CARRAPATELO

aproveitamento hidroeléctrico da

COMPANHIA PORTUGUESA DE ELECTRICIDADE/CPE-S.A.R.L.

CARRAPATELO

aproveitamento hidroeléctrico da

COMPANHIA PORTUGUESA DE ELECTRICIDADE/CPE-S.A.R.L.

Junho/1972

COMPANHIA PORTUGUESA DE ELECTRICIDADE

A Companhia Portuguesa de Electricidade, CPE—SARL, segundo os seus estatutos, tem como objectivo principal "a exploração, em regime de exclusivo e por tempo indeterminado da concessão única, prevista no artigo 5.º do decreto-lei n.º 49211, da rede eléctrica primária, abrangendo as centrais hidroeléctricas, as centrais termoeléctricas, tanto clássicas, como nucleares, e quaisquer outras que venham a instalar-se, seja qual for a forma de energia utilizada, assim como a correspondente rede de transporte e interligação e de abastecimento dos consumidores referidos na base XIII da lei 2002 de 26 de Dezembro de 1944".

A CPE tem actualmente em exploração 13 aproveitamentos hidroeléctricos nas bacias hidrográficas dos rios Zêzere, Cávado e Douro, com uma potência instalada no total de 1467 MW (incluindo os 3 grupos de Carrapatelo) e duas centrais térmicas com uma potência instalada total de 525 MW.

A produção da rede da CPE atingiu, em 1970, 6 068 milhões de kWh e em 1971 o valor de 6 353 milhões de kWh, correspondendo estes a 82 % da energia eléctrica produzida para satisfação do consumo total interno de Portugal Continental, percentagem que aumentará na medida em que os acréscimos do consumo da rede eléctrica nacional serão agora integralmente satisfeitos por esta Empresa.

A CPE, cujo campo de acção se estende a todo o Continente Português, assumiu responsabilidades de excepcional envergadura nos domínios técnico, económico e financeiro, tendo em conta que, ao actual ritmo de crescimento do consumo de energia, se torna necessário duplicar, em cerca de 7 anos, a capacidade de produção da Companhia.

Para fazer face a este acréscimo das necessidades de energia a CPE lançou este ano em exploração o aproveitamento de Vilarinho das Furnas e mais um grupo térmico de 125 MW da Central do Carregado e tem presentemente em construção os aproveitamentos da Régua e Valeira, no rio Douro, da Aguieira, no rio Mondego, e ainda outro grupo de 125 MW na Central do Carregado.

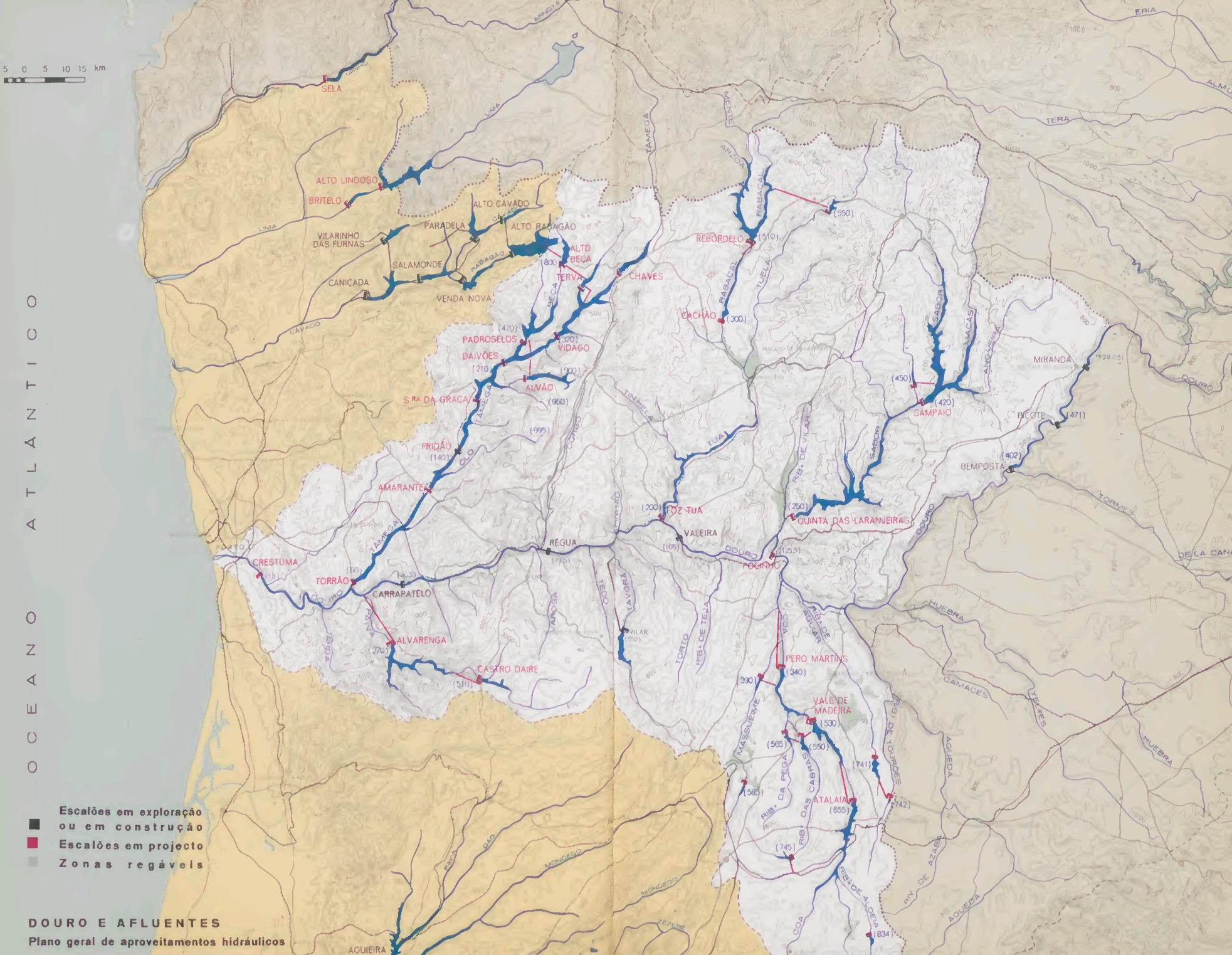
EMPREENDIMENTOS EM EXPLORAÇÃO EM 1975

Centrais de produção hidráulica
Centrais de produção térmica
Subestações
Linhas de transporte principais

CARRAPATELO

Este escalão que se vai inaugurar, é o primeiro dos cinco previstos para o Douro Nacional estando já em construção os da Régua e Valeira. Na bacia hidrográfica do Douro já estão em pleno funcionamento os escalões de Miranda, Picote, Bemposta e Távora cujas características principais se resumem no quadro seguinte:

Principais características	Miranda	Picote	Bemposta	Carrapatelo	Tabuaço
Curso de água	Douro	Douro	Douro	Douro	Távora
Área da bacia hidrográfica total (km^2)	63 500	63 750	63 850	92 040	359
Altura da queda média (m)	56	69	68	36	452
Capacidade útil da albufeira em 10^6 m^3	6	13	21	12	97,5
Capacidade em energia em ano médio (GWh)	950	1 090	1 190	1 000	100
N.º de grupos e tipos de turbinas	3 Francis	3 Francis	3 Francis	3 Kaplan	2 Pelton
Potência instalada — Potência máxima das turbinas sob queda média (MW)	176,7	205,2	238,5	187,7	66,0
Potência instalada — Potência nominal aparente dos alternadores (MVA)	190,0	216,0	234,0	201,0	80,0
Produtibilidade média anual (GWh)	890	1 045	1 100	1 000	155
Ano de entrada em serviço	1960	1958	1964	1971	1965
Tipo da barragem	Contrafortes	Abóbada de dupla curvatura	Abóbada aligeirada	Gravidade	Enrocamento
Desenvolvimento do coroamento (m)	263	94	297	400	240
Altura máxima da barragem (m)	80	100	87	57	55
Volume da barragem (10^3 m^3)	460	310	498	765	171
Superfície inundada da albufeira (ha)	121	210	430	952	670
Caudal máximo da descarga de fundo (m^3 s^{-1})	230	520	200	480	60
Caudal máximo de descarga de cheias (m^3 s^{-1})	11 500	11 000	11 000	22 000	500
Desenvolvimento das obras de derivação (km)	—	—	—	—	15,7
Custo (milhares de contos)	886	705	1 099	2 290	968


