

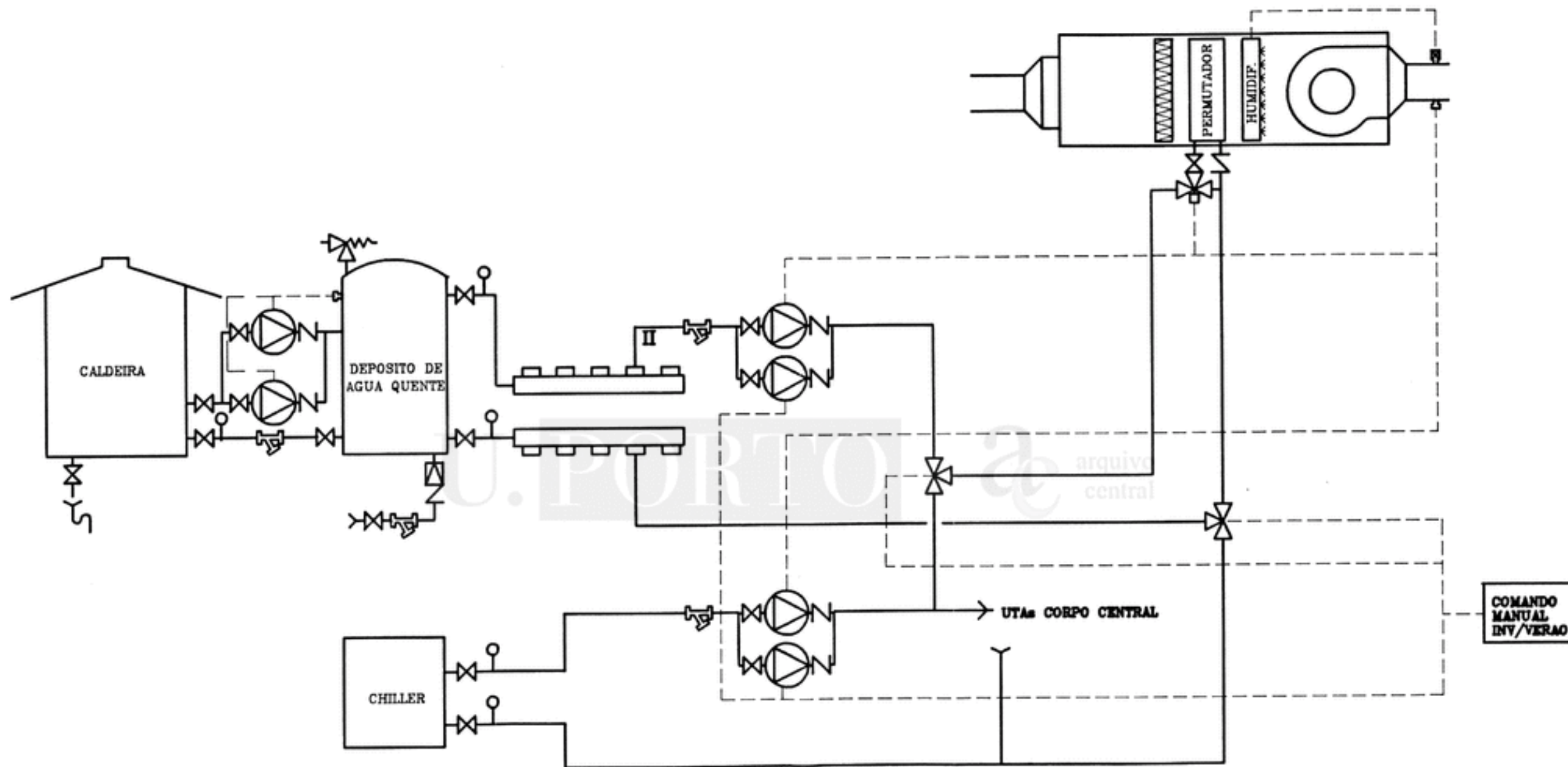
UNIVERSIDADE DO
PORTO

U. PORTO REITORIA



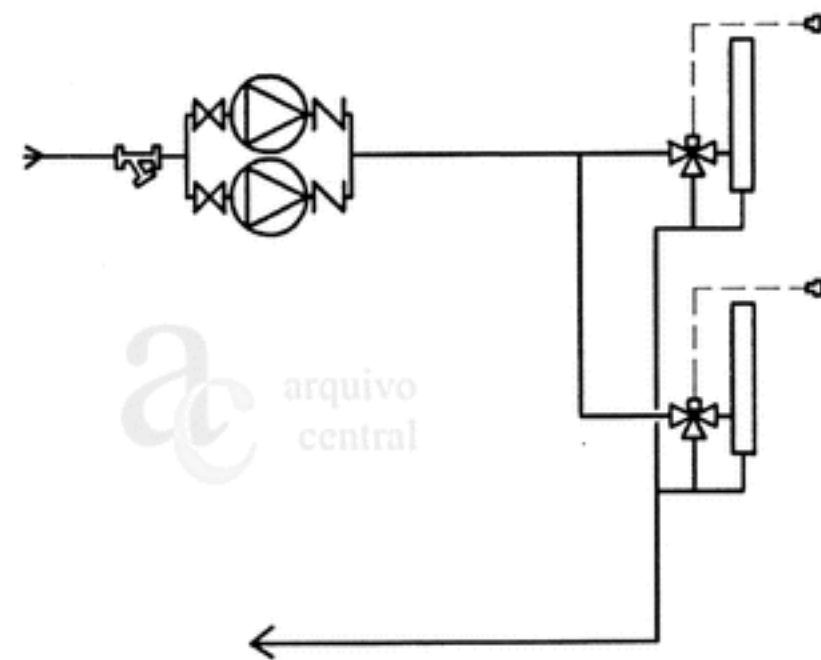
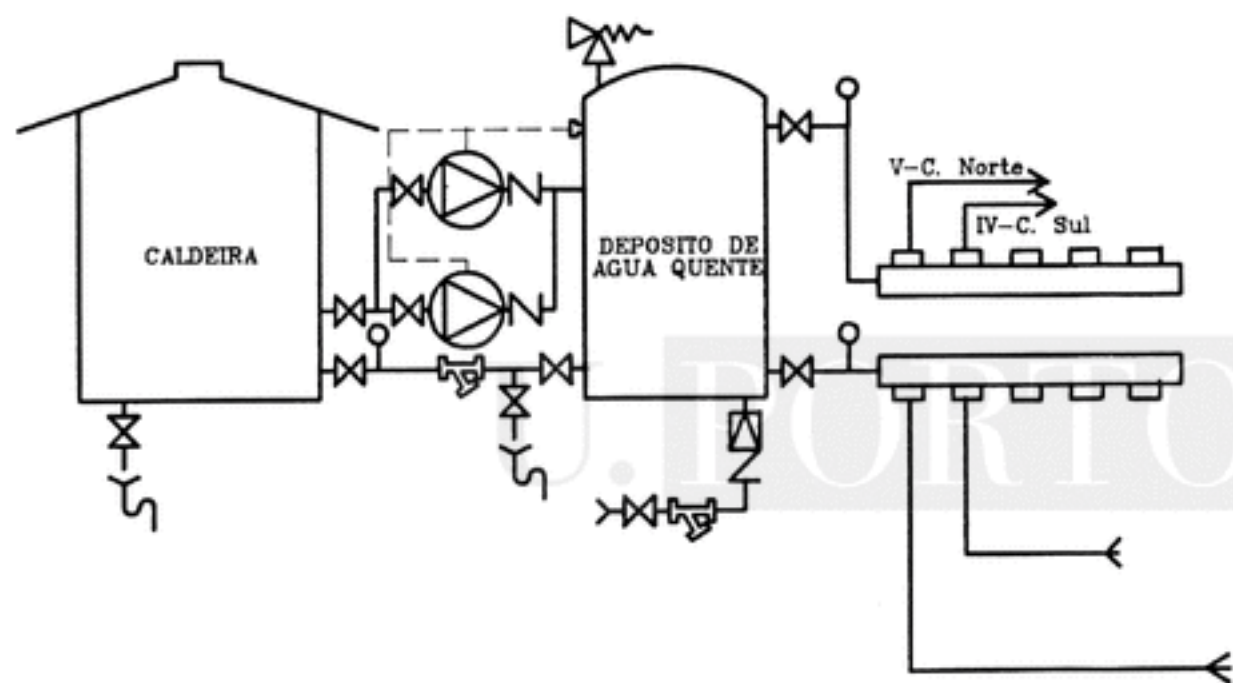
arquivo
central

PASTA N.º 2122



	VALVULA DE SECCIONAMENTO		VALVULA DE TRES VIAS MODULANTE		
	VALVULA ANTI RETORNO		VALVULA DE SEGURANCA		SENSOR DE HUMIDADE
	VALVULA REDUTORA DE PRESSAO		FILTRO		SENSOR DE TEMPERATURA
	VALVULA DE TRES VIAS		DRENO		TERMOMETRO
					BOMBA CIRCULADORA
					VENTILADOR

Desenhou	P. Quinta	BIC do Porto Centro de Inavacao do Porto	INEGI instituto de engenharia mecânica e gestão industrial
Verificou	Maldonado		
Escala			2
UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR DOS CORPOS NORTE E SUL			
Esquema de principio			Substitui: Substituido por:

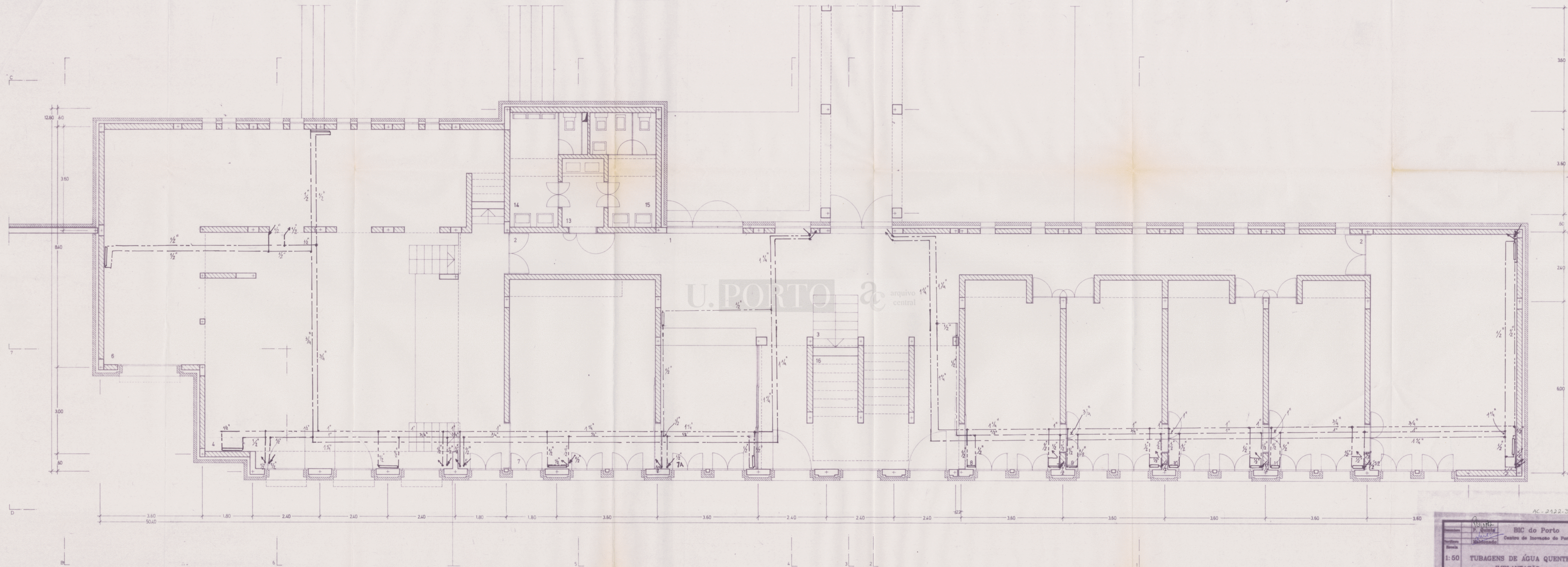


	VALVULA DE SECCIONAMENTO		VALVULA DE TRES VIAS MODULANTE		
	VALVULA ANTI RETORNO		VALVULA DE SEGURANCA		BOMBA CIRCULADORA
	VALVULA REDUTORA DE PRESSAO		FILTRO		SENSOR DE TEMPERATURA
	VALVULA DE TRES VIAS		DRENO		TERMOMETRO

Ac-2122-1

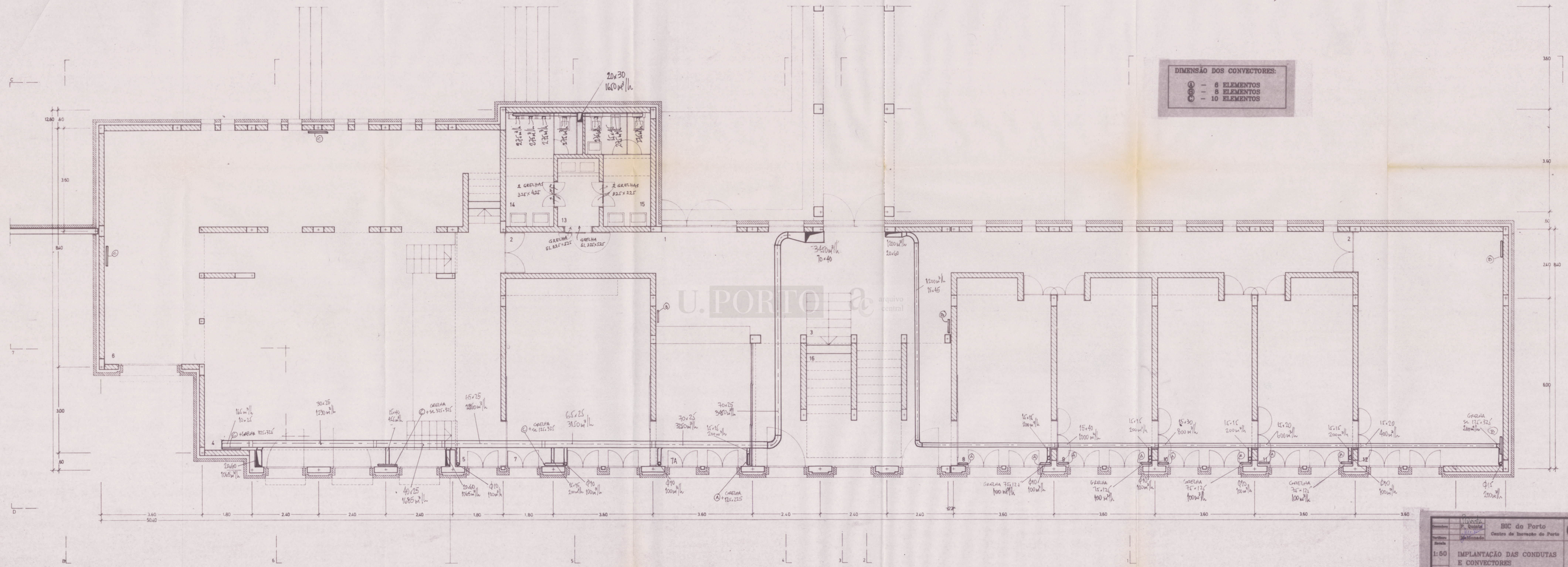
Desenhou	<i>P. Quinta</i>	BIC do Porto Centro de Inovacao do Porto	INEGI instituto de engenharia mecânica e gestão industrial
Verificou	<i>Maldonado</i>		
Escala	CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO DOS CONVECTORES DOS CORPOS NORTE E SUL		1
Esquema de principio			Substituído por:

A02



AC-2122-3

INEGI Instituto de Engenharia mecânica e gestão industrial	BIC do Porto Centro de Inovação do Porto	3
1:50 TUBAGENS DE ÁGUA QUENTE IMPLANTAÇÃO		Substituído por:
Corpo Sul - R/Chão		Substituído por:



