

**UNIVERSIDADE DO
PORTO**

U. PORTO **REITORIA**



arquivo
central

PASTA N.º 1841

M.E.S./D.G.C.E./D.C.E.N.

U.P./INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ESTUDO PRÉVIO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 - Âmbito do Estudo Prévio	1.
2 - As Piscinas e os seus Equipamentos	2.
3 - A produção de calor	9.
4 - Aquecimento de locais	12.
5 - Aquecimento da Nave das Piscinas	14.
6 - Potência da Central Térmica	19.
7 - Água quente sanitária	21.
8 - Anexos	

- 8.1 - Água quente sanitária - Cronograma de utilização
- 8.2 - Central térmica - Cronograma de carga
- 8.3 - Diagrama do tratamento do ar da Nave das Piscinas
- 8.4 - 7 Folhas de Cálculos Térmicos

Fernando A. Lopes Madeira

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 - ÂMBITO DO ESTUDO PRÉVIO

Nesta fase do projecto procurou fundamentalmente estudar-se os problemas postos pelo Complexo das Piscinas e pela busca de um solução económica para a produção do calor necessário, não só, para o seu funcionamento ao longo de todo o ano, como também, para o aquecimento dos restantes espaços ocupados e, sobretudo, para a produção da água quente sanitária. Com efeito, logo que foi possível estabelecer o Cronograma de Utilização dos Balneários - anexo - este último ponto revelou-se como um dos mais importantes problemas a resolver pelo peso significativo que terá nos custos de exploração.

Com base nos elementos que o Projecto de Arquitectura fornece e, tendo sido fixados valores para as resistências térmicas dos diversos elementos da envolvente exterior, adequados, mas facilmente obteníveis, calcularam-se os Coeficientes Globais de Perdas Térmicas correspondentes aos Ginásios e ao restante do Edifício. O estudo da climatização da Nave das Piscinas foi feito com base no DIAGRAMA PSICROMÉTRICO e na evolução das temperaturas e estados higrométricos correspondentes do dia médio do mês de Dezembro do ano de 1973. Com os dados obtidos, foi elaborado o Cronograma de Carga da Central Térmica, anexo. Como para satisfazer a ponta de carga, resultante da utilização simultânea dos três grupos de chuveiros que se verificará entre as 18 e as 18h 50m, já era

necessário recorrer à constituição de uma reserva de água quente, da ordem dos 100 m³, estudou-se a viabilidade de a produção de água quente ser feita no período de vazio da rede eléctrica, beneficiando da diminuição do preço de custo do kWh; a duplicação da capacidade dos oito reservatórios necessários acarreta um aumento de investimento, não sensível no cômputo geral, mas proporcionará uma economia anual de exploração não inferior a 500 contos, a preços actuais.

2 - AS PISCINAS E OS SEUS EQUIPAMENTOS

2.1 - CARACTERISTICAS PRINCIPAIS

O PROGRAMA PRELIMINAR determinava que as Instalações a projectar deveriam ser dotadas com um complexo de PISCINAS AQUECIDAS, com as características que a seguir se enumeram:

- 2.1.1 - PISCINA DE PROVAS com as dimensões de 50 x 21 x 1,8 m³
- 2.1.2 - TANQUE DE SALTOS com as dimensões de 12,5 x 12,5 x 5,0 m³
- 2.1.3 - TANQUE DE APRENDIZAGEM com as dimensões de 12,5 x 12,5 x 1,0 m³

No decorrer da elaboração do estudo prévio de Arquitectura, com a finalidade de melhorar o rendimento funcional, foi a largura da PISCINA DE PROVAS, aumentada para 25 m, ou seja, o volume total desta Piscina

passou de 1890 m³ para 2250 m³, isto é, aumentou 19%.
Uma análise breve dos números mostra que:

2.1.4 - A superfície de água de qualquer dos TANQUES
é 16 vezes menor que a da PISCINA DE PROVAS.

2.1.5 - A soma dos volumes dos dois TANQUES é prática-
mente apenas 2,4 vezes menor que a PISCINA DE
PROVAS

2.1.6 - Os dois TANQUES equivalem, em voume, a uma pis-
cina com 33 x 16,66 x 1,7 m

As temperaturas da água indicadas no PROGRAMA
PRELIMINAR são de 26/28°C. Dispondo-se de per-
mutadores independentes para cada piscina, e
da aparelhagem de contrôlo e regulação adequa-
dos, facilmente se conseguirão os valores mais
desejáveis em cada uma.

Dado que as três piscinas se situam dentro da mesma na-
ve, a temperatura e o estado higrométrico do ar serão
praticamente uniformes embora a temperatura da água em
cada piscina possa ser diferente; daí decorre o compro-
misso que a regulação da aparelhagem de condicionamen-
to permitirá encontrar aos mínimos custos de explora-
ção e de conforto.

2.2 - EQUIPAMENTOS DE FILTRAGEM, CIRCULAÇÃO E TRATAMENTOS QUIMICOS

A filtragem da água e a adição de água nova, por forma a
manter a turbidez e o conteúdo salino dentro dos limites

aceitáveis, é objecto de NORMAS SANITÁRIAS nos diversos países; umas têm em conta o tempo em que todo o volume de água das piscinas é reciclado, noutras o caudal de reciclagem é função da área do plano de água, o que se afigura mais lógico.

Em piscinas de laser a aplicação das diversas Normas conduz a resultados sensivelmente idênticos, como resultado da pequena diversificação das alturas de água utilizadas.

A aplicação duma das Normas, que diz que a reciclagem total se deve operar em 6 horas, com adição sistemática de 10% do caudal da reciclagem de água nova, conduz aos valores condensados no

QUADRO 2.2.1

PISCINA	VOLUME m ³	CAUDAIS m ³ /h	
		FILTRAGEM	ÁGUA NOVA
PROVAS	2250	375	37,500
SALTOS	781,250	130	13
APRENDIZAGEM	156,250	26	2,600

A aplicação de outra, que estipula que:

- 1 - o caudal de filtragem deve ser de 0,5 m³/h por cada metro quadrado de área do plano de água;
- 2 - a renovação da água deverá ser de 1/20 do volume total da piscina, cada dia, por forma a que, o contador acuse, mensalmente, pelo menos, 1,5 vezes aquele volume;

conduz aos seguintes valores:

QUADRO 2.2.2

PISCINAS	CAUDAIS - m ³ /h		TEMPO RECI- CLAGEM - h
	FILTRAGEM	ÁGUA NOVA	
PROVAS	625	4,700	3,6
SALTOS	78	1,600	10
APRENDIZAGEM	78	0,3	2

Considerando que, em condições médias a filtragem se efectua a plena potência durante as 8 horas de utilização e a 1/4 da potência nas 16 horas seguintes, condensam-se no quadro seguinte, os valores da água nova consumida na aplicação dos dois critérios:

QUADRO 2.2.3

PISCINAS	CRITÉRIOS		DIFERENÇAS
	1	2	
PROVAS	450	112,500	337,500
SALTOS	156	39	117
APRENDIZAGEM	31,2	7,8	23,400
TOTAIS	637,2	159,3	477,900
ÁGUA NOVA EM m ³ / 24 h			

O segundo critério previligiando a função filtragem sobre a renovação, conduz a uma exploração muito mais

económica; sendo certo que as diferenças de consumos diários de água encontrados não são reais, pois a lavagem dos filtros, em condições de exploração correctas, exigindo cerca de 200 m³/24h, pode prever-se uma economia diária de água da ordem dos 400 m³, que a preços correntes significará mais de 10.000 contos por ano. A instalação projectada está baseada na aplicação do segundo critério, inserto no Regulamento Francês sobre Piscinas Públicas. Cumprir-se-á também a exigência de o enchimento poder fazer-se em 5 horas e os dispositivos de esgoto das Piscinas foram dimensionados para que ele possa fazer-se no mesmo lapso de tempo.

Como o desenho respectivo mostra a filtração relativa à PISCINA DE PROVAS utilizará 8 filtros de leito de areia, de granulometria uniforme, sob pressão, com lavagem ajudada por ar comprimido, dispostos em bateria. Na mesma fila, num circuito parcialmente separado, encontram-se mais dois filtros da mesma capacidade unitária dos do sistema anterior destinados a promover, em conjunto, a filtração da água dos TANQUES DE SALTOS E DE APRENDIZAGEM. Entre os dois grupos de filtros encontra-se um idêntico a todos os outros e disposto como reserva operativa.

A água a reciclar será retirada, em partes iguais, da superfície e do fundo das piscinas; da superfície, por intermédio de descarregadores de soleira delgada, será a água conduzida, por gravidade, para um depósito duplo, de capacidade suficiente para funcionar como carga de metade do sistema de bombagem e acumulação da água resultante duma

eventual falta prolongada de energia eléctrica; do fundo, directamente, como carga da outra metade do sistema. Assim a circulação relativa à PISCINA DE PROVAS far-se-á por intermédio de 4 grupos electro-bomba, mais um de reserva operativo enquanto que aos TANQUES DE SALTOS E DE APRENDIZAGEM lhes são também destinados dois grupos, mais um de reserva. Os caudais de cada um dos tipos de bombas a empregar serão respectivamente de 44 l/s e 11 l/s com pressão total prevista de 55 kPa; as potências de accionamento previsíveis são de 5,5 kW e 0,75 kW respectivamente.

A lavagem dos filtros será feita por inversão da circulação e ajuda por ar comprimido obtido a partir de dois compressores volumétricos - um reserva do outro - com o caudal de 250 m³/h e pressão até 60 kPa. A potência de accionamento directo será de 7,5 kW, com motor eléctrico de seis polos. A água, que na fase de injeção do ar comprimido deverá ser fornecida com um caudal de 10 l/s e na fase de clarificação com o caudal de 30 l/s, será propulsionada por duas bombas, debitando em paralelo de um tanque de água tratado com a capacidade útil de 50 m³ alimentado automaticamente a partir do colector de água tratada da PISCINA DE PROVAS. Por cada uma destas bombas haverá uma igual de reserva operativa e o seu funcionamento será automatizado em conjunto com o compressor por forma a que o ciclo de lavagem de cada filtro seja desencadeado por se ter atingido a perda de carga correspondente ao mais económico funcionamento.

A filtração será adjuvada pela adição de sulfato de alumínio convenientemente doseado e injectado nos colectores da aspiração das bombas de circulação, dispondo-se para isso, de duas bombas doseadoras, mais uma de reserva, para tal efeito.

A esterilização indispensável da água será feita por injeção de água clorada, a partir de Cloro, provisionado sob a forma de Cloro liquido, e doseado automaticamente por três clorómetros, um por cada piscina, comandada amperimetricamente. Desta forma o Cloro residual em cada piscina será mantido, com o mínimo de gastos, dentro dos valores recomendados. Existirá mais um de reserva.

A manutenção de pH, dentro dos valores desejáveis para a mais eficiente utilização do Cloro, será obtida por injeção automática de carbonato de sódio nas doses adequadas a cada piscina e em cada momento, por três bombas doseadoras actuando sob o comando de pHmetros convenientemente instalados. Além das três bombas doseadoras, uma para cada piscina, haverá mais uma de reserva operativa.

De uma forma geral as tubagens envolvidas na filtração e na condução da água quente sanitária serão de Polipropileno para pressões de serviço até 10 bar.

Os diâmetros interiores serão calculados por forma a que a perda de carga por metro oscile entre 150 e 250 Pa e a velocidade não exceda 2m/s.