5 0 5 10 15 km
OCEANO ATLÂNTICO
SELA
ALTO LINDOSO
BRITELO
VILARINHO DAS FURNAS
PARADELA
ALTO CAVADO
ALTO RABAGÃO
SALAMONDE
CANIÇADA
VENDA NOVA
ALTO BEÇA
TERVA
CHAVES
REBORDELO
CACHÃO
PADROSELOS
DAIVÕES
VIDAGO
ALVÃO
S.RA DA GRAÇA
FRIDÃO
AMARANTE
RÉGUA
CRESTUMA
TORRÃO
CARRAPATELO
ALVARENGA
CASTRO DAIRE
FOZ TUA
VALEIRA
FOGINHO
QUINTA DAS LARANJEIRAS
SAMPAIO
MIRANDA
PICOTE
BEMPOSTA
PERO MARTINS
VALE DE MADEIRA
ATALAIA
AGUIEIRA
Escalões em exploração ou em construção
Escalões em projecto
Zonas regáveis
DOURO E AFLUENTES
Plano geral de aproveitamentos hidráulicos

O RIO DOURO

O rio Douro tem uma bacia de 97 325 km², dos quais 22 000 km² em território português, abrangendo quase toda a extensão setentrional da Meseta Ibérica, limitada pelos Montes Cantábricos, a norte, pelos Montes Ibéricos a leste, e pelo sistema Lusitano — Castelhano, a sul. A sua nascente situa-se na Serra de Urbion nos Montes Ibéricos e até desembocar no Atlântico, junto à cidade do Porto, num percurso total de 850 km, desce desde a cota (1 700) até ao nível do mar.

O perfil longitudinal deste rio apresenta 4 troços com declives médios bastante diferentes: ao primeiro, até alturas de Sória, em que desce 700 m em 70 km, segue-se um extenso troço até à região de Zamora em que em 400 km baixa sòmente 400 m: daí até à foz do Huebra, o rio desce 450 m em 150 km; no troço final, até à foz, o declive volta a diminuir, visto que se reduz a 125 m em 225 km.

Ao longo do seu percurso inteiramente em Espanha, desde a nascente até a Ribeira de Castro, recebe o Douro cinco grandes afluentes: na margem direita, Pisuerga. Valderaduey e Esla; na margem esquerda, Adaja e Cega:

Entre Castro e Barca de Alva localiza-se o troço internacional do Douro, com a margem direita em território português e a esquerda em território espanhol. Nesta margem situam-se também três grandes afluentes: Tormes, Huebra e Águeda. A jusante da confluência deste último o Douro corre apenas em território português (Douro Nacional), tendo como principais afluentes: na margem direita; Sabor, Tua, Corgo, Tâmega e Sousa; na margem esquerda; Coa, Távora e Paiva.

APROVEITAMENTO DO DOURO INTERNACIONAL

No troço internacional, o aproveitamento hidroeléctrico, foi realizado ao abrigo de um convénio celebrado em 1927 entre as duas nações fronteiriças.

Segundo as disposições deste Convénio, "reserva-se para Portugal a utilização de todo o desnível do rio na zona compreendida entre a origem do troço internacional e o ponto de confluência do rio Tormes e do Douro". O troço reservado para Espanha situa-se entre as confluências do rio Tormes e do Huebra segundo o Convénio de 1927, para completar o aproveitamento da queda realizada pelo dique que se construa no Douro Português mais próximo da fronteira, poderá utilizar Portugal o desnível necessário inferior do troço internacional, sem nunca chegar a ultrapassar a embocadura do Huebra". A utilização desta queda disponível foi porém concedida, com carácter definitivo, ao nosso País pelo Convénio celebrado em 1964 para regular o aproveitamento hidroeléctrico dos troços internacionais não só do rio Douro mas também dos seus afluentes.

No troço internacional reservado para Portugal foram construídos os aproveitamentos de Miranda, Picote e Bemposta, com uma potência instalada total de 546 MW e uma produtibilidade, em ano médio, de 3 230 milhões de kWh.

No troço internacional espanhol, foram construídos os aproveitamentos de Aldeadávila e Saucelle com uma potência instalada total de cerca de 950 MW e uma produtibilidade, em ano médio, de cerca de 3 500 milhões de kWh.

A queda ainda disponível no final do troço internacional deverá vir a ser completada pelo aproveitamento de montante do Douro nacional, previsto no Pocinho.

ESTUDOS RELATIVOS AO DOURO NACIONAL

O Douro Nacional desde há muito tempo que vem sendo objecto de estudo, tendo sido criado em 1918, junto da Direcção da Hidráulica Agrícola um serviço temporário que tinha por objecto o reconhecimento dos nossos rios, com preferência pelos que oferecessem possibilidades de aproveitamento hidroeléctrico, hidroagrícola e para navegação, e dando prioridade imediata aos rios Cávado e Douro e seus afluentes.

Esta primeira brigada de estudos apresentou em 1923 o levantamento topográfico, à escala 1/2 500, do rio Douro e o seu nivelamento entre a ponte de D. Maria, no Porto, e Barca de Alva, numa extensão de cerca de 200 km.

Entretanto, em 1921, começaram já as leituras de uma escala hidrométrica, em Bitetos, local inicialmente previsto para a implantação do primeiro aproveitamento hidroeléctrico do Douro. A recolha sistemática de dados hidrométricos começara porém em 1915, data em que se iniciaram as leituras das escalas de Entre-os-Rios e Barca de Alva.

As informações sobre dados hidrológicos referentes a caudais de cheia é bastante anterior. Nas margens deste rio, em diferentes locais, existem indicações das alturas de água atingidas pelas cheias, o que permitiu estimar, com uma certa precisão, os caudais de cheia ocorridos.

Os máximos caudais do Douro nos últimos 400 anos foram os registados em 1739, 1909 e 1962.

Em Agosto de 1948 apresentou a Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos o Plano Geral do Aproveitamento Hidroeléctrico do Douro Nacional, no qual se previu o estabelecimento de 4 escalões: Carrapatelo, Régua, Valeira e Pocinho, e se apontou já a possibilidade de o completar mediante um 5.º escalão situado no troço flúvio-marítimo no Douro, tendo como finalidade, além da produção de energia, a criação de novas condições de navegabilidade a jusante de Carrapatelo. Actualmente está projectada a sua localização junto á povoação de Crestuma.

Este esquema, para o aproveitamento do Douro Nacional, foi estabelecido de modo a assegurar a utilização integral da queda disponível com o mínimo possível de escalões, e sem criar graves problemas com a inundação de terrenos marginais, nomeadamente a vila da Régua, o vale de Vilariça e a linha de caminho de ferro que se desenvolve a pequena altura relativamente ao rio.

Prevê-se vir a instalar nestes 5 escalões uma potência total aproximada de 830 MW com uma produtibilidade, em ano médio, de cerca de 3 550 milhões de kWh.