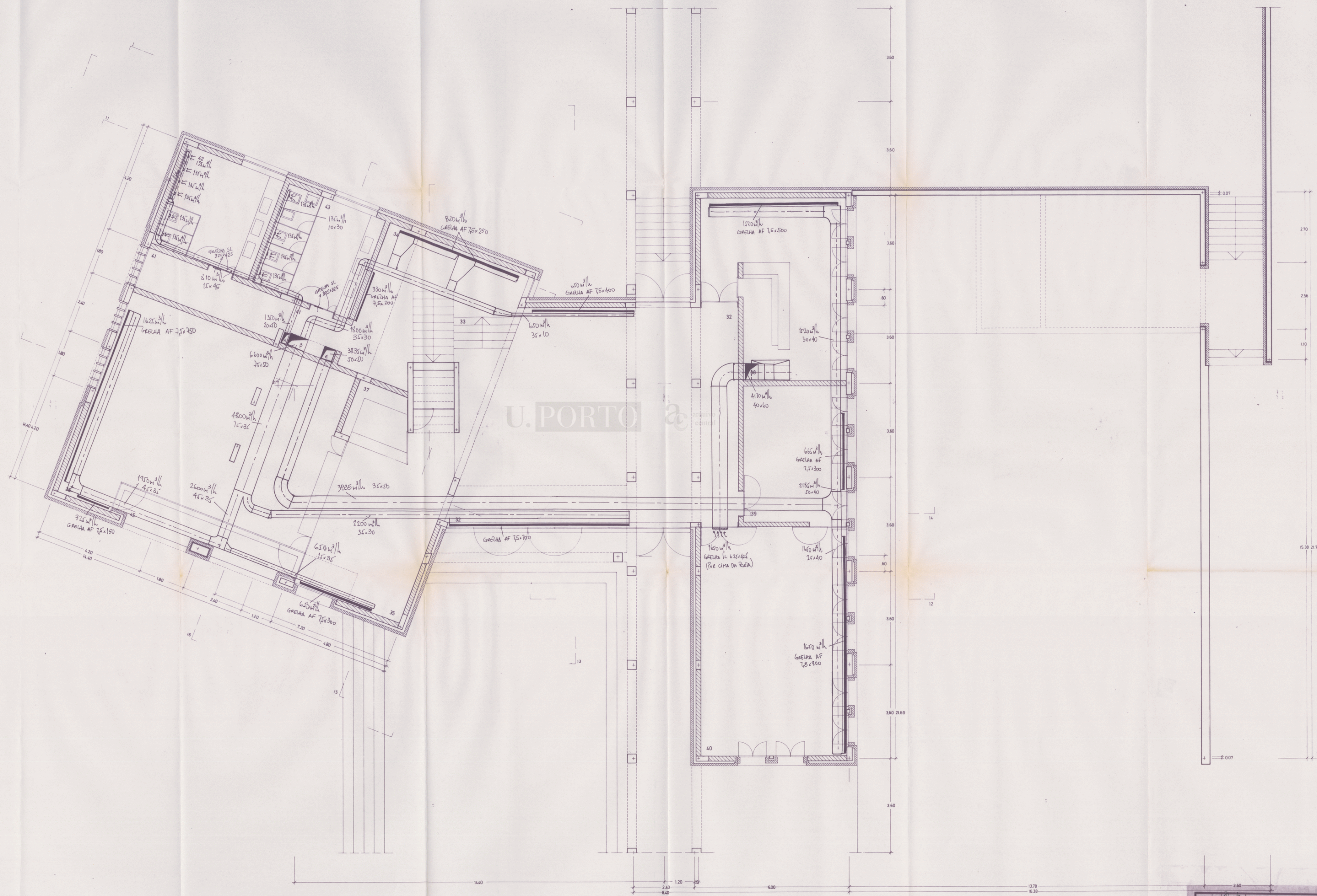
DIMENSÃO DOS CONVECTORES:

Ⓐ	- 6 ELEMENTOS
Ⓑ	- 8 ELEMENTOS
Ⓒ	- 10 ELEMENTOS

U. PORTO *de* arquivo central

AC-2122-4

<p>Quilómetros</p> <p>P. Quinta</p> <p>17,32</p> <p>Arquiteto</p> <p>Arquiteto</p>	<p>BIC do Porto</p> <p>Centro de Inovação do Porto</p>	<p>INEGI Instituto de Engenharia, Informática e Gestão Industrial</p>
<p>1:50</p> <p>IMPLANTAÇÃO DAS CONDUTAS E CONVECTORES</p> <p>Corpo 001 - 2/Chão</p>	<p>4</p>	<p>Substituído</p> <p>Substituído por</p>



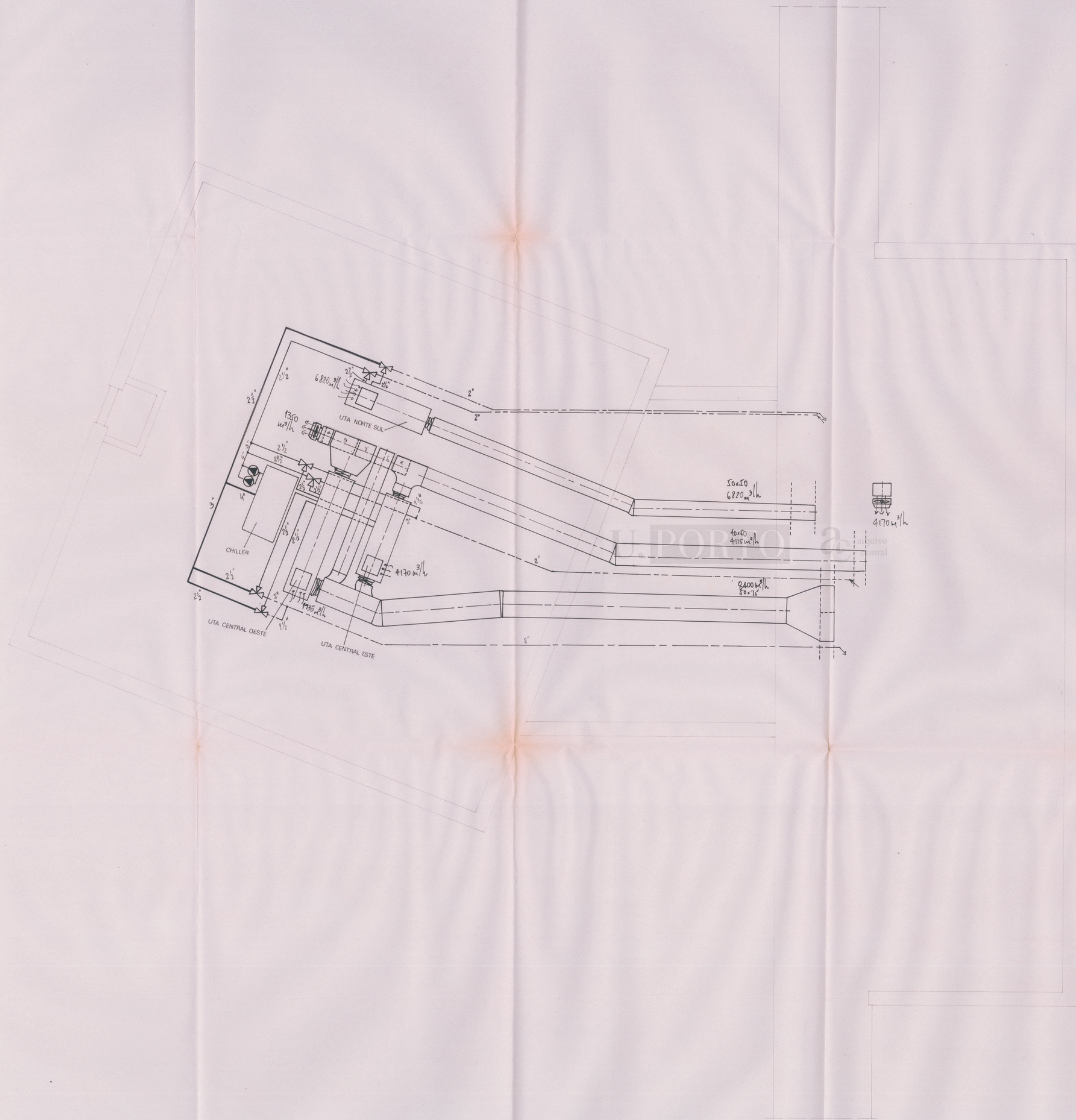
U. PORTO

BIC do Porto Centro de Inovação do Porto		INEGI Instituto de Engenharia, Gestão e Inovação
Escala: 1:50	Título: IMPLANTAÇÃO DAS CONDUTAS	Folha: 7
Grupo Central - R/Chão		Substituição por:

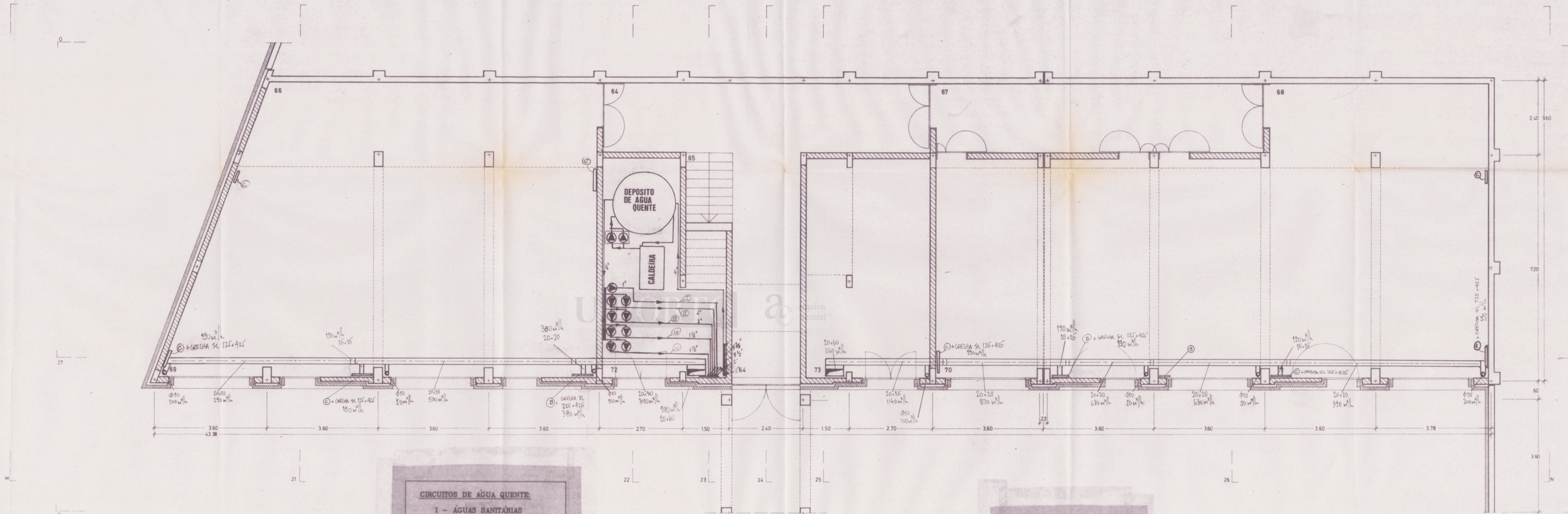


U. PORTO

INEGI Instituto de Engenharia, Tecnologia e Gestão Industrial	
BIC do Porto Centro de Inovação de Porto	INEGI Instituto de Engenharia, Tecnologia e Gestão Industrial
1:50 IMPLANTAÇÃO DAS CONDUTAS	
Cargo Central - 2º andar	



Nome: INEGI Rua: P. Colina Bairro: Alfama		BIC do Porto Centro de Inovação do Porto		INEGI Instituto de Engenharia, Gestão e Inovação Industrial	
Escala: 1:50		Título: IMPLANTACÃO DAS CONDUTAS, EQUIPAMENTOS E TUBAGEM DE AGUA		Folha: 9	
Autor: Cobertura do Corpo Central		Substituído por:		Substituído por:	



CIRCUITOS DE ÁGUA QUENTE.

- I - ÁGUAS SANITÁRIAS
- II - UTAs DO CORPO CENTRAL
- III - UTAs DOS CORPOS NORTE E SUL
- IV - CONVECTORES - CORPO SUL
- V - CONVECTORES - CORPO NORTE

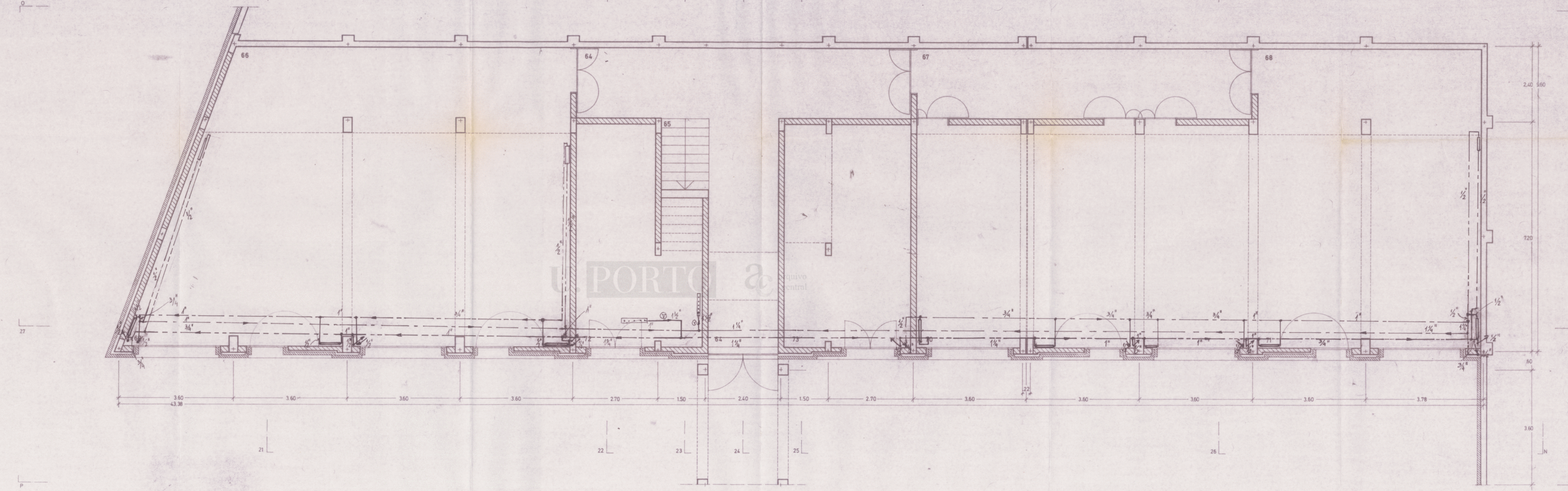
DIMENSÃO DOS CONVECTORES.

- Ⓐ - 8 ELEMENTOS
- Ⓑ - 8 ELEMENTOS
- Ⓒ - 10 ELEMENTOS

AC-2122-10

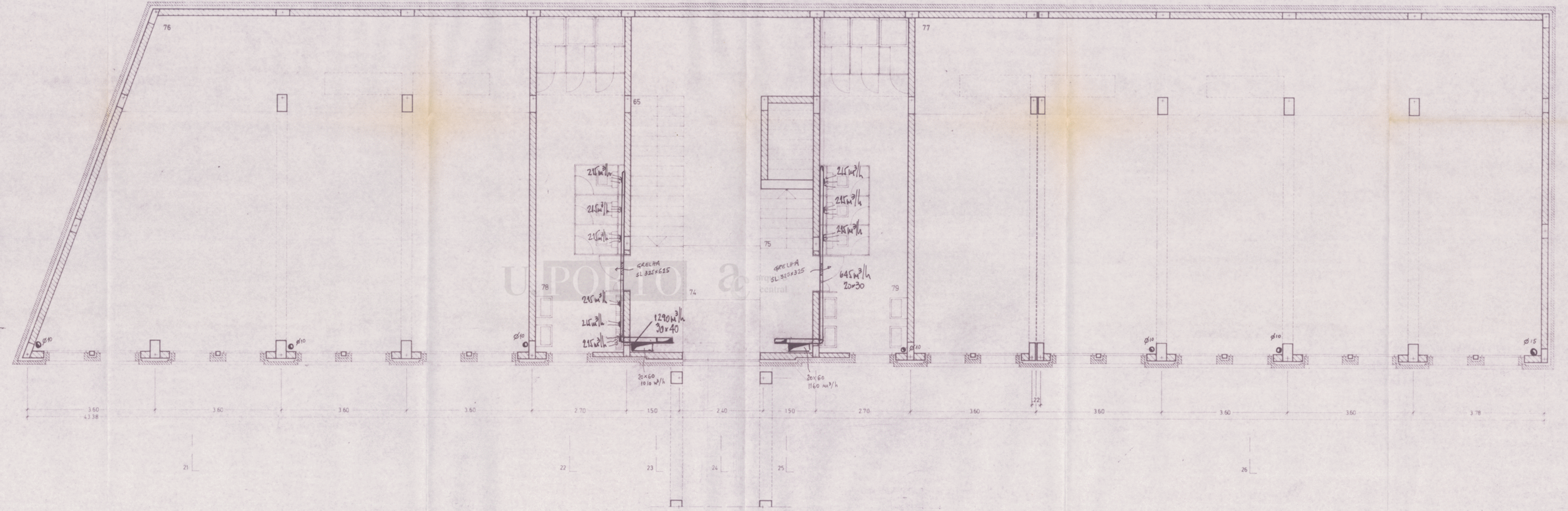
<p>1:60</p> <p>IMPLANTAÇÃO DAS CONDUTAS E CENTRAL TERMICA</p> <p>Corpo Norte - II/Chão</p>	<p>BIC do Porto</p> <p>Centro de Inovação de Porto</p> <p>INEGI Instituto de Engenharia mecânica e gestão industrial</p> <p>10</p>
--	--

13



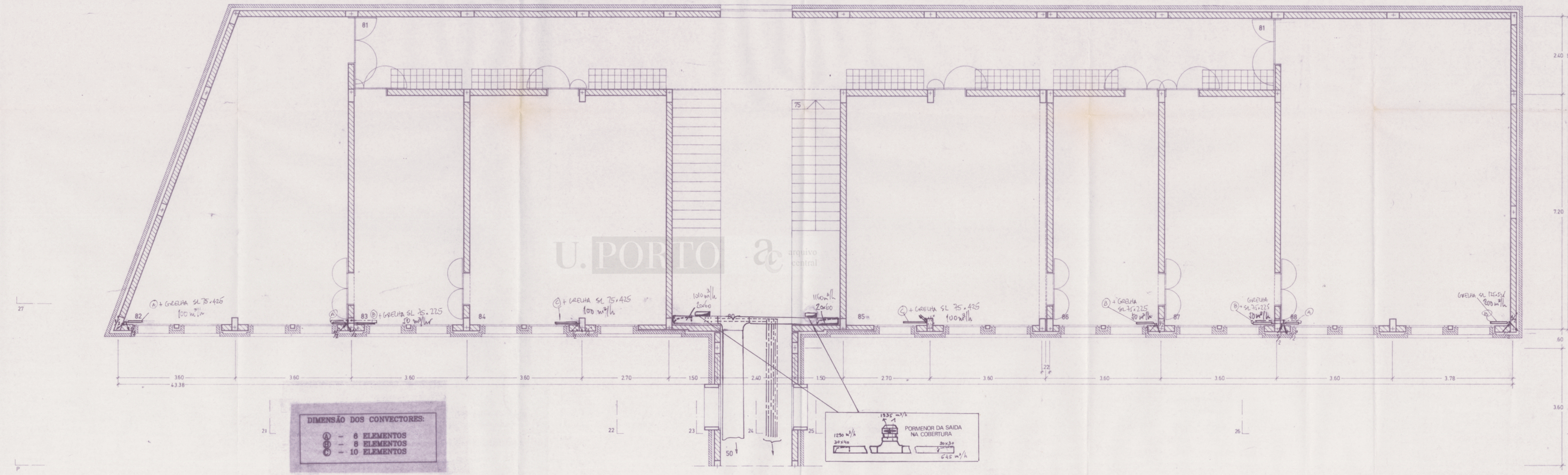
AC-2122-11

Projeto	F. Galvão	BIC do Porto	INEGI Instituto de Engenharia mecânica e gestão industrial
Execução	J. Almeida	Centro de Inovação do Porto	
Escala	1:50	TUBAGENS DE ÁGUA QUENTE IMPLANTAÇÃO	11
Localização	Corpo Morto - B/Chão	Substituído por	



