
	55 μ	20	30	40
	20 μ	10	15	20
Graus de filtração		400, 200, 130, 100, 70, 55, 40, 20 microns		
Volume do elemento de Filtração		2,296 cm <sup>3</sup>	3,444 cm <sup>3</sup>	4,592 cm <sup>3</sup>
Diâmetro de entrada/saída (mm)		80 (3")	100 (4")	
Temperatura máxima de serviço*		60 °C (140 °F)		
Peso (vazio)		46 kg (102 lb)	59 kg (131 lb)	73 kg (162 lb)

\*Pressão e temperatura operacionais máximas são parâmetros interdependentes e são fornecidos apenas para referência geral. Consulte o seu representante autorizado AMIAD para a aplicação parâmetros específicos.

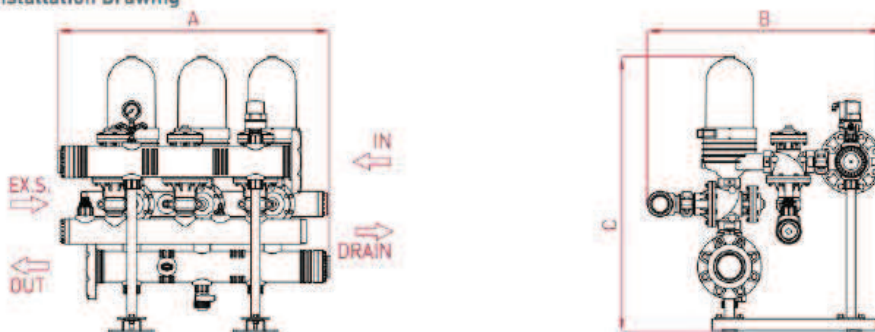
## Características de Retrolavagem

Modelo de Filtração	2 unidades	3 unidades	4 unidades
Diâmetro da ligação de drenagem	50 mm (2")		
Tempo de limpeza	15 segundos		
Caudal mínimo para retrolavagem	10 m <sup>3</sup> /h		

**Gráfico de Perda de Carga**  
**Head Loss Graphs (in clean water)**



**Desenho de Instalação Típica**  
**Typical Installation Drawing**



Dimensions		2 unit battery	3 unit battery	4 unit battery
A	Length	706 mm (28")	964 mm (38")	1214 mm (48")
B	Width		839 mm (33")	
C	Height		973 mm (38")	

**Funcionamento dos filtros modelo SK 2"-3"**

**Generalidades**

O modelo Arkal 2"-3" SpinKlin™ é constituído por filtros modulares, fabricados em materiais poliméricos, sendo o elemento filtrante composto por um conjunto de discos. O mecanismo de lavagem dos filtros é patenteado.

O caudal de serviço está compreendido entre 10 e 200 m³/h, com um grau de filtração entre 20 e 400 micron e um diâmetro de entrada/saída entre 80 e 200 mm.

**Processo de Filtração**

Os discos são agrupados no eixo do SpinKlin™ e são montados de acordo com os pré-requisitos de filtração da água. Durante a filtração, os discos são comprimidos através de uma mola. Um diferencial de pressão faz a água a passar através da superfície dos discos, retendo os sólidos.

**Processo de Limpeza por Retrolavagem**

Este processo é ativado com um intervalo de tempo predefinido ou por um diferencial de pressão, desencadeando o processo de limpeza. O sistema de lavagem é controlado por uma válvula de 3 vias. Enquanto o orifício de entrada fecha, o orifício de drenagem da válvula abre.

Durante o processo de limpeza, a pressão é aliviada e o pistão do eixo que comprime o elemento filtrante eleva-se, diminuindo a pressão nos discos.

São projetados jatos tangenciais de água através das boquilhas que se encontram ao longo do eixo. Nesse momento os discos giram livremente, libertando os sólidos que tinham sido retidos, expelindo-os para fora do sistema. Durante o ciclo, cada filtro é limpo sequencialmente enquanto os outros continuam a filtrar a água.

Quando um filtro inicia um ciclo de limpeza, o sistema de válvulas reverte automaticamente o fluxo, permitindo que o efluente filtrado de água pressurizada limpe o filtro.

### Modelo com Fonte Externa de Retrolavagem

Cada filtro é limpo sequencialmente enquanto os outros filtros continuam a filtrar a água. Em cada filtro em lavagem as válvulas de entrada/saída fecham automaticamente e as válvulas de fonte externa e de drenagem abrem automaticamente.

A água filtrada é bombeada da fonte externa e entra no filtro em lavagem através das aberturas de saída e é filtrada. A utilização de uma fonte externa de lavagem deve ser usada quando a pressão de serviço é inferior à mínima requerida, permitindo uma maior pressão na limpeza dos discos.

### Retrolavagem com Assistência de Ar (apenas para SpinKlin 2")

1. Aumenta o poder de lavagem, especialmente para pequenos graus de filtração;
2. Minimiza o dispêndio de água de lavagem;
3. Reduz a pressão de operação na lavagem;
4. Reduz o tempo de lavagem por filtro (<10 segundos);
5. A mistura de ar e água a uma pressão mínima de 2,5 bar permite alcançar a performance ótima para a limpeza no Spin Klin™.

Durante o ciclo, cada filtro é limpo sequencialmente enquanto os outros continuam a fornecer a água filtrada. Quando um filtro inicia um ciclo, as válvulas revertem automaticamente o fluxo no filtro e é aberta a válvula de ar, permitindo ao ar comprimido empurrar a água filtrada que se encontra no acumulador, através do coletor de lavagem, para dentro do filtro Spin Klin™ que está a ser limpo.

Cada ciclo de lavagem requer um intervalo de tempo a fim de permitir que o tanque de acumulação seja abastecido com água filtrada e ar, tornando a duração dos ciclos de lavagem mais longa que em sistemas standard. É necessário dispor de um compressor de ar comprimido, limpo e seco, no sistema de filtração (não incluído no fornecimento do filtro).

### Materiais de Construção

- ❖ Corpo do filtro e tampa: RPA (poliamida reforçada) ou RPP (polipropileno reforçado);
- ❖ Elementos dos discos: PP (polipropileno) ou PA (poliamida);
- ❖ Válvulas de retrolavagem: RPA ou RPP;
- ❖ Coletores: PP;
- ❖ Vedantes: NBR ou EPDM (viton opcional);
- ❖ Microtubo de controle: PE ou PA.

## Anexo M.4 – Ficha técnica do depósito de inércia selecionado

Na Tabela M.1, são apresentados os parâmetros necessários para o dimensionamento do depósito de inércia do circuito de água arrefecida.

Tabela M.1 – Dimensionamento do depósito de inércia do circuito de água arrefecida

Depósito de Inércia - Circuito Água Arrefecida	
Capacidade mais baixa da Central [kW]	85,6
<i>Carga mais Baixa do Sistema [kW]</i>	0,55
$\Delta T$ [K]	5
Calor Específico a Pressão Constante para a Água [kJ/kg.K]	4,187
Tempo mínimo de funcionamento [minutos]	6
V- Volume do depósito de inércia [m <sup>3</sup> ]	1,46
Volume do depósito de inércia [l]	1463

A potência mais baixa da central é 20% da capacidade do *chiller* (428 kW).

Na Tabela M.2, são apresentados os parâmetros necessários para o dimensionamento do depósito de inércia do circuito de água aquecida.

Tabela M.2 – Dimensionamento do depósito de inércia do circuito de água aquecida

Depósito de Inércia - Circuito Água Aquecida	
Capacidade mais baixa da Central [kW]	11
<i>Carga mais Baixa do Sistema [kW]</i>	0,3
$\Delta T$ [K]	5
Calor Específico a Pressão Constante para a Água [kJ/kg.K]	4,187
Tempo mínimo de funcionamento [minutos]	6
V- Volume do depósito de inércia [m <sup>3</sup> ]	0,184
Volume do depósito de inércia [l]	184

A potência mínima de aquecimento da bomba de calor é 20% da sua capacidade máxima (55,0 kW).

Dados os volumes calculados dos depósitos de inércia do circuito de água arrefecida e água aquecida selecionaram-se dois depósitos de inércia do fabricante Sandometal Inox AISI 316L PS 8 bar de 1500 l para o circuito de arrefecimento e 200 l para o circuito de aquecimento, conforme indicado na Figura M.1.

Capacidade (litros)	Dimensões					Pontas de Tubo AQ/AF E/R	Inox AISI 316L			
							Pressão de Serviço			
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)	PS 5 Bar		PS 8 Bar		
200	1000	120	320	480	700	2"	Esp. (mm)	Peso (kg)	Esp. (mm)	Peso (kg)
1500	2000	210	410	960	1200	2"	3	65	3	65
								235	4	310

Figura M.1 – Depósito de inércia do circuito de água arrefecida e do circuito de água aquecida

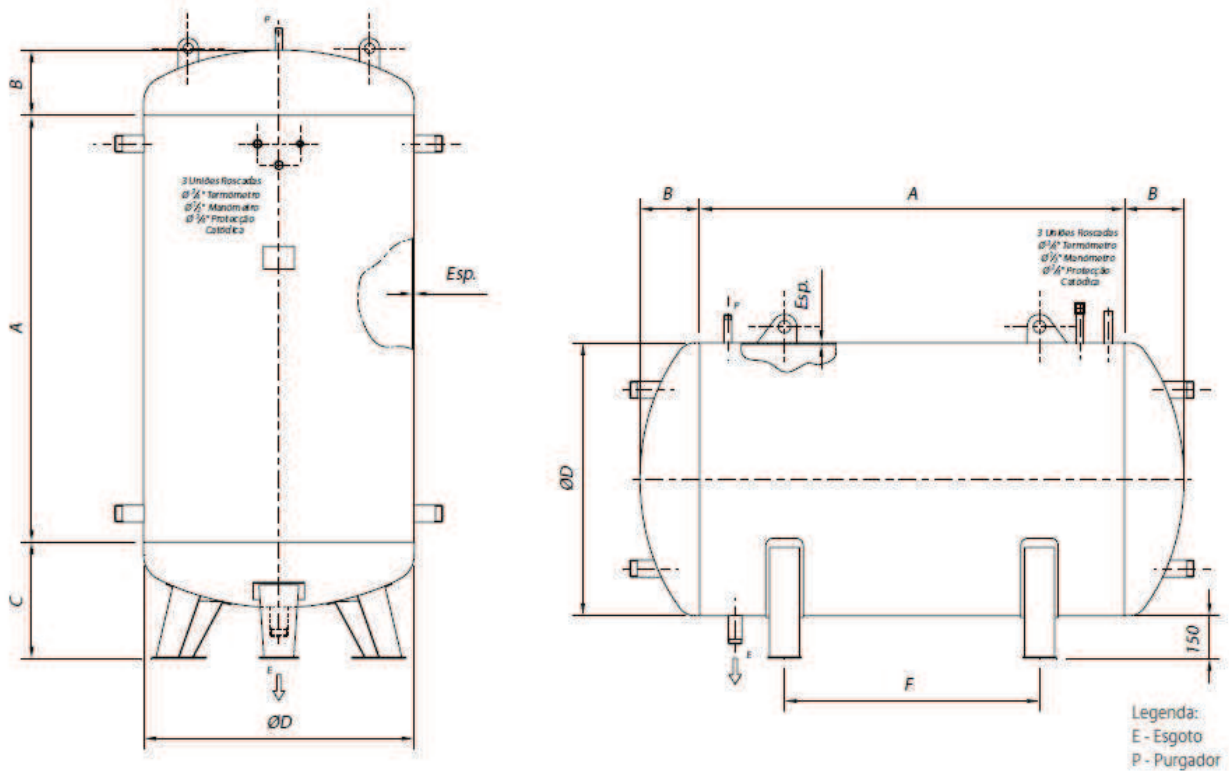


Figura M.2 – Características dimensionais dos depósitos de inércia

# Anexo M.5 – Ficha técnica das garrafas hidráulicas selecionadas

Para a garrafa hidráulica do circuito dos chillers 1 a 3 o modelo selecionado foi o 400, para as garrafas hidráulicas do circuito de arrefecimento e aquecimento do sistema da bomba de calor o modelo selecionado foi o 120.

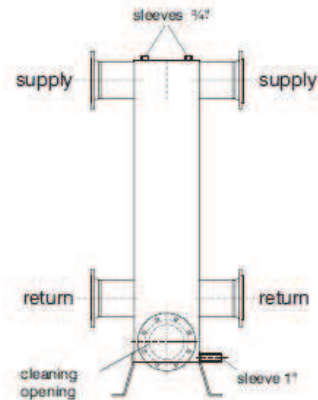
## Description of products

### MAGRA<sup>®</sup>-WST hydraulic diverter Types 120 to 400 with sludge trap and cleaning opening

(pcs.) MAGRA-WST hydraulic diverter with sludge trap and cleaning opening, consisting of: Exchanger chamber of steel, with welded lid and bottom. Connection nozzle for heat consumer and heat generator, made of steel tubes with welding neck flanges according to DIN, PN 6, PN 10 or PN 16. Cleaning opening with blind flange and lateral de-sludging connection 1". Sleeves 3/4" in lid for temperature sensor. Bases with floor anchoring plates. The hydraulic diverter has been pressure-tested and prime-coated in the factory.