O aproveitamento do Douro Nacional cria condições que permitiram encarar a viabilidade económica do estabelecimento da navegação fluvial com características europeias. Para estudar este problema foi nomeada pelos Ministérios das Obras Públicas,

OCEANO ATLANTICO
PORTUGAL
LA CORUÑA
LUGO
SANTIAGO DE COMPOSTELA
PONTEVEDRA
VIANA DO CASTELO
BRAGA
CHAVES
BRAGANÇA
PORTO
VILA REAL
AVEIRO
VISEU
COVILHÃ
LEIRIA
CASTELO BRANCO
CALDAS DA RAINHA
SANTARÉM
PORTALEGRE
ELVAS
BADAJOZ
LISBOA
SETUBAL
ÉVORA
BEJA
FARO
HUELVA
OVIEDO
SANTANDER
BILBAO
IRUN
VITORIA
PAMPLONA
LEON
BURGOS
PALENCIA
SORIA
ZAMORA
VALLADOLID
SALAMANCA
SEGOVIA
AVILA
GUADALAJARA
CIUDAD RODRIGO
MADRID
CUENCA
TOLEDO
CÁCERES
CIUDAD REAL
ALBACETE
ALMERIA
GRANADA
MALAGA

da Economia e das Comunicações, uma comissão que apresentou em Junho de 1961 um relatório sobre "O problema de navegação no rio Douro e da coordenação de transportes na região em relação com o plano de aproveitamentos hidráulicos do Douro e afluentes". Deste relatório ressalta a possibilidade de criar uma via navegável para barcos até cerca de 1500 t, desde a foz até montante da foz do Sabor.

Em seguimento desse estudo, determinou o Governo que se incluissem eclusas para navegação nos aproveitamentos a construir.

O escalão do Douro Nacional de mais avultados recursos energéticos é o de Carrapatelo, por lhe corresponder a maior queda e a quase totalidade de disponibilidades hídricas da bacia do Douro, o que levou a atribuir-se-lhe prioridade de execução relativamente aos outros aproveitamentos deste rio.

LOCALIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE CARRAPATELO

O primeiro escalão de jusante do troço médio do Douro nacional, a montante portanto de Entre-os-Rios, foi, como se referiu, inicialmente previsto perto de Bitetos, porto fluvial próximo da confluência do rio Paiva. Os Serviços Hidráulicos realizaram aí os primeiros trabalhos de sondagens geológicas, que revelaram a presença de aluviões com uma espessura mínima de 40 m.

Cerca de 10 km a montante de Bitetos, na Senhora da Cardia, a espessura dos aluviões não excedia 8 m, mas o vale não apresentava a largura suficiente para permitir a implantação da barragem-descarregador, com a extensão exigida pela grandeza das cheias que ocorrem no Douro, e ainda da central e da eclusa de navegação sem escavações exageradas nas margens. Só um pouco mais a montante, na zona de Carrapatelo, se encontrou o primeiro perfil com as características necessárias.

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do Douro em Carrapatelo atinge 91 700 km^2. Para estudo do regime de precipitação nesta extensa área dispôs-se de registos referentes a 997 postos udométricos, dos quais 203 situados em Portugal e pelo menos 101 anos de funcionamento. O valor médio das precipitações anuais sobre a

bacia hidrográfica de Carrapatelo, no período 1866 a 1967, foi de 698 mm.

As áreas de maior pluviosidade situam-se nas cabeceiras do rio Tâmega (2800 mm) e na zona média da bacia do rio Paiva (2000 mm); as de menor pluviosidade verificam-se na parte central do planalto de Castela-a-Velha (350 mm). Sobre cerca de 70 % da superfície total da bacia hidrográfica registam-se precipitações inferiores à média global da bacia.

Os caudais do Douro Nacional apresentam-se bastante regularizados por influência das albufeiras espanholas situadas no Douro e afluentes, com a capacidade total de 5500 x 10^6 m^3, como já se referiu, e entre as quais se destacam as de Ricobayo no rio Esla e de Villariño, no rio Tormes, com capacidades úteis de 1100 x 10^6 m^3 e 2475 x 10^6 m^3, respectivamente.

O caudal médio anual em Carrapatelo, no período 1932-1970, é de cerca de 580 m^3 s^{-1}.

Os caudais de cheia excedem, quase todos os anos, 10 vezes este valor.

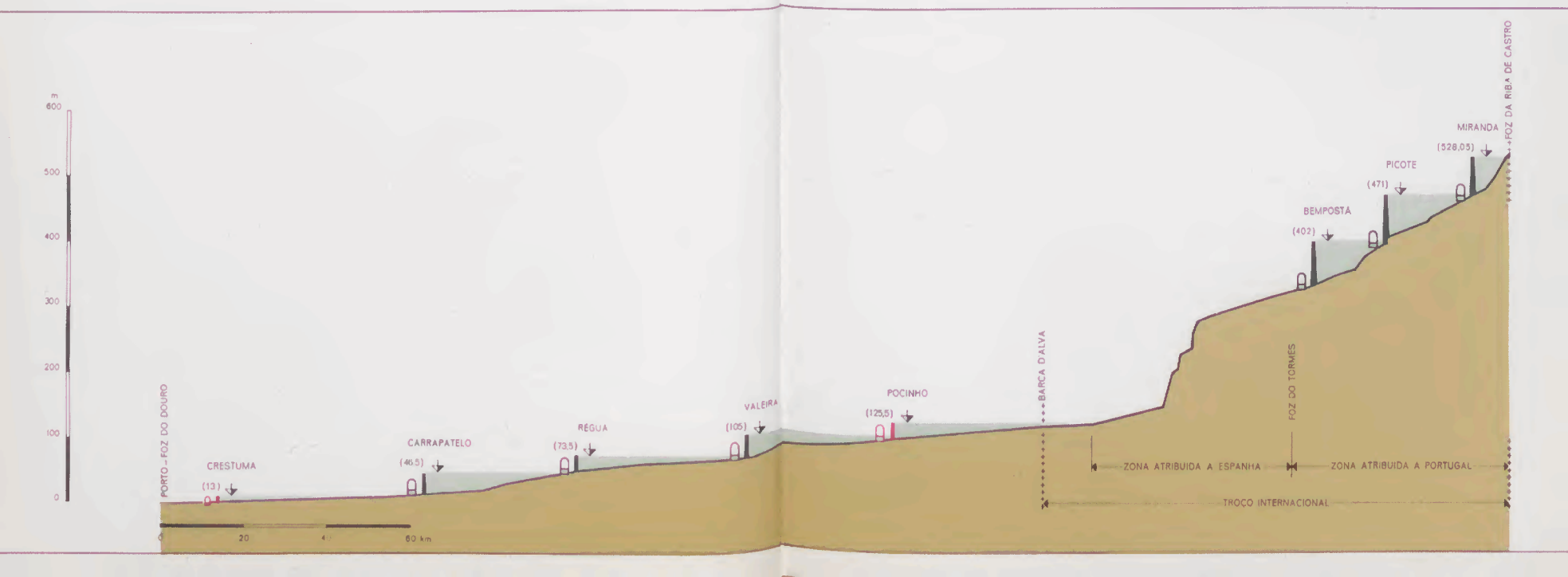
As cheias de 1909 e 1962 avaliam-se em 17000 e 16000 m^3 s^{-1} respectivamente.