3 - A PRODUÇÃO DE CALOR

O calor necessário para a exploração de piscinas aquecidas pode ir buscar-se aos combustíveis - líquidos ou gasosos - à energia eléctrica e também às energias renováveis, particularmente à energia solar. No PROGRAMA BASE parece ter ficado demonstrada a vantagem económica do emprego de bombas de calor - B.C. - para a satisfação dos consumos, tendo como fonte de energia o calor solar recolhido directamente das águas freáticas ou indirectamente, por meio de colectores de tubo plástico enterrados, podendo assim interessar extensas áreas existentes no Complexo.

Reparando todavia que o consumo de calor resulta sobretudo da imposição sanitária de renovar a água das piscinas, lançando-a ao esgoto após a lavagem dos filtros e, também que a água sanitária proveniente dos balneários acaba por ser entregue à rede de saneamento, poucos graus abaixo da temperatura de utilização, procuramos investigar e desenvolver o projecto de Reciclagem do Calor Contido nas Águas Usadas para aquecimento de iguais quantidades de outras para serem utilizadas. Para tal, supunhamos que dispomos de um metro cúbico de água usada à temperatura Θ °C, mais baixa alguns K do que a T °C de utilização. A quantidade de calor disponível será $1000 (\Theta - t)$ kcal, em que t °C é a temperatura a que esta quantidade de água é restituída depois de ter atravessado o evaporador de uma B.C.; quanto menor fôr o valor de t maior deveria ser a quantidade de calor utilizável se o C.O.P. fosse constante e não decrescesse, como efectivamente acontece, com o abaiamento da temperatura da água no evaporador. Designando por C o valor do C.O.P. da B.C. interveniente nesta operação, às temperaturas estipuladas, e por E a energia mecânica posta em jogo - recolhida no condensador multiplicada por C - ter-se-á :

$1000 (\Theta - t) + E = CE$ (1). Sendo t_a a temperatura da água a

aquecer, até à temperatura T , a quantidade de calor requerida por cada metro cúbico será: $1000 (T - t_a) = pCE$ (2)

$$\text{De (1) e (2) resulta : } p = \frac{T - t_a}{\theta - t} \times \frac{C - 1}{C} \quad (3)$$

No limite da utilização da B.C. $t = 32^\circ\text{C}$ e no Porto a temperatura média mínima da água da rede pública não é inferior a 14°C .

Para obter água quente no condensador a 55°C , nas condições extremas referidas, $C = 3,5$ donde $p = \frac{T - 14}{\theta - 3} \times \frac{2,5}{3,5}$

Para a água de lavagem das Piscinas tem-se : $T = \theta - 28^\circ\text{C}$ e $p = 0,4$

Para a água sanitária os valores à partida serão:

$$T = 40^\circ\text{C} \quad \theta = 34^\circ\text{C} \quad \text{e} \quad p = 0,6$$

A energia de que seria necessário dispôr, no primeiro caso, é:

$$E = \frac{14.000}{0,4 \times 3,5} \times 1,16 = 11\,627 \text{ Wh} \quad \text{o segundo caso}$$

$$E = 14\,419 \text{ Wh}$$

Com aqueles 11.627 Wh ficam à disposição 35.000 kcal e, como para elevar de 14 para 28°C a temperatura de um metro cúbico são só necessários 14.000 kcal , ficam disponíveis $35.000 - 14.000 = 21.000 \text{ kcal}$ ou seja o equivalente a mais $1,5 \text{ m}^3$.

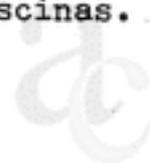
Análogamente, para o segundo caso, a quantidade de calor total disponível é de 43.400 kcal e a quantidade necessária para o metro cúbico 26.000 kcal ; ficam disponíveis 17.400 kcal ou seja o equivalente a mais $0,669 \text{ m}^3$.

Como apenas se utiliza um metro cúbico de água aquecida por cada metro cúbico de água que vai para o esgoto, vê-se assim que a quantidade de calor de que se disporá para ocorrer a outros consumos de calor é muito grande, se se atentar nos consumos diários de água quente sanitária e de lavagem dos filtros.

A quantidade de calor necessária para manter permanentemente o ambiente da Nave das Piscinas à temperatura de 28°C , com estado higrométrico de 50% e ao mesmo tempo, efectuar uma renovação total

em cada hora, é muito elevada pelo que, também neste caso, se recorrerá a um sistema de B.C. para recuperar, até limites razoáveis, o conteúdo térmico da fracção correspondente à renovação. A B.C. a empregar, é também do tipo Água/Água, em circuito fechado, e a sua reserva, pode constituir reserva das B.C. necessárias para a produção de água quente, predispondo a montagem para que também possa funcionar com o evaporador em circuito parcialmente aberto. Desta forma se procura, com funcionalidade e economia de primeira instalação, constituir uma central térmica integrada no espaço técnico disponível, conforme o esquema de princípio e os desenhos, que integram este processo, documentam. As potências das B.C. a instalar serão definidas depois de calculados os valores parcelares correspondentes às necessidades de aquecimento das construções, subdivididas pelos Ginásios, Zona de Aulas e Serviços, Zona de Aulas e Cantina e Nave das Piscinas.

U. PORTO

arquivo
central

4 - AQUECIMENTO DE LOCAIS

Fez-se apenas o estudo global do Edifício com a finalidade de poder elaborar um Cronograma de Cargas da Central Térmica e também ter uma ideia aproximada do consumo anual. Como já se disse subdividiu-se o Edifício em Ginásios e Zonas de Aulas, Serviços e Cantina, em correspondência com os dois pisos que lhes foram destinados. Para o efeito fixaram-se os coeficientes de transmissão térmica dos diversos elementos da envolvente de superfície, o coeficiente de perdas térmicas lineares e os volumes a renovar. A partir destes elementos e das superfícies e perímetros interessados calcularam-se os Coeficientes Globais de Perdas e, a partir deles, o consumo provável anual e a potência de aquecimento máxima. Os resultados estão concentrados no

QUADRO 4.1

LOCAIS	G W/K	CONSUMO ANUAL	POTÊNCIA MÁXI- MA - W
PISO 2 - AULAS/SERVIÇOS	4170	5600	79 000
PISO 3 - AULAS/CANTINA	7899	10 608	150 000
GINÁSIO AND/BASE	7561	10 154	116 000
GINÁSTICA DESPORTIVA	7582	10 183	136 000
ED. FISICA DE BASE	3893	5 228	61 000
GINÁSIO BASK/BADMINGTON	5010	6 729	85 000
TEMP.MÍNIMA - 12C - NÚMERO DE GRAUS - DIAS NO PORTO - 1343			

O consumo médio anual de calor, previsível, de 48502 kWh originará um consumo de energia eléctrica de cerca de $48502 : 3,75 = 12\ 934$ kWh.

As formas de aquecimento particulares de cada local terão em conta a sua utilização, situação e volume. Assim prevê-se que:

- 4.1 - A zona dos balneários junto às piscinas tenha pavimento radiante
- 4.2 - As salas de aulas, laboratórios, salas de reunião e, de uma forma geral, todas as divisões interiores à envolvente ou sem abertura para o exterior, serão aquecidas por sistemas de termoventilação com recirculação e ar novo controlado.
- 4.3 - Os balneários terão insuflação de ar quente com controlo termo-higrométrico e extracção permanente.
- 4.4 - As cabines sanitárias terão apenas extracção
- 4.5 - Os Ginásios terão unidades de tratamento que permitam a circulação em circuito fechado, para preparação do ambiente, e a extracção permanente correspondente a uma renovação por hora.

5 - AQUECIMENTO DA NAVE DAS PISCINAS

No PROGRAMA BASE vem consignado que a temperatura desta Nave deveria ser de 28°C. O estado higrométrico correspondente foi fixado em 50% para limitar ao mínimo a evaporação da água das piscinas e evitar as condensações nos vidros duplos das fenestras quando a temperatura exterior descer abaixo de 2°C. O cálculo da evaporação foi feito partindo do princípio que a quantidade de água evaporada na unidade de tempo por unidade de superfície exposta de água é proporcional à diferença das tensões de vapor na superfície da água, em contacto com o ar e a tensão do vapor contido no ar à temperatura e estado higrométrico reinante na Nave, o que pode exprimir-se de forma seguinte:

$$q = \left(\frac{X_o}{V_o} - \frac{X_a}{V_a} \right) h$$

em que:

q = Caudal Superficial de Evaporação (kg/m² s)

X_o = Humidade Especifica do Ar na Zona de Contacto da Água com o Ar (kg/kg)

V_o = Volume Mássico do Ar na Zona de Contacto Ar/Água (m³/kg)

X_a e V_a são os valores homólogos relativos ao ambiente da Nave

h = Coeficiente de Difusão do Vapor (m/s)

Os valores de X_o , X_a , V_o e V_a são lidos directamente no Gráfico Psicométrico; h é calculado pela Expressão:

$$h = 0,92 \frac{H_c}{p \cdot C_p}$$

com:

H_c = Coeficiente de Convecção (W/m² K)

p = Massa Volúmica do Ar 1,2 kg/m³

C_p = Calor Mássico do Ar = 1,010 J/kg K

Assimilando a piscina a um solo aquecido o coeficiente de convecção terá por valor - 6,1 (W/m² K) x $\frac{1}{3600}$

Efectuando as substituições virá

$$b = 0,92 \frac{6,1}{3600 \times 1,2 \times 0,10} = 0,001286 \text{ m/s}$$

sendo

$X_o = 0,0215 \text{ kg/kg}$ e $V_o = 0,877 \text{ m}^3/\text{kg}$

$X_a = 0,0121 \text{ kg/kg}$ e $V_a = 0,869 \text{ m}^3/\text{kg}$

será $q = \left(\frac{0,0215}{0,877} - \frac{0,0121}{0,869} \right) 0,001286 = 0,0000136 \text{ kg/m}^2$

Como a superficie total dos 3 Planos de Água monta a 1562,5 m² o caudal evaporado por hora será:

$$Q = 0,0000134 \times 1562,5 \times 3600 = 76,5 \text{ kg/h}$$

Para ter em conta o acréscimo resultante do aumento das superficies molhadas por efeito da utilização - corpos dos nadadores, desbordamentos, etc - dever-se-á majorar, prudentemente, este valor. Assim fixar-se-á, para efeito de cálculo de máxima ou de média, em 100 kg/h a perda de água por evaporação, quando as condições interiores forem as definidas anteriormente - - 28°C, 0,869 m³/kg, 59 kJ/kg - e o caudal de ar novo fôr metade do caudal do ar emitido e tratado por forma a manter as condições fixadas, quaisquer que sejam as condições do ar exterior. Sendo o volume fisico da Nave 23080 m³ é prudente fixar em 25 000 m³/h o caudal de ar novo e portanto em 50 000 m³/h o de emissão.

Com a finalidade de recuperar boa parte do calor contido na fracção do ar que tem que ser rejeitado e a necessária para retirar de toda a massa em circulação o caudal de água evaporada, vamos servir-nos de uma Unidade Condicionadora em que metade do ar de emissão é passado através de uma bateria alimentada com água refrigerada a 5°C , dimensionada por forma a que o ar, ao abandoná-la, fique nas condições (22°C , $0,85 \text{ m}^3/\text{kg}$, 49 kJ/kg). Esta massa de ar passa por uma Secção de Mistura onde é introduzida, pela depressão do mesmo ventilador de emissão, a massa de ar novo exterior - (12°C , $0,774 \text{ m}^3/\text{kg}$, 7 kJ/kg) - complementar, ficando a mistura nas condições - ($10,5^{\circ}\text{C}$, $0,812 \text{ m}^3/\text{kg}$, 28 kJ/kg).