**Application:**

Type WST	flow rate in m <sup>3</sup> /h	chamber size in mm	fitting dimensions	total height, including insulation, in mm
120	12	120/120	DN 65	1350
160	21	160/160	DN 80	1390
200	29	200/200	DN 100	1550
250	45	250/250	DN 125	1580
300	65	300/300	DN 150	1650
350	95	350/350	DN 200	1680
400	125	400/400	DN 250	1750



**Specifications:**

Type ..... 120 - 160 - 200 - 250 - 300 - 350 - 400 WST \_\_\_\_\_  
 flow rate ..... m<sup>3</sup>/h \_\_\_\_\_  
 max. operating gauge ..... bar \_\_\_\_\_  
 rated flange pressure ..... PN \_\_\_\_\_

Material: \_\_\_\_\_ Wage: \_\_\_\_\_

(pcs.) **MAGRA-ready-made insulation with aluminium sheet jacket and PU hard foam** for above hydraulic diverter, consisting of: Aluminium sheet jacket and PU hard foam half-shells (thickness: 40 mm (Types 120 and 160), 50 mm (Type 200), 60 mm (Types 250, 300 and 350) for flow temperature up to 100° C. With cut-outs for outlet nozzles, de-sludging and sensors. Including aluminium fixing tapes and quick-acting screw closures.

Material: \_\_\_\_\_ Wage: \_\_\_\_\_

(pcs.) or **MAGRA-ready-made insulation with galvanized steel sheet jacket and mineral fibre** according to EnEV for above hydraulic diverter, consisting of galvanized steel sheet jacket with quick-acting closures and 100 mm thick mineral fibre, designed as half-shells. With cut-outs for outlet nozzles, de-sludging and sensors.

Material: \_\_\_\_\_ Wage: \_\_\_\_\_

(pcs.) **MAGRA-identification labels 85 for identification of the outlet nozzles.** The labels are fixed to the MAGRA-ready-made insulation using the enclosed screws. Identification can be effected using standard text strips 100 x 9.25 mm (Simplex, Sikla, Klug), inserting embossed labels or by creating your own labels. The identification field is protected by a plug-type transparent cap. Size of label: 110 x 24 mm.

Material: \_\_\_\_\_ Wage: \_\_\_\_\_

## Anexo M.6 – Cálculo da perda de carga e fichas técnicas dos sistemas de bombagem selecionados

Tabela M.3 – Determinação da altura manométrica para as bombas BSF 1 a 2

Item	Parâmetro	Unidade	Troços									
			2-UTA MID ATL	2-3	3-4	4-5	5-6	6-21	21-22	22-43	43- COLETOR	COLETOR- BSF1
<b>Tubagem</b>												
Comprimento total de tubagem	L	m	9,00	5,00	13,00	19,00	14,00	6,50	4,50	9,30	19,00	3,00
Material	M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Plástico	Plástico
Diâmetro nominal da tubagem	D	mm	32,00	50,00	65,00	80,00	80,00	80,00	100,00	100,00	150,00	150,00
Diâmetro interior da tubagem	Di	m	37,20	54,50	70,30	82,50	82,50	82,50	107,10	107,10	124,20	124,20
Secção de passagem	A	m <sup>2</sup>	0,00109	0,00233	0,00388	0,00535	0,00535	0,00535	0,00901	0,00901	0,01212	0,01212
Caudal de água	q	L/s	0,52	1,70	4,24	6,51	6,95	6,95	8,66	8,66	18,52	9,26
Velocidade da água	v	m/s	0,48	0,73	1,09	1,22	1,30	1,30	0,96	0,96	1,53	0,76
Pressão dinâmica	Pd	kPa	0,12	0,27	0,60	0,74	0,85	0,85	0,46	0,46	1,17	0,29
Temperatura da água	T	°C										
Massa específica	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84
Coefficiente de rugosidade	C	-	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	150,00	150,00
Perda de carga linear	dp	Pa/m	<b>113,95</b>	<b>156,86</b>	<b>246,00</b>	<b>249,51</b>	<b>281,96</b>	<b>281,96</b>	<b>118,66</b>	<b>118,66</b>	<b>156,10</b>	<b>43,24</b>
Perda Total Linear	DP1	kPa	1,03	0,78	3,20	4,74	3,95	1,83	0,53	1,10	2,97	0,13
<b>Curvas a 90°</b>												
Quantidade	Q2	-	2,00				2,00			1,00	5,00	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	1,30	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,29	0,29
Perda Curvas a 90°	DP2	kPa	0,30	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,32	1,69	0,08
<b>Curvas a 45°</b>												
Quantidade	Q3	-										
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,33	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,17	0,17
Perda Curvas a 45°	DP3	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tês em Ramal</b>												

Quantidade	Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	1,70	1,40	1,30	1,20	1,20	1,20	1,10	1,10	0,62	0,62
Perda Tês em ramal	DP4	kPa	0,20	0,37	0,78	0,89	1,02	1,02	0,00	0,51	0,72	0,00
<b>Tês em Linha</b>												
Quantidade	Q5	-										
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,12	0,12
Perda Tês em linha	DP5	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Equilíbrio Dinâmico</b>												
Quantidade	Q7	-	1,00									
Coefficiente de perda de carga	Kv	kPa										
Perda Válvulas Equilíbrio Dinâmico	DP7	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Macho Esférico</b>												
Quantidade	Q8	-	2,00								1,00	1,00
Coefficiente de perda de carga	Kv	[L/s] / kPa	33,61	110,28	148,61	236,11	236,11	236,11	222,22	222,22	583,33	583,33
Perda Válvulas Macho Esférico	DP8	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Borboleta</b>												
Quantidade	Q9	-										
Coefficiente de perda de carga	Kv	[L/s] / kPa	33,61	110,28	148,61	236,11	236,11	236,11	222,22	222,22	583,33	583,33
Perda Válvulas de Borboleta	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Retenção</b>												
Quantidade	Q12	-										1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,70	2,30	2,20	2,10	2,10	2,10	2,00	2,00	2,00	2,00
Perda Válvulas de Retenção	DP12	kPa	0,31	0,36	0,54	0,52	0,59	0,59	0,24	0,24	0,31	0,09
<b>Filtros Tipo Y</b>												
Quantidade	Q13	-										1,00
Comprimento Equivalente	L	m										
Perda Filtros Tipo Y	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

D <sub>Ptot</sub>	kPa	1,83	<b>1,52</b>	<b>4,51</b>	<b>6,15</b>	<b>6,91</b>	<b>3,44</b>	<b>0,77</b>	<b>2,17</b>	<b>5,70</b>	<b>0,30</b>
Coef. Seg.	-	1,20									
Perda carga adicionais	kPa	30,00									
<b>Ptotal</b>	<b>kPa</b>	<b>70</b>									

Tabela M.4 – Determinação da altura manométrica para as bombas BSF 3 a 4

Item	Parâmetro	Unidade	Troços															
			REPTEIS-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-33	33-43	43-22	22-21	21-6	6-5	5-4A	4A-COLETOR	COLETOR-BSF8
<b>Tubagem</b>																		
Comprimento total de tubagem	L	m	7,00	2,50	2,50	1,00	10,50	2,50	1,50	29,00	10,50	9,30	4,50	4,00	18,30	9,50	4,50	3,00
Material	M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto
Diâmetro nominal da tubagem	D	mm	15,00	15,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	32,00	100,00	100,00	100,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Diâmetro interior da tubagem	Di	m	17,30	17,30	22,30	28,50	28,50	28,50	28,50	37,20	107,10	107,10	107,10	54,50	54,50	54,50	54,50	54,50
Secção de passagem	A	m <sup>2</sup>	0,00024	0,00024	0,00039	0,00064	0,00064	0,00064	0,00064	0,00109	0,00901	0,00901	0,00901	0,00233	0,00233	0,00233	0,00233	0,00233
Caudal de água	q	L/s	0,03	0,14	0,17	0,44	0,46	0,49	0,54	0,87	0,87	0,87	0,87	1,77	1,77	1,84	2,26	1,13
Velocidade da água	v	m/s	0,15	0,60	0,42	0,69	0,72	0,77	0,84	0,80	0,10	0,10	0,10	0,76	0,76	0,79	0,97	0,48
Pressão dinâmica	Pd	kPa	0,01	0,18	0,09	0,24	0,26	0,30	0,35	0,32	0,00	0,00	0,00	0,29	0,29	0,31	0,47	0,12
Temperatura da água	T	°C																
Massa específica	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84
Coefficiente de rugosidade	C	-	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Perda de carga linear	dp	Pa/m	<b>31,06</b>	<b>415,34</b>	<b>161,70</b>	<b>299,65</b>	<b>328,72</b>	<b>370,17</b>	<b>432,82</b>	<b>289,47</b>	<b>1,68</b>	<b>1,68</b>	<b>1,68</b>	<b>169,41</b>	<b>169,41</b>	<b>180,97</b>	<b>264,16</b>	<b>73,16</b>
Perda Total Linear	DP1	kPa	0,22	1,04	0,40	0,30	3,45	0,93	0,65	8,39	0,02	0,02	0,01	0,68	3,10	1,72	1,19	0,22
<b>Curvas a 90°</b>																		
Quantidade	Q2	-	2,00							2,00		1,00		1,00	2,00	0,00	3,00	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,10	2,10	1,70	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30	0,70	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perda Curvas a 90°	DP2	kPa	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,29	0,58	0,00	1,40	0,12
<b>Curvas a 45°</b>																		
Quantidade	Q3	-																
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,37	0,37	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,28	0,28	0,28	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

Perda Curvas a 45°	DP3	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tês em Ramal</b>																		
Quantidade	Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,40	2,40	2,10	1,80	1,80	1,80	1,80	1,70	1,10	1,10	1,10	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Perda Tês em ramal	DP4	kPa	0,03	0,43	0,19	0,43	0,47	1,07	0,63	1,08	0,01	0,01	0,00	0,00	0,41	0,44	0,65	0,16
<b>Tês em Linha</b>																		
Quantidade	Q5	-																
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Perda Tês em linha	DP5	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Equilíbrio Dinâmico</b>																		
Quantidade	Q7	-	1,00															
Coefficiente de perda de carga	Kv	kPa																
Perda Válvulas Equilíbrio Dinâmico	DP7	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Macho Esférico</b>																		
Quantidade	Q8	-	2,00															1,00
Coefficiente de perda de carga	Kv	[L/s] / kPa	10,89	10,89	17,22	23,69	23,69	23,69	23,69	33,61	222,22	222,22	222,22	110,28	110,28	110,28	110,28	110,28
Perda Válvulas Macho Esférico	DP8	kPa	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Borboleta</b>																		
Quantidade	Q9	-																
Coefficiente de perda de carga	Kv	[L/s] / kPa	10,89	10,89	17,22	23,69	23,69	23,69	23,69	33,61	222,22	222,22	222,22	110,28	110,28	110,28	110,28	110,28
Perda Válvulas de Borboleta	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Retenção</b>																		
Quantidade	Q12	-																1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	5,50	5,50	3,70	3,00	3,00	3,00	3,00	2,70	2,00	2,00	2,00	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Perda Válvulas de Retenção	DP12	kPa	0,17	2,28	0,60	0,90	0,99	1,11	1,30	0,78	0,00	0,00	0,00	0,39	0,39	0,42	0,61	0,17

<b>Filtros Tipo Y</b>																		
Quantidade	Q13	-																1,00
Comprimento Equivalente	L	m																
Perda Filtros Tipo Y	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DPtot	kPa	0,68	3,75	1,19	1,62	4,91	3,11	2,58	11,09	0,03	0,03	0,01	1,36	4,47	2,57	3,85	0,67
	Coef. Seg.	-	1,20															
	Perda de carga adicionais	kPa	20,00															
	<b>Ptotal</b>	<b>kPa</b>	<b>70</b>															