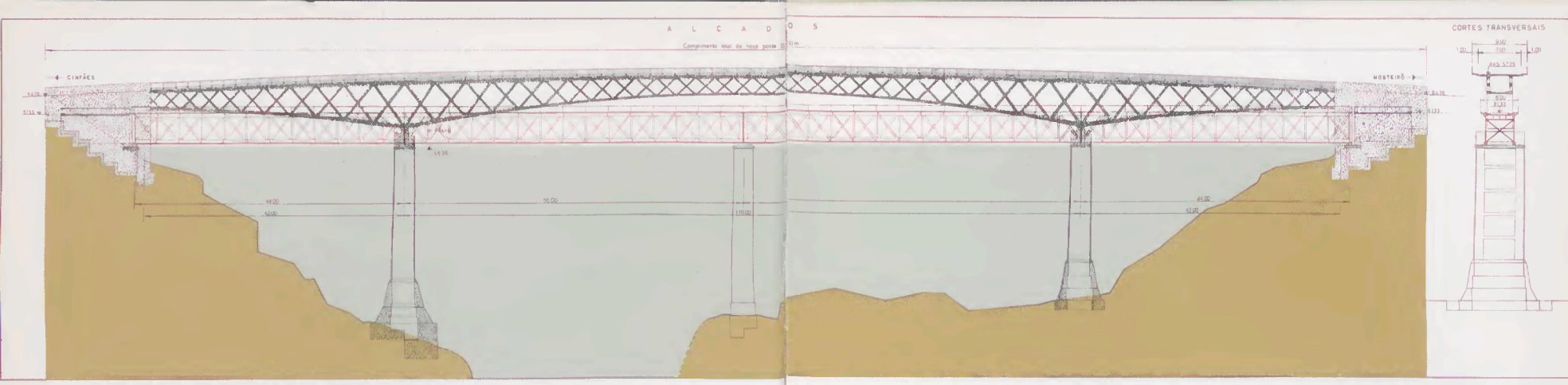
O descarregador de cheias foi dimensionado para dar passagem a 22000 m^3 s^{-1} cheia com a probabilidade de ocorrência de uma vez em 1000 anos.

DESCRIÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO

A disposição das obras que constituem o aproveitamento de Carrapatelo bem como os outros escalões do Douro Nacional é essencialmente condicionada pelos problemas de descarga dos enormes caudais das cheias.

O aproveitamento é constituído por uma barragem-descarregador, disposta de modo a ocupar todo o leito normal do rio e a não implicar numa alteração apreciável da orientação geral do escoamento dos caudais por ocasião das grandes cheias; por





uma central, estabelecida sobre a margem esquerda, em continuidade com o alinhamento da barragem e por uma eclusa da navegação, implantada perpendicularmente a este alinhamento na margem direita.

Sobre o coroamento da barragem fica um viaduto que estabelece a ligação rodoviária entre o concelho de Marco de Canavezes, na margem direita, e de Cinfães, na margem esquerda.

Existindo no rio Douro espécies piscícolas migradoras de reconhecido interesse económico equipou-se o aproveitamento com uma eclusa para peixes do tipo Borland montada no muro que separa a barragem da central.

A albufeira criada pelo aproveitamento de Carrapatelo, desenvolve-se ao longo de cerca de 40 km, atingindo na extremidade de montante o escalão da Régua; a superficie total inundada é de 950 ha, dos quais 350 correspondem ao leito menor do rio. O volume total armazenado é de 145 x 10^6 m^3, sendo porém a sua capacidade útil sòmente de cerca de 12 x 10^6, correspondentes a uma oscilação de nivel da albufeira de 1,5 m.

A cota de retenção normal (46.5) foi prevista atendendo aos problemas de inundação e, em especial, à conveniência de se evitarem interferências com a linha do caminho de ferro do Douro.

Não se apresentaram problemas de aspecto social importante ainda que, na povoação de Pala, houvesse necessidade de construir cerca de 50 novos fogos, empreendimento levado a cabo pela Obra de Bem Estar Rural de Baião, em colaboração com a Junta de Colonização Interna.

A albufeira interferiu também com as instalações das Termas de Aregos e Moledo, tendo-se, através da Direcção Geral de

Minas, procedido a obras de recuperação das nascentes de modo a preservá-las da contaminação pelas águas do rio.

A proximidade da situação da albufeira relativamente ao caminho de ferro, obrigou a proteger e reforçar os taludes daquela linha, com filtros de areia e enrocamento, melhorando a sua estabilidade em presença das novas condições de submergência e oscilação do nivel de água. Esta protecção desenvolveu-se em diferentes zonas ao longo de 12 km, utilizando-se cerca de 50 000 m^3 de pedra, entre enrocamentos e alvenarias em muros de espera.

A criacão da albufeira obriga ainda à reconstrução da ponte de Mosteirô, ligação rodoviária entre as duas margens do Douro, obra executada em cooperação com a Junta Autonoma das Estradas e que proporcionará um alargamento da faixa de rodagem e a circulação de veículos de maior tonelagem.

ASPECTOS CONSTRUTIVOS PARTICULARES

O talude da encosta direita, na zona da caldeira da eclusa de navegação, foi escavado quase na vertical, numa altura de 42 m e com 100 m de frente. Essa escavação realizou-se por fases, de modo a deixarem-se contrafortes verticais de rocha por cortar, delimitando perfis escavados que a seguir eram imediatamente betonados, constituindo muro de suporte de betão armado, em L. Foi necessário para contenção deste talude, utilizar 37 ancoragens pré-esforçadas B. B. R. V. de 100 t. com comprimentos, incluindo selagem, até 50 m, e 97 ancoragens pré-esforçadas ISTOR de 24 t, além de inúmeras ancoragens simples de aço A 40 rugoso. No coroamento da eclusa e também com funções de suporte, ficou embebida uma viga reticulada de alma rota,

sub-horizontal com 85 m de vão e 18 m de altura, sendo o banzo traccionado, junto à parede vertical direita da caldeira da eclusa, pré-esforçado com 18 cabos de 60 t cada.

A jusante deste grande talude verificou-se em Maio de 1967 um escorregamento, felizmente sem consequências.

As galerias abertas em toda a encosta direita, e a vários niveis, para drenagem e tratamento do terreno, tem uma extensão de cerca de 900 m tendo sido injectadas 1100 t de cimento o que exigiu a furação de 10800 m sendo o comprimento de furação para drenagem de 2138 m.

Na margem esquerda, na zona do acidente geológico, o talude de escavação foi suportado, a montante, isto é, nas tomadas de água, por uma grande escora de betão armado com secção de 4x4 m^2 e um comprimento de 70 m. Na fundação, a montante, executou-se um corta-águas também de betão armado encastrado na rocha a tecto e a muro do acidente, com cerca de 45 m de comprimento, 23 m de altura e 14 m de espessura máxima atravessado por galerias e poços, funcionando como viga parede para cargas verticais e transmitindo, como escora em arco, os impulsos horizontais devidos à pressão hidrostática.

A jusante, na margem esquerda, na zona da central, executou-se um grande quadro horizontal, de betão armado que transmitia por compressão os impulsos do talude da encosta a muro do acidente, aos betões do troço da central mais próximo à barragem.

Nesta zona das tomadas de água e da central as galerias deixadas no betão e escavadas na rocha, para drenagem e tratamento da fundação perfazem a extensão de 850 m.

As escavações para a fundação da barragem e bacia de dissipação de energia das cheias, foram realizadas com normalidade nas condições habituais tendo-se injectado 394 t de cimento e executados 8888 m de furação.

O excelente comportamento de todas estas estruturas hidráulicas, não só na primeira entrada em carga mas também em exploração, confirmam o acerto das disposições e de projecto construtivo adoptados e acima referidos.