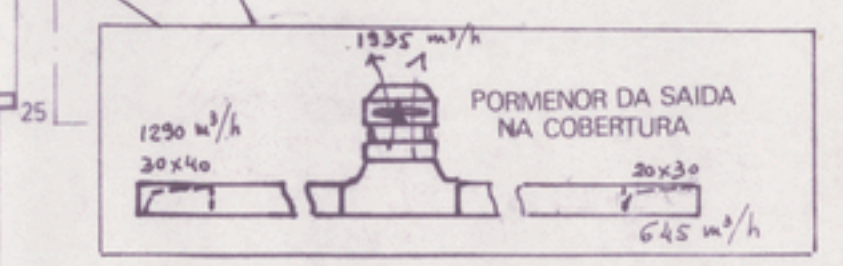
AC - 2122-12

	BIC do Porto Centro de Inovação do Porto
1:50 IMPLANTAÇÃO DAS CONDUTAS	12
Corpo Norte - Piso Intermediário	Substituído por:



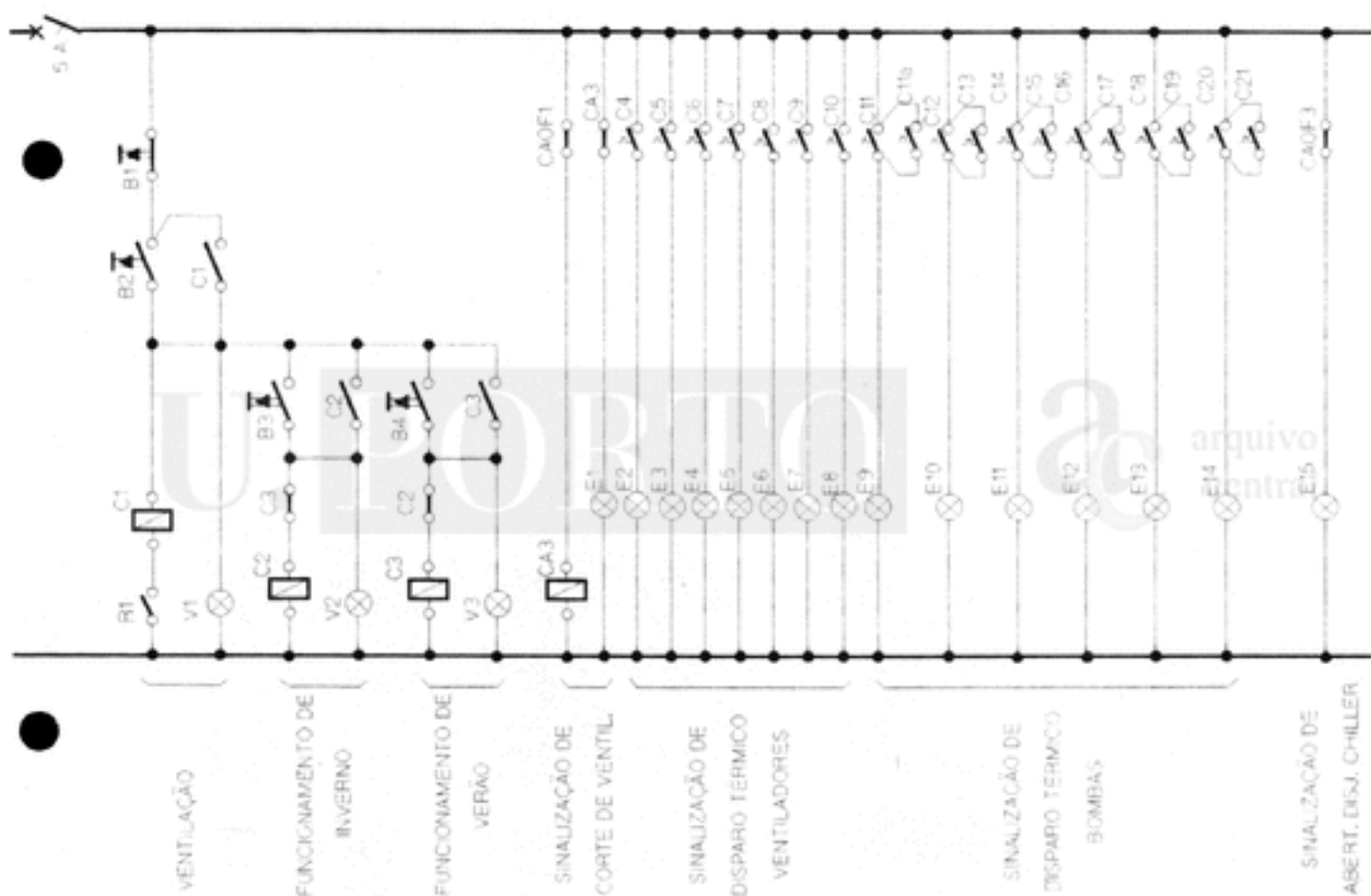
DIMENSÃO DOS CONVECTORES:

- ① - 6 ELEMENTOS
- ② - 8 ELEMENTOS
- ③ - 10 ELEMENTOS



AC - 2122-13

Aluno	110572	BIC do Porto Centro de Inovação do Porto	INEGI Instituto de Engenharia, Mecânica e Gestão Industrial
Professor	P. Quintas		
Disciplina	Métodos		
Escala	1:50	IMPLANTACÃO DAS CONDUTAS, CONVECTORES E TUBAGEM DE AGUA QUENTE	13
		Corpo Borte - 1º andar	Substituído por



AC-2122-15

Desenho	A. Teixeira	BIC do Porto Centro de Inovação do Porto	 INEGI Instituto de engenharia mecânica e gestão industrial
Verificado	<i>Alcino Teó</i>		
Escola	QUADRO ELÉCTRICO DO AR CONDICIONADO: Esquema de Comandos		15

**EDIFÍCIO DO
BUSINESS AND INOVATION CENTRE
DO PORTO**

U. PORTO  arquivo
Instalações de Aquecimento Ambiente, Ventilação, Ar
Condicionado e de Aquecimento de Água de Consumo

Memória Descritiva e Caderno de Encargos

**INEGI
Janeiro 1990**

INDICE

	PAG.
1. O EDIFICIO	1
2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES	1
3. POTENCIA INSTALADA	4
4. DESCRIÇÕES DOS SISTEMAS	
4.1 - Corpo Sul	8
4.2 - Corpo Central	9
4.3 - Corpo Norte	10
4.4 - Central Térmica	
4.4.1 - Sala da Caldeira	10
4.4.2 - Cobertura	10
5. ESPECIFICAÇÕES PARA OS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	
5.1 - Caldeira a Gás	11
5.2 - Chiller	11
5.3 - Colectores de Distribuição e Recolha	11
5.4 - Unidades de Tratamento de Ar	12
5.5 - Depósito de Armazenamento	12
5.6 - Conduitas de Ar	13
5.7 - Convectores	13
5.8 - Grelhas	14
5.9 - Tubagens e Acessórios	14
5.10 - Controle	
5.10.1 - UTA dos corpos norte e sul	15
5.10.2 - UTAs do corpo central	16
5.10.3 - Circuito dos convectores	17
5.11 - Grupos Electrobomba	17
5.12 - Hotte	17
5.13 - Ventiladores	18
5.14 - Humidificador	18
5.15 - Quadro Eléctrico	18
6. ESPECIFICAÇÕES PARA A MONTAGEM E ENSAIOS	23
7. DIVERSOS	
7.1 - Documentação a Apresentar	23
7.2 - Limites de fornecimento	24
7.3 - Garantias e Liberdades	24
7.4 - Fiscalização	24
8. MEDIÇÕES E ORÇAMENTO	26
9. PEÇAS DESENHADAS	30
Anexo: Brochura sobre o Edifício BIC para o "Building 2000"	

1. O Edifício

Este edifício desenvolve-se em três corpos, doravante designados por corpos sul, central e norte, em função da sua posição relativa, unidos por um corredor orientado na direcção sul-norte. Todos os corpos têm dois pisos.

O corpo sul orienta-se segundo um eixo este-oeste, e inclui gabinetes de empresas da área incubadora do NET e da Fundação Gomes Teixeira, que se dedica à extensão universitária da Universidade do Porto, salas de formação com maior capacidade, e as instalações do Centro de Documentação Europeu.

O corpo central, embora também favoreça a exposição a sul, tem uma forma mais próxima da quadrangular, e desenvolve-se em torno de um átrio central. À poente estão as instalações administrativas do NET, e a nascente estão o bar, salas de reuniões, e mais gabinetes para empresas em incubação.

O corpo norte tem forma e orientação idênticas ao corpo sul, e compreende as áreas de fabrico das empresas em incubação, para além dos respectivos gabinetes.

Todo o edifício, cuja área é de cerca de 2700 m², foi concebido com base nos princípios bioclimáticos, por forma a reduzir as necessidades de energia auxiliar, tanto para aquecimento no Inverno e arrefecimento no Verão, como também para a iluminação. Para tanto, os envidraçados foram cuidadosamente dimensionados e orientados preferencialmente a sul, e dotados de meios eficazes de sombreamento que garantem que, no Verão, não haja incidência solar directa no interior do edifício.

Toda a envolvente é convenientemente isolada, com 5 cm de poliestireno nas paredes e na cobertura, e com vidro duplo nos envidraçados.

2. Princípio de Funcionamento das Instalações

Num edifício de concepção bioclimática, o sistema de controle ambiental, se bem que tenha, como qualquer outro, de satisfazer requisitos mínimos, tem dimensões mais reduzidas e a sua concepção e controle devem permitir maximizar o rendimento da utilização da energia solar.

Em termos de aquecimento durante a estação fria, embora o Sol forneça, segundo simulações efectuadas no âmbito do projecto Building 2000*, cerca de 52% das necessidades anuais do edifício, todos os espaços têm necessidades de aquecimento auxiliar. Dado que as necessidades são pequenas, e dado que se pretende um

* - Ver brochura sobre este edifício publicada pela Comissão das Comunidades Europeias no âmbito do programa Building 2000, de que se inclui uma cópia em anexo.

controle eficaz que apenas forneça o aquecimento auxiliar quando ele for efectivamente necessário, optou-se por um sistema hidrónico, com água quente (80°C) produzida por uma caldeira a gás e que, através de um circuito independente para cada corpo, alimenta convectores ou unidades de tratamento de ar (UTA), individualmente termostatizados.

O aquecimento só deverá funcionar durante as horas em que o edifício está efectivamente ocupado, deixando a temperatura interior flutuar livremente durante a noite e os fins de semana. Dada a elevada inércia do edifício, a variação nocturna de temperatura é relativamente pequena e, mediante o início do período de funcionamento do sistema de aquecimento duas horas antes da hora de início da ocupação, será possível obter a temperatura desejada para conforto a essa hora - ver figura na página 7 da brochura do Building 2000. De forma semelhante, o aquecimento poderá ser desligado uma hora antes do final do período ocupado sem que ocorram problemas de descida de temperatura abaixo do nível mínimo exigível - ver também a mesma figura já referida neste parágrafo.

Aquecimento também só é fornecido directamente aos espaços nobres. Corredores de passagem só recebem o calor proveniente das perdas dos gabinetes e demais salas aquecidas, e dos ganhos solares onde aplicável. Atingem-se assim temperaturas ligeiramente inferiores aos valores normalmente pretendidos - 20°C - mas, dado que se trata de espaços de passagem, sem permanência prolongada de um mesmo ocupante, as temperaturas atingidas são aceitáveis e concordantes com a filosofia que presidiu à elaboração de todo o projecto - ver figura na página 8 da já referida brochura.

Em termos de arrefecimento, podem distinguir-se dois tipos distintos de espaços:

- 1) Aqueles em que as cargas internas são pequenas e cujos envidraçados estão completa e eficazmente sombreados (orientados a sul).

Nestes espaços, a experiência já obtida noutros edifícios de concepção semelhante e simulações detalhadas efectuadas no âmbito do projecto Building 2000 já atrás referido demonstram que não é necessária a refrigeração mecânica. Mesmo nos meses mais quentes jamais registados no Porto, com temperaturas máximas em excesso das de projecto, e com todos os ganhos internos considerados, as temperaturas interiores raramente ultrapassam os 26-27°C tidos como limite superior do aceitável, como se mostra também no gráfico da página 9 da dita brochura.

- 2) Aqueles em que as cargas internas são importantes, ou cujos envidraçados estão orientados menos favoravelmente, ou ainda aqueles em que não será admissível ultrapassar o limite superior referido nem mesmo nas poucas ocasiões em que tal poderia acontecer se estes espaços não dispusessem de sistema auxiliar de refrigeração. Nestes casos é necessário instalar um sistema de refrigeração mecânica.

Na concepção do edifício, todos os espaços deste segundo tipo, com uma única excepção, foram previstos para o corpo central. No corpo central, optou-se por um sistema de circulação de ar tratado - ar-condicionado - nas mesmas UTAs já utilizadas para o aquecimento. Estas UTAs serão alimentadas por água refrigerada (5°C) produzida por um chiller localizado na cobertura do corpo central. Este sistema deverá funcionar durante os períodos de ocupação. São necessárias duas UTAs dada a variedade de solicitações a que estão sujeitos os espaços deste corpo, com uns espaços sujeitos à incidência solar matinal (virados a nascente), outros virados a poente, sofrendo a incidência solar durante os períodos mais exigentes do fim da tarde, em que as temperaturas são mais elevadas, e ainda um átrio dispendo de envidraçados orientados a sul e cujas cargas serão semelhantes às dos espaços dos corpos norte e sul. Optou-se por instalar uma unidade de tratamento de ar para cada grupo de salas com solicitações comuns - uma para a ala a nascente, outra para a ala a poente. O átrio central, que se poderia considerar como um espaço semelhante aos do primeiro tipo atrás referidos, isto é, sem necessidade de arrefecimento suplementar intenso - funciona como "plenum" para os retornos das duas alas do corpo central e recebe um caudal de ar de renovação tratado adequado. Dado que as solicitações serão pequenas, não lhe foi destinada UTA própria, ficando associado à ala poente do edifício já que o átrio está parcialmente sombreado de manhã.

Nos restantes dois corpos, só há espaços do primeiro tipo e um único do segundo tipo - um auditório de 80 lugares no corpo sul. Nos primeiros, o ar-condicionado não é necessário, e, no auditório, o dono-de-obra decidiu, contra a recomendação dos autores deste projecto, não instalar refrigeração mecânica. Portanto, nestes dois corpos, não é feito qualquer tratamento específico para controlo de temperatura no Verão, para além, claro, dos meios passivos já atrás referidos.

Em paralelo com os sistemas de aquecimento e de arrefecimento, existe no edifício um terceiro sistema autónomo: o da renovação do ar, vulgarmente designado por sistema de ventilação. Este sistema trata centralmente, numa UTA, ar exterior, com um caudal de 25 m³/hr.pessoa, distribuindo-o através de um sistema de condutas, e nas proporções devidas, a cada um dos espaços dos corpos norte e sul do edifício. Esta UTA é alimentada por água quente proveniente da caldeira destinada ao aquecimento ambiente ou por água refrigerada proveniente do chiller do sistema de ar-condicionado do corpo central, conforme a época do ano.

A fim de obter uma ventilação eficiente, adoptou-se um sistema baseado no princípio da "ventilação por deslocamento", em que o ar novo é insuflado na zona ocupada, isto é, junto ao pavimento, a uma temperatura inferior mas próxima do nível neutro (ou termostatizado) do interior do edifício. Para um melhor aproveitamento dos ganhos solares, o ar novo é insuflado a 16°C no Inverno, directamente sob os aquecedores onde se promove a mistura com o ar da sala e a transferência da energia necessária à manutenção da temperatura imposta pelo termóstato. Se o ar exterior estiver a uma temperatura superior a 16°C, não é feito qualquer tratamento térmico ao ar novo.

Durante o Verão, o ar novo insuflado é arrefecido para 20°C na UTA central por forma a não contribuir com carga adicional para os espaços.

Dados os pequenos caudais insuflados, não é feita qualquer extracção mecânica das salas, permitindo que estas fiquem em sobrepressão, contribuindo desse modo para o controle das infiltrações. O excesso de ar passa pelas frinchas das portas para os corredores, sendo parcialmente extraído pelas instalações sanitárias.

Nos locais com ar-condicionado, no corpo central, o ar novo é misturado com o ar recirculado e tratado nas respectivas UTAs.

O corpo central, cujo clima interior é mais exigente, ficará em sobrepressão relativamente aos corpos norte e sul. O ar novo insuflado é parcialmente retirado pelas instalações sanitárias e pela hotte do bar, passando o restante para os corpos norte e sul. A Fig.1 mostra um esquema geral dos caudais de ar de renovação no edifício.

Simulações efectuadas no âmbito do projecto Building 2000 demonstram que esta concepção do sistema e respectiva filosofia de controle permitem uma minimização dos consumos energéticos sem que haja qualquer penalização dos níveis de conforto dos ocupantes.