Tabela M.5 – Determinação da altura manométrica para as bombas BSQ 1 e 2

Item	Parâmetro	Unidade	Troços																		
			REPTEIS-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-29	29-28	28-15	15-16	16-17	17-17A	17A-21	21-6	6-5	5-4A	4A-COLET	COLET-BSQ1
<b>Tubagem</b>																					
Comprimento total de tubagem	L	m	7,00	2,50	2,50	1,00	10,50	2,50	1,50	36,50	5,50	4,50	5,50	2,50	1,50	18,00	4,00	18,30	9,50	10,50	1,50
Material	M	-	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto	Ferro Preto
Diâmetro nominal da tubagem	D	mm	15,00	15,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	32,00	32,00	32,00	40,00	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Diâmetro interior da tubagem	Di	m	17,30	17,30	22,30	28,50	28,50	28,50	28,50	37,20	37,20	37,20	43,10	43,10	43,10	43,10	54,50	54,50	54,50	54,50	54,50
Secção de passagem	A	m <sup>2</sup>	0,00024	0,00024	0,00039	0,00064	0,00064	0,00064	0,00064	0,00109	0,00109	0,00109	0,00146	0,00146	0,00146	0,00146	0,00233	0,00233	0,00233	0,00233	0,00233
Caudal de água	q	L/s	0,03	0,14	0,17	0,44	0,46	0,49	0,54	0,87	0,97	1,09	1,31	1,44	1,44	1,52	1,77	1,77	1,84	2,26	1,13
Velocidade da água	v	m/s	0,15	0,60	0,42	0,69	0,72	0,77	0,84	0,80	0,89	1,00	0,90	0,98	0,99	1,04	0,76	0,76	0,79	0,97	0,48
Pressão dinâmica	Pd	kPa	0,01	0,18	0,09	0,24	0,26	0,30	0,35	0,32	0,40	0,50	0,40	0,48	0,49	0,54	0,29	0,29	0,31	0,47	0,12
Temperatura da água	T	°C																			
Massa específica	ρ	kg/m <sup>3</sup>	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84	999,84
Coefficiente de rugosidade	C	-	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Perda de carga linear	dp	Pa/m	<b>31,06</b>	<b>415,34</b>	<b>161,70</b>	<b>299,65</b>	<b>328,72</b>	<b>370,17</b>	<b>432,82</b>	<b>288,78</b>	<b>356,69</b>	<b>439,00</b>	<b>302,34</b>	<b>358,49</b>	<b>362,48</b>	<b>399,62</b>	<b>169,41</b>	<b>169,41</b>	<b>180,97</b>	<b>264,16</b>	<b>73,16</b>
Perda Total Linear	DP1	kPa	0,22	1,04	0,40	0,30	3,45	0,93	0,65	10,54	1,96	1,98	1,66	0,90	0,54	7,19	0,68	3,10	1,72	2,77	0,11
<b>Curvas a 90°</b>																					
Quantidade	Q2	-	2,00													1,00	1,00	2,00	0,00	3,00	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,10	2,10	1,70	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30	1,30	1,30	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Perda Curvas a 90°	DP2	kPa	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,29	0,58	0,00	1,40	0,12
<b>Curvas a 45°</b>																						
Quantidade	Q3	-																				
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,37	0,37	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Perda Curvas a 45°	DP3	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tês em Ramal</b>																						
Quantidade	Q4	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00	
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,40	2,40	2,10	1,80	1,80	1,80	1,80	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,60	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Perda Tês em ramal	DP4	kPa	0,03	0,43	0,19	0,43	0,47	1,07	0,63	0,54	0,68	1,70	0,64	0,77	0,78	0,00	0,00	0,41	0,44	0,65	0,16	
<b>Tês em Linha</b>																						
Quantidade	Q5	-																				
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Perda Tês em linha	DP5	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Equilíbrio Dinâmico</b>																						
Quantidade	Q7	-	1,00																			
Coefficiente de perda de carga	Kv	kPa																				
Perda Válvulas Equilíbrio Dinâmico	DP7	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Macho Esférico</b>																						
Quantidade	Q8	-	2,00																		1,00	1,00
Coefficiente de perda de carga	Kv	[L/s] / kPa	10,89	10,89	17,22	23,69	23,69	23,69	23,69	33,61	33,61	33,61	81,11	81,11	81,11	81,11	110,28	110,28	110,28	110,28	110,28	110,28
Perda Válvulas Macho Esférico	DP8	kPa	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>Válvulas de Borboleta</b>																					
Quantidade	Q9	-																			
Coefficiente de perda de carga	Kv	[L/s] / kPa	10,89	10,89	17,22	23,69	23,69	23,69	23,69	33,61	33,61	33,61	81,11	81,11	81,11	81,11	110,28	110,28	110,28	110,28	110,28
Perda Válvulas de Borboleta	DP9	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Válvulas de Retenção</b>																					
Quantidade	Q12	-																			1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	5,50	5,50	3,70	3,00	3,00	3,00	3,00	2,70	2,70	2,70	2,50	2,50	2,50	2,50	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Perda Válvulas de Retenção	DP12	kPa	0,17	2,28	0,60	0,90	0,99	1,11	1,30	0,78	0,96	1,19	0,76	0,90	0,91	1,00	0,39	0,39	0,42	0,61	0,17
<b>Filtros Tipo Y</b>																					
Quantidade	Q13	-																			1,00
Comprimento Equivalente	L	m																			
Perda Filtros Tipo Y	DP13	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DPtot	kPa	0,68	<b>3,75</b>	<b>1,19</b>	<b>1,62</b>	<b>4,91</b>	<b>3,11</b>	<b>2,58</b>	<b>11,86</b>	<b>3,60</b>	<b>4,86</b>	<b>3,06</b>	<b>2,57</b>	<b>2,23</b>	<b>8,84</b>	<b>1,36</b>	<b>4,47</b>	<b>2,57</b>	<b>5,44</b>	<b>0,56</b>
	Coef. Seg.	-	1,20																		
	Perda de carga adicional	kPa	20,00																		
	<b>Ptotal</b>	<b>kPa</b>	<b>103</b>																		

Tabela M.6 – Determinação da altura manométrica para as bombas BCC 1 a 3


Item	Parâmetro	Unidade	Troços
			BCC-CH
<b>Tubagem</b>			
Comprimento total de tubagem	L	m	23,00
Material	M	-	Plástico
Diâmetro nominal da tubagem	D	mm	150,00
Diâmetro interior da tubagem	Di	m	124,20
Secção de passagem	A	m <sup>2</sup>	0,01212
Caudal de água	q	L/s	13,26
Velocidade da água	v	m/s	1,09
Pressão dinâmica	Pd	kPa	0,60
Temperatura da água	T	°C	
Massa específica	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	999,84
Coefficiente de rugosidade	C	-	150,00
Perda de carga linear	dp	Pa/m	<b>84,09</b>
Perda Total Linear	DP1	kPa	1,93
<b>Curvas a 90°</b>			
Quantidade	Q2	-	3,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,29
Perda Curvas a 90°	DP2	kPa	0,52
<b>Curvas a 45°</b>			
Quantidade	Q3	-	
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,17
Perda Curvas a 45°	DP3	kPa	0,00
<b>Tês em Ramal</b>			
Quantidade	Q4	-	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,62
Perda Tês em ramal	DP4	kPa	0,37
<b>Tês em Linha</b>			
Quantidade	Q5	-	
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,12
Perda Tês em linha	DP5	kPa	0,00
<b>Válvulas de Equilíbrio Dinâmico</b>			
Quantidade	Q7	-	
Coefficiente de perda de carga	Kv	kPa	
Perda Válvulas Equilíbrio Dinâmico	DP7	kPa	0,00
<b>Válvulas de Macho Esférico</b>			
Quantidade	Q8	-	3,00
Coefficiente de perda de carga	Kv	(L/s) / kPa	583,33
Perda Válvulas Macho Esférico	DP8	kPa	0,00
<b>Válvulas de Borboleta</b>			
Quantidade	Q9	-	
Coefficiente de perda de carga	Kv	(L/s) / kPa	583,33
Perda Válvulas de Borboleta	DP9	kPa	0,00
<b>Válvulas de Retenção</b>			
Quantidade	Q12	-	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,00
Perda Válvulas de Retenção	DP12	kPa	0,17
<b>Filtros Tipo Y</b>			
Quantidade	Q13	-	1,00
Comprimento Equivalente	L	m	
Perda Filtros Tipo Y	DP13	kPa	0,00
	DPtot	kPa	3,00
	Coef. Seg.	-	1,20
	Perdas carga adicionais	kPa	44,80
	<b>Ptotal</b>	<b>kPa</b>	<b>48,00</b>

Tabela M.7 – Determinação da altura manométrica para as bombas BCAM 1 a 3

Item	Parâmetro	Unidade	Troços
			BCAM-Permutador
<b>Tubagem</b>			
Comprimento total de tubagem	L	m	315,00
Material	M	-	Plástico
Diâmetro nominal da tubagem	D	mm	125,00
Diâmetro interior da tubagem	Di	m	124,20
Secção de passagem	A	m <sup>2</sup>	0,01212
Caudal de água	q	L/s	22,11
Velocidade da água	v	m/s	1,82
Pressão dinâmica	Pd	kPa	1,66
Temperatura da água	T	°C	
Massa específica	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	999,84
Coefficiente de rugosidade	C	-	150,00
Perda de carga linear	dp	Pa/m	<b>216,57</b>
Perda Total Linear	DP1	kPa	68,22
<b>Curvas a 90°</b>			
Quantidade	Q2	-	4,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,30
Perda Curvas a 90°	DP2	kPa	2,00
<b>Curvas a 45°</b>			
Quantidade	Q3	-	
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,18
Perda Curvas a 45°	DP3	kPa	0,00
<b>Tês em Ramal</b>			
Quantidade	Q4	-	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,68
Perda Tês em ramal	DP4	kPa	1,13
<b>Tês em Linha</b>			
Quantidade	Q5	-	
Coefficiente de perda de carga	K	-	0,14
Perda Tês em linha	DP5	kPa	0,00
<b>Válvulas de Equilíbrio Dinâmico</b>			
Quantidade	Q7	-	
Coefficiente de perda de carga	Kv	kPa	
Perda Válvulas Equilíbrio Dinâmico	DP7	kPa	0,00
<b>Válvulas de Macho Esférico</b>			
Quantidade	Q8	-	3,00
Coefficiente de perda de carga	Kv	(L/s) / kPa	280,56
Perda Válvulas Macho Esférico	DP8	kPa	0,00
<b>Válvulas de Borboleta</b>			
Quantidade	Q9	-	
Coefficiente de perda de carga	Kv	(L/s) / kPa	280,56
Perda Válvulas de Borboleta	DP9	kPa	0,00
<b>Válvulas de Retenção</b>			
Quantidade	Q12	-	1,00
Coefficiente de perda de carga	K	-	2,00
Perda Válvulas de Retenção	DP12	kPa	0,43
<b>Filtros Tipo Y</b>			
Quantidade	Q13	-	1,00
Comprimento Equivalente	L	m	
Perda Filtros Tipo Y	DP13	kPa	0,00
	DPtot	kPa	71,78
	Coef. Seg.	-	1,20
	Perdas carga adicionais	kPa	20,00
	<b>Ptotal</b>	<b>kPa</b>	<b>106,00</b>

## Anexo M.7 – Fichas técnicas das bombas selecionadas

### Bombas BSF 1 a 2

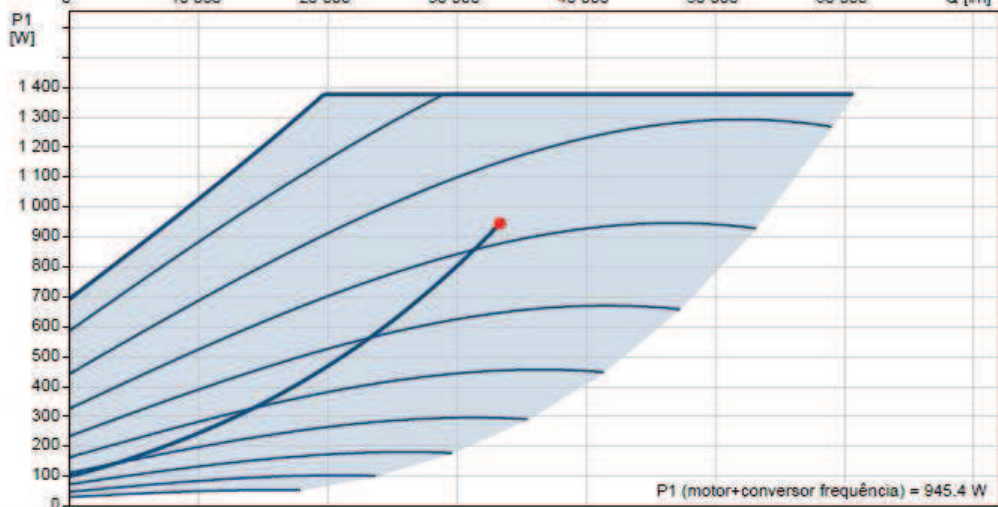
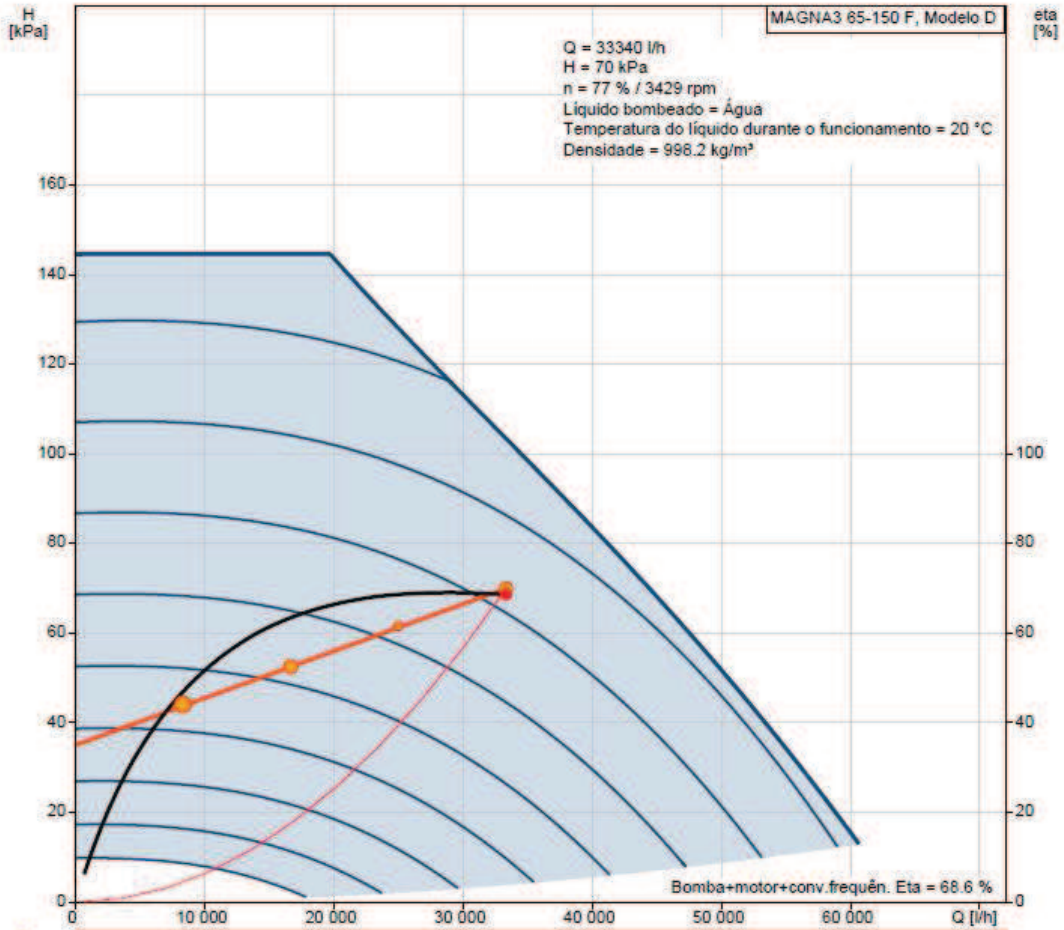
		Nome empresa:	
		Criado por:	
		Telefone:	
		Data:	17/11/2020
Quantid.	Descrição		
1	MAGNA3 65-150 F		
			
		Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real	
		Código: <a href="#">97924299</a>	
		<p>O Grundfos MAGNA3 é um circulador com motor de magneto permanente perfeitamente adequado para aplicações de aquecimento, arrefecimento e circulação de água quente doméstica, tornando-o na escolha óbvia para quase todos os projetos de construção – antigos ou novos.</p>	
		<p>Com a sua incomparável eficiência, gama abrangente e capacidades de comunicação integradas, além de funcionalidades de substituição de componentes do sistema, o MAGNA3 é ideal para proprietários de edifícios, engenheiros e especificadores que procuram criar sistemas de alto desempenho para edifícios.</p>	
		<p>O MAGNA3 é de tipo de rotor encamisado, isto é, bomba e motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas gaxetas como selagem. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p>	
		<p>A inovadora braçadeira de parafuso único permite um fácil reposicionamento da cabeça de bomba.</p>	
		<p>O MAGNA3 é uma bomba sem necessidades de manutenção e baixos custos de ciclo de vida.</p>	



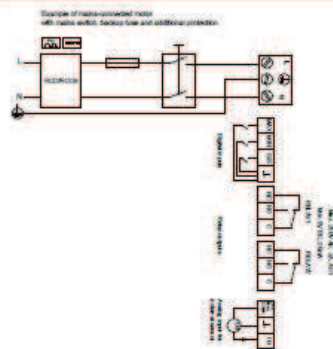
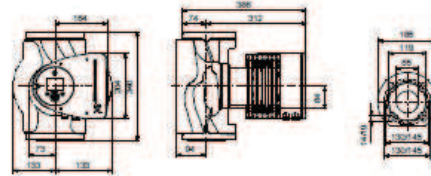
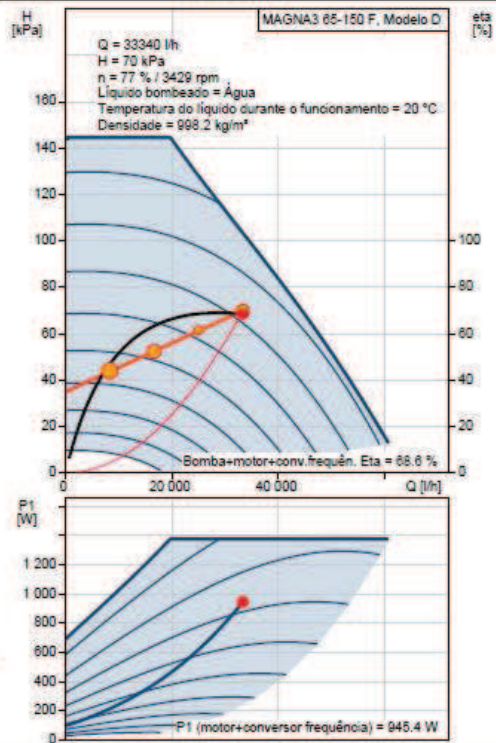
Nome empresa:  
Criado por:  
Telefone:

Data: 17/11/2020

### 97924299 MAGNA3 65-150 F



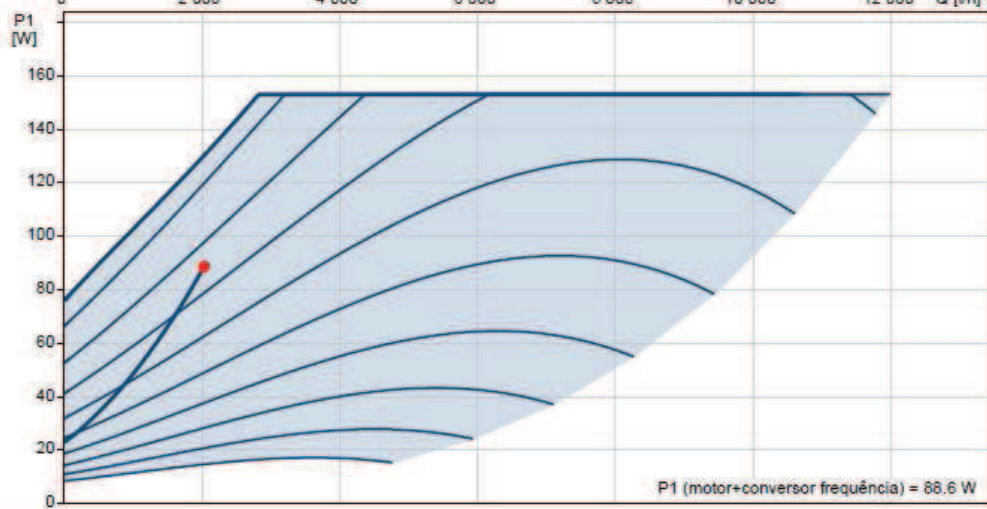
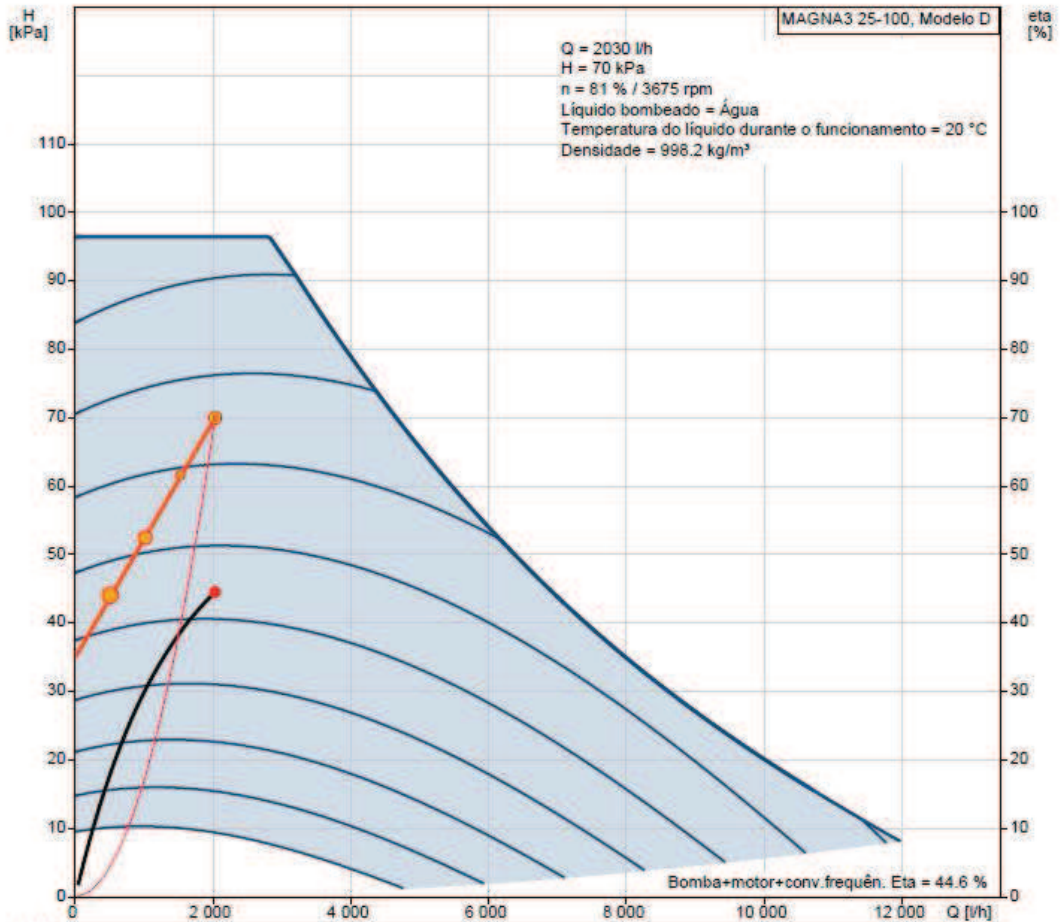
Descrição	Valor
<b>Inf. geral:</b>	
Designação do produto:	MAGNA3 65-150 F
Código::	97924299
Número EAN::	5710626493746
Preço:	EUR 3586
<b>Técnicos:</b>	
Caudal efectivo calculado:	33340 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	70 kPa
Altura manométrica máxima:	150 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE, VDE, EAC, CN, ROHS, WEEE
Modelo:	D
<b>Materiais:</b>	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
<b>Instalação:</b>	
Gama de temperatura ambiente:	0 .. 40 °C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Flange padrão:	DIN
Ligação à tubagem:	DN 65
Estágio da pressão:	PN 6/10
Distância entre flanges:	340 mm
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Água
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Temperatura do líquido durante operação:	20 °C
Densidade:	998.2 kg/m³
Viscosidade cinemática:	1 mm²/seg
<b>Car. eléctricas:</b>	
Pot. abs. - P1:	29 .. 1377 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.3 .. 6.18 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
<b>Outros:</b>	
Energia (EEI):	0.17
Peso líquido:	24.6 kg
Peso bruto:	26.8 kg
Volume de expedição:	0.057 m³
Dinamarca VVS N°:	380954615
Suécia RSK n°:	5732504
Finlândia LVI n°:	4615163
Noruega NRF n°:	9042692
País de origem:	DE
N° taxa aduaneira:	84137030



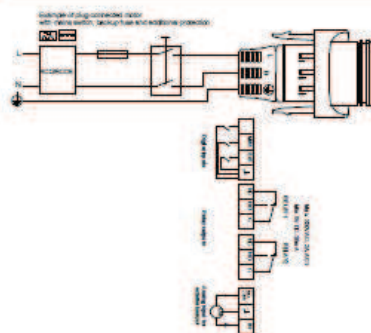
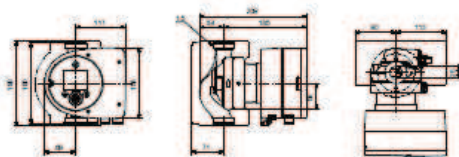
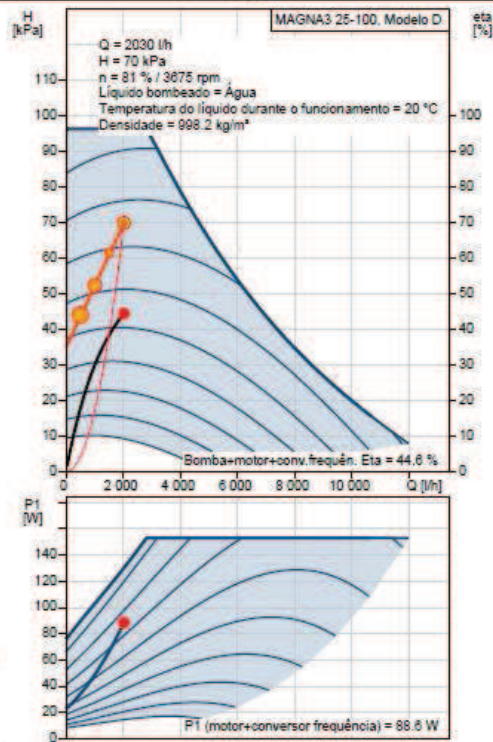
## Bombas BSF 3 a 4

		Nome empresa:	
		Criado por:	
		Telefone:	
		Data:	17/11/2020
Quantid.	Descrição		
1	MAGNA3 25-100		
			
		Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real	
		Código: 97924247	
		<p>O Grundfos MAGNA3 é um circulador com motor de ímã permanente perfeitamente adequado para aplicações de aquecimento, arrefecimento e circulação de água quente doméstica, tornando-o na escolha óbvia para quase todos os projetos de construção – antigos ou novos.</p>	
		<p>Com a sua incomparável eficiência, gama abrangente e capacidades de comunicação integradas, além de funcionalidades de substituição de componentes do sistema, o MAGNA3 é ideal para proprietários de edifícios, engenheiros e especificadores que procuram criar sistemas de alto desempenho para edifícios.</p>	
		<p>O MAGNA3 é de tipo de rotor encamisado, isto é, bomba e motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas gaxetas como selagem. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p>	
		<p>A inovadora braçadeira de parafuso único permite um fácil reposicionamento da cabeça de bomba.</p>	
		<p>O MAGNA3 é uma bomba sem necessidades de manutenção e baixos custos de ciclo de vida.</p>	