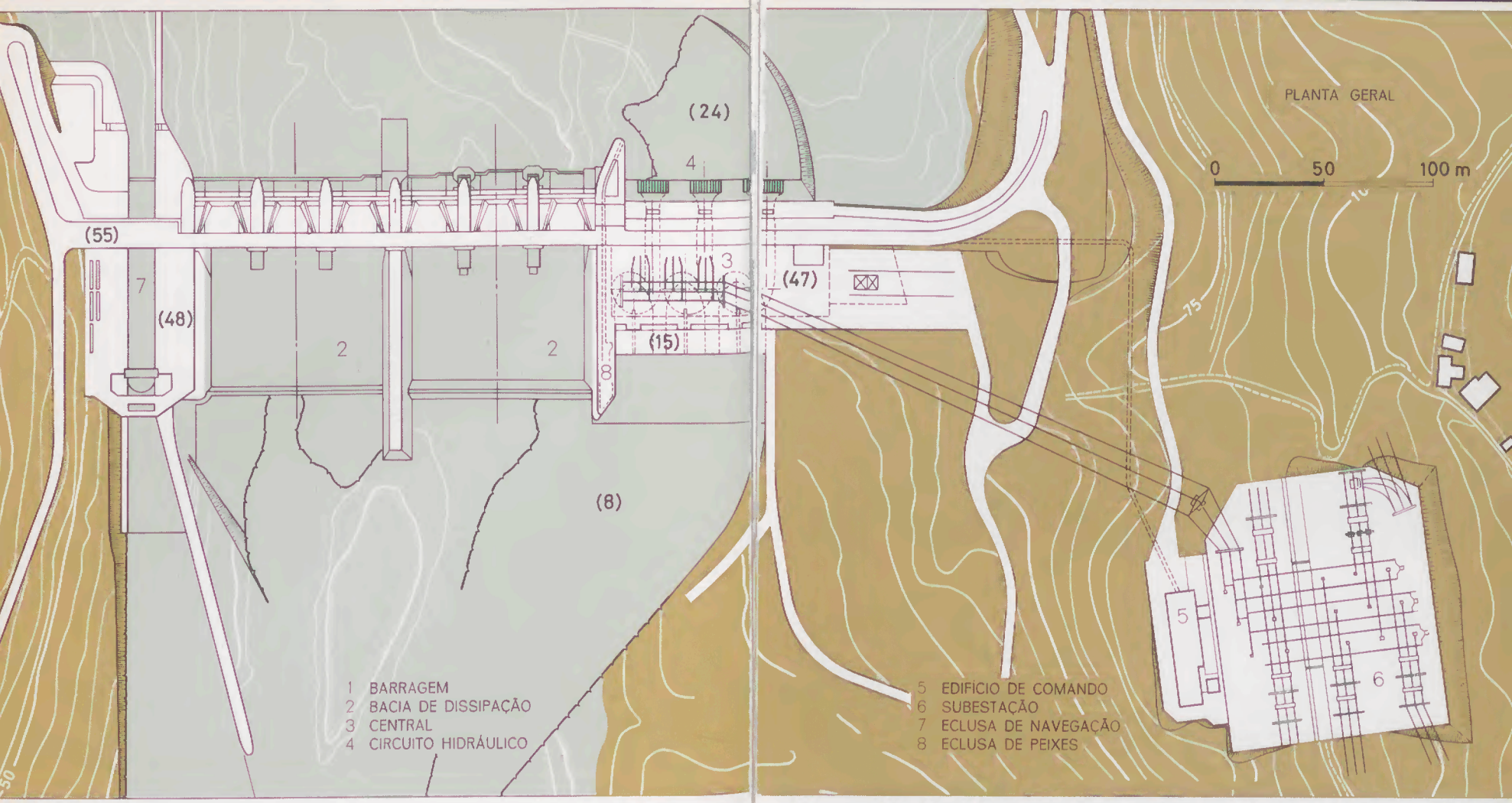
A EXECUÇÃO DAS OBRAS

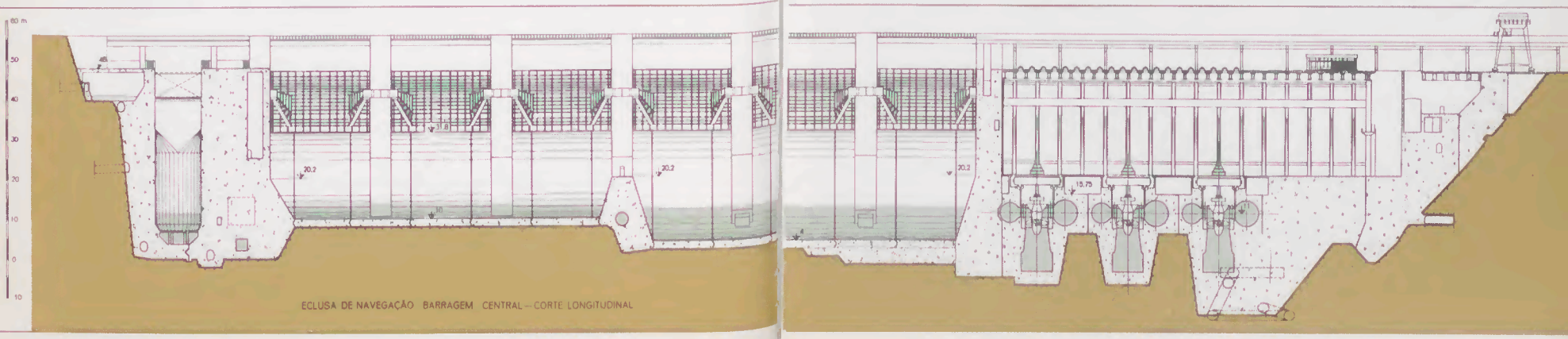
O programa de construção do aproveitamento teve, basicamente, duas fases principais, a cada uma das quais correspondeu o isolamento por ensecadeiras de cada uma das metades do leito do rio, correndo as águas pela metade livre.

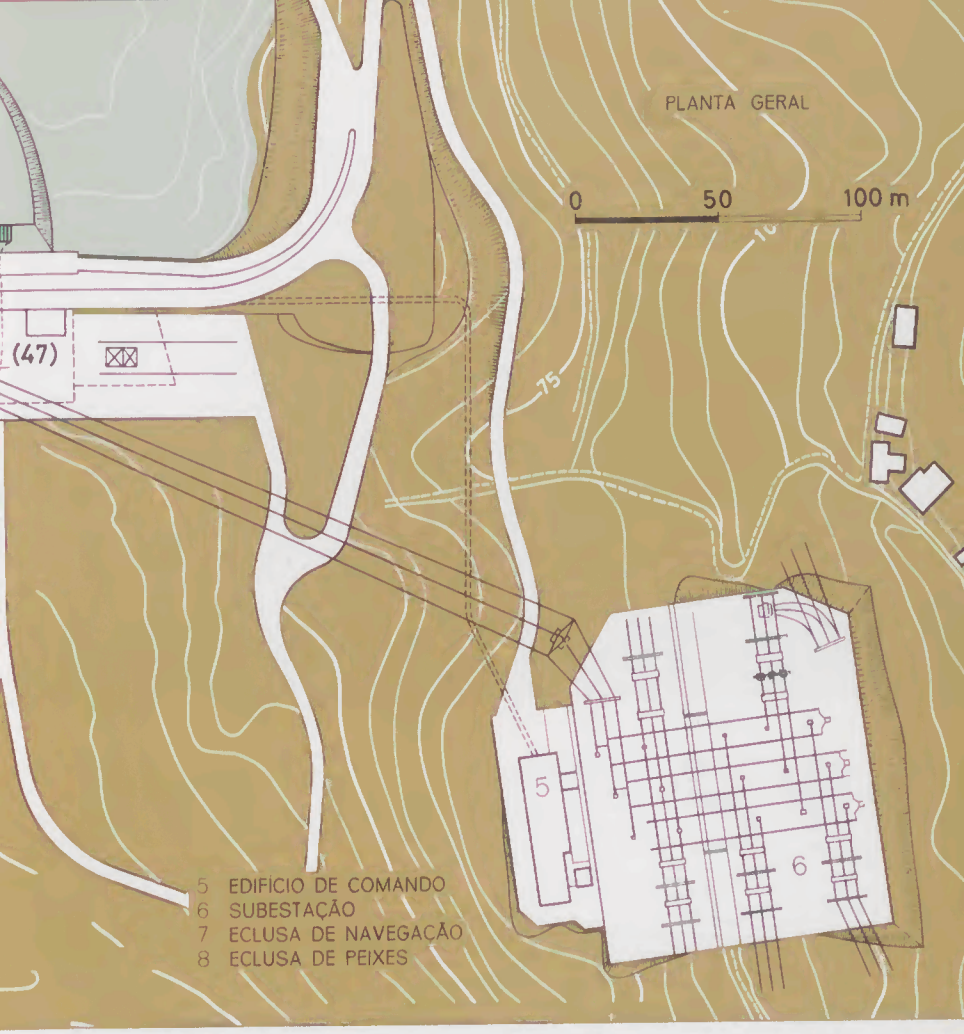
Antes de se iniciar a primeira daquelas fases, tirando partido duma elevação natural do "bed-rock", em ilha, no meio do leito menor, construíram-se o bloco central da barragem e o muro divisório da bacia de dissipação, que iriam servir de elemento longitudinal comum às ensecadeiras principais das subsequentes fases de construção.