A massa correspondente aos $50\ 000 \text{ m}^3$ desta mistura é de $61\ 576 \text{ kg}$. Esta massa de ar ao atravessar uma Bateria de Pré-Aquecimento convenientemente dimensionada e alimentada em água quente, deve sair nas condições ($30,5^{\circ}\text{C}$, $0,869 \text{ m}^3/\text{kg}$, 49 kJ/kg , $0,0068 \text{ kg/kg}$). A massa de ar passa então por uma Secção de Humidificação onde lhe são introduzidos $221,674 \text{ kg}$ de água, o que a coloca nas condições - (22°C , $0,85 \text{ m}^3/\text{kg}$, 49 kJ/kg , $0,0104 \text{ kg/kg}$). Seguidamente atravessará uma Bateria de Aquecimento onde receberá o calor necessário para, ao baixar a sua Temperatura até 28° por ter absorvido 100 kg de água e compensado as trocas de calor que ocorrem através da envolvente exterior da Nave. No caso presente as trocas calculadas são equivalentes a 10 kJ/kg de onde resulta que, à saída da bateria, a massa de ar que tem vindo a ser tratada deva encontrar-se nas condições:

(41°C, 0,904 m³/kg, 68 kJ/kg, 0,0104 kg/kg) - apta a ceder o calor inerente às perdas específicas da edificação e a absorver o caudal de água que as piscinas evaporam.

As baterias de Pré-aquecimento e de Aquecimento necessitam ser das potências seguintes:

PRE-AQUECIMENTO

$$Q_p = 61\,576 \times (49 - 28) \times 0,2778 = 359\,200 \text{ W}$$

AQUECIMENTO

$$Q_a = (61\,576 + 222) \times (68 - 49) \times 0,2778 = 326\,200 \text{ W}$$

A adaptação das potências das baterias à variabilidade das condições atmosféricas ao longo do ano será feita por modulação proporcional da água quente que as alimenta.

A recuperação de calor operar-se-á em duas baterias, atravessadas cada uma por metade da massa de ar retirado do ambiente da Nave. Na primeira, integrada no circuito da Unidade Condicionadora é possível recuperar

$$Q_{rc} = 30\,783 (59 - 49) \times 0,2778 = 85\,500 \text{ W}$$

Na segunda, atravessada por toda a massa de ar que deve ser renovada, é possível recuperar

$$Q_{rr} = 30\,783 (59 - 24) \times 0,2778 = 299\,300 \text{ W}$$

Este fluxo de calor permite elevar de 5 K a temperatura da água que percorre as baterias e restitui-lo ao condensador de uma B.C. que com COP = 3,59 põe à disposição

$$Q_{rt} = (85,5 + 299,3) \times \frac{3,59}{3,59-1} = 533,4 \text{ kW}$$

absorvendo 148,6 kW de energia de accionamento.

Como a Bateria de Aquecimento da Unidade condicionadora tem que ser apta a elevar o caudal de ar até 42°C a água de alimentação não deverá entrar a menos de 55°C, sob pena de se tornar muito volumosa e portanto cara. A fixação desta temperatura da água à saída das B.C. diminuindo-lhes embora o COP, possível com uma temperatura de saída mais baixa, permite que os permutadores, para a produção de água quente, sejam de dimensões razoáveis. A água de recuperação entrará na B.C. a 10°C e nas Baterias a 5°C.

U. PORTO

ac arquivo
central

6 - POTÊNCIA DA CENTRAL TÉRMICA

O cronograma de cargas foi estabelecido a partir dos dados climáticos insertos no RESUMO ANUAL DO INSTITUTO GEOFISICO DA UNIVERSIDADE DO PORTO. O mês de Dezembro de 1973 foi escolhido por nele se ter verificado uma temperatura média diurna inferior em 1,8 K à média dos 83 anos precedente, mas com mínimo absoluto apenas de $-0,5^{\circ}\text{C}$, sendo certo que a média mensal mínima de 83 anos corresponde ao mês de Janeiro, com $8,6^{\circ}\text{C}$. Admitiu-se que as restantes instalações, para além do Complexo das Piscinas era aquecido apenas durante as horas de funcionamento e que a preparação da água quente sanitária se faria apenas nas horas de vazio utilizando um permutador com a potência de 650 kW.

Nas condições fixadas no Cronograma, a Central deveria ser constituída por uma unidade B.C. com a potência nominal de 200 kW e duas de 175 kW, uma das quais afecta ao sistema de recuperação de calor do ambiente da Nave das Piscinas, isto é, funcionando com o circuito externo do evaporador fechado. As outras duas bombas funcionam em água parcialmente perdida pelo que devem ser dotados com evaporadores tubulares de fácil limpeza.

Como, normalmente, as B.C. destas potências são dotadas com dispositivos de modelação da potência em quatro escalões, a adaptação à variabilidade da carga é relativamente fácil. A Central seria assim constituída por 4 B.C., duas da potência

nominal de 175 kW e duas de 200 kW, uma das quais constituindo reserva do sistema parcialmente aberto e do sistema fechado dos evaporadores.

O esquema e desenhos que fazem parte deste processo foram elaborados neste pressuposto da produção total da água quente sanitária ser feita só durante as horas de vazio da rede eléctrica nacional. Em tempo se observa que a solução não é económica do ponto de vista das despesas de primeiro estabelecimento pelo que, o ante-projecto contemplará apenas a instalação de três B.C., duas da potência nominal de 225 kW, uma das quais constituirá reserva operativa das outras duas, e a outra de 175 kW destinada à recuperação do calor de tratamento do ar da Nave das Piscinas. O permutador para a produção de água quente sanitária deverá então ser dimensionado para a potência de 400 kW.

7 - ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Como ficou dito a água quente sanitária será produzida e armazenada ao longo dos períodos de maior economia funcional, dependente da carga e portanto das disponibilidades de potência nas B.C. Prevê-se desde já a substituição dos depósitos de acumulação metálicos, por um depósito duplo de betão armado, convenientemente tratado pelo interior e situado no local agora afectado aos depósitos.

A água quente produzida é sempre enviada para esse depósito de acumulação e de aí são alimentados três grupos duplos hidro-pneumáticos que funcionarão debitando para um mesmo colector. A pressão de serviço será de 2,5 bar com ligação escalonada das bombas a partir de 2,3 bar.

Os caudais efectivos das bombas para a pressão de 2,5 bar serão de 4,8 l/s, 14 l/s e 14 l/s.

Prevê-se o isolamento das tubagens principais de alimentação dos grupos sanitários, mas não a circulação permanente da água para a manter sempre quente em qualquer ponto e momento de utilização. Em sua substituição instalar-se-ão saídas calibradas nos extremos das aduções que termostaticamente e em função do horário de funcionamento farão as purgas necessárias enviando-as para a recuperação. Resta dizer que a distribuição da água será feita à temperatura de 40°C por forma a diminuir as perdas e evitar possíveis acidentes.

A par e passo que se vai verificando o consumo, a água usada é recolhida num pequeno depósito metálico onde se encontram

instaladas duas bombas submersíveis - uma de reserva operativa - e os respectivos comandos de nível, que a enviam para o depósito duplo de reserva de água usada, situado por baixo do TANQUE DE APRENDIZAGEM. De aí a água usada é retirada por duas bombas e enviada automaticamente e de acordo com as necessidades para o Depósito de Mistura onde é preparada a água de alimentação dos evaporadores da B.C. por mistura com água de rejeição prevista para uma temperatura de 10°C.