**97924247 MAGNA3 25-100**



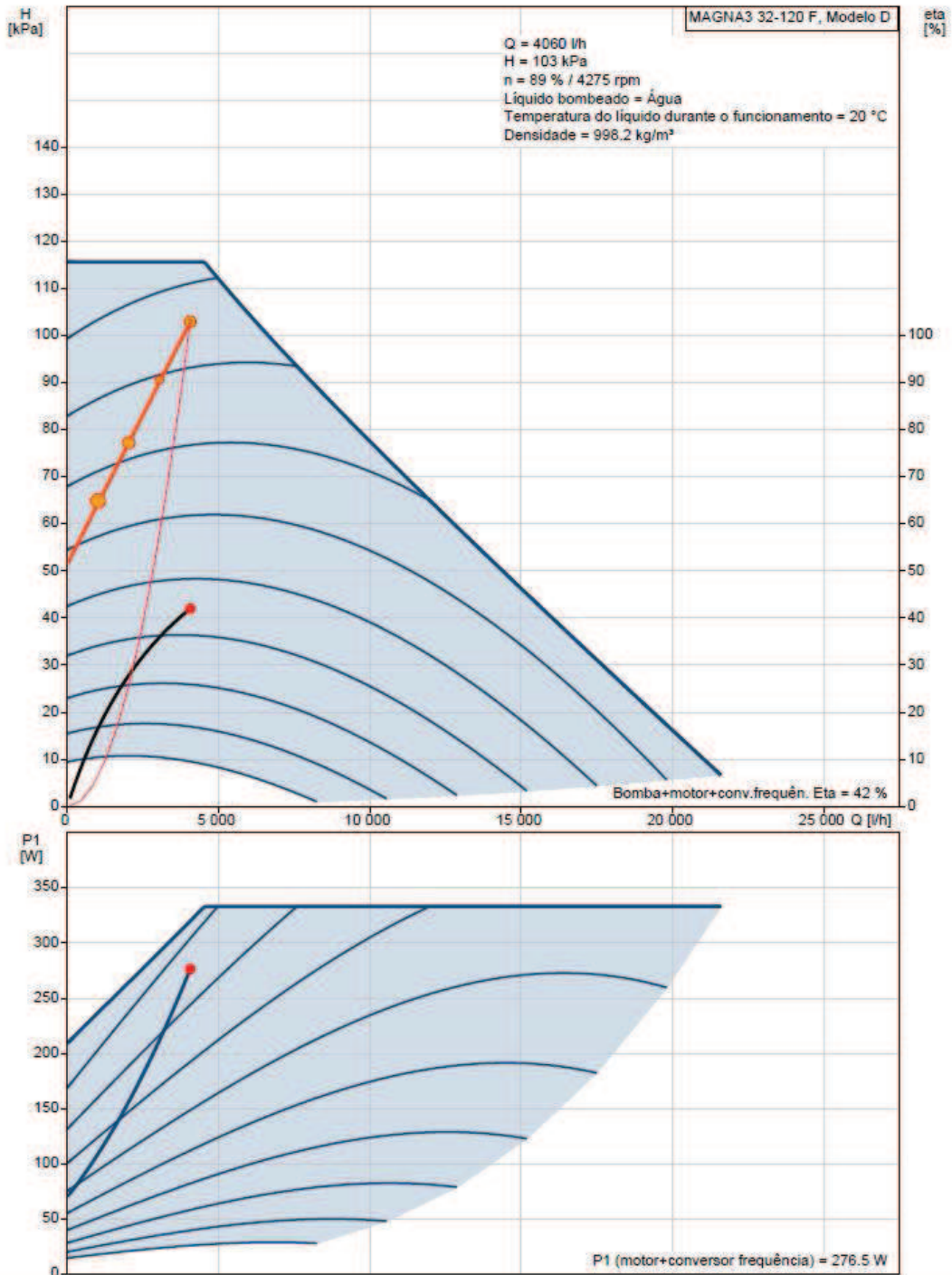
Descrição	Valor
<b>Inf. geral:</b>	
Designação do produto:	MAGNA3 25-100
Código::	97924247
Número EAN::	5710626493227
Preço:	EUR 1032
<b>Técnicos:</b>	
Caudal efectivo calculado:	2030 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	70 kPa
Altura manométrica máxima:	100 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE, VDE, EAC, CN, ROHS, WEEE
Modelo:	D
<b>Materiais:</b>	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-200
Corpo da bomba:	ASTM A48-200B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
<b>Instalação:</b>	
Gama de temperatura ambiente:	0 .. 40 °C
Pressão máx. de funcionamento:	10 bar
Ligação à tubagem:	G 1 1/2"
Estágio da pressão:	PN 10
Distância entre flanges:	180 mm
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Água
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Temperatura do líquido durante operação:	20 °C
Densidade:	998.2 kg/m³
Viscosidade cinemática:	1 mm²/seg
<b>Car. eléctricas:</b>	
Pot. abs. - P1:	9 .. 153 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.09 .. 1.33 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
<b>Outros:</b>	
Energia (EEI):	0.18
Peso líquido:	4.81 kg
Peso bruto:	5.27 kg
Volume de expedição:	0.015 m³
Dinamarca VVS N°:	380790100
Suécia RSK n°:	5732575
Finlândia LVI n°:	4615512
Noruega NRF n°:	9042328
País de origem:	DE
N° taxa aduaneira:	84137030



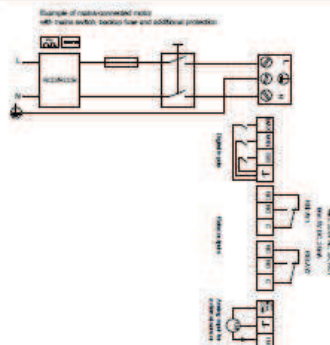
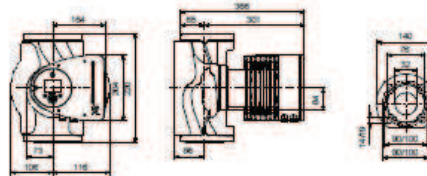
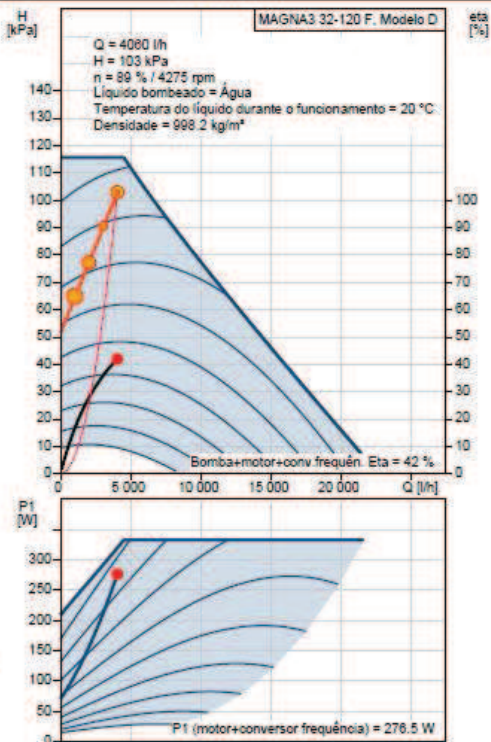
## Bombas BSQ 1 e 2

		Nome empresa:	
		Criado por:	
		Telefone:	
		Data:	17/11/2020
Quantid.	Descrição		
1	MAGNA3 32-120 F		
			
		Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real	
		Código: <a href="#">97924259</a>	
		<p>O Grundfos MAGNA3 é um circulador com motor de ímã permanente perfeitamente adequado para aplicações de aquecimento, arrefecimento e circulação de água quente doméstica, tornando-o na escolha óbvia para quase todos os projetos de construção – antigos ou novos.</p>	
		<p>Com a sua incomparável eficiência, gama abrangente e capacidades de comunicação integradas, além de funcionalidades de substituição de componentes do sistema, o MAGNA3 é ideal para proprietários de edifícios, engenheiros e especificadores que procuram criar sistemas de alto desempenho para edifícios.</p>	
		<p>O MAGNA3 é de tipo de rotor encamisado, isto é, bomba e motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas gaxetas como selagem. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p>	
		<p>A inovadora braçadeira de parafuso único permite um fácil reposicionamento da cabeça de bomba.</p>	
		<p>O MAGNA3 é uma bomba sem necessidades de manutenção e baixos custos de ciclo de vida.</p>	


## 97924259 MAGNA3 32-120 F



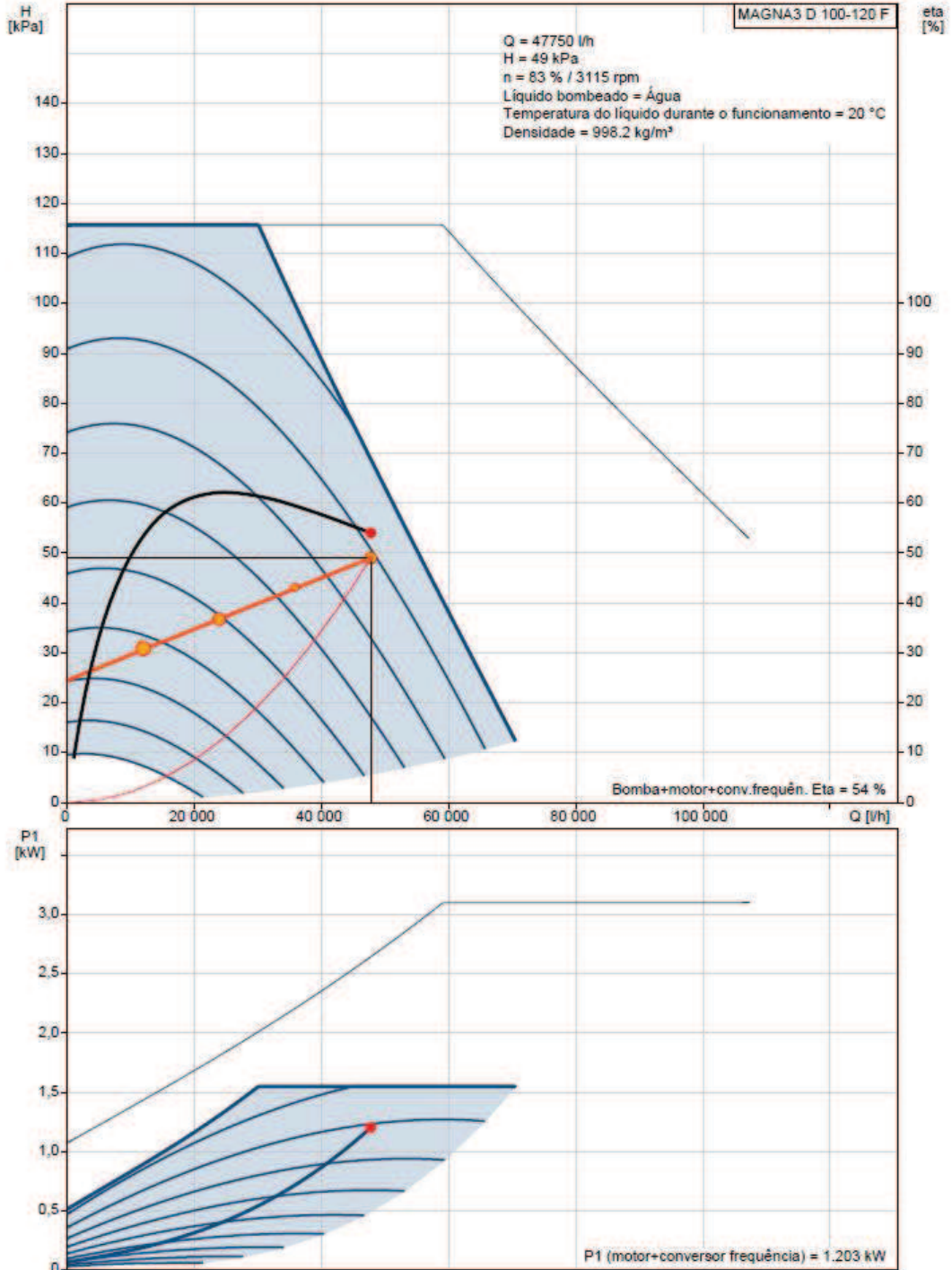
Descrição	Valor
<b>Inf. geral:</b>	
Designação do produto:	MAGNA3 32-120 F
Código::	97924259
Número EAN::	5710626493340
Preço:	EUR 1582
<b>Técnicos:</b>	
Caudal efectivo calculado:	4060 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	103 kPa
Altura manométrica máxima:	120 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE, VDE, EAC, CN ROHS, WEEE
Modelo:	D
<b>Materiais:</b>	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
<b>Instalação:</b>	
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
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Água
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Temperatura do líquido durante operação:	20 °C
Densidade:	998.2 kg/m³
Viscosidade cinemática:	1 mm²/seg
<b>Car. eléctricas:</b>	
Pot. abs. - P1:	15 .. 333 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.18 .. 1.55 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
<b>Outros:</b>	
Energia (EEI):	0.18
Peso líquido:	15.3 kg
Peso bruto:	17.1 kg
Volume de expedição:	0.039 m³
Dinamarca VVS N°:	380951312
Suécia RSK n°:	5732486
Finlândia LVI n°:	4615145
Noruega NRF n°:	9042657
País de origem:	DE
N° taxa aduaneira:	84137030



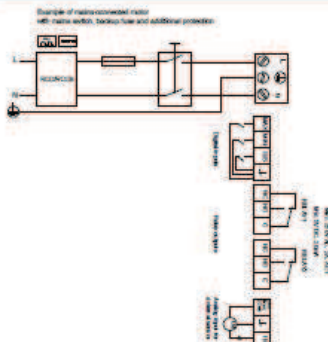
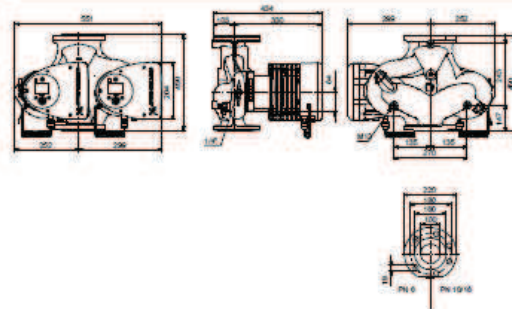
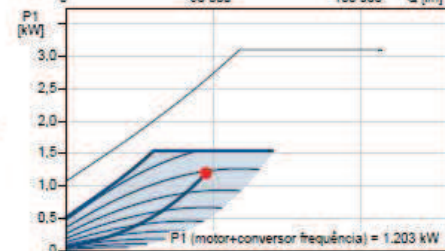
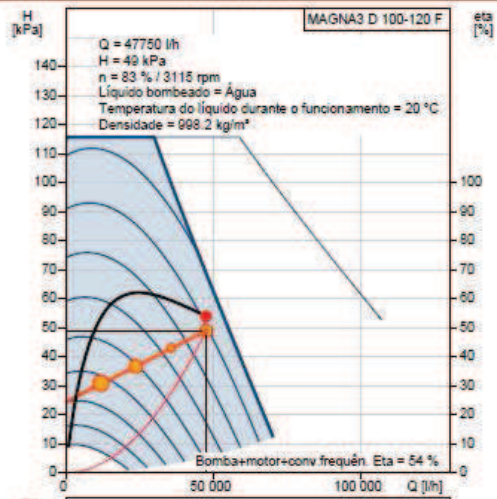
## Bombas BCC 1 a 3