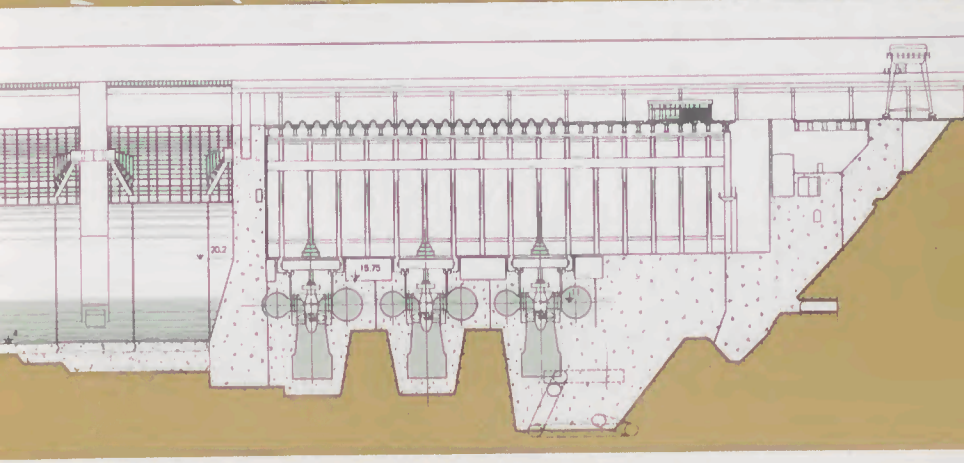
A ensecadeira principal da primeira fase, na metade esquerda do leito do rio, era constituida a montante e a jusante por células circulares metálicas. Permitiu a construção dos blocos da metade esquerda da barragem alternadamente até às cotas (17) e (12), de metade da bacia de dissipação e respectivo batente, e das estruturas da central e circuito hidráulico que teriam de estar, necessàriamente, executadas antes da destruição da ensecadeira principal. Estes elementos de obra puderam, assim, ser completados posteriormente com o recurso a ensecadeiras de betão de âmbito mais limitado.

As células eram constituidas por estacas-pranchas metálicas planas, de junta especial polegar-indicador, com a elevada resistência à tracção de 300 t. m^{-1} cravadas com auxílio dum "gabarit" circular formando um cilindro de 18 m de diâmetro, vertical, tendo algumas células a altura máxima de 22,5 m para atingirem o "bed-rock" atravessando zonas onde a aluvião tinha 13 m de possança. Cada célula principal era constituida por 112 estacas-pranchas com 0,50 m de largura unitária e espessura de 9,5 ou 12,7 mm. As células secundárias tinham 44 estacas-pranchas, idênticas. Uma vez materializada a parede cilíndrica metálica com a cravação das estacas por meio de vibração e martelo pneumático, procedeu-se ao seu enchimento com a aluvião de godo e areia existente na cascalheira local, fazendo-se simultâneamente rega abundante para se conseguir boa compactação e


PLANTA GERAL
0
50
100 m
(24)
(55)
(48)
(47)
(15)
(8)
1 BARRAGEM
2 BACIA DE DISSIPAÇÃO
3 CENTRAL
4 CIRCUITO HIDRÁULICO
5 EDIFÍCIO DE COMANDO
6 SUBESTAÇÃO
7 ECLUSA DE NAVEGAÇÃO
8 ECLUSA DE PEIXES


ECLUSA DE NAVEGAÇÃO BARRAGEM CENTRAL — CORTE LONGITUDINAL


PLANTA GERAL
0
50
100 m
(47)
75
5
6
5 EDIFÍCIO DE COMANDO
6 SUBESTAÇÃO
7 ECLUSA DE NAVEGAÇÃO
8 ECLUSA DE PEIXES


20.2
15.75

assim o cilindro cheio, resistir como sólido, ao impulso das águas, na sua função de ensecadeira.

A segunda fase de construção correspondeu à metade direita do leito do rio, ao abrigo das ensecadeiras celulares transferidas da fase anterior e do elemento longitudinal de betão existente, passando as águas a correr sobre os blocos da metade esquerda da barragem, interrompidos à cota (12). Deste modo procedeu-se à total construção das metades direita da barragem, da bacia de dissipação e da eclusa de navegação.

Complementarmente, e ao abrigo das comportas ensecadeiras do descarregador, foram concluidas as betonagens dos blocos da metade esquerda da barragem, durante os períodos de caudais baixos, nos quais as águas podiam passar totalmente pelas descargas de fundo e por uma conduta auxiliar, estabelecida no bloco central da barragem, que foi obturada no final da obra.

ECLUSA DE NAVEGAÇÃO

A eclusa de navegação de Carrapatelo — a primeira a ser construída em Portugal para navegação interior — permitirá transformar, depois de construídas as eclusas de Crestuma a jusante e as previstas para montante — Régua e Valeira já em construção — o rio Douro nacional numa via navegável de características internacionais.

As suas dimensões, 12 m de largura e 85 m de comprimento, garantem a passagem de barcos com cerca de 1500 toneladas de capacidade.

Embora esteja previsto preparar a via navegável para admitir barcos do tipo fluvial com 2,80 m de calado e a capacidade atrás indicada, quaisquer que sejam as condições de exploração dos aproveitamentos, isto é, mesmo na hipótese do aproveitamento a jusante se encontrar com a cota mínima de exploração quando o aproveitamento junto da eclusa tiver a central parada e as obras de descarga fechadas, a eclusa de Carrapatelo, bem como as actualmente em construção — Régua e Valeira — podem ainda dar passagem a barcos do tipo flúvio-marítimo que para a tonelagem atrás indicada calem 3,20 m.

O desnível a vencer por esta eclusa, variável com a cota de água a jusante, atinge actualmente um máximo de cerca de 36,5 m. Quando o aproveitamento de Crestuma se encontrar construído, esse desnível máximo ficará reduzido a 34,5 m. Mesmo assim, será uma das eclusas mais altas do mundo. Com efeito, é superior à eclusa de Bollène no Ródano que, vencendo um desnível de 26,0 m, é a mais alta da Europa ocidental e da ordem das mais altas americanas, das quais John Day, no rio Colúmbia, com 34,5 m de desnível, é uma delas.

A escolha deste meio para transposição da queda, criada pela construção da barragem de Carrapatelo, foi feita em face dos inconvenientes das soluções alternativas; elevador ou plano inclinado.