A água quente para consumo é produzida num depósito que contém uma serpentina por onde circula água quente proveniente da caldeira. Como esta não funciona durante o Verão, o depósito termoacumulador dispõe de uma resistência eléctrica para aquecimento da água durante essa estação.

3. Potência Instalada

A potência global instalada é de 205 kW de aquecimento e 105 kW de arrefecimento, com a seguinte divisão:

		Aquecimento	Arrefecimento
Corpo Norte	ambiente	32	—
	renovação	17	14
Corpo Central	ambiente	45	42
	renovação	36	24
Corpo Sul	ambiente	41	—
	renovação	34	25
TOTAL		205 kW	105 kW

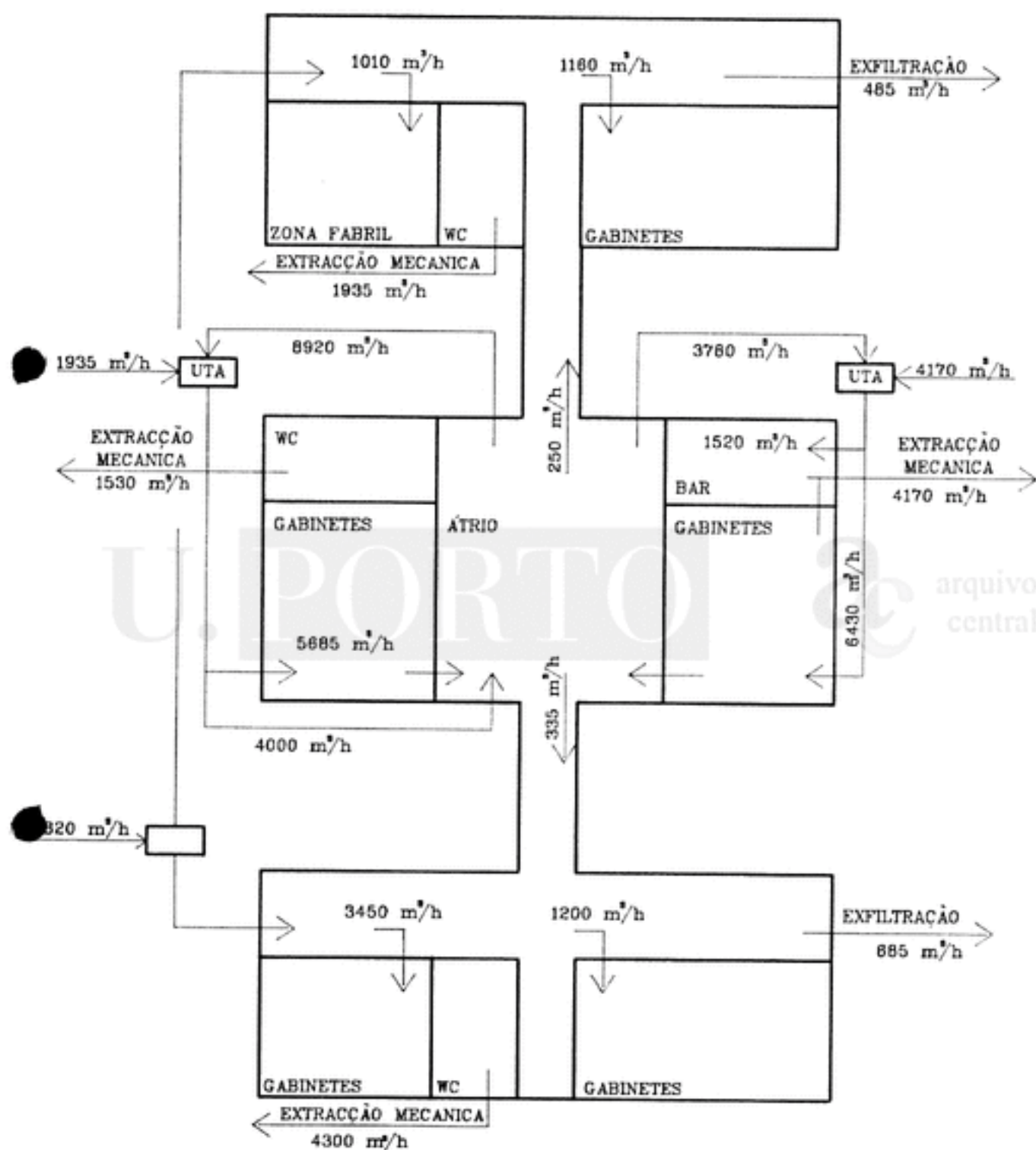


Fig. 1 - Caudais de renovação e extracção de ar no edifício

Estes valores foram estabelecidos com base nos seguintes valores:

Temperaturas de cálculo:

Interiores - Verão:	24°C
- Inverno:	20°C
Exteriores - Verão:	30,5°C
- Inverno:	2°C

Coefficientes de perdas pela envolvente:

Paredes exteriores e cobertura	0,6 W/m ² K
Paredes interiores	3,0 W/m ² K
Envidraçados exteriores	4,0 W/m ² K
Portas interiores	1,8 W/m ² K
Pavimento	1,75 W/mK

Ganhos internos

Iluminação -	10 W/m ² pavimento
Equipamento -	250 W/ocupante
Ocupantes -	10 m ² pavimento/ocupante

Infiltrações - 0,5 RPH

Ventilação - 25 m³/h.ocupante

O cálculo das cargas foi efectuado pela metodologia descrita no Manual de Auditorias Energéticas em Edifícios preparado pelo Gabinete de Fluidos e Calor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 1986.

As cargas térmicas detalhadas, por sala, estão indicadas no quadro seguinte, omitindo-se os cálculos específicos dada a sua extensão, mas estando estes disponíveis caso forem considerados necessários.

CARGAS TÉRMICAS POR SALA (kW)

CORPO	ALA	SALA	CARGA TERMICA DE		
			AQUECIMENTO	ARREFECIMENTO	
NORTE	ESTE	68-70	9,1		
		85	2,3		
		86	1,3		
		87	1,3		
		88	3,6		
	OESTE	69	8,8		
		82	2,5		
		83	1,0		
84		2,2			
CENTRAL	ESTE	38	3,0	3,0	
		39	2,0	1,9	
		40	4,3	4,5	
		57	1,9	1,4	
		58	1,7	1,3	
		59	1,7	1,3	
		60	1,7	1,3	
		61	1,7	1,3	
		62	2,2	1,8	
		OESTE	35 e 36	7,0	7,2
			46	2,7	2,0
	53		2,6	1,8	
	54		1,8	1,0	
	55		1,9	1,4	
	56		1,4	1,2	
	ATRIO	7,5	9,6		
	SUL	ESTE	8	2,4	
9			2,1		
10			2,1		
11			2,1		
12			3,5		
23			1,2		
24			1,0		
25			1,0		
OESTE		4,5,6	8,9		
		7	2,7		
		7A	1,0		
		19	3,6		
		20	1,0		
		21	1,0		
22	1,2				
ATRIO	2,6				
VENTILAÇÃO	CORPO NORTE		17,0	14,0	
	CORPO CENTRAL		36,0	24,0	
	CORPO SUL		34,0	25,0	
	TOTAL		205,0	105,0	

4. Descrição dos Sistemas

4.1. CORPO SUL

Este corpo só dispõe de aquecimento e de ventilação para renovação do ar. O aquecimento é feito através de convectores, individualmente termostatizados e alimentados por um único circuito independente de água quente que tem origem na sala da caldeira (ver desenho 1 - esquema de princípio).

O ar de renovação, tratado na respectiva unidade de tratamento de ar, que está localizada na cobertura do corpo central, circula por uma conduta que segue no tecto falso do corredor central até chegar ao corpo sul, onde se divide em dois ramos que descem até sob o pavimento do r/chão. Aqui, inseridos em valas isoladas, continuam até à fachada sul, donde sobem pequenos ramos localizadamente junto a cada um dos convectores, quer do r/chão, quer do 1º piso. A insuflação é então feita através de grelhas adequadas, com uma fiada de alhetas horizontais, reguláveis individualmente e colocadas junto dos convectores para aquecimento ambiente.

O ar das salas correspondente ao ar de renovação sai para o corredor ou para o exterior pelas sempre inevitáveis frinchas. Desta forma também será possível reduzir as infiltrações pela criação de uma ligeira sobrepressão nos espaços interiores.

Há uma extracção mecânica de ar para o exterior pelas instalações sanitárias.

Um controlador temporizado garantirá o arranque do sistema de alimentação de água aos convectores duas horas antes do início de actividades no espaço, altura em que então passará também a funcionar o sistema de tratamento de ar. Pretende-se com isto garantir a existência de condições de conforto para os utentes sem penalizar os consumos energéticos do sistema.

Durante o dia, o controlo de temperatura será então feito pelas válvulas modulantes de três vias termostatizadas que regulam o caudal que passa em cada um dos convectores, modulando a potência libertada em função das necessidades energéticas da respectiva sala.

Uma hora antes do fim das actividades, cessará a circulação de água quente através dos convectores, deixando que seja a própria energia armazenada nos diversos elementos construtivos da envolvente a libertar calor lá armazenado para o recinto.

A unidade de tratamento de ar para estes dois corpos é alimentada por um circuito que, através de uma válvula de três vias, recebe água quente ou fria das respectivas fontes, conforme o regime seja de aquecimento ou de arrefecimento (ver desenho 2 - esquema de princípio). Este é definido pela posição de um controlador central que é actuado manualmente pelo responsável da instalação, e que activa também o funcionamento ou não dos circuitos de alimentação da água quente aos convectores.

A localização exacta das condutas, tubagens e radiadores no corpo sul consta dos desenhos 3 a 5.

4.2. CORPO CENTRAL

O corpo central dispõe de um sistema de circulação total de ar, constituído por duas unidades de tratamento de ar - uma para cada uma das zonas nascente e poente - alimentadas com água quente proveniente da caldeira ou água refrigerada proveniente do chiller e colocadas na cobertura do corpo central (ver desenho 6 - esquema de princípio).

A partir destas duas UTAs desenvolve-se um sistema de condutas de insuflação e posterior extracção do ar, tal que:

a) a insuflação do ar nos espaços do rés-do-chão é feita por grelhas lineares colocadas no pavimento na periferia dos espaços. Para isto, as condutas descem por uma courette existente na ala poente do corpo central até a um nível abaixo da laje do pavimento, onde circulam em valas isoladas, ramificando-se para alimentação de cada uma das salas a tratar (ver desenho 7).

b) no primeiro piso, a insuflação é feita lateralmente junto ao tecto, com as condutas de distribuição localizadas sobre o tecto falso do corredor central para as salas da ala nascente, e num tecto falso rebaixado existente na sala central da ala poente para alimentação das demais salas deste corpo (ver desenho 8).

A extracção do ar é feita principalmente através do átrio e corredor do corpo central, para onde o ar proveniente das salas é encaminhado por grelhas existentes nas portas.

Uma parte do ar é também retirada através do tecto falso existente na sala central do primeiro andar na ala poente, onde o tecto falso actua como um plenum até o ar ser extraído por uma conduta pela courette. O restante é rejeitado para o exterior pela hotte do bar e pela aspiração mecânica das instalações sanitárias. Ar novo proveniente do exterior para compensar esta extracção é admitido em cada uma das duas UTAs directamente (ver desenho 9).

O controlo de temperatura será feito nas UTAs, por um sensor de temperatura montado na conduta de retorno de ar, que faz o controlo de uma válvula de três vias modulante (V3) e que selecciona o tipo de água (quente ou fria) com que é alimentado o permutador da UTA (ver desenho 6).

O comando das válvulas de três vias que fazem o retorno dos permutadores das UTAs a partir das bombas (válvulas V1 do desenho 6) é feito com atrazo relativamente à actuação das válvulas V2, por forma a que, aquando da decisão de mudança, a água no permutador ainda regresse ao seu circuito original. O atrazo deverá ser fixado na obra face aos comprimentos efectivos de tubo e aos tempos de resposta das válvulas efectivamente instaladas.

4.3. CORPO NORTE

O sistema de tratamento de ar neste corpo é, pelas razões já expostas atrás, em tudo semelhante ao do corpo sul. Os seus pormenores constam dos desenhos 10 a 13.

4.4. CENTRAL TERMICA

4.4.1. Sala da Caldeira

Na sala da caldeira, localizada no corpo norte, no r/chão, junto ao corredor que liga este corpo ao corpo central, serão instalados os equipamentos de produção, armazenamento e distribuição de água quente, e ainda o quadro de controlo de funcionamento dos diversos sistemas.

A água quente é produzida por uma caldeira a gás, com uma potência de 205 KW, a uma temperatura de 80°C. A água quente será armazenada num depósito com capacidade suficiente para garantir um funcionamento eficiente da caldeira, seja um depósito incorporado na própria caldeira, seja um depósito autónomo no caso da caldeira não dispor da capacidade necessária de armazenamento (6000 litros).

Na saída do reservatório existem colectores de distribuição e recolha para os circuitos independentes de água quente: um para cada um dos três corpos, outro para o sistema de ventilação dos corpos norte e sul, e outro para o sistema de abastecimento de água quente sanitária. Os quatro primeiros têm duas bombas circuladoras, em paralelo, e respectivos filtros e válvulas de comando, funcionando automaticamente em alternancia com frequências distintas para garantir um elevado grau de fiabilidade da instalação.

O circuito de água quente entre a caldeira e o depósito respectivo é também assegurado por duas bombas funcionando nas mesmas condições de alternancia atrás definidas.

4.4.2. Cobertura

Na cobertura do corpo central, junto à courette existente na ala poente, serão instaladas as unidades de tratamento de ar dos três corpos, o chiller destinado à produção de água fria, e os grupos electrobomba destinados ao circuito de água fria.

A água fria é produzida por um chiller com uma capacidade de arrefecimento de 105 kW, quando a temperatura ambiente é de 30.5°. A água fria é distribuída, via válvulas de 3 vias, às diferentes UTAs.

A unidade de tratamento de ar dos corpos norte e sul trata exclusivamente ar novo proveniente do exterior, sem que seja feita qualquer recirculação, enquanto que as UTAs do corpo central estão inseridas em redes de condutas que trazem o ar recirculado e o

conduzem de novo, após tratamento e mistura com ar novo, aos espaços a que o ar se destina.

5. ESPECIFICAÇÕES PARA OS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

O sistema a instalar é constituído pelos seguintes equipamentos:

5.1. Caldeira a Gás, com as seguintes características principais:

- . tipo construtivo: elementos em ferro fundido, inseridos em caixa construída em chapa de aço esmaltada, completamente isolada exteriormente.
- . Queimador: Independente, em aço inox, incluindo todos os seus acessórios de regulação e funcionamento.
- . Combustível: Gás propano
- . Potência útil: 205 kW
- . Rendimento mínimo: 90%
- . Temperatura: 95°C (máxima)
75°C (mínima)

A caldeira deve ser equipada com todos os acessórios necessários ao seu bom funcionamento e regulação, incluindo os dispositivos que garantam o funcionamento da instalação, destacando-se os que cortem a alimentação de gás em caso de falta de chama ou falta de energia.

Deve ter características mínimas equivalentes às do modelo TZ-AR-GAS 200 da marca UNICAL.

5.2 Chiller: com as seguintes características principais:

- . Capacidade de arrefecimento de 105 kW, quando a temperatura do ar exterior for de 30,5°C e a temperatura da água fria produzida for de 5°C.
- . Mínimo de três níveis de potência no compressor.
- . Potência máxima absorvida no compressor = 35 kW (COP = 3)

O chiller deve ser equipado com todos os acessórios necessários ao seu bom funcionamento e regulação, incluindo os dispositivos que garantam o funcionamento da instalação. A unidade deve ser adequada para montagem no exterior, devendo a tubagem de ligação aos colectores de distribuição e recolha ser isolada com 50 mm de coquilha de lã mineral revestida a chapa de alumínio por forma a evitar perdas de energia.

Deve ter características mínimas equivalentes às do modelo 30GB040 da marca CARRIER.

5.3. Colectores de Distribuição e de Recolha de Água para os diversos sistemas, com as seguintes características:

- . Cilindro horizontal com diâmetro de 75 mm;
- . Construídos em tubo de aço sem costura, com topos soldados e

dimensionados para uma pressão de serviço de 3,5 kg/cm², de acordo com as normas portuguesas em vigor;

- . Tratados interior e exteriormente de forma a resistir à corrosão, devendo ser equipados com todos os acessórios necessários à ligação aos circuitos que neles começam ou acabam, por forma a permitir uma montagem fácil e eficaz;
- . Isolados exteriormente com 10 cm de manga de lã mineral recoberta por chapa de aço galvanizado para sua protecção e impermeabilização.

5.4. Unidades de Tratamento de Ar

O ar insuflado nos diversos corpos é tratado por três unidades a colocar na cobertura do corpo central, cada uma composta por:

- . um ventilador para circulação do ar;
- . uma bateria de aquecimento/arrefecimento a água;
- . uma unidade humidificadora;
- . um filtro de média eficiência;

As duas UTAs do corpo central dispõem ainda de caixa de mistura (ar novo mais ar recirculado) à entrada, enquanto que a UTA destinada aos corpos norte e sul dispõe somente de entrada regulável de ar exterior.

As diversas secções serão inseridas em caixa envolvente, construída em chapa galvanizada, isolada acusticamente pelo interior e termicamente pelo exterior.

A unidade de tratamento de ar dos corpos norte e sul deve ter uma capacidade de 6820 m³/h e deve ter uma unidade permutadora capaz de transferir para o ar 51 kW quando alimentada com água a 80°C, e retirar do ar 39 kW quando alimentada com água refrigerada a 7°C. Toma-se como referência a temperatura de 2°C (Inverno) ou 30,5°C (Verão) para o ar exterior à entrada da unidade.