U. PORTO

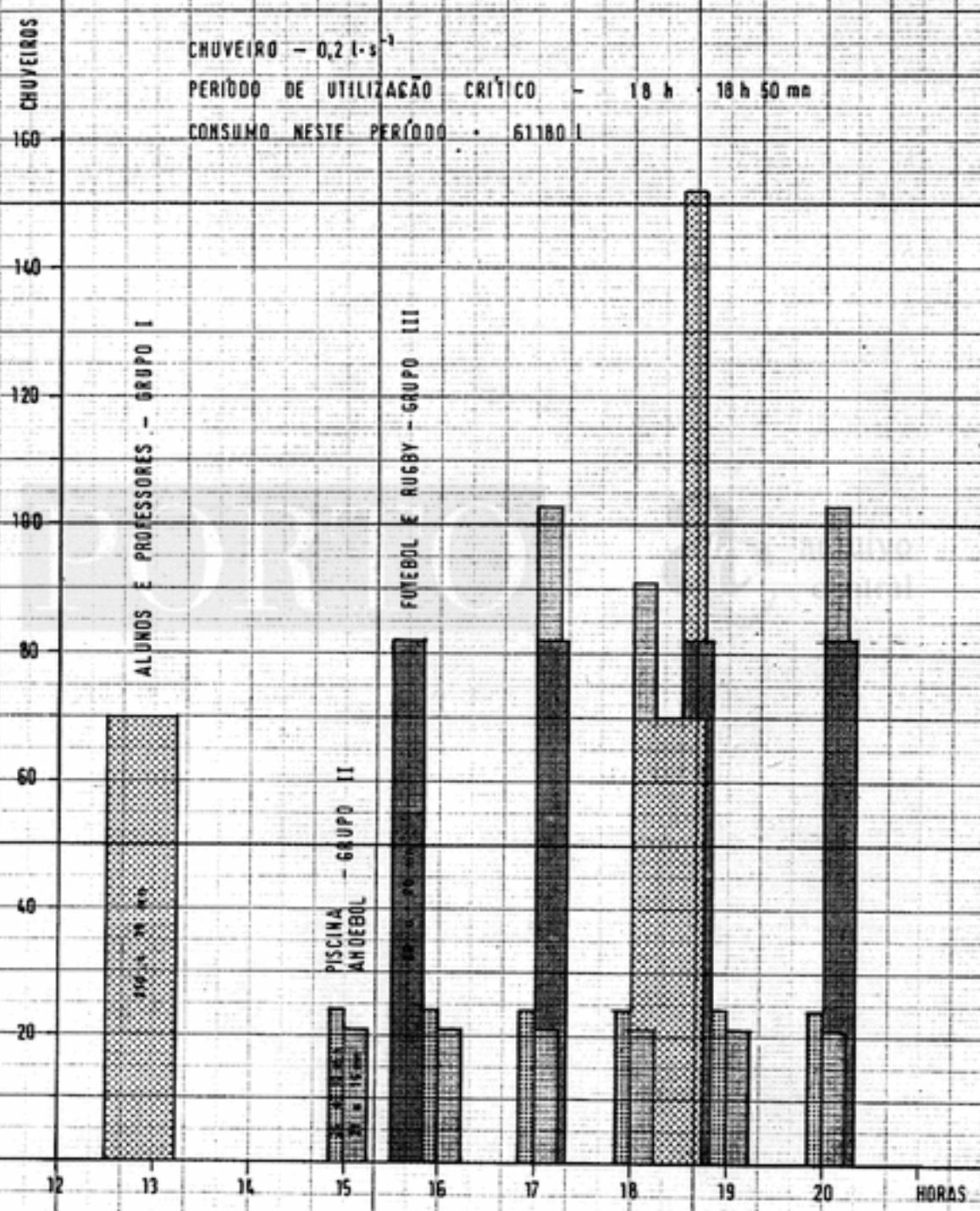
ac arquivo central

I. S. E. F.

PROJECTO DE INSTALAÇÕES MECÂNICAS

ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

CRONOGRAMA DE UTILIZAÇÃO PREVISTA



ENGE. FERNANDO MADEIRA

I S E F

PROJECTO DE INSTALAÇÕES MECÂNICAS

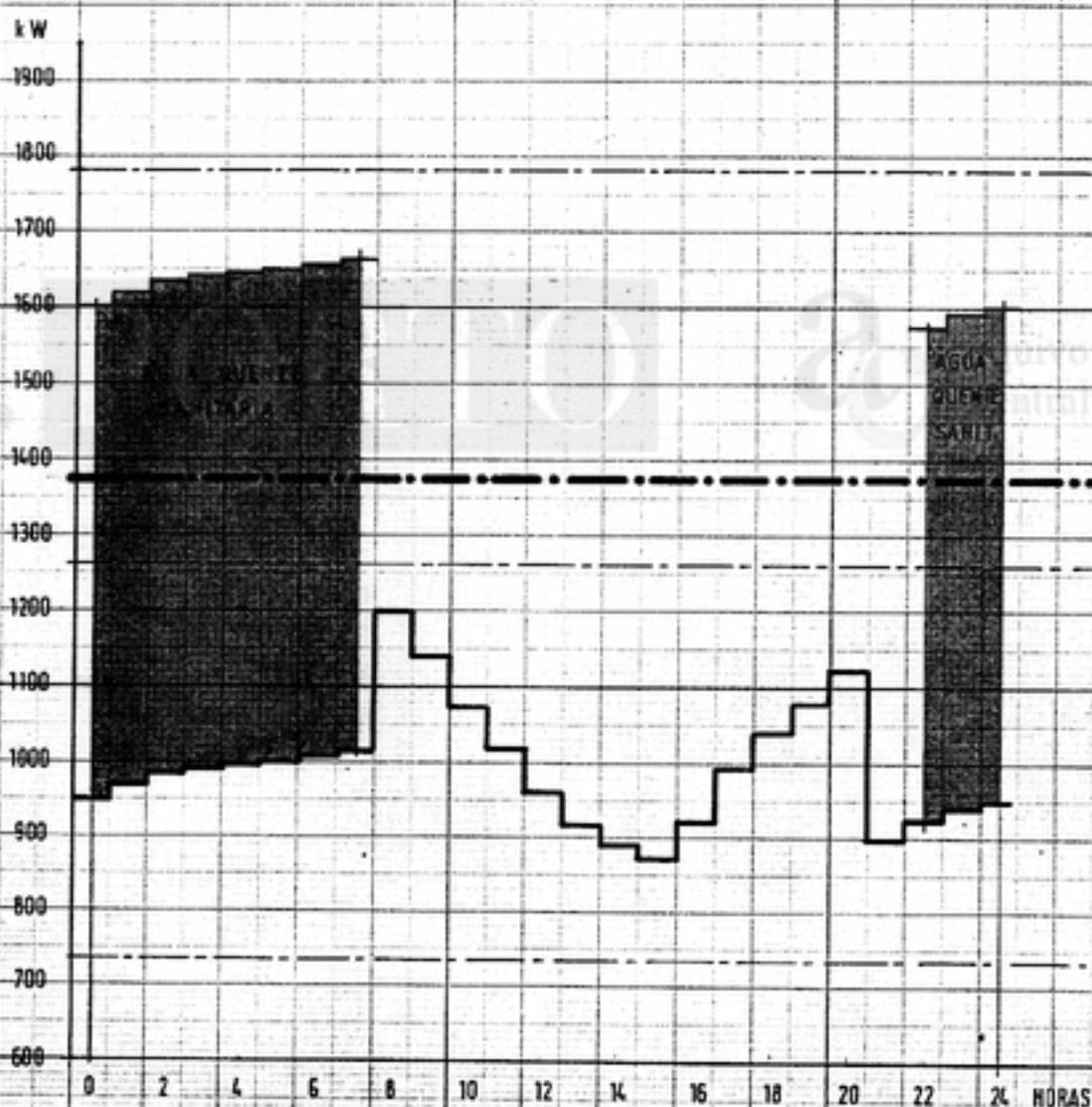
· CENTRAL TÉRMICA ·

CRONOGRAMA DE CARGA MÁXIMA PREVISTA

DEZEMBRO 1973 - $T_m = 24^{\circ}C$

CONSUMO DIÁRIO MÁXIMO - 137.8 GJ

CONSUMO NAS B. C. - 10.210 kWh



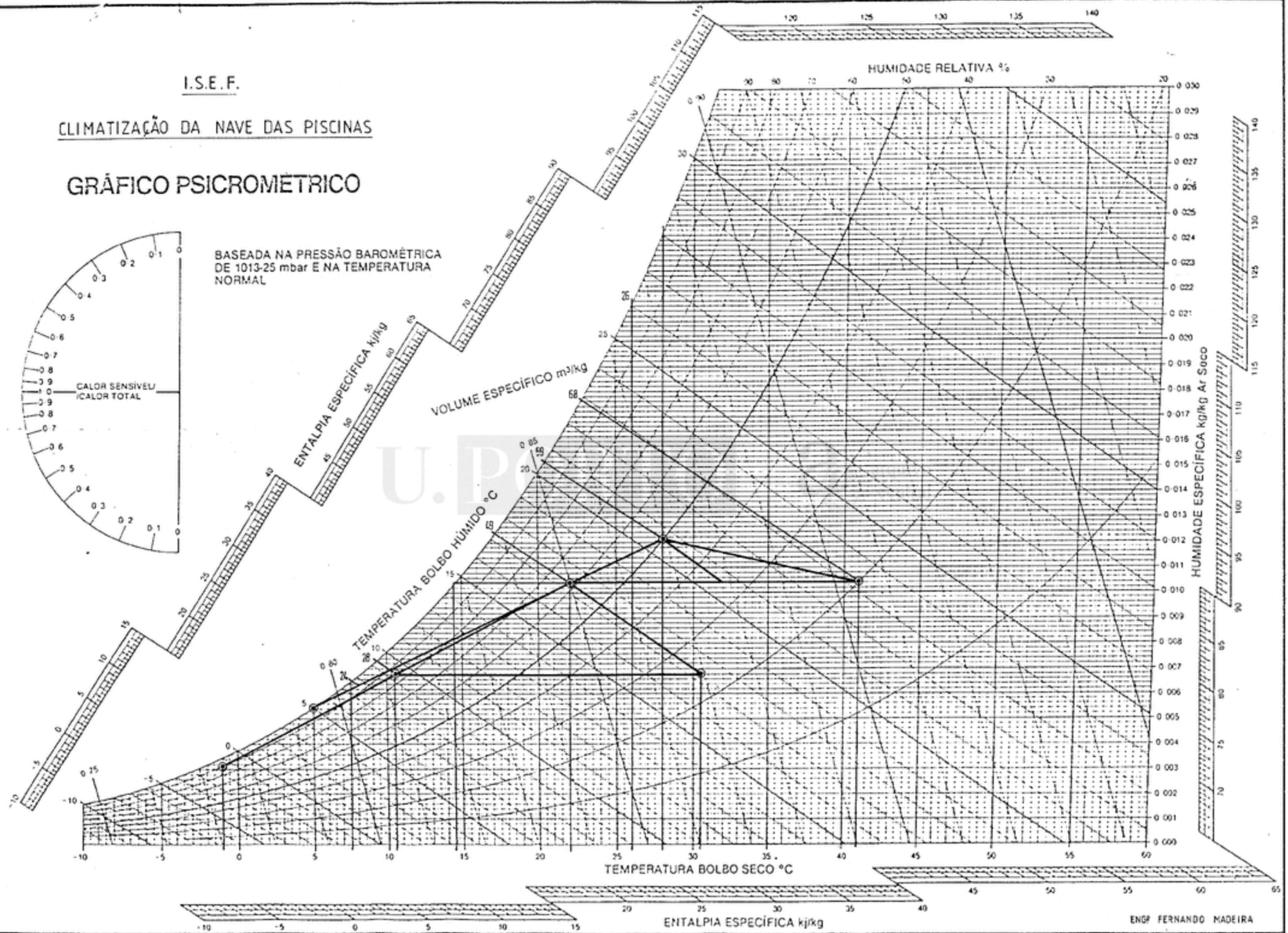
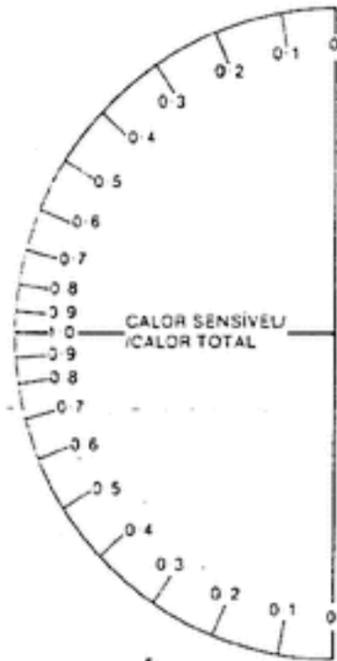
ENG. FERNANDO MADEIRA

I.S.E.F.

CLIMATIZAÇÃO DA NAVE DAS PISCINAS

GRÁFICO PSICROMÉTRICO

BASEADA NA PRESSÃO BAROMÉTRICA DE 1013-25 mbar E NA TEMPERATURA NORMAL



ENGº FERNANDO MADEIRA

PROJECTO

I.S.E.F.
ZONA AULAS + SERVIÇOSFOLHA 1
DE

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL		SUPERFÍCIE		VOLUME		BASES DE CÁLCULO			
SEGUNDO PISO		2212		7078		T °C	HR %	J c/kg	Xg/kg
PAREDES EXTERIORES	EXPOSIÇÃO	ÁREAS DE VOLUMES	K	Δt	CARGAS				
				Δx	$\frac{K \times V}{\Delta x}$				
PAREDES EXTERIORES	N	218	0,6		130,8	INVERNO:			
	S	246	0,6		147,6	INT.	18		
	E	58	0,6		34,8	EXT.	7		
	W	44	0,6		26,4	VERÃO:			
SUPERFÍCIES C/ VIDROS	N	120	3,4		408,0	INT.			
	S	176	3,4		598,4	EXT.			
	E	12	3,4		40,8	ILUMINAÇÃO			
	W	36	3,4		122,4	W/m ²			
PAREDES INT.						OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO			
						PESSOAS (p)			
					 m ³ /h p			
COBERTURA						SENSÍVEL			c/h
PAVIMENTO 127 + 110 + 38 + 25		284	1,2		340,8	LATENTE			c/h
ILUMINAÇÃO				0,86		VENTILAÇÃO			m ³ /h
FORÇA MOTRIZ				0,86		MAJORAÇÕES			
RENOVAÇÃO			0,29			EXPOSIÇÃO	1,		
VENTILAÇÃO 8000			0,29		2320	INTERMITÊNCIA	1,		
OCUPAÇÃO			0,714			OBSERVAÇÕES:			
DIVERSOS			0,714			$P_{\text{max}} = 4170 \times 19$ $= 79230 \text{ W}$ $P_2 = \frac{12}{19} \times 79230 = 50000 \text{ W}$ $C_2 = 4170 \times 1363$ $= 5600.310 \text{ Wh}$ $P_{\text{red}} = \frac{9}{19} \times 79230$ $= 38400 \text{ W}$			
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE						86/02/15			
CARGA TOTAL G					4170,0				