Dimensões úteis da caldeira	12x85 m
Queda máxima (c/ Crestuma)	34,5 m
Secção dos aquedutos	3x3 m
Comporta dos aquedutos	
Secção	1,5x3 m
Tipo vagão com 6 eixos	
Tempo de abertura	9 minutos
Portas	
Montante:	
Plana de descer	
Dimensões	12,1x6,7 m
Peso do tabuleiro	70 t
Tempo de manobra	1,2 minutos
Jusante:	
Curva	
Dimensões	12,1x 21,8 m
Peso	150 t
Tempo de manobra	3,5 minutos

SISTEMA DE ENCHIMENTO

Tratando-se pois de uma eclusa de elevada queda, o seu sistema de enchimento teve que ser criteriosamente estudado a fim de, permitindo um enchimento de caldeira relativamente rápido, isto é, em cerca de 12 minutos, não provocar grande agitação dentro desta, nem obrigar a uma solução anti-económica.

O enchimento e esvaziamento da caldeira realiza-se pelo fundo, através de fendas que ocupam as duas faixas longitudinais da soleira e que são alimentadas a partir de câmaras situadas por baixo delas. Essas câmaras que comunicam com uma galeria longitudinal também sob a soleira e ao longo do seu terço central foram estudadas em modelo reduzido de modo a obter uma distribuição de caudal que, sendo simétrica em relação aos eixos transversal e longitudinal da eclusa, seja também o mais uniforme possível ao longo da soleira. A galeria longitudinal atrás referida está, por sua vez, em comunicação pelo meio com os aquedutos de enchimento e de esvaziamento que se situam no muro que separa a eclusa da barragem. Esses aquedutos são de secção quadrada de 3 metros de lado, bifurcando-se na secção das comportas. Estas são planas do tipo vagão e têm 1,5 m de largura por 3,0 m de altura. O seu tempo de abertura é de cerca de 9 minutos mas com velocidade variável a fim de conseguir que as suas condições de funcionamento sejam, no que respeita a cavitação, aceitáveis sem obrigar a colocar a uma cota demasiado profunda o aqueduto nesta zona.

PORTAS DA CALDEIRA

A porta de montante da caldeira que é plana e do tipo vagão, tem 12,1 m de largura por 6,7 m de altura pesando 70 toneladas. A sua manobra de abertura faz-se descendo, e efectua-se em 1,2 minutos. Tem 1 metro de folga acima da cota normal de exploração da albufeira. No entanto, em ocasião de cheias extraordinárias, pode vir a ser galgada por uma lâmina com cerca de 2,5 m de altura. Apesar de existir uma protecção a montante foi

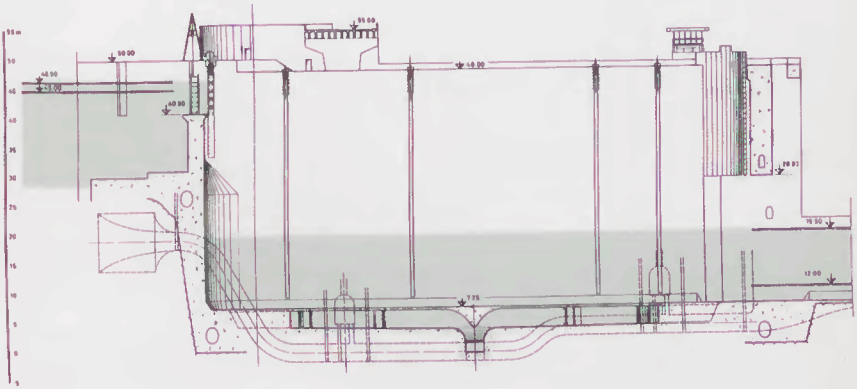
dimensionada para aguentar com o choque dum barco. É o orgão de segurança da caldeira estando dimensionada, por esse motivo, para fechar em carga.

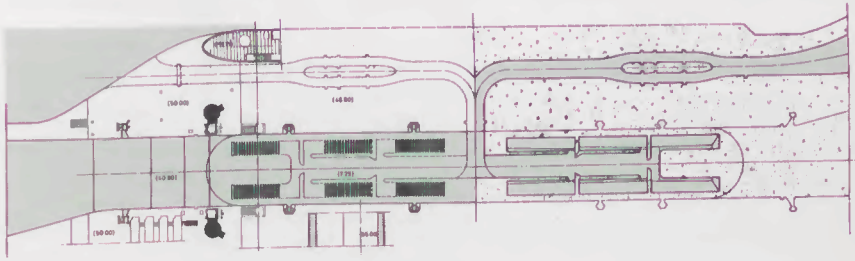
A porta de jusante cujo tabuleiro pesa 150 t., é curva, com a concavidade voltada para o interior da caldeira; tem assim a vantagem de trabalhar à tracção e de aumentar o comprimento utilizável. Tem uma largura de 12,1 m e uma altura de 21,8 m. O tempo de manobra é de 3,5 minutos. A sua estrutura não foi dimensionada para suportar o choque dum barco. Não pode ser manobrada em carga. No entanto, para reduzir o tempo de esvaziamento, pode iniciar a sua manobra de abertura antes do desnível se anular. Para esse efeito dispõe de uma série de barras de torção com força suficiente para fazerem deslocar o tabuleiro da porta da superfície de encosto contra o qual se fez a vedação quando a cota na caldeira excede a de jusante em cerca de 0,30 m.

Entre a parte superior desta porta de jusante e o coroamento dos muros da caldeira existe uma máscara cilíndrica com 21 m de altura contra o extremo inferior da qual se faz a vedação do bordo superior da porta. A cota do bordo inferior desta máscara garante um tirante de ar de 6 m até caudais de cerca de 4 000 $m^3 s^{-1}$. Esta máscara que é de betão com 0,40 m de espessura tem, pelo lado de montante, uma blindagem com 1 cm de espessura para garantir a estanqueidade. Necessita, além disso, de uma viga pára-choques capaz de a proteger do impacto dum barco que entre na eclusa e que não pare a tempo. Foi dimensionada para um barco de 1 400 t., com velocidade de 0,2 m s^{-1}.

PROTECÇÃO ÀS PORTAS

Nos anteportos de montante e jusante, e para protecção das portas contra pancadas de barcos desgovernados, durante as cheias, existem dispositivos de protecção constituídos por freios de cabo providos de amortecedores óleo-pneumáticos que permitem absorver a energia de 100 tm a montante e 50 tm a jusante. A elevação e descida destes cabos faz-se por meio de guinchos colocados a cota superior à das maiores cheias conhecidas.





CABEÇOS DE AMARRAÇÃO

Na caldeira existem quatro pares de cabeços de amarração flutuantes que se tornam necessários dada a elevada velocidade de subida ou de descida dos barcos e do grande desnível a vencer, o que tornaria incómodo e até difícil a utilização de cabeços de amarração fixos.

BARRAGEM

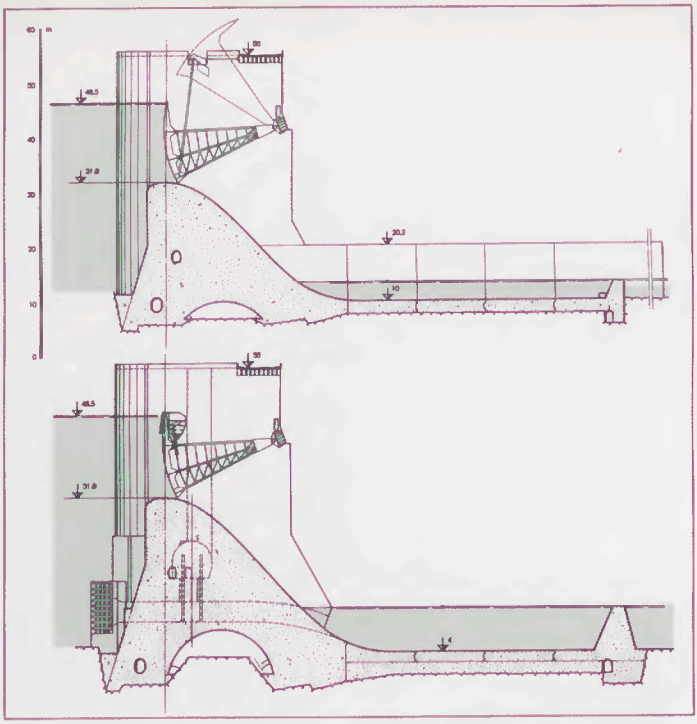
A barragem galgável é de betão, de gravidade, com a zona da crista e paramento de jusante adaptados a soleira descarregadora. O perfil da barragem é aligeirado mediante uma grande galeria circular junto à fundação, deixando aparente a rocha na soleira. Esta galeria, permitindo inspecção directa e permanente às fundações, minimiza as subpressões, facilita a drenagem e proporciona um bom funcionamento estrutural, conveniente disposição das juntas de construção e dissipação do calor de hidratação do cimento.