As unidades de tratamento de ar do corpo central têm capacidade de 7950 e 10855 m³/h, respectivamente para as alas nascente e poente, e devem ter uma unidade permutadora capaz de transferir 36 e 45,1 kW, respectivamente, quando alimentadas com água a 80°C, e para a mesma temperatura de referência já referida para o ar exterior, ou 28 e 38 kW, respectivamente, quando alimentadas com água refrigerada a 7°C, quando o ar exterior estiver a 30,5°C e com uma humidade absoluta de 12 g/kg.

5.5. Depósito de Armazenamento

Tem a capacidade de 6000 lts, e destina-se a armazenar água quente produzida na caldeira. O depósito, para além de todos os acessórios necessários à ligação à rede de distribuição geral de água e alimentação da fonte de calor (caldeira), bem como de todos os dispositivos de segurança previstos nos códigos e regulamentos aplicáveis, tem as seguintes características:

- . é cilíndrico, montado na posição vertical, com 2 m de diâmetro, e 2 m de altura.
- . a nível ligeiramente superior ao da alimentação da caldeira, que é feito próximo do fundo, deve ser colocada uma sonda de temperatura que permita o controlo da bomba circuladora que alimenta o reservatório;
- . o reservatório deve ser executado em material de boa qualidade e estar dimensionado para aguentar uma pressão de serviço de 6 kg/cm², de acordo com as normas portuguesas em vigor;
- . o depósito deve ser tratado, interior e exteriormente, para resistir à corrosão, e deve ser isolado exteriormente por uma camada mínima de 10 cm de lã mineral recoberta por chapa galvanizada.

Este depósito poderá não ser necessário (ou ter capacidade inferior à especificada) se a caldeira dispuser de capacidade de armazenamento próprio suficiente.

5.6. Conduitas de Ar

As conduitas serão construídas em chapa de aço galvanizado de espessura e forma de construção adequadas às suas dimensões. As juntas deverão ser tratadas por forma a torná-las estanques, através de feltro alcatroado ou produto equivalente.

As conduitas de insuflação, enquanto circulem sobre a cobertura e nas courettes ou tectos falsos, deverão ser isoladas exteriormente com 5 cm de material isolante - lã mineral ou outro material equivalente. As conduitas de recirculação também devem ser isoladas quando nas courettes ou sobre a cobertura.

Todas as conduitas isoladas na cobertura deverão ser recobertas com chapa de aço galvanizado devidamente estanque para eliminação das infiltrações de água.

As uniões das conduitas às unidades de tratamento de ar devem ser feitas por meio de elementos flexíveis de forma a evitar a propagação de ruído e vibrações.

As dimensões das conduitas estão indicadas nas peças desenhadas.

5.7. Convectores

Os convectores a instalar no edifício são de dimensão variável. A sua especificação é feita nos desenhos dos vários pisos dos três corpos do edifício.

- . Os convectores devem ser em alumínio fundido, e as potências indicadas referenciadas a uma temperatura da água de alimentação de 80°C.
- . Cada convector é regulado por uma válvula de três vias modulante de comando termostaticado individual.
- . Cada convector deve ser isolado da rede por 2 válvulas de seccionamento, uma a montante e outra a jusante da unidade, para

permitir a sua substituição sem ter de tirar de serviço todo o circuito respectivo. Uma das válvulas deve ser de dupla regulação.

Devem ter características semelhantes às do modelo TROIA da mesma potência.

5.8. Grelhas

As grelhas de insuflação deverão ser de alumínio galvanizado, de formato rectangular, com registo de regulação de caudal incorporado, e dupla fiada de alhetas reguláveis para montagem em conduta.

Estas grelhas não deverão ter características inferiores às grelhas do tipo SL da TROX, nomeadamente em termos de perda de carga e nível de ruído nas condições de funcionamento especificado.

No caso das grelhas lineares de colocação no pavimento, elas deverão ser em perfil de alumínio extrudido, com alhetas horizontais fixas, com perfil inclinado a 15°, e registo de regulação de caudal incorporado. O nível de ruído quando funcionarem com o caudal de projecto (ver desenhos) não deve ser superior a 35 dB. As suas características não devem ser inferiores às do modelo AF da marca TROX.

As grelhas de retorno deverão ser de alumínio galvanizado, de formato rectangular, com lamelas horizontais reguláveis individualmente, para montagem nas portas dos gabinetes ou nas paredes junto ao tecto. As suas características não devem ser inferiores às do modelo SL da marca TROX.

As grelhas de extracção a colocar nas instalações sanitárias serão do tipo alta pressão (10 a 15 mm ca) com cone excentrico de pré-regulação para o caudal escolhido.

Nas portas das instalações sanitárias por onde é feita a extracção de ar viciado do edificio devem ser montadas grelhas não reguláveis com as características indicadas nos desenhos respectivos.

5.9 Tubagens e Acessórios

A rede de tubagem de água dos circuitos de alimentação e retorno dos diversos sistemas deverá ser executada em ferro preto da série média, pintado com tinta protectora contra a ferrugem, e isolado exteriormente com 50 mm de coquilha de lã mineral, e revestida a chapa de alumínio sempre que colocada no exterior. A camada isolante deve ser continua, cobrindo todos os acessórios excepto os componentes que tenham de ser acessíveis (ex: manipuladores de válvulas, purgadores, etc.).

As tubagens para os circuitos de evacuação dos condensados (tubo plástico ou flexível) assim como da água de compensação (também em ferro preto) não serão isoladas.

Toda a tubagem por onde circule água refrigerada deve ter barreira de vapor para que não se dêem condensações que diminuiriam a eficácia do isolamento e provocariam a sua rápida deterioração.

O fluido circulante em todos os circuitos, aqui designado simplesmente por água, deve conter aditivos adequados ao bom funcionamento da instalação, nomeadamente um aditivo anti-ferrugem, e outros aconselhados eventualmente pelos fabricantes dos equipamentos seleccionados, desde que compatíveis entre si e com o material da tubagem.

Todos os acessórios necessários ao bom funcionamento da instalação deverão fazer parte da empreitada mesmo quando não representados expressamente nos desenhos. Citam-se pela sua importância os seguintes:

- . Termómetros: deverão ser colocados em local protegido, indicando clara e correctamente a temperatura do fluido que circula em cada circuito (alimentação e retorno). O sensor deve estar inserido em bom contacto térmico com o fluido, em ponto bem misturado. Devem abranger a gama 0-90°C (circuito de água quente) ou 0-30°C (circuito de água fria), com uma precisão adequada.
- . Manómetros: deverão ser colocados na tubagem e nos depósitos, indicando com precisão adequada as pressões em cada circuito e nos depósitos.
- . Purgadores: deve ser colocado um purgador em cada um dos pontos "altos" dos circuitos. No final da montagem deve ser fornecido um mapa pormenorizado da sua localização.
- . Vaso de expansão: cada circuito deve ser dotado de um vaso de expansão com capacidade adequada ao volume do circuito, que depende do equipamento seleccionado e instalado. Os vasos de expansão devem ter uma capacidade adequada às variações de temperatura correspondentes aos respectivos sistemas, e devem ser do tipo fechado, com câmara de azoto pressurizada separada da água do circuito a proteger por uma membrana elástica.

A cada vaso de expansão deve ser associada uma válvula de segurança.

5.10 Controle

5.10.1 Unidade de tratamento dos corpos norte e sul

a) sistema de selecção do regime de funcionamento, composto por:

- um selector manual de duas posições (aquecimento/arrefecimento) para instalação no quadro geral da instalação;
- válvulas de três vias, do tipo tudo ou nada

Pretende-se com isto que, uma vez feita a selecção do regime de funcionamento, o permutador de calor da UTA seja alimentado por água proveniente do circuito de água quente ou fria, conforme aplicável.

Para isto, o selector deve permitir apenas o accionamento da bomba circuladora do circuito correspondente sempre que este seja solicitado pelo respectivo termóstato, desligando as bombas do outro circuito.

Por outro lado, o selector deve fazer o comando das válvulas de três vias de forma a garantir que a alimentação e o retorno sejam feitos a partir do circuito de água quente ou de água fria, conforme o regime seleccionado.

b) conjunto regulador/limitador da temperatura do ar de insuflação, onde um sensor de temperatura a colocar na conduta de insuflação de ar faz o accionamento de uma válvula de três vias modulante a colocar à entrada do permutador de calor da UTA.

c) regulador da capacidade de humidificação, composto por um humidóstato a colocar na conduta de insuflação do ar, que faz o comando da unidade humidificadora da UTA, garantindo o nível de humidade pretendido para o regime de funcionamento.

5.10.2 Unidades de tratamento de ar do corpo central

a) sistema de determinação do regime de funcionamento, composto por um sensor de temperatura a colocar na conduta de retorno de ar, que faz o comando de duas válvulas de três vias do tipo tudo ou nada, que abrem ou fecham de forma a estabelecer a alimentação e retorno do permutador de calor da UTA apenas pelo circuito de água apropriado, dependendo das necessidades dos espaços. A válvula do retorno deve ser actuada com atraso relativamente à de alimentação, para evitar mistura de fluidos a temperaturas distintas.

O mesmo termóstato fará ainda o accionamento da bomba circuladora do circuito correspondente.

Cada bomba funcionará desde que pelo menos um dos circuitos que alimenta determine a sua entrada em serviço.

b) conjunto regulador/limitador da temperatura do ar de insuflação, composto por um sensor de temperatura colocado na conduta de retorno de ar que faz o comando de uma válvula de três vias modulante que controla o caudal de alimentação de água ao permutador.

c) regulador da capacidade de humidificação, composto por um humidóstato a colocar na conduta de retorno do ar, que faz o comando da unidade humidificadora da UTA, garantindo o nível de humidade pretendido para o regime de funcionamento.

5.10.3 Circuito dos convectores

Válvula de seccionamento termostatzada, modulante, de três vias, comandada por um sensor de temperatura, que faz a regulação do caudal a passar no convector em função do sinal enviado pelo sensor.

5.11 Grupos Electrobombas

Inseridos no circuito de alimentação de cada um dos circuitos, têm as seguintes características:

	Caudal (l/hr)	Perda de carga (mm.c.a)
Circuitos de água quente:		
. UTA dos corpos Norte e Sul:	2900	3000
. UTAs do corpo Central:	4650	4200
. circuito dos convectores - corpo norte	1850	1700
. circuito dos convectores - corpo sul	2000	2100
 Circuitos de água fria:	 18000	 3200

Cada circuito dispõe de duas electrobombas em paralelo, comandadas por um inversor automático que garante uma alternancia não equiprovável de funcionamento das mesmas.

NOTA IMPORTANTE: As perdas de carga nos circuitos foram calculadas com base em perdas típicas que se dão em unidades com a dimensão pretendida (UTA: 2000 mm c.a.; convectores: 1000 mm c.a.), devendo no entanto ser verificadas após a selecção final das unidades para a execução do projecto. No circuito de frio não está incluída a perda de carga no chiller, que deve ser incluída logo que seja fixada a unidade efectivamente instalada.

As electrobombas deverão ser isoladas da tubagem por juntas de expansão elásticas e interposições resilientes em neoperene, bem como aos elementos estruturais do edificio (paredes, pavimentos, etc.), por forma a evitar a propagação de vibrações e ruidos.

O circuito de água quente sanitária não está incluído nesta empreitada, devendo apenas serem previstas as ligações respectivas nos colectores de distribuição e recolha de água quente da caldeira e no quadro eléctrico.

5.12 Hotte

Deverá ser instalada uma hotte de exaustão com as seguintes características:

- Deve ser de aço inoxidável resistente à corrosão;
- As suas dimensões estão especificadas no desenho 7;
- O ventilador deve ter uma potência adequada para movimentar um caudal de 4170 m³/h com uma perda de carga de 150 Pa.

5.13 Ventiladores

Para extracção do ar das instalações sanitárias deverão ser fornecidos ventiladores com as seguintes características:

carga	Caudal	Perda de
Corpo Norte:	1935 m ³ /h	50 Pa
Corpo Central:	1350 m ³ /h	50 Pa
Corpo Sul:	4300 m ³ /h	90 Pa

5.14 Humidificador

Para fornecer vapor de água às unidades humidificadoras das três UTA's, deverá ser instalada uma caldeira apropriada, na cobertura do corpo central, com capacidade para produzir 40 Kg de vapor por hora.

O vapor será distribuído por tubagem isolada às UTA's.

5.15 Quadro Eléctrico

O quadro central de comando do sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado deve ser colocado na sala da caldeira. O quadro eléctrico a instalar será idêntico ao do tipo PRISMA P, da Merlin Gerin, em chapa electrozincada de 1.5 mm de espessura, com revestimento em epoxi + poliéster, sem porta, com um índice de protecção IP2#7, com as dimensões: 2025x1400x400 mm.

O quadro será composto por uma estrutura de base ref.9302 e por uma estrutura de extensão ref.9312.

Os painéis sem rasgo, que alojarem contactores, possuirão dobradiças, de forma a permitir um fácil acesso aos mesmos, para rearmar os relés térmicos.

O desenho 14, em anexo, dá um pormenor da vista frontal do quadro, com a distribuição da diferente aparelhagem.

Todos os parafusos e demais acessórios serão sempre cadmiados, ou de material não oxidável.

A distribuição da aparelhagem deve respeitar o indicado nos desenhos 14 e 15.

As entradas e saídas dos vários condutores ou cabos no quadro far-se-á através de buçins adequados ou de boquilha com contra-porca, de acordo com o tipo de canalização prevista.

O quadro será dotado de um ligador de massa e barra de terra, com as dimensões indicadas em desenho anexo, donde sairão os circuitos de protecção e a ligação à massa do quadro.

O barramento principal e os barramentos secundários são compostos por 4 barras de cobre electrolítico, em escada, de secções não inferiores às indicadas em desenho anexo.

As ligações aos barramentos serão feitas por terminais de aperto apropriados, fixados por parafusos. Existirão tantas ligações quantos os circuitos existentes, não sendo permitidas ligações com olhais executados com o próprio condutor.

As ligações entre os barramentos e a aparelhagem serão executadas em barra de cobre nú para intensidades superiores a 100A e, nos casos restantes, em condutores do tipo V, de secção adequada, sempre que possível montados em calha plástica ou em molhada presa por braçadeiras.

Todas as saídas do quadro deverão ligar a régua de burnes, devidamente numeradas, assentes em perfis adequados.

Os aparelhos de comando e de protecção deverão ser identificados por meio de etiquetas gravadas, indicando os locais que servem e a sua função.

O interruptor geral terá poder de corte elevado e seccionamento de corte plenamente aparente, e será do tipo Interpact IN160T, da Merlin Gerin, ou equivalente.

Os disjuntores a aplicar serão do tipo magneto-térmico da Merlin Gerin, ou equivalente.

Previu-se que a protecção da alimentação deste quadro será efectuada por um disjuntor C125L, de forma a que a aparelhagem a aplicar possa ter um poder de corte inferior à corrente de curto-circuito presumível, atendendo à filiação com o disjuntor a montante.

Assim, previu-se:

- disjuntor de 100A: será do tipo NC100, com um poder de corte de 10 KA;
- restantes disjuntores: serão do tpo C32N, com um poder de corte de 8 KA.

O adjudicatário deverá confirmar, antes da realização do quadro, qual a corrente de curto-circuito presumível no quadro de ar condicionado e qual o disjuntor previsto no QGBT para protecção da alimentação deste quadro, alterando se necessário os disjuntores previstos, de forma a terem um poder de corte adequado (22 KA).

Os interruptores diferenciais serão do tipo ID, da Merlin Gerin, ou equivalente, com as seguintes características principais:

- média sensibilidade: 300 mA
- protecção contra disparos intempestivos, devidos a sobretensões passageiras;
- corte plenamente aparente.

O disjuntor diferencial será obtido por associação de um disjuntor a um bloco diferencial (bloco Vigi), com características idênticas às atrás indicadas para os interruptores diferenciais.

Os contactores principais e auxiliares a utilizar serão da Telemecanique, ou equivalente.

Os contactores principais deverão ter as seguintes características mínimas:

Contactor C1:

$I_n = 40 \text{ A}$

Poder de corte em AC3 = 26 A

Contactor C2:

$I_n = 105 \text{ A}$

Poder de corte em AC3 = 63 A

Contactor C3:

$I_n = 135 \text{ A}$

Poder de corte em AC3 = 110 A

Os contactores destinados à ligação dos ventiladores e das bombas serão equipados de relés térmicos diferenciais com 2 contactos, com as seguintes características mínimas:

Motores de 5 kW:

$I_n = 25 \text{ A}$

Poder de corte em AC3 = 12 A

Relés térmicos: 8,5 - 14 A

Motores de 1,5 kW:

$I_n = 25 \text{ A}$

Poder de corte em AC3 = 9A

Relés térmicos: 3,5 - 6A

Motores de 0,4 kW

$I_n = 25 \text{ A}$

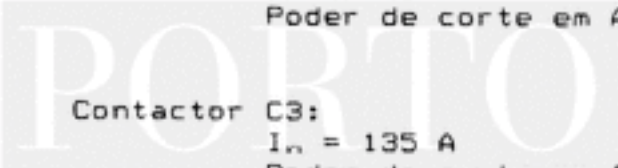

Poder de corte em AC3 = 9A

Relés térmicos: 2,2 - 3,8 A

Motores de 0,25 kW:

$I_n = 25 \text{ A}$

Poder de corte em AC3 = 9 A

U. PORTO   arquivo central

Relés térmicos: 1,3 - 2,3 A

Antes da execução deste quadro deverá o adjudicatário confirmar os valores de potencia indicados para os diferentes motores, alterando, se necessário, os valores atrás indicados de intensidade nominal e regulações dos térmicos.

Os interruptores horários destinados ao comando dos ventiladores e de cada par de bombas serão do tipo IH da Merlin Guerin, ou equivalente, com as seguintes características principais:

- tipo: 24 horas + 7 dias
- modulares;
- reserva de marcha = 150 h
- base de tempo de quartzo.