PROJECTO

I.S.F.F.
ZONA AULAS E LAVATINAFOLHA 2
DE

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL		SUPERFÍCIE		VOLUME		BASES DE CÁLCULO			
TERCEIRO PI. 50		3860		12600					
	EXPOSIÇÃO	ÁREAS OU VOLUMES	K	Δt Δx	CARGAS $K \times S$ Wh/K	T °C	HR %	J c/kg	Mg/kg
PAREDES EXTERIORES	N	415	0,6		250,3	INVERNO:			
	S	60	0,6		36,0	INT.	18		
	E	58	0,6		33,6	EXT.	1		
	W	62	0,6		37,2	VERÃO:			
						INT.			
						EXT.			
SUPERFÍCIES C/ VIDROS	N	48	3,4		163,2	ILUMINAÇÃO			
	S	179	3,2		608,6	W/m ²			
	E	24	3,4		81,6	OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO			
	W	24	3,4		81,6	PESSOAS (p) m ³ /h p			
PAREDES INT.						SENSÍVEL c/h			
						LATENTE c/h			
						VENTILAÇÃO m ³ /h			
COBERTURA		3860	0,6		2316,	MAJORAÇÕES			
PAVIMENTO						EXPOSIÇÃO 1,			
ILUMINAÇÃO				0,86		INTERMITÊNCIA 1,			
FORÇA MOTRIZ				0,86		OBSERVAÇÕES:			
RENOVAÇÃO			0,29			P = 7898,6 × 19			
VENTILAÇÃO		14800	0,29		4292,	= 150.073 W			
OCUPAÇÃO						P ₀ = $\frac{12}{19}$ 150.073 ≈ 92800 W			
DIVERSOS						C ₀ = 7898,6 × 1343			
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE						= 10.607 819 Wh			
CARGA TOTAL					7898,6	86/03/15			

PROJECTO

I. S. F. F.
FINANÇAS

FOLHA

3

DE

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL		SUPERFÍCIE		VOLUME		BASES DE CÁLCULO			
ANDARIM - 24,00 METROS		1290		10.965					
PAREDES EXTERIORES	EXPOSIÇÃO	ÁREAS OU VOLUMES	K	Δt	CARGAS	T °C	HR %	J c/kg	kg/kg
				Δx	$K \times S$ W/m ²				
PAREDES EXTERIORES	N	30	1,2		103,2	INVERNO:			
	S	366	1,2		639,2	INT.	18		
	E	60	1,2		72,0	EXT.	7		
	W	255	1,2		306,0	VERÃO:			
						INT.			
SUPERFÍCIES C/ VIDROS	N	298	5,8		1728,4	ILUMINAÇÃO			
						W/m ²			
						OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO			
PAREDES INT.	N					PESSOAS (p) m ³ /h p			
	E					SENSÍVEL c/h			
						LATENTE c/h			
COBERTURA		1061	1,2		1273,2	VENTILAÇÃO m ³ /h			
PAVIMENTO		91	1,75		159,3	MAJORAÇÕES			
ILUMINAÇÃO				0,86		EXPOSIÇÃO 1,			
FORÇA MOTRIZ				0,86		INTERMITÊNCIA 1,5			
RENOVAÇÃO		12000		0,29 -0,774	3480,	OBSERVAÇÕES: $P_{max} = 1,5 \times 116317 \times 19$ $= 1163227 \text{ W}$ $P_0 = \frac{1}{19} 116317 \approx 72.500 \text{ W}$ $C_0 = 7561,3 \times 1343$ $= 10152825 \text{ Wh}$ $P_{24} = \frac{2}{19 \times 1,5} 116317$ $\approx 8200 \text{ W}$			
VENTILAÇÃO				0,29 0,714					
OCUPAÇÃO									
DIVERSOS									
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE									
CARGA TOTAL					7561,3	86/03/15			

PROJECTO

I.S.F.F.
GINASIS

FOLHA 4

DE

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL GINASTICA DESPORTIVA		SUPERFÍCIE 1200		VOLUME 8400		BASES DE CÁLCULO			
	EXPOSIÇÃO	ÁREAS OU VOLUMES	K	Δt Δx	CARGAS K ₂₅ W/m ²	T °C	HR %	J c/kg	kg/kg
PAREDES EXTERIORES	E	380	1,2		336,0	INT.	18		
	W	380	1,2		336,0	EXT.	5		
PAREDES EXTERIORES						VERÃO:			
						INT.			
						EXT.			
SUPERFÍCIES C/ VIDROS	N	450	5,8		2610,5	ILUMINAÇÃO			
						W/m ²			
						OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO			
PAREDES INT.						PESSOAS (p) m ³ /h p			
						SENSÍVEL c/h			
						LATENTE c/h			
						VENTILAÇÃO m ³ /h			
COBERTURA		1050	1,2		1260,0	MAJORAÇÕES			
PAVIMENTO		80	1,75		140,0	EXPOSIÇÃO 1,			
ILUMINAÇÃO				0,86		INTERMITÊNCIA 1,			
FORÇA MOTRIZ				0,86		OBSERVAÇÕES: $P_m = 1,5 \cdot 4682 \cdot 19$ $= 133437 \text{ W}$ $P_0 = \frac{12}{19} 133437 = 84.300 \text{ W}$ $C_c = 7582 \cdot 1343$ $= 10.182.628 \text{ Wh}$ $P_{ind} = \frac{2}{19 \cdot 1,4} 133437$ $= 9400 \text{ W}$			
RENOVAÇÃO		10200		0,29	2900,0				
VENTILAÇÃO				0,29					
OCUPAÇÃO				0,714					
DIVERSOS									
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE									
CARGA TOTAL					7.582				

PROJECTO

1564.
GINÁSIOFOLHA 5
DE

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL		SUPERFÍCIE		VOLUME		BASES DE CÁLCULO			
ENSINO DE BASE		528		5280					
PAREDES EXTERIORES	EXPOSIÇÃO	ÁREAS OU VOLUMES	K	Δt	CARGAS	T °C	HR %	J c/kg	Xg/kg
				Δx	$K \times \Delta x$				
PAREDES EXTERIORES	N	22	1,2		26,4	INVERNO:			
	E	220	1,2		264,0	INT.	18		
	W	220	1,2		264,0	EXT.	1		
PAREDES EXTERIORES						VERÃO:			
						INT.			
						EXT.			
SUPERFÍCIES C/ VIDROS		180	5,8		1044,0	ILUMINAÇÃO			
						W/m ²			
						OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO			
PAREDES INT.						PESSOAS (p) m ³ /h p			
						SENSÍVEL c/h			
						LATENTE c/h			
						VENTILAÇÃO m ³ /h			
COBERTURA		396	1,2		475,2	MAJORAÇÕES			
PAVIMENTO		44	1,75		77,0	EXPOSIÇÃO 1,			
ILUMINAÇÃO				0,86		INTERMITÊNCIA 1,			
FORÇA MOTRIZ				0,86		OBSERVAÇÕES:			
RENOVAÇÃO			0,29			P _{int} = 1,5 x 2153 x 19 = 61.360 W			
VENTILAÇÃO		6000	0,29		1760	P _g = $\frac{12}{19} \times 61360 = 38850$ W L ₂ = 3893 x 1343 = 5228300 Wh			
OCUPAÇÃO			0,74			P _{ind} = $\frac{2}{19,215} \times 61360$ = 4200 W			
DIVERSOS									
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE									
CARGA TOTAL					3893	86/03/15			

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL JO. L. B. M. ADDINGTON		SUPERFÍCIE 528		VOLUME 5280		BASES DE CÁLCULO				
		EXPOSIÇÃO	ÁREAS OU VOLUMES	K	Δt Δx	CARGAS Kcal W/m ²	T °C	HR %	J c/kg	Xg/kg
PAREDES EXTERIORES	S	252	1,2			316,8				
	E	320	1,2			384,0				
	W	220	1,2			264,0				
SUPERFÍCIES C/ VIDROS		246	5,8			1428,8				
PAREDES INT.										
COBERTURA		384	1,2			460,8				
PAVIMENTO		68	1,75			119,0				
ILUMINAÇÃO					0,86					
FORÇA MOTRIZ					0,86					
RENOVAÇÃO		7000		0,29		2030,				
VENTILAÇÃO				0,29						
OCUPAÇÃO				0,714						
DIVERSOS										
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE										
CARGA TOTAL						5010,4				

INVERNO:
INT. 18
EXT. 5

VERÃO:
INT.
EXT.

ILUMINAÇÃO
W/m²

OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO
PESSOAS (p)
..... m³/h p

SENSÍVEL c/h
LATENTE c/h
VENTILAÇÃO m³/h

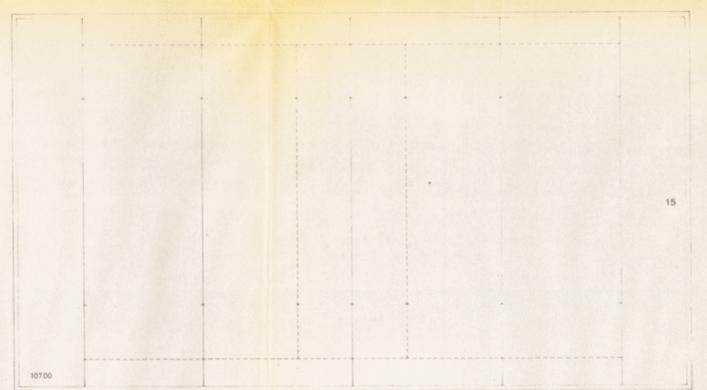
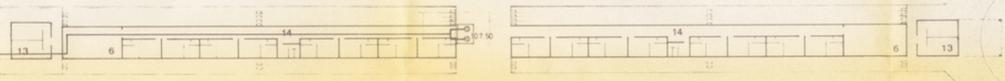
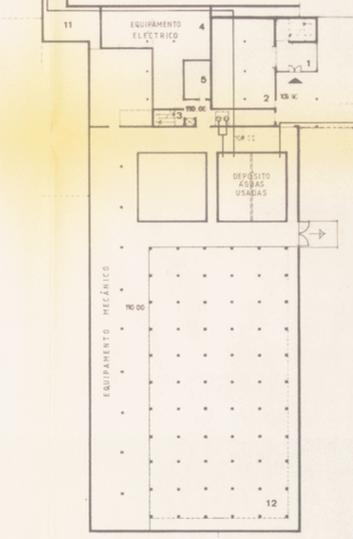
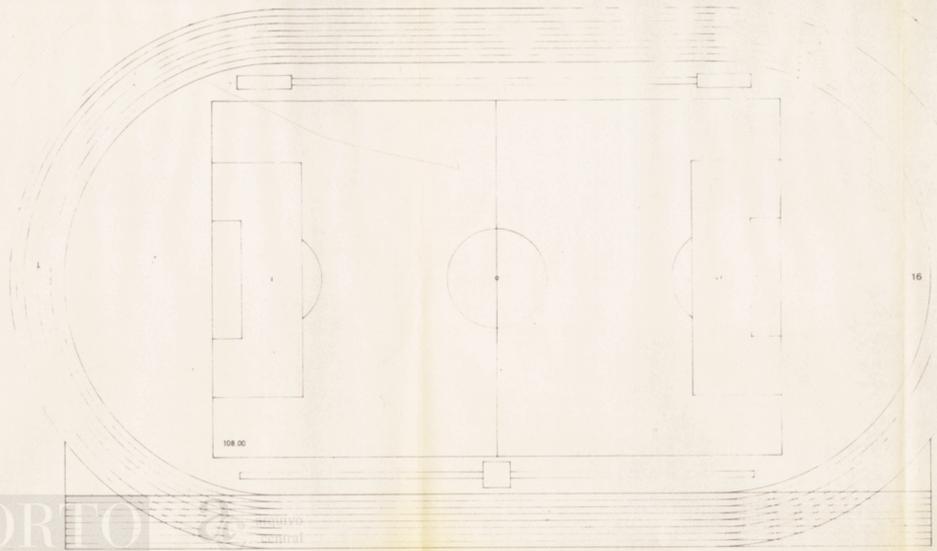
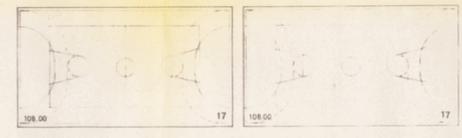
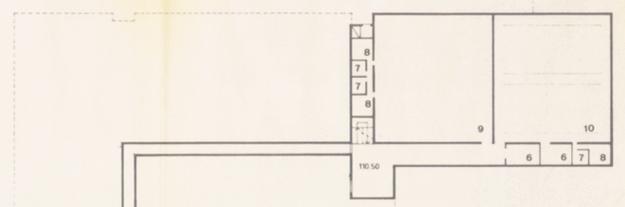
MAJORAÇÕES
EXPOSIÇÃO 1,
INTERMITÊNCIA 1,