Quantid.	Descrição
1	<p><b>MAGNA3 D 100-120 F</b></p>  <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: <a href="#">97924520</a></p> <p>O Grundfos MAGNA3 é um circulador com motor de magneto permanente perfeitamente adequado para aplicações de aquecimento, arrefecimento e circulação de água quente doméstica, tornando-o na escolha óbvia para quase todos os projetos de construção – antigos ou novos.</p> <p>Com a sua incomparável eficiência, gama abrangente e capacidades de comunicação integradas, além de funcionalidades de substituição de componentes do sistema, o MAGNA3 é ideal para proprietários de edifícios, engenheiros e especificadores que procuram criar sistemas de alto desempenho para edifícios.</p> <p>O MAGNA3 é de tipo de rotor encamisado, isto é, bomba e motor formam uma unidade integral sem empanque e com apenas duas gaxetas como selagem. Os rolamentos são lubrificados pelo líquido bombeado.</p> <p>A inovadora braçadeira de parafuso único permite um fácil reposicionamento da cabeça de bomba.</p> <p>O MAGNA3 é uma bomba sem necessidades de manutenção e baixos custos de ciclo de vida.</p>

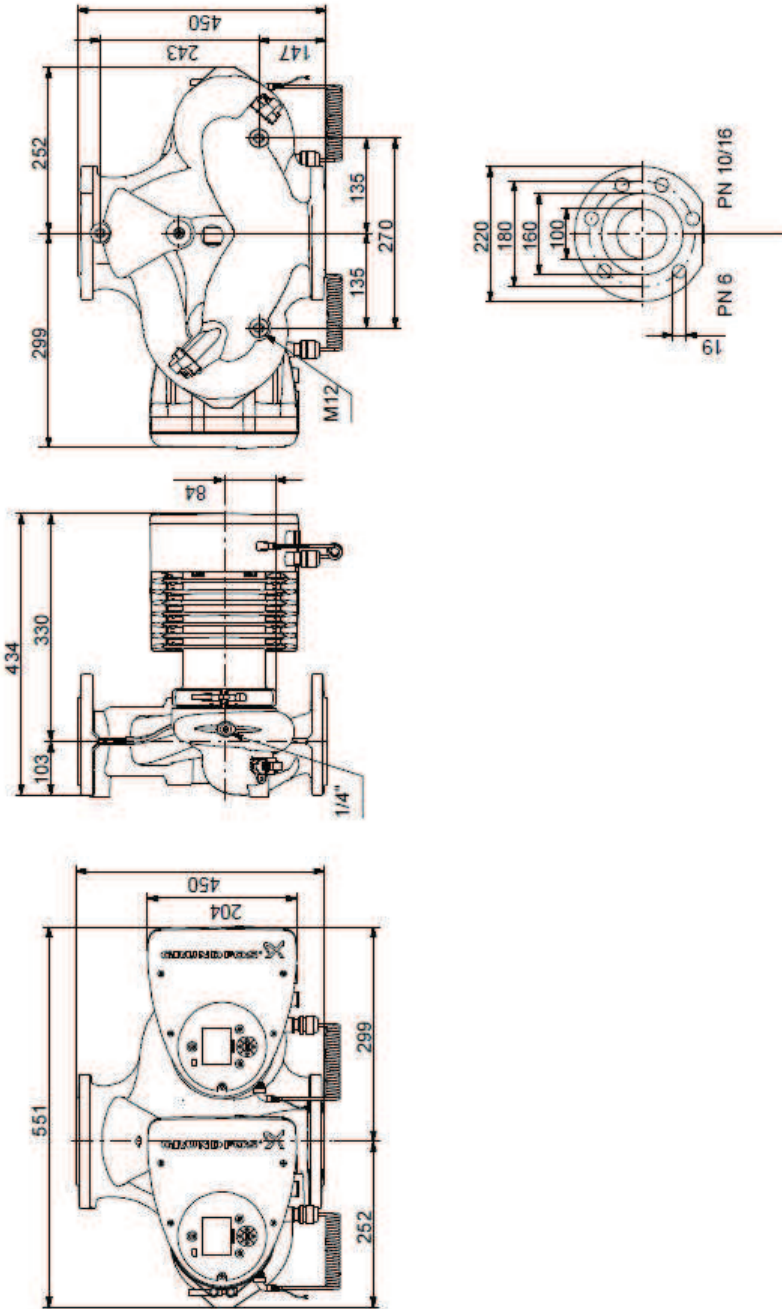
## 97924520 MAGNA3 D 100-120 F



Descrição	Valor
<b>Inf. geral:</b>	
Designação do produto:	MAGNA3 D 100-120 F
Código::	97924520
Número EAN::	5710626495986
Preço:	
<b>Técnicos:</b>	
Caudal efectivo calculado:	47750 l/h
Altura manométrica resultante da bomba:	49 kPa
Altura manométrica máxima:	120 dm
Classe TF:	110
Homologações na chapa de características:	CE, VDE, EAC, CN, ROHS, WEEE
Modelo:	D
<b>Materiais:</b>	
Corpo da bomba:	Ferro fundido
Corpo da bomba:	EN-GJL-250
Corpo da bomba:	ASTM A48-250B
Impulsor:	PES 30% FIBRA DE VIDRO
<b>Instalação:</b>	
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
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Água
Gama de temperatura do líquido:	-10 .. 110 °C
Temperatura do líquido durante operação:	20 °C
Densidade:	998.2 kg/m³
Viscosidade cinemática:	1 mm²/seg
<b>Car. eléctricas:</b>	
Pot. abs. - P1:	35 .. 1550 W
Frequência da rede:	50 / 60 Hz
Tensão nominal:	1 x 230 V
Consumo máximo de energia:	0.35 .. 6.89 A
Classe de protecção (IEC 34-5):	X4D
Classe de isolamento (IEC 85):	F
<b>Outros:</b>	
Energia (EEI):	0.17
Peso líquido:	62.9 kg
Peso bruto:	72.7 kg
Volume de expedição:	0.207 m³
Suécia RSK nº:	5732570
Noruega NRF nº:	9042817

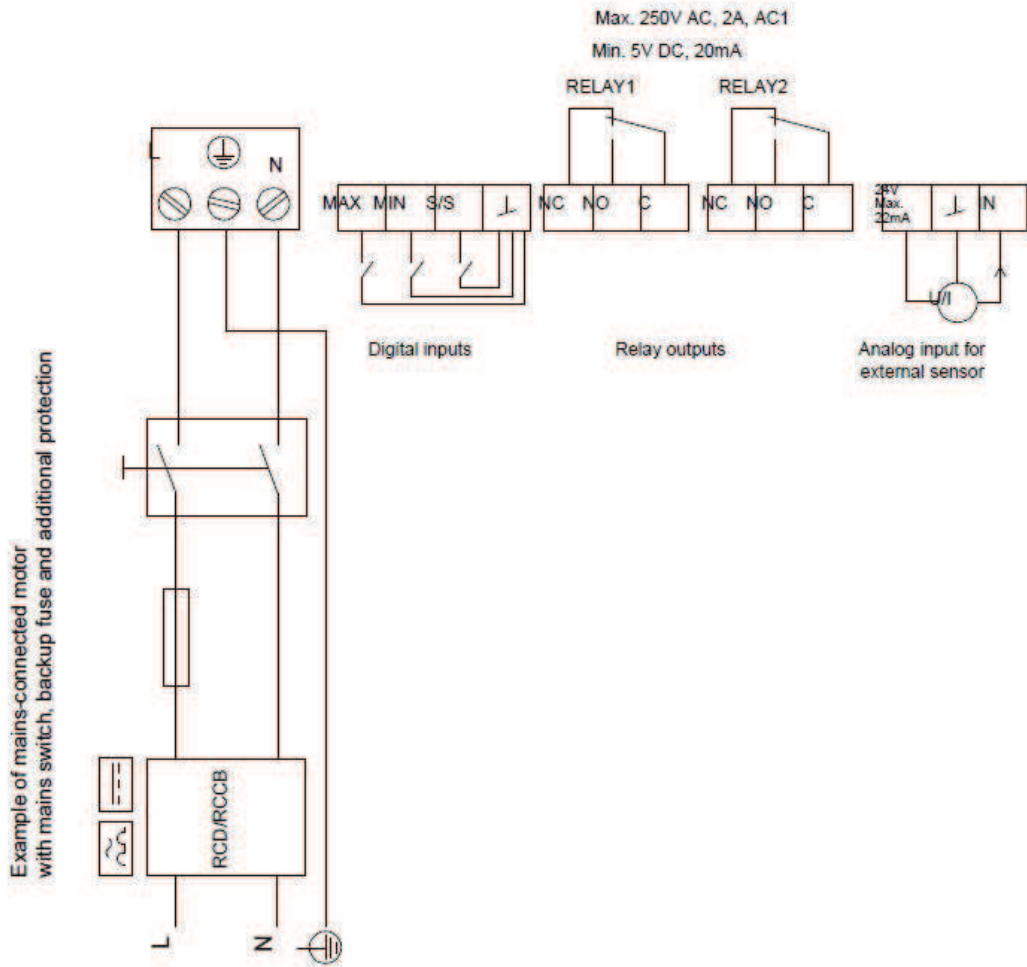


**97924520 MAGNA3 D 100-120 F**



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.  
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.



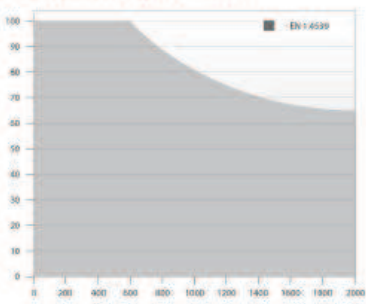
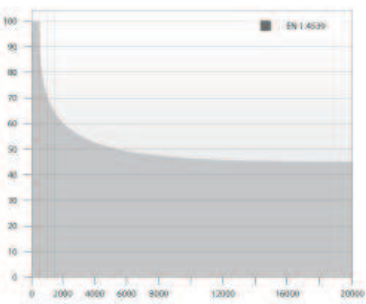
**97924520 MAGNA3 D 100-120 F**

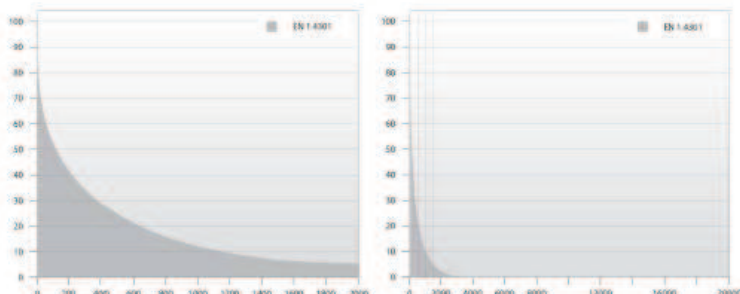


Example of mains-connected motor with mains switch, backup fuse and additional protection

Nota! Todas unidades em [mm] salvo indicação contrária.

## Bombas Captação BCAM 1a3

		Nome empresa: Grundfos Criado por: Telefone:
		Data: 02/12/2020
Quantid.	Descrição	
1	<b>SP 95-1R</b>  <p style="text-align: center; font-size: small;">Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 19F019F1</p> <p>A bomba submersível para furos, adequada para o bombeamento de água limpa. Pode ser instalada na vertical ou na horizontal. Todos os componentes em aço são feitos de aço inoxidável de elevada qualidade, EN 1.4539 (AISI 904L), que garante uma protecção elevada contra a corrosão. Esta bomba não possui aprovação para água potável.</p> <p>A bomba está equipada com um motor MS6000 de 5.5 kW com filtro de areia, empanque mecânico, rolamentos radiais lubrificados a água e um diafragma de compensação de volume. O motor é um motor submersível de rotor submerso que proporciona uma boa estabilidade mecânica e uma elevada eficiência. Adequada para temperaturas até 40 °C.</p> <p>O motor está equipado com o sensor Tempcon da Grundfos que permite monitorizar a temperatura, recorrendo a comunicação através da rede eléctrica, juntamente com um painel de controlo MP204. O motor destina-se a arranque directo (DOL).</p> <p><b>Informações de produto adicionais</b></p> <p>A bomba é adequada para aplicações idênticas às seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento de água bruta</li> <li>- rega</li> <li>- rebaixamento do nível freático</li> <li>- pressurização</li> <li>- aplicações de fontes</li> <li>- aplicações de exploração mineira</li> <li>- aplicações offshore</li> <li>- aplicações de osmose inversa.</li> </ul> <p><b>Bomba</b></p> <p>Todas as superfícies da bomba que estão em contacto com os líquidos bombeados são em aço inoxidável, o que as torna resistentes à corrosão e ao desgaste. O esquema de corrosão abaixo apresenta as capacidades da bomba e do motor relativamente à temperatura em graus Celsius (eixo y) e à concentração de cloreto em ppm (eixo x).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	



As peças em elastómero na bomba são em NBR (borracha de acrilonitrilo butadieno), que garante uma boa resistência ao desgaste e intervalos de manutenção longos.