Será utilizado um interruptor horário programável que permitirá seleccionar em cada par de bombas a que deverá funcionar, através de comando de contactores com contactos inversores.

Deste modo, ao fim de um determinado número de horas de funcionamento, em cada par de bombas uma delas terá sensivelmente o dobro de tempo de funcionamento da outra.

Este interruptor horário programável será do tipo IHP da Merlin Guerin, ou equivalente, com as seguintes características principais:

- 1 canal;
- modular;
- leitura por cristais líquidos;
- base de tempo de quartzo;
- memória com 42 passos de programa;
- programa: 24 horas + 7 dias;
- reserva de marcha = 100 h
- com marcha forçada ou paragem.

Previu-se a colocação de um relé de controle da ordem de sucessão das fases, de forma a obter-se uma adequada protecção dos motores alimentados por este quadro.

Este relé será apropriado para montagem em calha DIN, do tipo DWR da Syrellec, ou equivalente, com as seguintes características principais:

- controle da ordem de sucessão das fases;
- controle do corte de uma fase;
- indicação do estado da relé por LED;
- relé de saída: 1 inversor de 10 A.

No caso de actuação deste relé será cortada a alimentação do Q.A.C.

Os sinalizadores de presença de fase terão lâmpada de neon de 220 volt, serão modulares, do tipo V da Merlin Gerin.

Previu-se uma sinalização de disparo dos térmicos dos contactores de cada um dos ventiladores de cor vermelha, idênticos aos atrás referidos.

A ligação dos ventiladores e dos circuitos relativos ao funcionamento de Inverno e de Verão serão comandados por botoneiras do tipo BP da Merlin Guerin, sendo o seu funcionamento indicado por sinalizadores de cor verde.

Previu-se um encravamento entre os contactores relativos ao funcionamento de Inverno e de Verão, os quais estão por sua vez dependentes da ligação prévia dos circuitos de ventilação.

Este quadro deverá permitir saídas de reserva na proporção mínima de 20% das suas saídas efectivas incluindo as reservas indicadas no esquema anexo.

U. PORTO

ac arquivo
central

6. ESPECIFICAÇÕES PARA A MONTAGEM

A montagem compreende a fixação ao pavimento das unidades de tratamento de ar, do chiller, das bombas circuladoras e dos demais ventiladores. Todos estes equipamentos deverão ser dotados de elementos amortecedores de vibrações convenientemente dimensionados pelo fabricante por forma a evitar a sua propagação à estrutura do edifício. Devem ser montados em apoios maciços adequados para o mesmo efeito.

Na interligação e montagem dos diversos equipamentos e acessórios, executada conforme os esquemas juntos, devem ser colocadas sempre juntas de material inerte entre materiais diferentes, para evitar problemas de corrosão.

Nas condutas e nas tubagens dos sistemas de tratamento de ar e nas tubagens que atravessem a envolvente do edifício deverão ser tomados cuidados especiais de vedação para assegurar a completa estanqueidade nos atravessamentos das paredes.

Ficam especificamente incluídas:

- . ligação do dreno da caldeira ao esgoto;
- . alimentação do depósito de água quente a partir da rede (colocada na central térmica);
- . ligação do circuito de água fria à rede;
- . colocação de isolamento e acabamentos finais conforme especificado;
- . instrução do pessoal que vai ficar encarregado da exploração do sistema;
- . fornecimento de desenhos finais detalhando o sistema tal como instalado, incluindo a localização de todos os elementos de controle ou de funcionamento;
- . arranque e ensaio da instalação.

7. DIVERSOS

7.1 Especificações Mínimas para a Documentação

- . Caldeira a gás:

Deverá ser apresentada documentação incluindo as principais características construtivas e potência nominal, com indicação da entidade reconhecida e independente onde foram efectuados os ensaios.

- . Chiller

Deverá ser apresentada documentação com as principais características e com a indicação das eficiências de funcionamento para as condições de serviço previstas, e que não deverão ser, em caso algum, inferiores às previstas em 5.2.

. Diversos

Serão ainda incluídas referências e catálogos de todos os restantes materiais e equipamentos a instalar, nomeadamente das unidades de tratamento de ar, bombas circuladoras, caldeira humidificadora, válvulas, ventiladores, isolamentos e sistemas de controlo.

Deverá ser incluída lista de referências de instalações similares já efectuadas que possam eventualmente ser visitadas.

No final da obra, o adjudicatário fornecerá instruções detalhadas por escrito sobre o comando e manutenção da instalação.

7.2 Limites de Fornecimento

- Alimentação de água a partir da rede local colocada na sala da caldeira.
- Alimentação eléctrica no quadro local da instalação.

7.3 Garantias

A instalação só poderá considerar-se concluída, e portanto pronunciada a recepção, após ensaios que permitam concluir pelo bom funcionamento dos diversos equipamentos instalados e após verificação da conformidade dos equipamentos, materiais e montagem com as especificações deste caderno de encargos.

A instalação e a generalidade dos equipamentos que a constituem deverão beneficiar de uma garantia contra defeitos de concepção, fabrico e montagem por um período de 12 meses a partir do arranque da instalação.

7.4 Fiscalização

A verificação da instalação será feita durante a fase de montagem e nas recepções provisória e definitiva da obra.

Serão efectuadas as verificações que a fiscalização entender como necessárias incidindo sobre as especificações do presente caderno de encargos e sobre a qualidade e acabamentos dos materiais e equipamentos.

A fiscalização do proprietário reserva-se o direito de rejeitar equipamentos e materiais que lhe pareçam não apresentar garantias de qualidade ou de adequação ao especificado. Qualquer alteração deverá ser sempre sujeita à aprovação prévia da fiscalização.

Porto, Janeiro de 1990

Os projectistas

Pel'0 INEGI



Pedro Quinta
Eng.Mecânico



Eduardo Maldonado
Engº Mecânico Responsável

MEDIÇÕES E ORÇAMENTO

U. PORTO

arquivo
central

POSICÃO	DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNID. DE MED.	PREÇO UNITARIO	TOTAIS
1	Caldeira a gás, para uma potência de 205 kW, equipada com colectores de admissão e distribuição, queimador e demais acessórios	1		1250.000\$	1.250.000\$00
2	Chiller com uma capacidade de arrefecimento de 105 kW, para uma temperatura do ar exterior de 30,5°C, e temperatura da água produzida de 5°C, equipado com todos os acessórios para seu funcionamento	1		1500.000\$	1.500.000\$00
3	Unidade de tratamento de ar para uma capacidade de 6820 m ³ /h, equipada com ventilador, filtro, permutador de calor com uma potência de 51 kW quando alimentado com água a 80°C e 39 kW quando alimentada com água a 7°C, sistema de controlo (humidostato, etc.) e demais acessórios	1		750.000\$	750.000\$00
4	Idem, mas 7950 m ³ /h, 36 kW e 28 kW	1		900.000\$	900.000\$00
5	Idem, mas 10855 m ³ /h, 45,1 kW e 38 kW	1		1000.000\$	1.000.000\$00
6	Depósito de água quente com uma capacidade de 6000 lts, isolado, e respectivas bombas circuladoras	1		600.000\$	600.000\$00
7	Condutas em chapa galvanizada isoladas	600 m ²		6.000\$	3.600.000\$00
	não isoladas.	175 m ²		4.500\$	787.500\$00
8	Convectores, em alumínio fundido, com:				
	6 elementos	24		15.000\$	360.000\$00
	8 elementos	11		20.000\$	220.000\$00
	10 elementos	15		25.000\$	375.000\$00
9	Grelhas lineares, de insuflação	46 m		6.000\$	276.000\$00
10	A) Grelhas rectangulares para colocação no interior				
	75*125	4		3.500\$	14.000\$00
	75*225	10		4.000\$	40.000\$00
	75*425	3		4.250\$	12.750\$00
	125*325	4		4.500\$	18.000\$00
	125*425	18		5.000\$	90.000\$00
	125*525	1		5.250\$	5.250\$00
	225*325	6		5.500\$	33.000\$00
	225*425	1		6.000\$	6.000\$00
	225*525	1		6.750\$	6.750\$00
DATA	ELABORADA	VERIFICADA	VISTA		

POSICAO	DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNID. DE MED.	PREÇO UNITARIO	TOTAIS
	225*625	1		7.500\$	7.500\$00
	325*325	4		8.000\$	32.000\$00
	325*425	12		10.000\$	120.000\$00
	325*525	7		15.000\$	112.000\$00
	325*625	11		17.500\$	192.000\$00
	425*625	2		20.000\$	40.000\$00
	425*825	1		25.000\$	25.000\$00
	425*1025	1		30.000\$	30.000\$00
	Válvulas (sanitários)				
	φ 100 mm	30		1.750\$	52.500\$00
	φ 200 mm	1		3.200\$	3.200\$00
	B) Grelhas exteriores				
	com rede, para os ventiladores de				
	extracção	4		12.000\$	48.000\$00
11	Tubagens de ferro preto, série média,				
	isolada com 50 mm de coquilha de lã				
	mineral e respectivos acessórios, in-				
	cluindo purgadores:				
	a) sem barreira antivapor:				
	φ 1/2"	375 m		800\$	300.000\$00
	φ 3/4"	73 m		900\$	65.700\$00
	φ 1"	83 m		1.100\$	91.300\$00
	φ 1 1/4"	139 m		1.300\$	180.700\$00
	φ 1 1/2"	56 m		1.400\$	78.400\$00
	φ 2"	120 m		1.800\$	216.000\$00
	b) com barreira vapor				
	φ 1 1/2"	7 m		1.900\$	13.300\$00
	φ 2"	75 m		2.100\$	157.500\$00
	φ 2 1/2"	27 m		2.450\$	66.150\$00
	φ 3"	3 m		3.000\$	9.000\$00
	φ 4"	10 m		3.200\$	32.000\$00
12	Válvulas				
	a) de três vias, do tipo tudo ou nada,				
	com o respectivo actuador				
	φ 2"	2		50.000\$	100.000\$00
	φ 2 1/2"	4		74.000\$	296.000\$00
	b) termostatzadas, de três vias propor-				
	cionais, com o respectivo actuador,				
	para os convectores (φ 1/2"), inclu-				
	indo sensor	50		50.000\$	2.500.000\$00
	c) de dupla regulação (φ 1/2")	50		1.250\$	62.500\$00
	d) de corte				
	φ 1/2"	50		850\$	42.500\$00
	φ 1"	2		1.000\$	2.000\$00
	φ 1 1/2"	2		1.250\$	2.500\$00
DATA	ELABORADA	VERIFICADA	VISTA		

POSICAO	DESIGNACAO	QUANTIDADE	UNID. DE MED.	PRECO UNITARIO	TOTAIS
	φ 2"	6		3.000\$	18.000\$00
	φ 2 1/2"	4		4.500\$	18.000\$00
	φ 4"	2		10.000\$	20.000\$00
13	Termômetros	6		5.000\$	30.000\$00
14	Conjunto limitador de pressão incluindo válvula de segurança e hidrometro	4		17.500\$	70.000\$00
15	Ventiladores de Extracção				
	1 para 1935 m ³ /h a 50 Pa	1			90.000\$00
	1 para 1350 m ³ /h a 50 Pa	1			80.000\$00
	1 para 4300 m ³ /h a 90 Pa	1			120.000\$00
16	Humidificador, capaz de produzir 40 kg/hr de vapor, incluindo válvulas de controlo e tubagem de distribuição para as 3 UTA	1			500.000\$00
17	Grupos electrobombas, incluindo válvulas de corte, anti-retorno, filtros e demais acessórios necessários ao seu bom funcionamento, com as seguintes características				
	1850 l/hr com 1700 mm.c.a.	2		100.000\$	200.000\$00
	2000 l/hr com 2100 mm.c.a.	2		100.000\$	200.000\$00
	2900 l/hr com 3000 mm.c.a.	2		100.000\$	200.000\$00
	4650 l/hr com 4200 mm.c.a.	2		100.000\$	200.000\$00
	18000 l/hr com 3200 mm.c.a.	2		175.000\$	350.000\$00
18	Hotte de acordo com as especificações do caderno de encargos			100.000\$	100.000\$00
19	Quadro eléctrico e interligações eléctricas			800.000\$	800.000\$00
20	Ensaio da instalação			350.000\$	350.000\$00
21	Desenho da instalação final			50.000\$	50.000\$00
22	Instrução do pessoal			50.000\$	50.000\$00
23	Assistência à instalação durante a garantia			150.000\$	150.000\$00
				TOTAL	38.300.000\$00
TOTAL (extenso): Trinta e oito milhões e trzentos mil escudos. (IVA não incluído)					
DATA	ELABORADA	VERIFICADA	VISTA		

PEÇAS DESENHADAS

- 1 - Circuitos de Alimentação dos Convectores dos Corpos Norte e Sul - Esquema de Princípio.
- 2 - Unidade de Tratamento de Ar dos Corpos Norte e Sul - Esquema de Princípio.
- 3 - Tubagens de Agua Quente - Implantação no Corpo Sul - R/Chão.
- 4 - Implantação das Condutas e Convectores - Corpo Sul - R/Chão.
- 5 - Implantação das Condutas, Convectores e Tubagens de Agua Quente - Corpo Sul - 1º Andar.
- 6 - Unidades de Tratamento de Ar do Corpo Central - Esquema de Princípio.
- 7 - Implantação das Condutas - Corpo Central - R/Chão
- 8 - Implantação das Condutas - Corpo Central - 1º andar
- 9 - Implantação das Condutas, Equipamentos e Tubagens de Agua - Cobertura do Corpo Central.
- 10 - Implantação das Condutas e Central Térmica - Corpo Norte - R/Chão.
- 11 - Tubagens de Agua Quente - Implantação no Corpo Norte - R/Chão.
- 12 - Implantação das Condutas - Corpo Norte - Piso Intermédio.
- 13 - Implantação das Condutas, Convectores e Tubagens de Agua Quente - Corpo Norte - 1º andar.
- 14 - Quadro Eléctrico do Ar Condicionado - Esquema Unifilar.
- 15 - Quadro Eléctrico do Ar Condicionado - Esquema de Comandos.

ANEXO

Brochura sobre o Edifício do BIC-Porto
preparada para o programa comunitário

Building 2000

U. PORTO

ac arquivo
central

BUILDING

Commission of the European Communities

BUSINESS INNOVATION CENTRE PORTO/PORTUGAL

- Building contains offices, classrooms and manufacturing areas with different environmental needs.
- Heavy mass construction reduces indoor temperature swings throughout the year, improving utilization of solar gains in winter and reducing/eliminating need for cooling in summer.
- Carefully-designed glazing optimizes daylighting through-out the year and at the same time allows solar gains to enter in summer and provides shading in winter.
- Solar contribution to heating is 65%.
- Two-thirds of the building does not require mechanical cooling.



Building 2000 is a series of design studies illustrating passive solar architecture in buildings in the European Community.

Project description, site and climate

Passive solar features/components

ISSUE

00

SEP 1989

Energy calculations performed, used designs tools

Design guidelines/points of interest

Project information and credits

PROJECT DESCRIPTION

LOCATION

The site is in Porto, a coastal city in northern Portugal, latitude 41°1'N. The building is on the University of Porto campus between the economics and engineering blocks - thus symbolizing the strong links between these two disciplines and BIC activities.

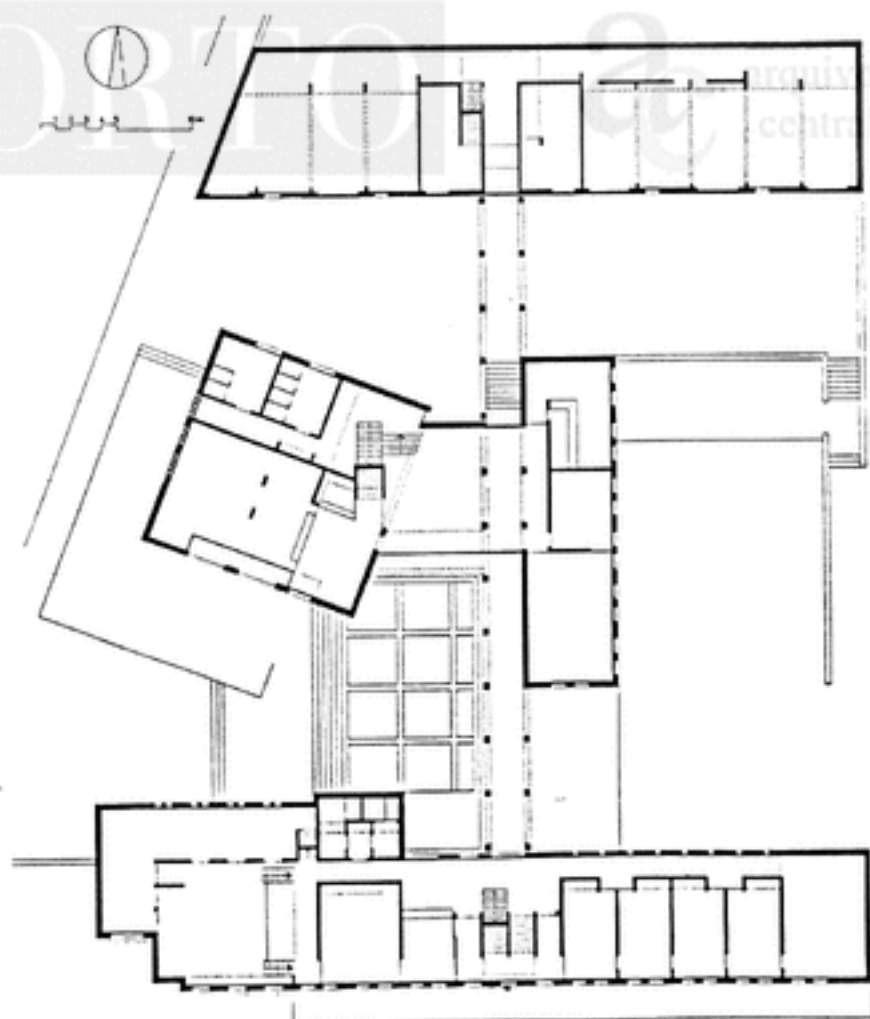


TYPE OF BUILDING

The two-storey Business Innovation Centre (BIC) building will house three main facilities:

- BIC's business development area. This holds the offices of firms with innovative ideas/products under development together with communal support services, a workshop for "clean" manufacture and classrooms where the firms' managers can attend courses on modern management, planning, accounting, etc., techniques;
- the offices of the Community Documentation Centre together with an extensive library and facilities for accessing electronic databanks;
- the offices of the University Extension Foundation. This provides technology transfer and continuing education services.