OBSERVAÇÕES:
 $P_{ren} = 1,5 \cdot 2980,4 \times 19$
 $= 84921 \text{ W}$
 $P_v = \frac{12}{19} \cdot 84921 = 53600 \text{ W}$
 $C_c = 5010,4 \times 1323$
 $= 6728967 \text{ W}$
 $P_{total} = \frac{2}{19 \times 1,0} \cdot 84921 \cdot 5961 \text{ W}$

86/03/15

CÁLCULO DE CARGAS DE INVERNO

LOCAL DA VEDADA		SUPERFÍCIE		VOLUME		BASES DE CÁLCULO			
PISCINAS		3080		23080					
PAREDES EXTERIORES	EXPOSIÇÃO	ÁREAS OU VOLUMES	K	Δt Δx	CARGAS c/h	T °C	HR %	J c/kg	Xg/kg
	PAREDES EXTERIORES	62,5 x 6,5 + 7,5 x 3 = 7 x 2,6 x 6 + 1,5 x 6	N	451	0,7	29	9.155		
77 x 9,75 - 7,5 x 3 x 6		S	730	0,6	29	12.702	INVERNO:		
25 x 1 + 12,5 x 6		E	100	0,6	29	1.760	INT.	28,50	
23 x 6 + 17 x 6,25 + 12,5 x 6		W	319	0,65	29	6.013	EXT.	7,90	
SUPERFÍCIES C/ VIDROS	7 x 2,5 x 6	N	105	4,1	29	12485	VERÃO:		
	7 x 3 x 6	S	126	3,4	29	12424	INT.		
PAREDES INT.	15 x 2,5 + 26,5 x 3,5	E	165	2	8	2640	EXT.		
COBERTURA		3080	0,7	29	62.524	ILUMINAÇÃO			
PAVIMENTO		188	1,7	29	9.258	W/m²			
ILUMINAÇÃO				0,86		OCUPAÇÃO E VENTILAÇÃO			
FORÇA MOTRIZ				0,86		PESSOAS (p) 600			
RENOVAÇÃO			0,29			> 30 m³/hp			
VENTILAÇÃO			0,714			SENSÍVEL c/h			
OCUPAÇÃO						LATENTE c/h			
DIVERSOS						VENTILAÇÃO 50000 m³/h			
CARGA SENSÍVEL / CARGA LATENTE					128.951	RENOVAÇÃO 25000 h²/L			
CARGA TOTAL ARREDONDA					130.000	MAJORAÇÕES			
						EXPOSIÇÃO N 1,2			
						" W 1,1			
						INTERMITÊNCIA 1,			
						OBSERVAÇÕES:			
						06/01/10			



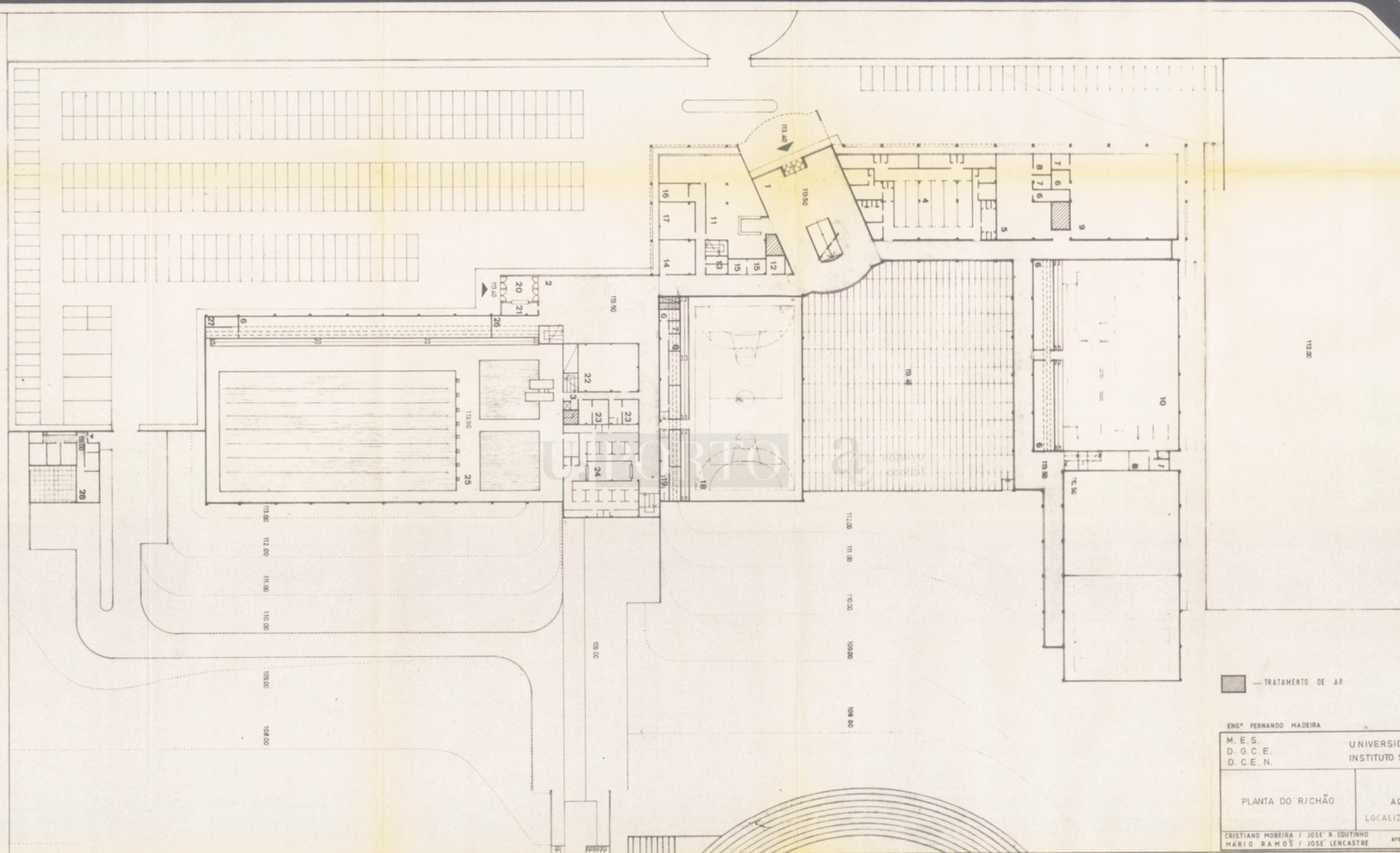
- 1. ÁTRIO
- 2. REPROGRAFIA/ARQUIVO DE DOCUMENTAÇÃO
- 3. NÚCLEO DE ACESSOS
- 4. POSTO DE TRANSFORMAÇÃO
- 5. DESPENSA GERAL
- 6. ARRUMOS
- 7. GABINETE
- 8. SALA DE TRABALHO
- 9. GINÁSIO DE EDUCAÇÃO FÍSICA DE BASE ESCOLAR RÍTMICA E DANÇA
- 10. GINÁSIO DE VOLEIBOL/BADMINTON
- 11. GALERIA TÉCNICA
- 12. ÁREA TÉCNICA
- 13. SANITÁRIOS PÚBLICOS] VER DESENHO Nº 1
- 14. BALNEÁRIOS/VESTIÁRIOS
- 15. RUGBY
- 16. FUTEBOL/TATLETISMO
- 17. ACTIVIDADES POLIVALENTES
- 18. ANFITEATRO
- 19. GARAGEM
- 20. OFICINAS



ENGR. FERNANDO MADEIRA		Ac-114-J-1	
M.E.S.	UNIVERSIDADE DO PORTO	E.M.	
D.G.C.E.	INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA	1	
D.C.E.N.	ESTUDO PRÉVIO	ESC. 1.500	
PLANTA DA CAVE		DESENHO Nº 3	
RECOLHA ÁGUAS USADAS			
CRISTIANO MOREIRA / JOSÉ R. COUTINHO		arquitetos	
MÁRIO RAMOS / JOSÉ LENCINSTE			