Caso a bomba seja utilizada para o bombeamento de água com um elevado teor de hidrocarbonetos ou solventes, a Grundfos disponibiliza peças em borracha FKM (fluorocarbono), que são resistentes a óleo e a temperaturas até aos 90 °C.

A bomba é fabricada com rolamentos octogonais com canais de escoamento de areia que minimizam o desgaste. Uma vez que o desgaste da bomba é inevitável, o design da bomba permite substituir facilmente todas as peças internas (rolamentos, impulsor, anéis de desgaste e anéis vedantes) para manter o desempenho elevado e uma prolongada vida útil.

A interligação de aspiração está equipada com um filtro para evitar a entrada de partículas de grandes dimensões na bomba. A interligação de aspiração foi concebida para cumprir as normas NEMÁ relativas à montagem/dimensões do motor.

### Motor

O estator está hermeticamente encapsulado em aço inoxidável e os enrolamentos estão embebidos num composto de polímero. Isto resulta numa elevada estabilidade mecânica, num arrefecimento otimizado e reduz o risco de curto-circuito nos enrolamentos.

As faces do empanque são em SiC/SiC. A combinação de materiais assegura um bom desempenho quando existem partículas abrasivas (areia). Juntamente com a caixa do empanque, o filtro de areia forma um vedante em labirinto que evita a penetração de partículas de areia no empanque em condições de funcionamento normais.

O motor está equipado com o sensor de temperatura Tempcon da Grundfos, o qual inclui uma resistência NTC que detecta a temperatura. A resistência está incorporada perto do enrolamento. A temperatura é convertida num sinal de alta frequência que é enviado através do cabo submersível e que pode ser convertido numa leitura de temperatura por meio do Grundfos MP204.

O MP204 é um dispositivo electrónico de protecção do motor que também monitoriza a qualidade da rede de alimentação, para proteger o motor submersível de perturbações na rede.

### Líquido:

Líquido bombeado: Água  
Maximum liquid temperature: 40 °C  
Temp. máx. do líquido a 0,15 m/seg: 40 °C  
Temperatura do líquido durante operação: 20 °C  
Densidade: 998,2 kg/m³

### Técnicos:

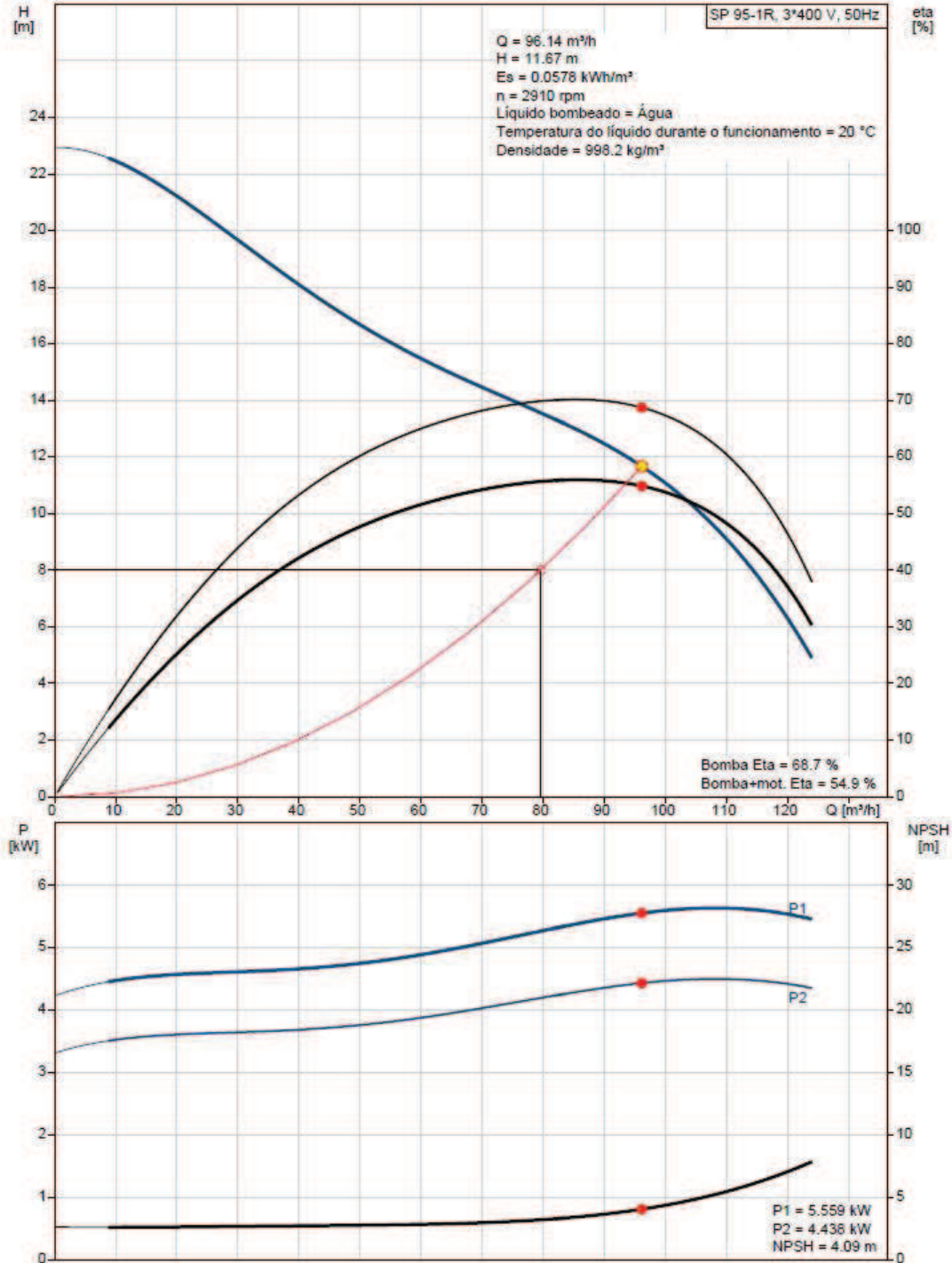
Velocidade da bomba na qual se baseiam os dados da mesma: 2900 rpm  
Caudal efectivo calculado: 96,14 m³/h  
Altura manométrica resultante da bomba: 11,67 m  
Empanque para o motor: SiC/SiC/FKM  
Homologações na chapa de características: CE, GOST2  
Tolerância da curva: ISO9906:2012 3B  
Versão do motor: T40

### Materiais:

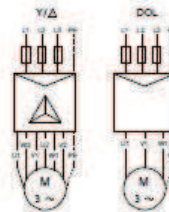
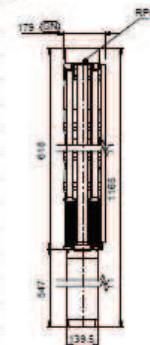
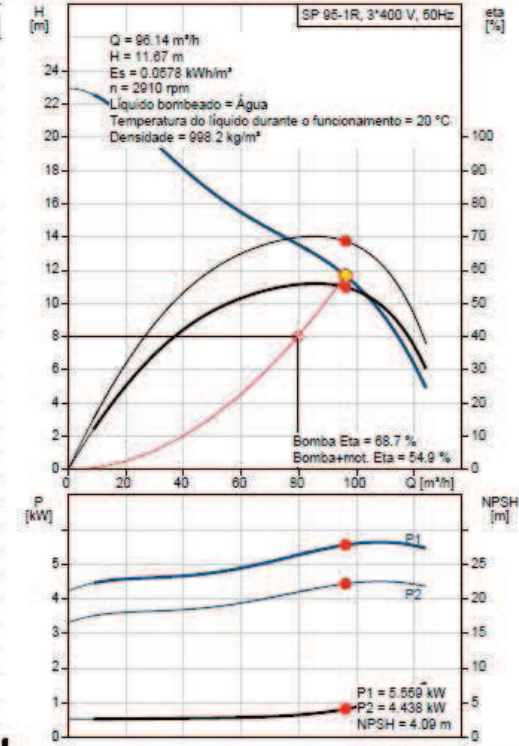
Bomba: Aço inoxidável  
EN 1.4539

Quantid.	Descrição
	<p>Impulsor: AISI ASTM A240 Aço inoxidável EN 1.4539</p> <p>Motor: AISI AISI 904L Aço inoxidável DIN W.-Nr. 1.4539 AISI 904 L</p> <p>Instalação: Descarga da bomba: RP5 Diâmetro do motor: 6 inch</p> <p>Car. eléctricas: Tipo de motor: MS6000 Potência nominal - P2: 5.5 kW Potência (P2) requerida pela bomba: 5.5 kW Frequência da rede: 50 Hz Tensão nominal: 3 x 380-400-415 V Corrente nominal: 13.6-13.4-13.6 A Corrente de arranque: 470-510-520 % Cos phi - factor de potência: 0.82-0.78-0.75 Velocidade nominal: 2870-2880-2890 rpm Método de arranque: Directo Classe de protecção (IEC 34-5): IP68 Classe de isolamento (IEC 85): F Transmissor de temp. incorporado: sim Motor n.º: 78195611</p> <p>Outros: Índice de eficiência mínima MEI ≥: -- Estado ErP: EuP Autónomos/Prod. Peso líquido: 59.6 kg Peso bruto: 83.9 kg Volume de expedição: 0.179 m³</p>

## 19F019F1 SP 95-1R 50 Hz



Descrição	Valor
<b>Inf. geral:</b>	
Designação do produto:	SP 95-1R
Código::	19F019F1
Número EAN::	5700837652452
<b>Técnicos:</b>	
Velocidade da bomba na qual se baseiam os dados da mesma:	2900 rpm
Caudal efectivo calculado:	96.14 m³/h
Altura manométrica resultante da bomba:	11.67 m
Estágios:	1
Impulsor reduzido:	NONE
Empanque para o motor:	SIC/SICFKM
Homologações na chapa de características:	CE,GOST2
Tolerância da curva:	ISO9906:2012 3B
Modelo:	B
Válvula:	YES
Versão do motor:	T40
<b>Materiais:</b>	
Bomba:	Aço inoxidável
Bomba:	EN 1.4539
Bomba:	AISI ASTM A240
Impulsor:	Aço inoxidável
Impulsor:	EN 1.4539
Impulsor:	AISI AISI 904L
Motor:	Aço inoxidável
Motor:	DIN W.-Nr. 1.4539
Motor:	AISI 904 L
<b>Instalação:</b>	
Descarga da bomba:	RP5
Diâmetro do motor:	6 inch
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Água
Maximum liquid temperature:	40 °C
Temp. máx. do líquido a 0,15 m/seg:	40 °C
Temperatura do líquido durante operação:	20 °C
Densidade:	998.2 kg/m³
<b>Car. eléctricas:</b>	
Tipo de motor:	MS6000
Aplicações do motor:	GRUNDFOS
Potência nominal - P2:	5.5 kW
Potência (P2) requerida pela bomba:	5.5 kW
Frequência da rede:	50 Hz
Tensão nominal:	3 x 380-400-415 V
Corrente nominal:	13.6-13.4-13.6 A
Corrente de arranque:	470-510-520 %
Cos phi - factor de potência:	0.82-0.78-0.75
Velocidade nominal:	2870-2880-2890 rpm
Método de arranque:	Directo
Classe de protecção (IEC 34-5):	IP68
Classe de isolamento (IEC 85):	F
Protecção do motor:	NENHUM
Protecção térmica:	externo
Transmissor de temp. incorporado:	sim
Motor n.º:	78195611
<b>Outros:</b>	
Índice de eficiência mínima MEI ≥:	-,-
Estado ErP:	EuP Autónomos/Prod.