The building will therefore consist of a mix of offices, classrooms and manufacturing areas, each requiring a different type of indoor environment, in a total of 2700 m² occupied space.



CLIMATE

The local climate is mild in both winter and summer.

In winter the climate is sufficiently cold for some form of heating to be required but not so cold that a large heating system, with correspondingly high fuel consumption, is necessary.

In summer, there can be some extremely warm days when temperatures reach the upper thirties. However, the average temperature in the warmest month is only 20 °C, well below the point when mechanical cooling is required for comfort.

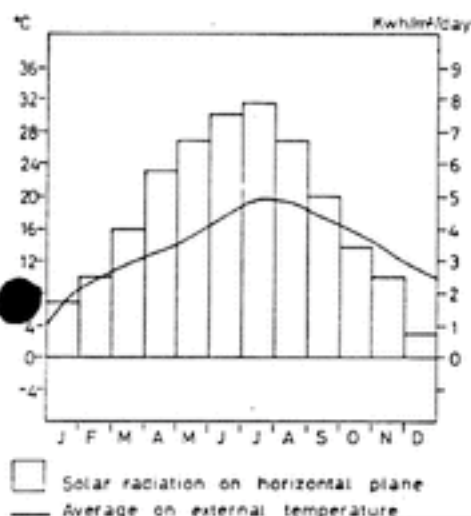
Daily temperature swings are about 12 °C so that even very hot days will have cool nights. Humidity is low, the weather is sunny and winds are moderate, predominantly from the north west.



East facade



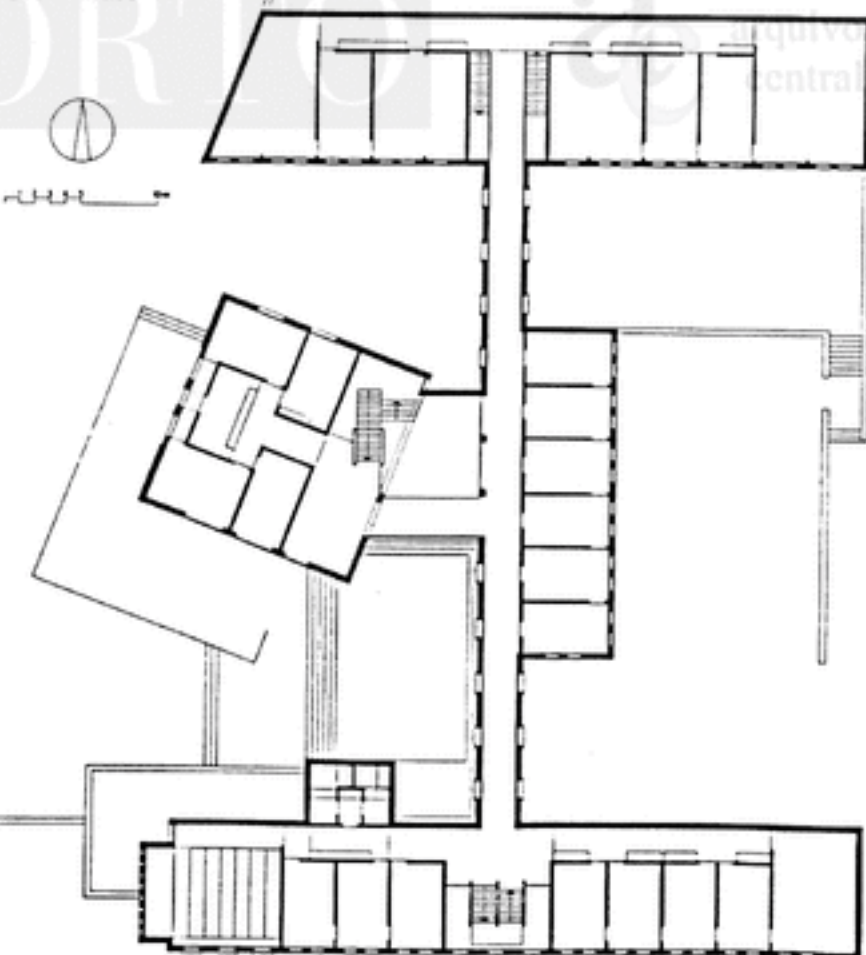
West facade



North facade



South facade



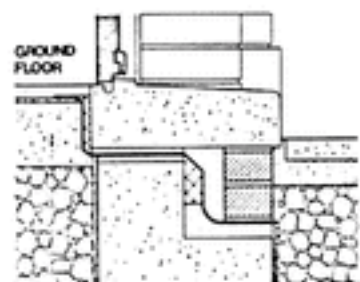
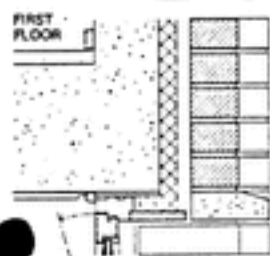
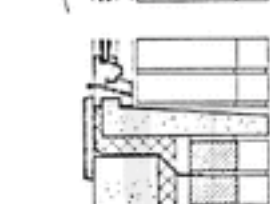
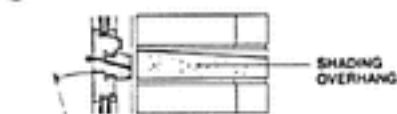
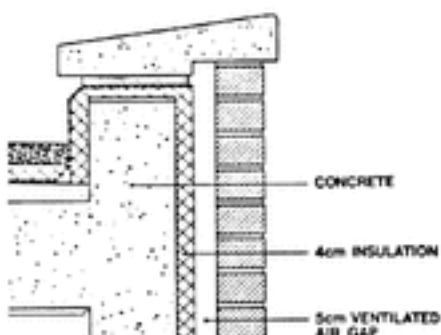
First floor plan

OBJECTIVES AND DESIGN STRATEGY

The building was designed with a clear objective in mind: to capitalize on the mildness of the climate and provide a comfortable indoor environment with low conventional fuel consumption throughout the year. In particular, air conditioning was only to be provided for those areas where the presence of large indoor loads or the need for a precisely-controlled environment made it necessary.

To achieve this objective, a bioclimatic design was necessary. The building was therefore divided into three essentially south-facing parts, with all the spaces requiring air conditioning concentrated into the central zone.

DESCRIPTION OF PASSIVE SOLAR FEATURES



PASSIVE SOLAR DESIGN

Instead of adding a number of individual passive solar components to a basic building design, this whole building is a passive solar system: the passive solar design and the building design are one and the same thing. To achieve this, a series of steps were taken:

- first, the building was shaped so that south exposure was maximized, interior spaces had small depths and buffer spaces such as corridors were on the north side;
- then, the interior spaces were designed so that most of the glazing could face south and north, east and west glazing areas could be kept to a minimum;
- a well-insulated massive construction was selected for the envelope and glazings were sized to meet requirements for heating, daylighting and summer shading;
- vertical clerestory glazings were added where possible to provide direct gain and daylighting to those zones of the building without a south exposure;
- massive indoor partitions were added to permit indoor temperature control where required by the presence of glazing.

Hardly any of these measures involved the use of materials, etc., not required in an ordinary building. Therefore they could be implemented without increasing the overall building cost. The only possible exceptions were in the field of wall and roof insulation: these are still rare in conventional Portuguese buildings.

CONSTRUCTION DETAILS

The building is a precast concrete structure with solid brick walls, 110 mm thick. The outer surface of the solid brick and concrete structural wall is insulated with a continuous layer of 50 mm polystyrene. This eliminated all thermal bridges, even those in the double glazed windows - an area which received particular attention.

For mechanical protection, a second layer of bricks will be placed on the outside, separated from the insulated inner wall by a 50 mm air cavity.

The roof is flat and insulated with 50 mm extruded polystyrene. This is linked to the insulation in the vertical walls to prevent thermal bridging effects.

DAYLIGHTING

Daylighting design received careful consideration from the start in order to improve the visual quality of the indoor spaces and to reduce summer cooling loads.

This was one reason why a shallow plan was chosen where most south-facing rooms have a depth of not more than 6 - 8 m. In addition, most spaces are daylit from two sides. In a typical room on the south side of the building, light enters through a carefully-designed south-facing window and through a north-facing aperture from the first-floor corridor. In the case of a first floor room this aperture consists of a vertical window near the ceiling. In a ground floor room the opening is a horizontal row of transparent bricks in the corridor floor. The first-floor corridor is lit by vertical clerestory glazing. The ground-floor corridor is lit by windows on the north facade.

The northern zone of the building is simpler because it mostly consists of manufacturing areas lit by south windows. The north corridor is lit by windows on the north and a vertical clerestory in the roof.

In the central zone, no room is more than 4 m deep and glazing on one side only is sufficient.

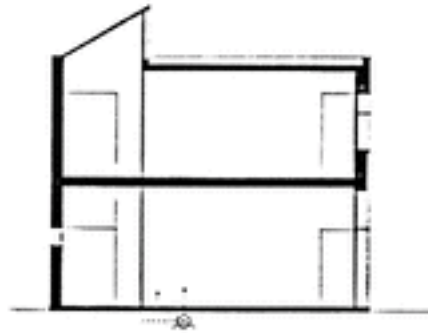
To complement the daylighting, two levels of artificial lighting are provided: general lighting of 100 lux, automatically controlled by light-sensitive sensors; and task lighting for individual work stations. Efficient lighting fixtures were selected to reduce internal gains.

AUXILIARY

The building contains two types of auxiliary system for environmental control:

- in the central part of the building a conventional air conditioning system with zonal control is installed. A chiller provides cooling in summer and a gas boiler provides heating in winter;
- in the other two zones, only heating and mechanical ventilation are provided. Heating is achieved through a network of hot water radiators, the hot water being produced by the gas boiler used for the central zone.

Ventilation air is cooled in a central air handling unit to a temperature slightly below that of the indoor set point in winter and to 20 °C in summer and then distributed through ducts throughout the building. The treated air enters each space below the heating radiator at floor level to ensure that it is efficiently used to displace the existing air.



CONTROL STRATEGY FOR MECHANICAL VENTILATION

The following energy-conserving strategy is used to control the inlet temperature of the ventilation air:

- in winter, solar gain utilization is maximized by arranging for all space heating requirements in each room to be provided by solar gains if these are available or by hot water radiators if they are not. By reducing the inlet temperature of the ventilation air when solar gains are available, significant energy savings are made. To keep occupants comfortable it is not possible to bring cold fresh air directly into the heated space, so a compromise temperature of 16-18 °C is used for the incoming air;
- In summer, slightly cooled inlet air contributes to occupant comfort, reduces cooling loads during warm daytime hours and eliminates the need for mechanical cooling.

ENERGY CALCULATIONS PERFORMED AND DESIGN TOOLS USED

OPERATING MODES

WINTER

The high level of insulation on the building envelope ensures that the average temperature inside the building is at least a few degrees above the mean outdoor temperature. With solar gains, mean indoor temperatures 4 - 8 °C above the mean outdoor levels can be achieved.

Further, the building's large inertia ensures steady indoor temperatures are achieved. Simple analysis of local climate data and studies carried out in another local building (the CTO) clearly show that, even during the coldest months, temperatures close to the comfort range can be reached naturally indoors.

Thus it can be seen that the building does not require a special control strategy. During the day solar radiation enters the building and warms it up, some heat being stored for later release at night. Heating is supplied if necessary only during hours of occupancy so that there is a slow drop in temperature during the night.

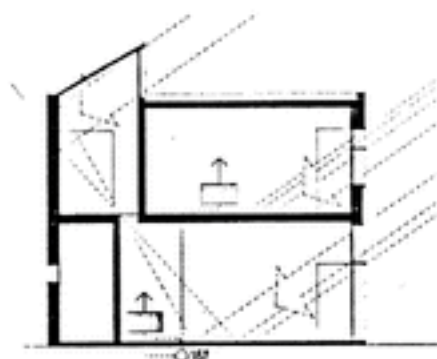
As the windows are not provided with night insulation, there is no difference between the day and night modes except for the operation of the heating system.

SUMMER

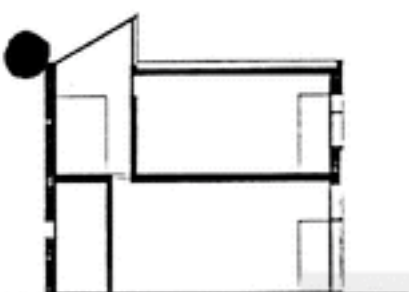
Running the building in summer is equally easy because there is little need for special operations. Apart from the mechanical ventilation system for the whole building and the air conditioning system in the central zone, the building will run itself.

As all windows are shaded in warmer summer months by careful placement and well-designed overhangs, cooling loads are low. East- and west-facing windows have vertical movable shades for improved solar control. These measures, together with the high building inertia, lead to small internal temperature variations.

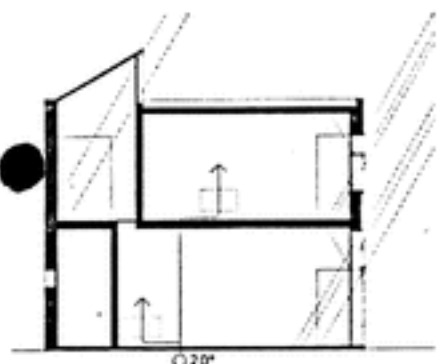
The heat accumulated during the day is dissipated at night through natural ventilation. Special operable windows were designed for the whole building which allow sufficient area to be opened to ventilate the building while maintaining building security. After working hours, external (including clerestory) windows and openings between south-facing rooms and north-facing corridors are opened. Cool night air then cools down the heavy indoor mass, ready for the next day.



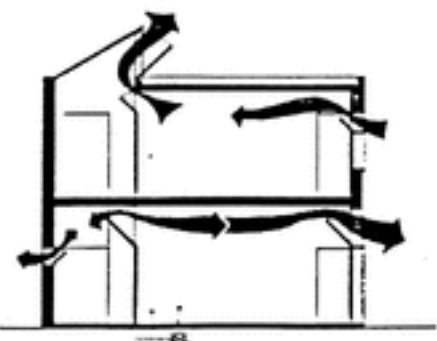
Winter day



Winter night



Summer day



Summer night

BUILDING THERMAL PERFORMANCE SOFTWARE FOR THERMAL/ENERGY ANALYSIS

SLR method for determining solar contribution to heating load:

north zone	0.62
central zone	0.35
south zone	0.45
Total	0.44

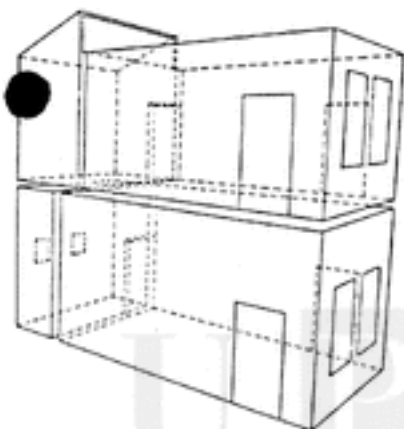
PRELIMINARY DESIGN ESTIMATES

The initial design of the passive solar aspects of the BIC building was carried out using the annual SLR method which uses very simple correlations to size window areas to give acceptable solar fractions and gauges the thickness of indoor partitioning which will give indoor temperature stability. Although this method consistently underestimates winter performance of a building, such as this one, with a high level of inertia nevertheless it does point designers in the right direction and gives them a degree of confidence that the final design will be a successful one.

To perform a detailed analysis on the final design, a simulation was carried out using ESP. This is a package which allows multizone dynamic thermal simulations of a building to be made under real operating conditions. Unlike the simpler SLT method it allows particular ventilation, lighting and temperature control strategies to be specified and permits detailed consideration to be made of window shading devices, input occupancy patterns, and so on. Thus a much more precise thermal characterization of the building can be made.

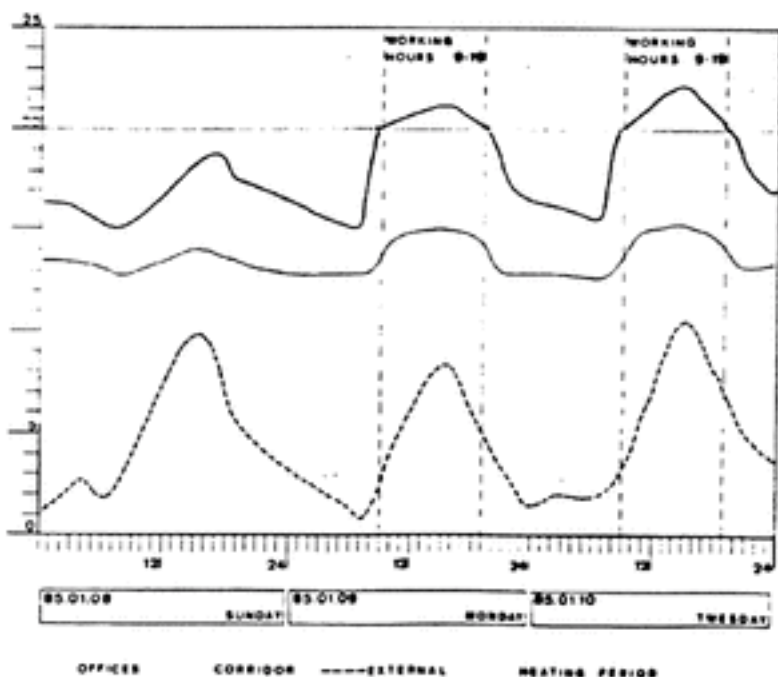
ESP uses real weather data. Both winter and summer performance studies are thus possible.