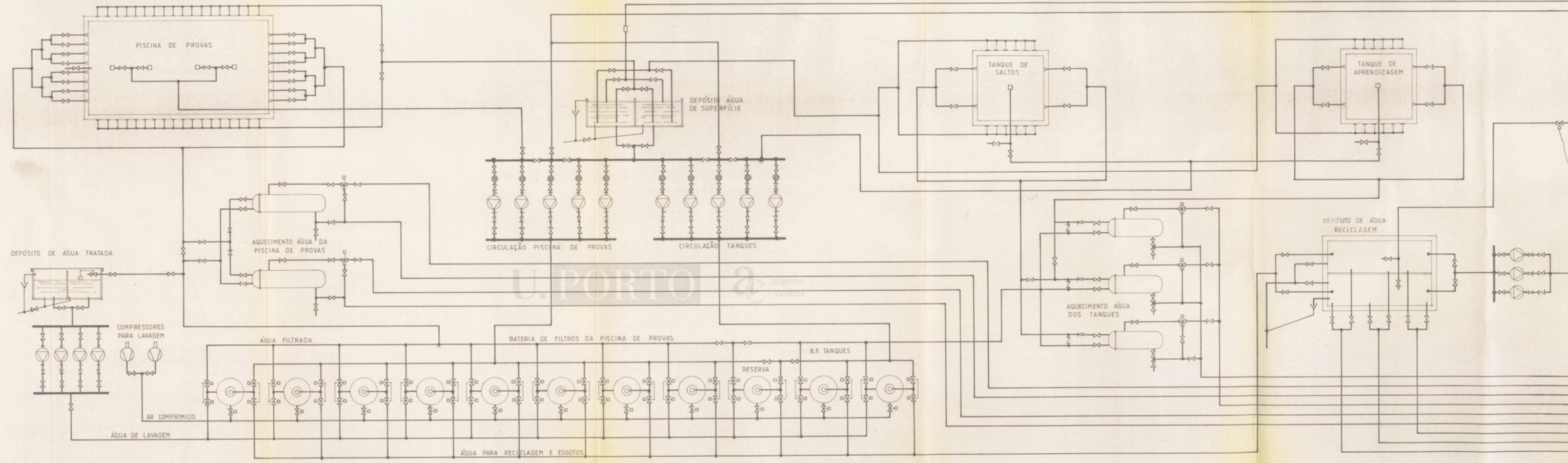
RUA DR PLÁCIDO DA COSTA

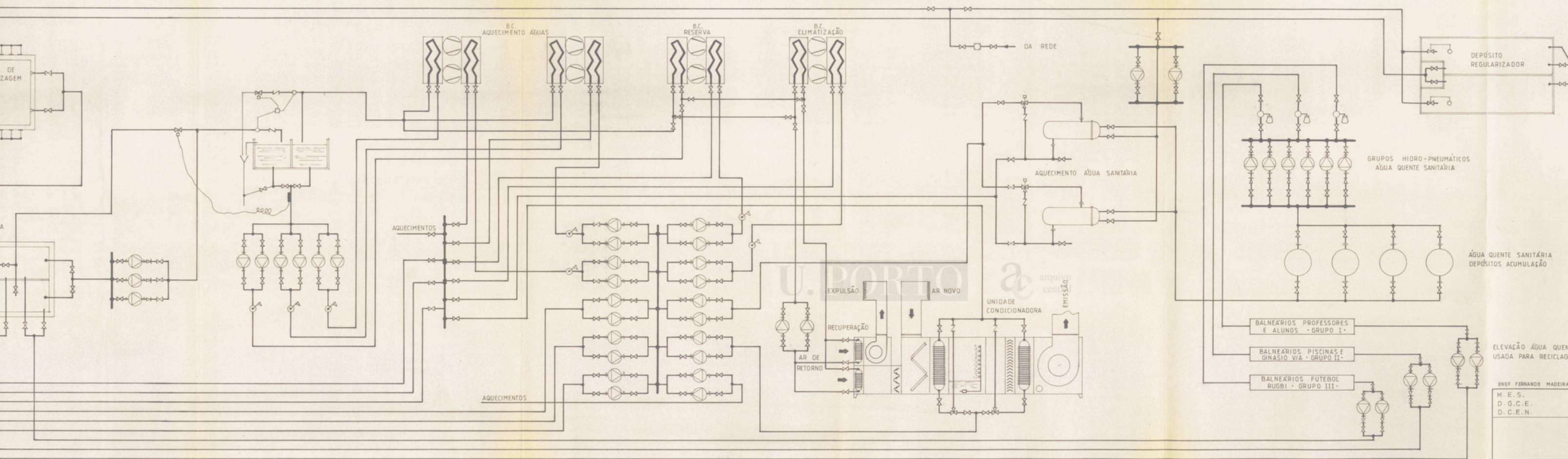


— TRATAMENTO DE AR

ENG.º FERNANDO MADEIRA		UNIVERSIDADE DO PORTO		E.M.
M. E. S.		INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA		2
D. G. C. E.		ESTUDO PRÉVIO	ESC. 1 / 500	
D. C. E. N.		PLANTA DO R/CHÃO	AQUECIMENTO	DESENHO Nº 4
		LOCALIZAÇÃO DE CENTRAIS		
CRISTIANO MOREIRA / JOSÉ R. COUTINHO		arquitectos		
MÁRIO RAMOS / JOSÉ LENCÁSTRE				



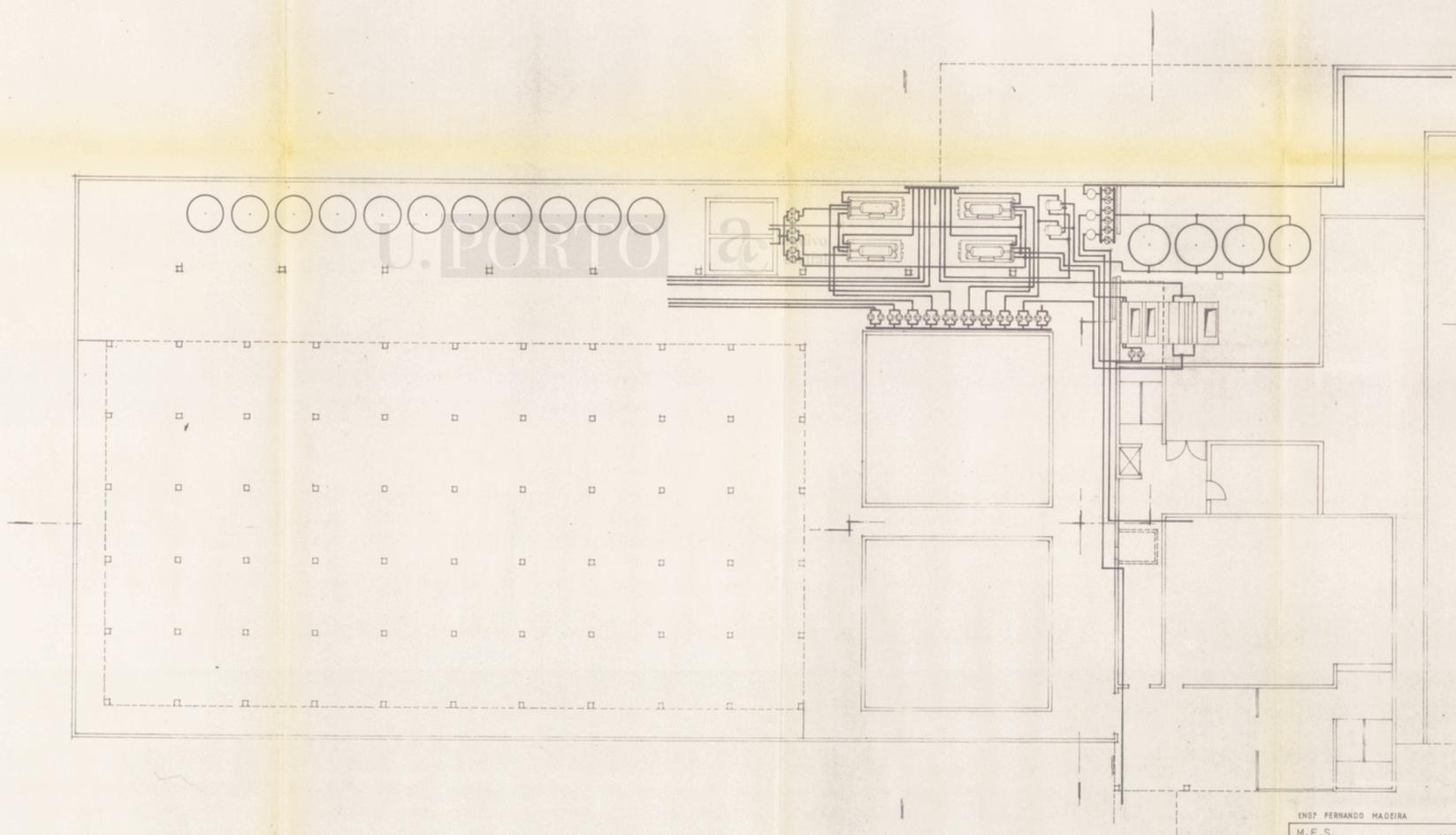
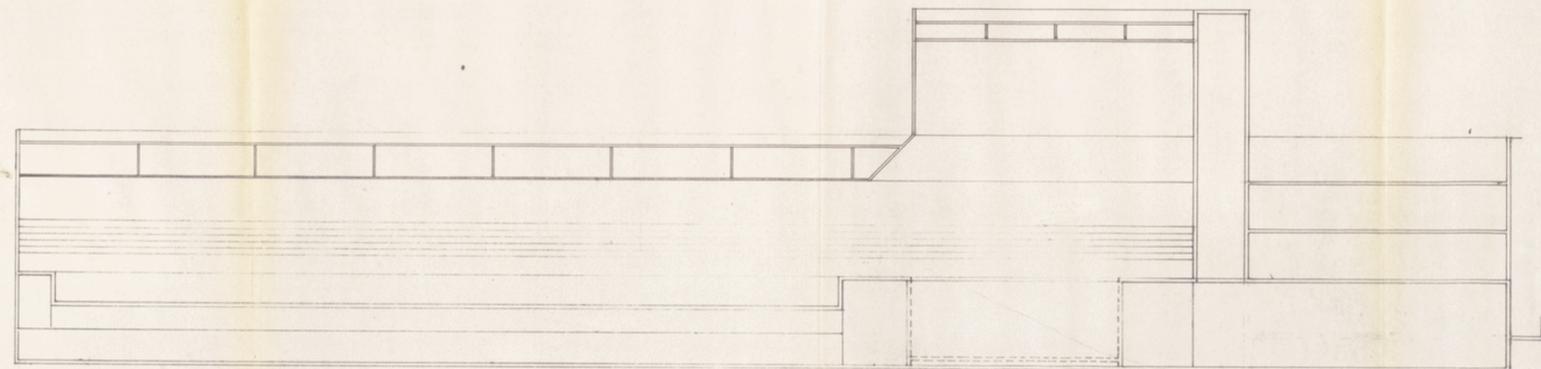