U1, W2	Brown
V1, U2	Black
W1, V2	Grey



Nome empresa: Grundfos

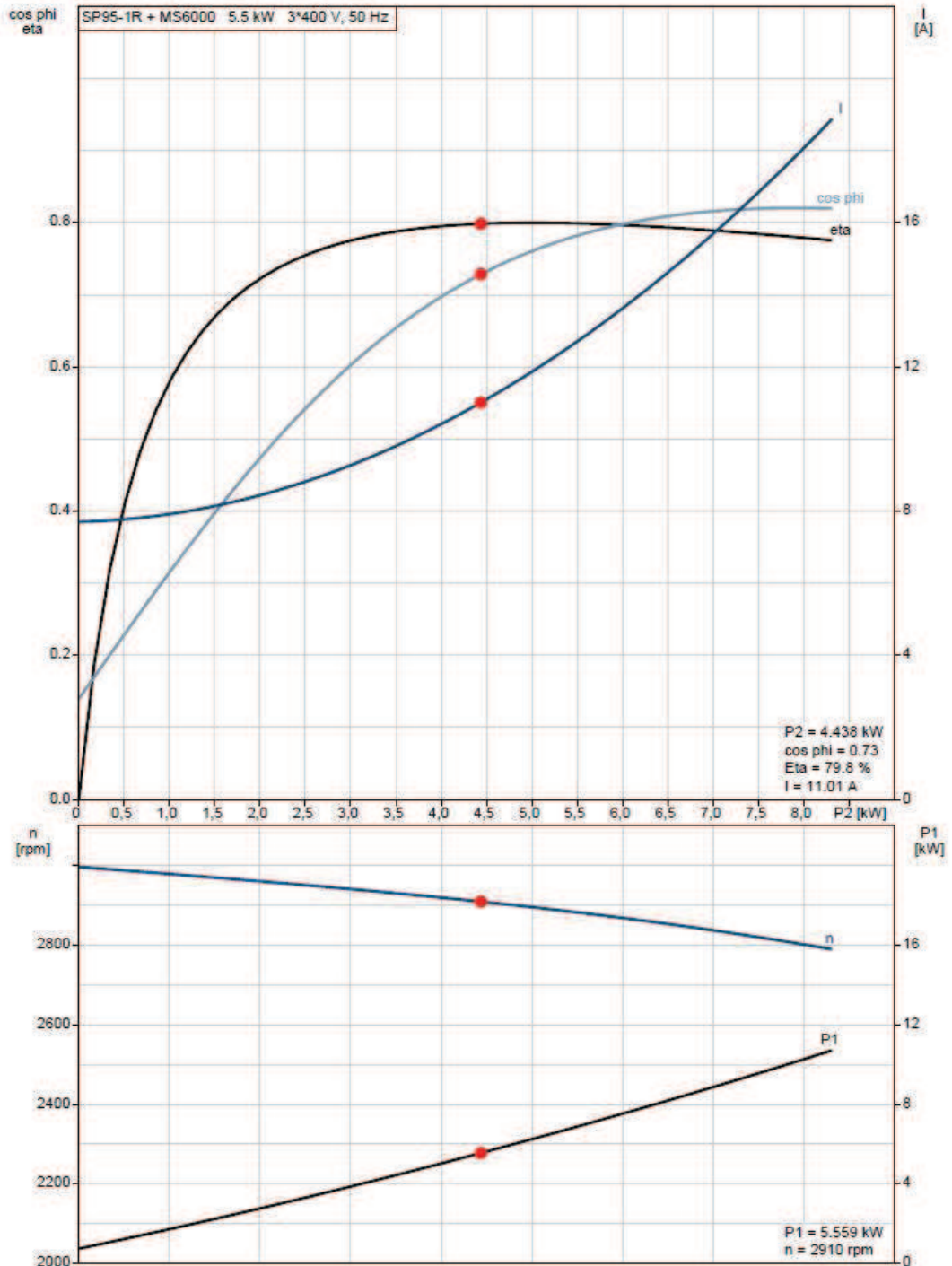
Criado por:

Telefone:

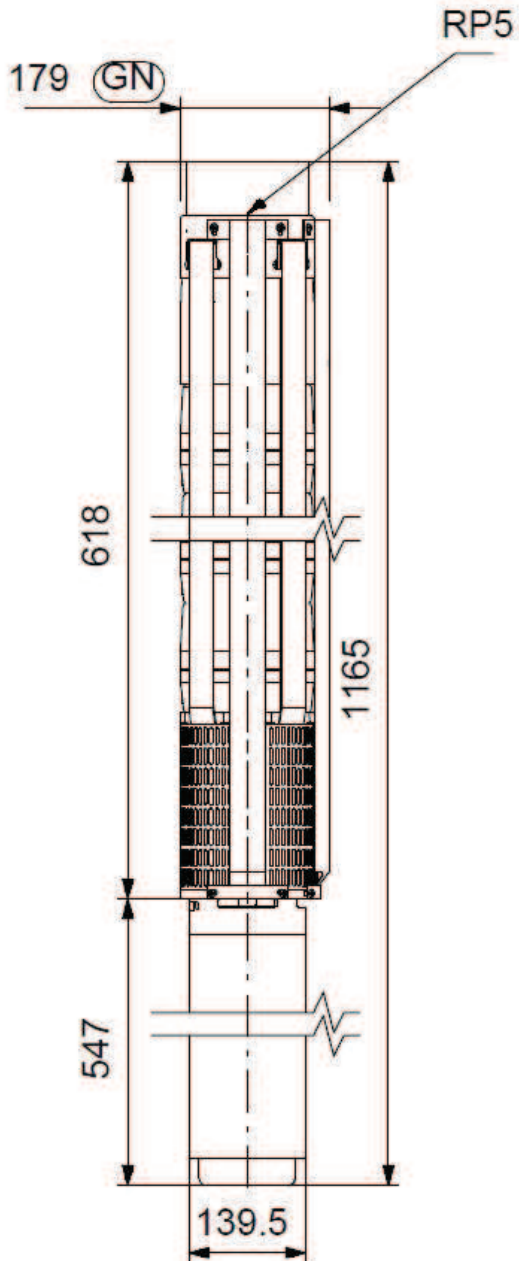
Data: 02/12/2020

Descrição	Valor
Peso líquido:	59.6 kg
Peso bruto:	83.9 kg
Volume de expedição:	0.179 m³

**19F019F1 SP 95-1R 50 Hz**

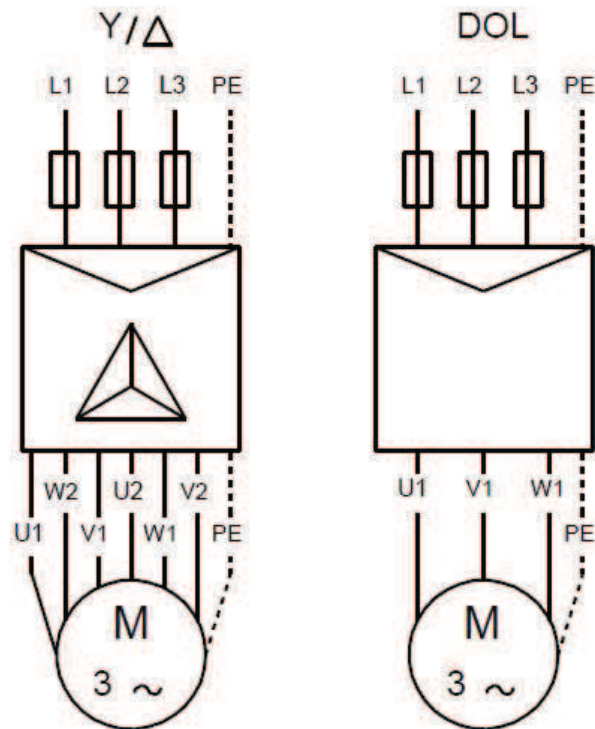


**19F019F1 SP 95-1R 50 Hz**



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.  
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

**19F019F1 SP 95-1R 50 Hz**



U1, W2	Brown
V1, U2	Black
W1, V2	Grey

Nota! Todas unidades em [mm] salvo indicação contrária.

## Anexo M.8 – Ficha técnica da bomba de calor selecionada



### TECHNICAL DATA

WSAN-YES 18.2 Air cooled heat pump for external installation (R32-400TN-IOM11X)

#### SELECTED OPERATION CONDITIONS

COOLING		SELECTED
external exchanger air intake	°C	30.0
internal exchanger water outlet	°C	11.0
Max. capacity required	kW	55.0
HEATING		SELECTED
internal exchanger water outlet	°C	45.0
external exchanger air intake	°C	10.0
Max. capacity required	kW	55.0
GENERAL		SELECTED
Internal exchanger thermal head	°C	5.00
Glycol Internal Exchanger	%	0.000
SOUND PRESSURE LEVEL AT DISTANCE		SELECTED
Distance from unit	m	10.0

#### PERFORMANCE DATA

COOLING		
Cooling capacity (EN14511:2018)	kW	55.0
Total power input (EN14511:2018)	kW	13.5
EER (EN 14511:2018)		4.06
Compressor RPM	%	87.1
Water flow-rate (User Side)	l/s	2.62
Water flow-rate (User Side)	m³/h	9.43
HEATING		
Heating capacity (EN14511:2018)	kW	55.0
Total power input (EN14511:2018)	kW	15.8
COP (EN 14511:2018)		3.48
Compressor RPM	%	87.8
NOISE LEVELS		
Sound Pressure Level at Distance	dB(A)	50.0
STANDARD UNIT WEIGHTS		
Shipping weight	kg	649
Operating weight	kg	609



THE TECHNICAL DATA ARE APPROXIMATE AND MAY BE MODIFIED BY THE MANUFACTURER WITH NO REQUIREMENT FOR ADVANCE NOTICE

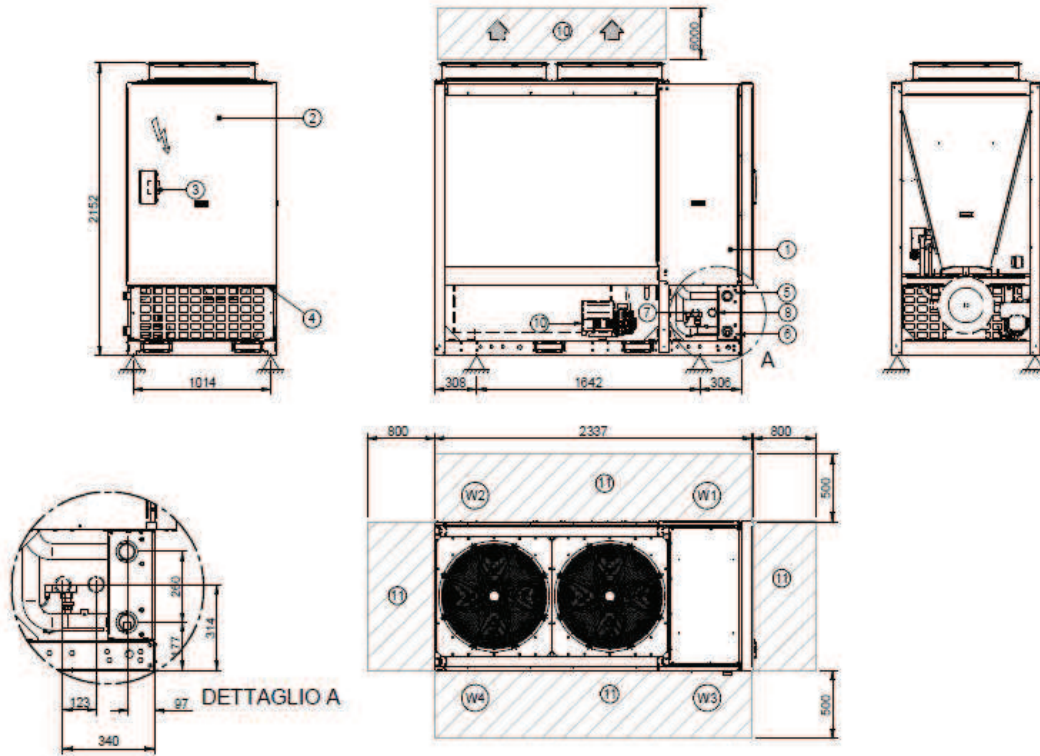
TECHNICAL DATA REFER TO THE TECHNICAL BULLETIN

GENERAL			
<b>COOLING</b>			
SEER		Nr	4.57
Seasonal space cooling energy efficiency		%	180
Internal exchanger pressure drops		kPa	26.0
<b>HEATING</b>			
SCOP W35		Nr	4.04
Seasonal space heating energy efficiency		%	159
SCOP W55		Nr	-
<b>DIRECTIVE ERP (ENERGY RELATED PRODUCTS)</b>			
ErP Energy Class - AVERAGE Climate - W35			A++
<b>COMPRESSOR</b>			
Refrigerant charge (C1)		kg	15.0
<b>WEIGHT AND DIMENSIONS</b>			
Shipping length		mm	2460
Shipping depth		mm	1220
Shipping height		mm	2160
<b>COMPRESSOR</b>			
No. of compressors		Nr	2.00
Type of compressors			ROTARY INVERTER
<b>EXTERNAL SECTION FANS</b>			
Type of fans			BRUSHLESS DC MOTOR
Number of fans		Nr	2.00
Standard airflow		l/s	6889
Installed unit power		kW	0.900
<b>INTERNAL EXCHANGER</b>			
Water content		l	5.70
<b>AIR HANDLING SECTION FANS (SUPPLY)</b>			
Type of supply fan			BRUSHLESS DC MOTOR
Number of supply fans		Nr	2.00



Supply airflow		l/s	6889						
Installed unit power		kW	0.900						
<b>WATER CIRCUIT</b>									
Max water side pressure		MPa	1.00						
<b>ELECTRICAL DATA</b>									
<b>F.L.A. - FULL LOAD CURRENT AT MAX ADMISSIBLE CONDITIONS</b>									
F.L.A. - Total		A	38.5						
<b>F.L.I. - FULL LOAD POWER INPUT AT MAX ADMISSIBLE CONDITIONS</b>									
F.L.I. - Total		kW	25.6						
<b>SOUND LEVELS</b>									
Sound power level (dB)								Sound pressure level	Sound power level
Octave band (Hz)									
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
89	81	79	79	79	72	64	57	64	82

**DIMENSIONAL DRAWINGS**  
**WSAN-YES 18.2 Air cooled heat pump for external installation (R32-400TN-IOM11X)**



- (1) COMPRESSOR COMPARTMENT
- (2) Electrical panel
- (3) Unit control keypad
- (4) Power input
- (5) Internal exchanger water inlet
- (6) Internal exchanger water outlet
- (7) Domestic hot water input
- (8) Domestic hot water output
- (9) storage tank
- (10) FUNCTIONAL CLEARANCES

The presence of optional accessories may result in a substantial variation of the weights shown in the table.

DIMENSIONS (mm)					
A - Length		B - Width		C - Height	
2337.0		1130.0		2152.0	

WEIGHT DISTRIBUTION (Kg)					
W1 Supporting Point	W2 Supporting Point	W3 Supporting Point	W4 Supporting Point	Shipping weight	Operating weight
158	132	158	132	590	580