A typical four-zone section of the south part of the building, rather than the whole building, was selected for detailed study. This included two offices (one on each floor) and the relevant parts of the north corridors. The results of this simulation could be extrapolated to give an idea of the performance of the whole building.



WINTER PERFORMANCE

During the winter, heating is only needed during working hours. At night, the heating system is shut down and the indoor temperature allowed to coast. As the building has a large inertia, the temperature drop is fairly small. To make the building comfortable for occupants when they arrive at work at 9 am, the auxiliary heating system is turned on two hours earlier. Similarly, it can be turned off an hour before occupancy ends without impairing comfort.

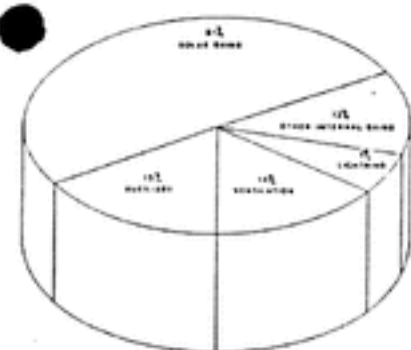


An ESP simulation was carried out using the control strategy described above. The resulting indoor temperature pattern is as follows:

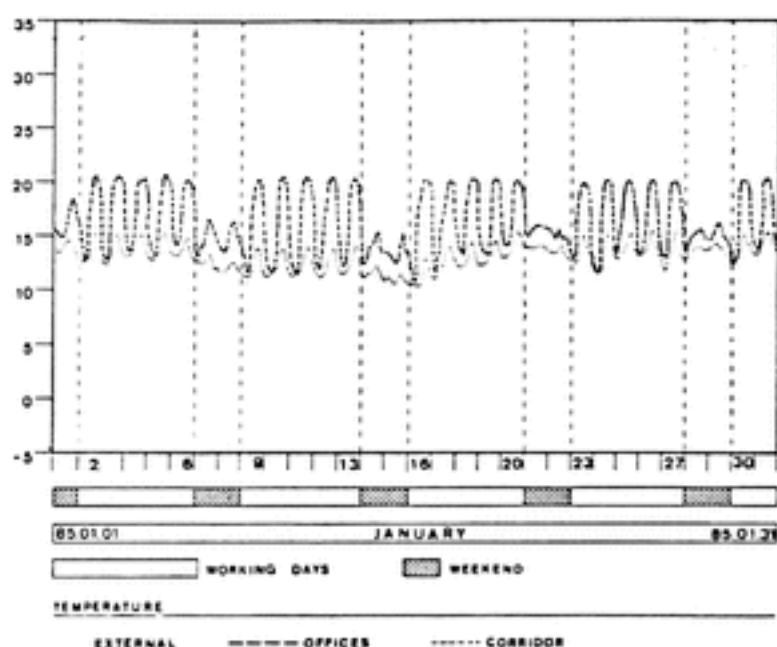
- in the offices, temperatures are often above the 20 °C set point because of solar gains during the day. Maximum temperatures are, however, well within the comfort range;

- in the first floor corridor, despite the fact that there is no auxiliary heating the temperature pattern is similar to that in the offices because of solar gains through the clerestory windows. A comfortable average temperature of 19 °C is obtained during the coldest winter month;

- the ground floor corridor, which has no solar gains and no auxiliary heating, is slightly cooler but nevertheless average temperatures of 16 °C are achieved during working hours in the coldest month of the year (January). This is quite suitable bearing in mind that people are only in the corridor for short periods of time.



The contribution of solar energy to the heating energy requirements of the building exceeds 65% when "free" internal gains are taken into account. The heating energy requirements amount to 6 kWh/m² over the whole heating season.



SIMULATED BIC BEHAVIOUR DURING A TYPICAL WINTER*

month	Ta (°C)	Q _g (kWh/m ²)	DD	Q _{rad} (kWh)	Q _h (kWh)	solar fraction
Nov	12.0	7.95	237	159	53	0.66
Dec	11.4	9.40	275	201	66	0.66
Jan	8.7	11.65	378	362	134	0.63
Feb	12.4	6.57	216	96	37	0.61
Mar	11.1	11.67	279	140	48	0.66
Heating season	11.2	10.07	1365	958	338	0.65

* Weather data for winter 1985/86.

OPERATING CONDITIONS

- Set point 20 °C
- Heating period 7-19 hours
- Infiltration rates
 - offices 0.7 ACH
 - upper corridor 0.4 ACH
 - lower corridor 0.5 ACH
- Internal gains from 9-20 hours 600 W
- Mechanical ventilation rates from 9-20 hours:
 - 40 m³/hour at 16 °C supplied to the offices and exhausted to the corridors.

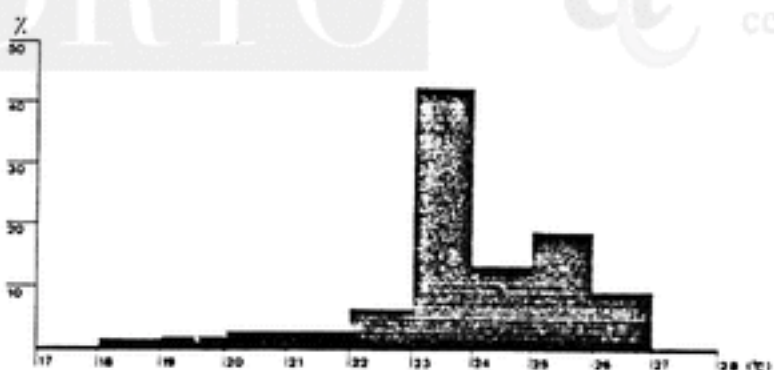
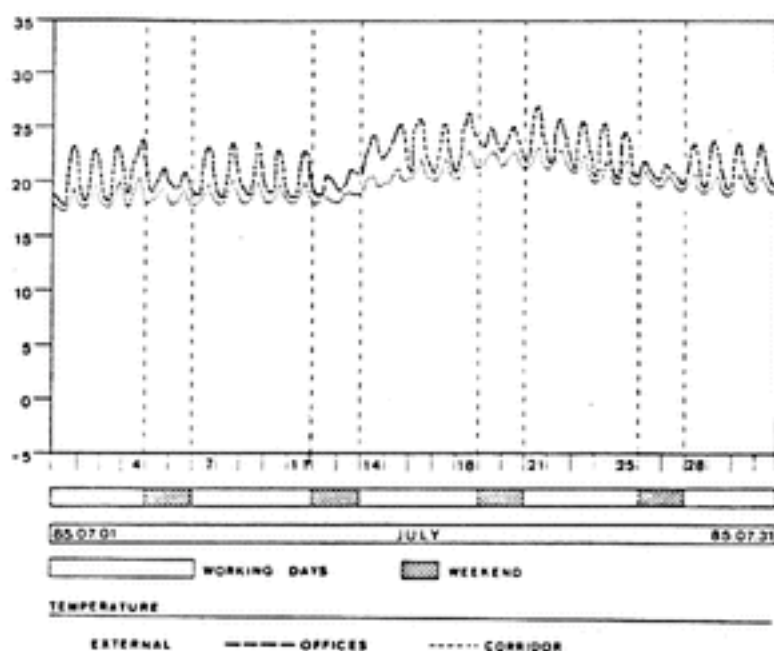
SUMMER PERFORMANCE

An ESP simulation of the summer performance of the south zone of the BIC building shows that even without mechanical cooling indoor temperatures remain at comfortable levels. Even under extreme conditions such as those experienced in July 1986 (the warmest month on record in Porto) peak indoor temperatures would have reached 28 °C only in the unlikely event of all the lights being left on continuously all day.

Because of the high level of inertia in the building, daily indoor temperature swings are about 5 °C. Night-time cross ventilation cooling is quite effective in bringing down the internal temperature to about 20 °C by early morning. Thanks to internal effective shading of direct solar radiation, the remaining gains are not sufficient to overheat the office spaces severely. The number of hours when the temperature exceeds 27 °C - the maximum normally acceptable for an air conditioned space - is still relatively small.

The temperature in the first floor corridor is similar to that in the offices. The lower corridor, however, which only has a small area of glazing remains in the 20-22 °C range most of the time.

In the central zone, air conditioning keeps the indoor temperature within the 25-27 °C range, with an estimated energy consumption of 15 kWh/m².



OPERATING CONDITIONS

- Infiltration rates	
offices	0.7 ACH
upper corridor	0.4 ACH
lower corridor	0.5 ACH

- Internal gains from 9-20 hours 600 W

- Ventilation rates from 9-20 hours:

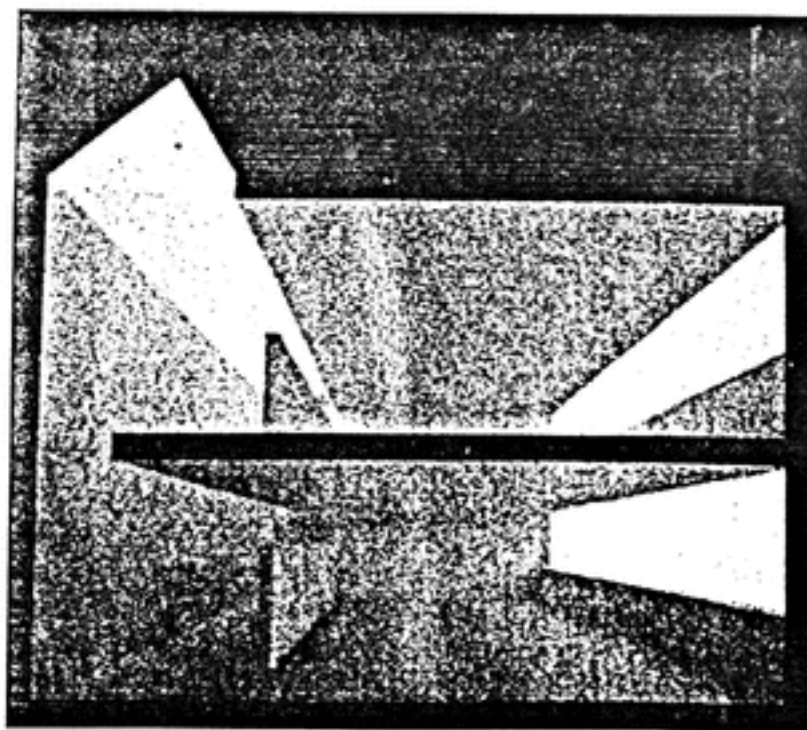
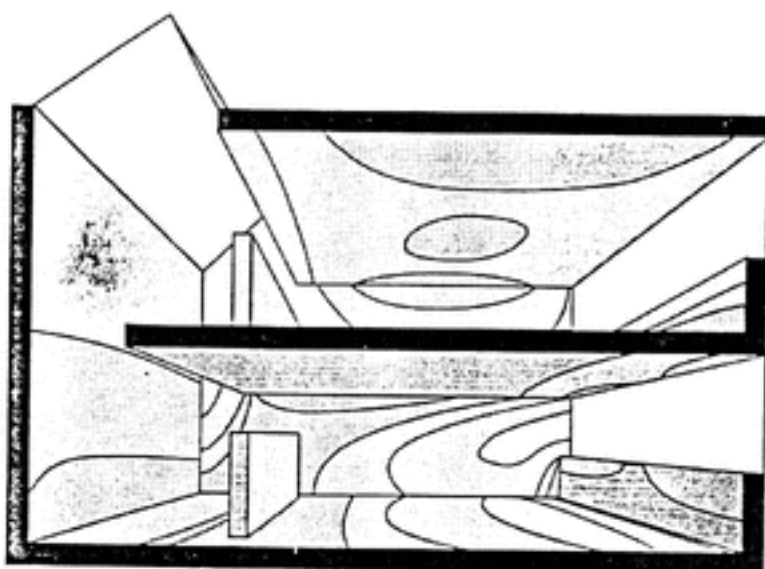
40 m³/hour at 20 °C supplied to the offices and exhausted to the corridors; at night, 4 ACH by natural ventilation.

DAYLIGHTING PERFORMANCE

The daylight distribution in typical rooms was studied with an advanced ray-tracing simulation tool. These studies, which involved starting with an initial basic design and carrying out a number of iterations, enabled a final design to be produced which had optimized geometry and surface properties.

The figure opposite shows the distribution of daylight factor values on surfaces in a typical BIC building element. North is to the left and south to the right. The diagram shows clearly that a light well can take enough daylight from the upper corridor to give a very good level of natural lighting in the entire lower room. The average daylight factor on the floor of the lower room with clear double glazing, no window frames, no furniture and 70% reflectors is 6%. If dirt, window frames, sunlight protection and furniture are taken into account this figure drops to about 2%. This is quite acceptable for Porto.

This visualization of the spaces shows that good daylight factors are obtained in most parts of the building. A clear picture of indoor artificial lighting levels is also possible by these techniques.



DESIGN GUIDELINES/POINTS OF INTEREST RESULTING FROM THIS PROJECT

LESSONS LEARNED FROM THIS PROJECT

The design of this building involved straightforward application of textbook rules. Well-known principles of bioclimatic, energy-efficient design were applied which took into account technical issues such as thermal performance, comfort, lighting, etc., and integrated them with the formal architectural design process. The building combines heavy mass construction with direct gain in winter and shading and night-time cross ventilation cooling in summer, plus efficient daylighting to reduce artificial lighting throughout the year.

In addition to this general point, three specific ideas deserve a special mention: passive solar integration; the importance of teamwork; and the actual energy performance of the BIC building.

PASSIVE SOLAR INTEGRATION

To achieve the best possible solutions to the problem of providing comfort conditions in passive solar buildings, the building use requirements must be as well defined as possible from the very beginning. In warm southern climates, passive technologies must be evaluated from the early stages in the overall context of the building design taking into account winter and summer heating, cooling and daylighting. Finally, auxiliary heating and air conditioning should be evaluated in terms of the actual needs of the building.

TEAMWORK

A successful design can only be produced if a competent team containing specialists in all the important fields - architecture, structural, daylighting and thermal engineering - is established and works together right from the start. The creation of a successful energy-efficient building begins with the correct design options and it is essential that there is proper interaction between the different members of the design team.

In this particular building two important decisions which were made early on had a decisive influence on thermal performance. If they had been left to later in the design process major changes in design philosophy would have to have been made. The two are:

- the request from the thermal engineer that this be a heavy-mass building in all respects (external and internal walls, floors and ceilings) led the architect to propose a structural option which had to be discussed in detail and which influenced all other aspects of the design;
- the realization that most spaces would not need air conditioning in summer but that some would, led to the placing of the latter in the central body of the building so that the cost of the air conditioning system could be reduced and its efficiency improved.

BUILDING ENERGY PERFORMANCE

In a temperate climate such as that found in most parts of Portugal it is possible to design buildings which require very little heating and no air conditioning and still provide occupants with comfortable conditions throughout the year. This objective should be achieved by means of intelligent building design rather than the adding of more or less sophisticated passive or active components to a less well thought out design.

Although design experience is indispensable in deciding the major options, design optimization through detailed simulation work is the only real way of proving that the design goals are achieved. In the present case, daylighting and thermal design could not have been optimized without the simulation studies reported earlier in this brochure. However, computer simulations only provided quantitative answers and helped in decisions related to sizes/materials. The technical options always have to be devised by the designers themselves.

BUILDING

Building 2000 brochures are published by Directorate

General XII of the Commission of the European Communities to show how design studies can help architects and other building designers use passive solar principles to the best effect to produce attractive energy efficient buildings. Each brochure describes studies carried out with the support of the Commission during the design phase of one of thirty-six non-

domestic buildings in the EC Member States and shows how the design was improved as a result of that work. The studies were on such topics as daylighting, heating, cooling, ventilation, comfort, control systems and urban design. They were carried out with the help of acknowledged European experts in these fields and drew heavily on lessons learned and techniques developed through the Commission's research and development programme on solar energy applications to buildings.

Commission of the European Communities/Directorate-General for Science, Research and Development

List of Design Team participants and advisers

Client

Fundacao Gomes
Teixeira/Business Innovation Centre
Universidade do Porto
R. Campo Alegre 877
4100 Porto

Architects

Camilo Cortesao
Merces Vieira
R. 15 de Novembro 61
4100 Porto

Technical Support

Civil engineering
TECNOPOR
Av. Boavista 44-5 E
4100 Porto

Mechanical engineering and
energy consultant
INEGI

R. dos Bragas
4099 Porto Codex

Electrical engineering

FASE
R. Damiao de Góis 389-A
4000 Porto

Daylighting consultant

Dr Marc Fontoynt
36 Rue Cuvier
F-69006 Lyon
France

PORTO

arquivo
central

This set of **Building 2000** brochures reflects how architects and other building designers can successfully apply passive solar principles to produce energy efficient buildings.

BUILDING 2000 participants

Project director
Theo C. Steemers

Coordinator
Cees den Ouden

Technical Steering Committee

Dean Hawkes
Nick Baker
Alex Lohr
Jean P. Lepoivre

Regional Liaison Agents

(D) Jörn Behnßen
(E) Vicente Sifre
(F) Michel Raoust
(GB) Alan Hildon
(GR) Matheus Santamouris
(P) Eduardo Maldonado

Further information or copies of the brochures can be obtained from prof. Ir. Cees den Ouden, EGM Engineering BV, P.O. Box 1042, 3300 BA Dordrecht, The Netherlands.

The material in the brochures may be reproduced subject to acknowledgement of the source but neither the Commission nor any person acting on its behalf is responsible for the use which is made of the information.