ENG.º FERNANDO MADEIRA Ac-1841-5

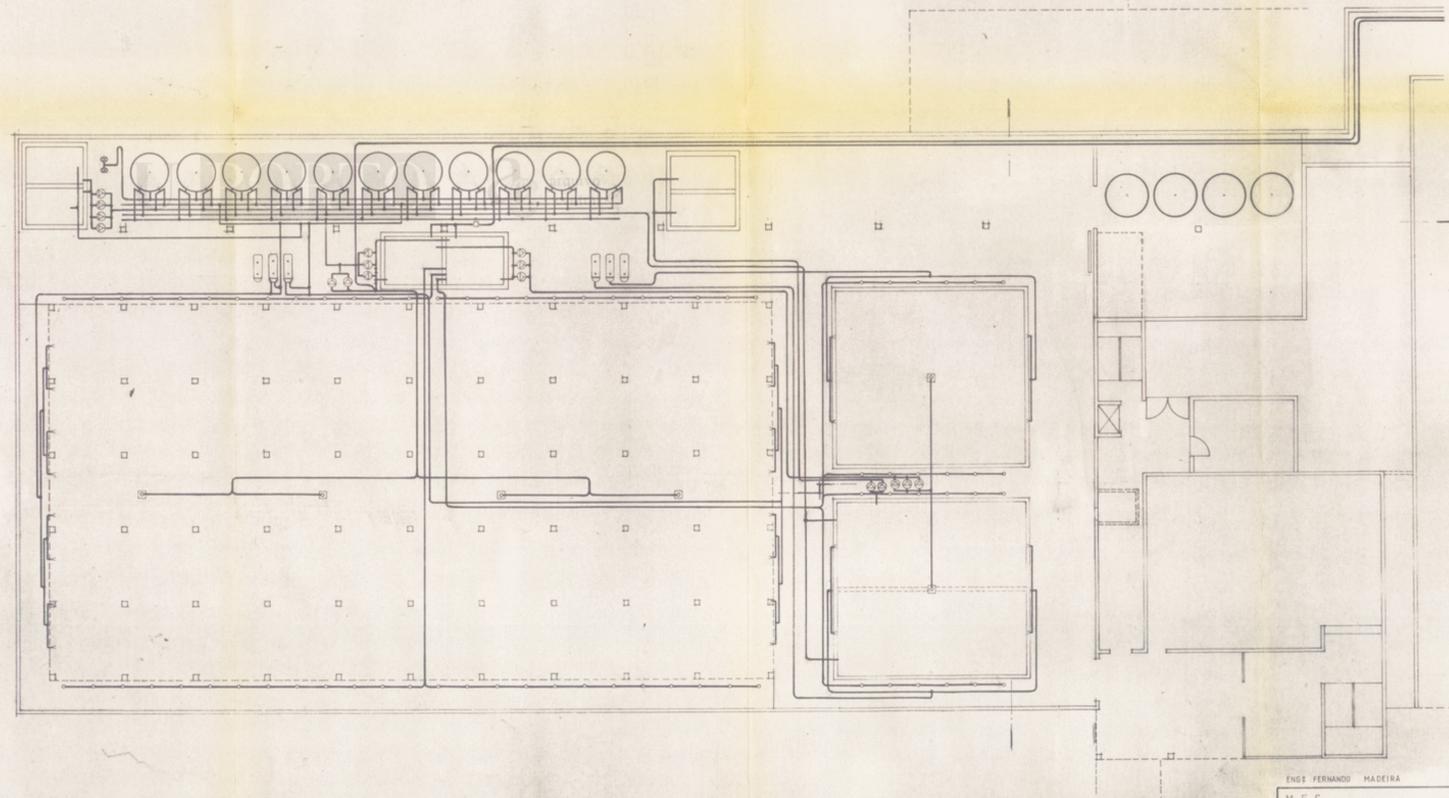
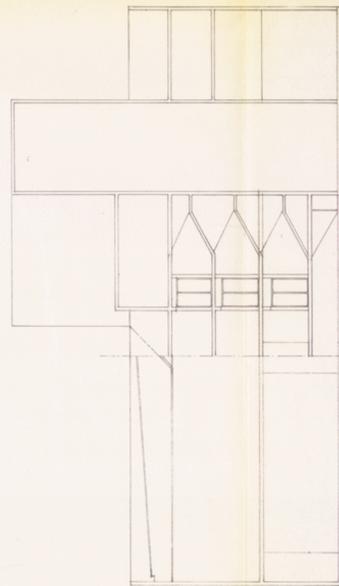
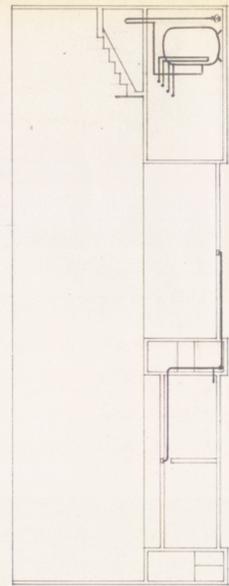
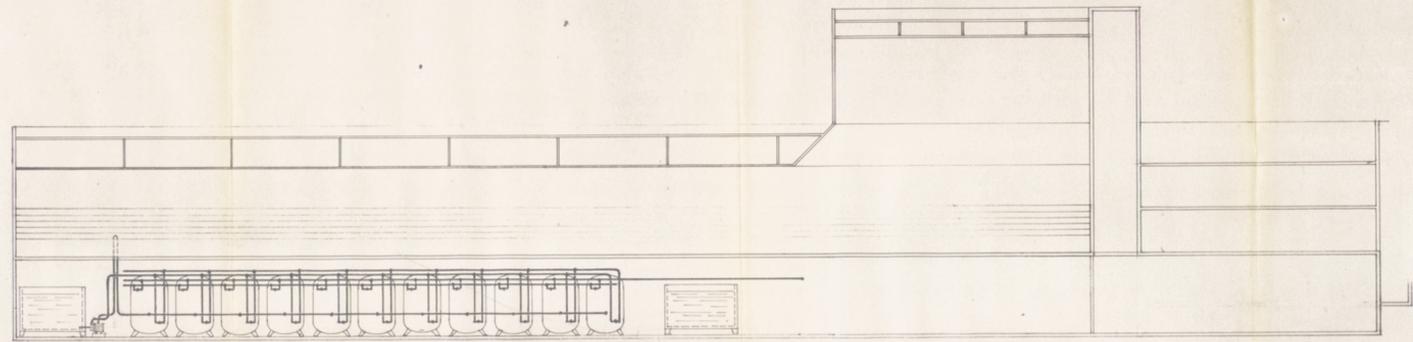
M. E. S.	UNIVERSIDADE DO PORTO	E.M.
D. G. C. E.	INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA	5
D. C. E. N.	ESTUDO PRÉVIO	ESC. /
	CENTRAL	DESENHO Nº
	ESQUEMA GERAL	
CRISTIANO MOREIRA / JOSÉ R. COUTINHO MÁRIO RAMOS / JOSÉ LENCOSTRE		arquitectos





ENGR. FERNANDO MADEIRA		AC-1841-6	
M.E.S.	UNIVERSIDADE DO PORTO	E.M.	
D.G.C.E.	INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA	6	
D.C.E.N.			
PLANTA DA CAVE	ESTUDO PRÉVIO	ESC. 1/200	
	CENTRAL	DESENHO Nº	
	RECICLAGEM ÁGUA QUENTE SANITÁRIA		
CRISTIANO MOREIRA / JOSÉ R. COUTINHO		arquitectos	
MÁRIO RAMOS / JOSÉ LENCÁSTRE			

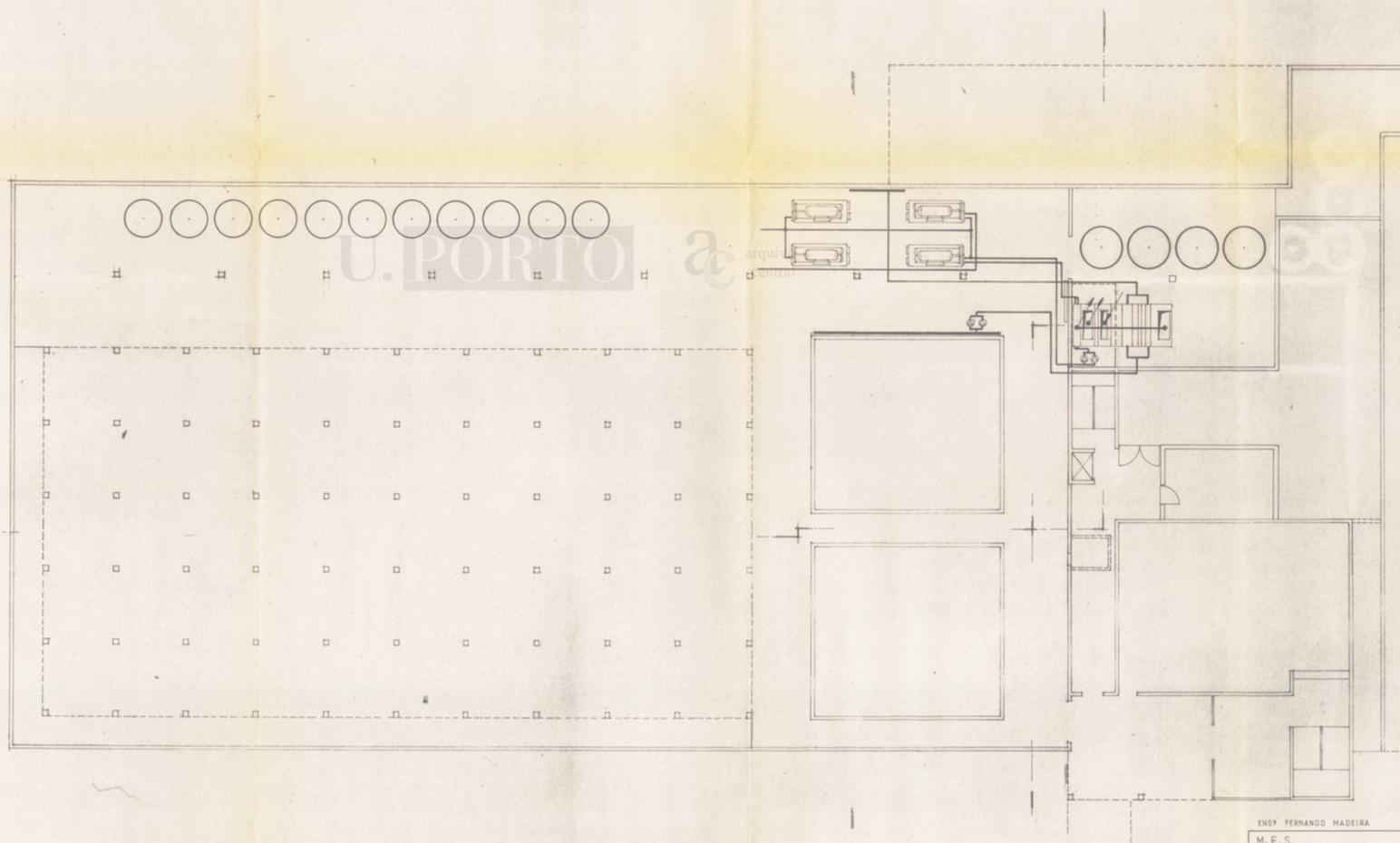
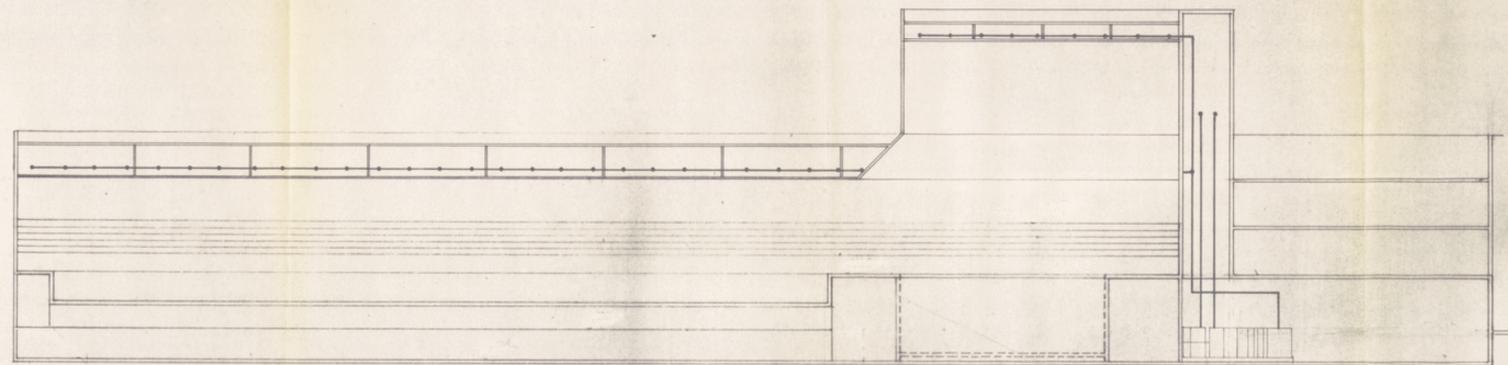




ENGE FERNANDO MADEIRA AC-1841-7

M.E.S. D.G.C.E. D.C.E.N.	UNIVERSIDADE DO PORTO INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA	E.M. 7
PLANTA DA CAVE	ESTUDO PRÉVIO PISCINAS FILTRAGEM DA ÁGUA	ESC. 1/200 DESENHO Nº
CRISTIANO MOREIRA / JOSÉ R. COUTINHO MÁRIO RAMOS / JOSÉ LENCASTRE	arquitectos	





AC-1841-8

ENGR FERNANDO MADEIRA		UNIVERSIDADE DO PORTO		E.M.
M.E.S.		INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA		8
D.G.C.E.		ESTUDO PRÉVIO		ESC. 1/ 200
D.C.E.N.		PISCINAS		DESENHO Nº
PLANTA DA CAVE		TRATAMENTO AR		
CRISTIANO MOREIRA / JOSÉ R. COUTINHO		arquitectos		
MÁRIO RAMOS / JOSÉ LENCÁSTRE				