Sobre a zona de betão situa-se o descarregador principal controlado por 6 grandes comportas segmento, ancoradas por potentes cabos pré-esforçados aos betões dos pilares, A soleira descarregadora prolonga-se por uma bacia de dissipação da energia de descarga das cheias, dividida por um muro longitudinal em duas metades, caladas a cotas diferentes para melhor adaptação ao terreno de fundação no leito menor do rio. Esta bacia é de betão, amarrada à rocha por ancoragens simples e dispõe dum completo sistema de drenagem. O muro que separa as duas bacias de dissipação, foi utilizado como ramo longitudinal das ensecadeiras que, em fases de construção sucessivas, ensecaram as duas metades do rio para a execução da obra.

Em correspondência com dois blocos com pilar, na metade esquerda da barragem, dispuseram-se as duas descargas de fundo, blindadas, auto-resistentes com secção quadrada de 13,7 m^2 de área. Com função de descarga auxiliar rápida, foram instalados "volets" em duas comportas segmento.

O viaduto rodoviário que constitui o coroamento da barragem, foi executado com vigas pré-fabricadas e pré-esforçadas.

Na análise estrutural da barragem empregaram-se não só métodos clássicos baseados na assimilação do perfil a uma peça prismática em arco e vigas elàsticamente encastradas na fundação, como também o método das diferenças finitas e modelos planos fotoelásticos. Fizeram-se ensaios em modelos tridimensionais, de gesso, para ajuizar os comportamentos assimétricos



e a influência da abertura das juntas entre blocos e entre a barragem e a bacia de dissipação. Procedeu-se a um estudo especial do campo de tensões nos pilares submetidos a forte torção.

Realiza-se sistemàticamente um controlo apertado do comportamento estrutural e hidráulico da barragem e outros elementos vitais, por meio da observação de diversa aparelhagem.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Altura máxima da barragem			57 m
Desenvolvimento total			400 m
Comprimento teórico na base da barragem			44 m
Vão da galeria (vasamento)			20 m
Dimensões das 6 comportas		vão	26 m
		altura	15,4 m
Volumes	barragem	escavações	129 000 m³
		betões	210 000 m³
	bacia de dissipação	escavações	67 000 m³
		betões	47 000 m³

ECLUSA DE PEIXES

É do conhecimento geral serem os principais rios que desaguam nas costas metropolitanas frequentados anualmente por espécies piscícolas migradoras representando um valor econòmico que, como se verá, não se pode desprezar.

Dessas espécies, podemos distinguir as que, em épocas próprias vindas do oceano sobem os rios para neles desovarem (ANÁDROMOS) e as que os descem também em épocas próprias para se reproduzirem em pleno oceano (CATÁDROMOS). Ao primeiro grupo pertencem o Sável, a Lampreia, o Salmão e o Esturjão; do segundo, o mais representativo é a Enguia.

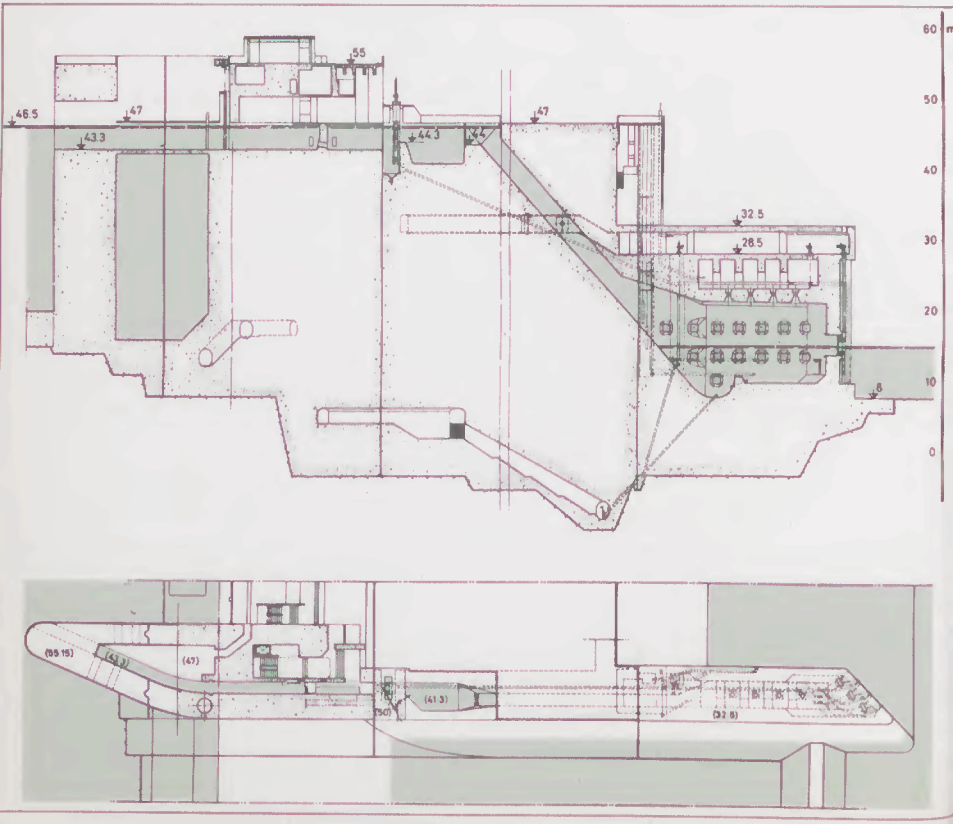
Ao iniciarem-se os estudos dos novos aproveitamentos no Douro Nacional, conscientes da necessidade e conveniência para o País da preservação daquelas espécies que, de qualquer modo, representam uma riqueza, iniciou-se, que saibamos, pela primeira vez no País, um inquérito que incidiu principalmente sobre a quantidade e valor da pesca cujos resultados foram surpreendentes como se pode verificar:

	SAVEL		LAMPREIA		DIV. ESPÉCIES	
	Ton.	Contos	Ton.	Contos	Ton.	Contos
1965 — Março a Junho	731	7 077	49	1 092	104	832
1966 — Fev. a Julho .	1 272	11 563	43	1 391	83	659
1967 — Jan. a Junho .	539	5 095	54	1 818	94	822
1968 — Jan. a Julho .	493	4 973	96	2 410	79	714
1969 — Jan. a Junho .	660	6 502	30	1 402	77	641
1970 — Jan. a Junho .	647	7 630	94	2 481	103	788

Total pescado em 1970 — 844 toneladas

Valor da pesca efectuada em 1970 — 10 332 contos

Preço unitário da mesma, em escudos — 12$20


55
46.5
47
43.3
44.3
44
47
32.5
28.5
8
60
50
40
30
20
10
0
(55.15)
(47)
(47)
(41.3)
(50)
(32.8)

Uma outra faceta do mesmo problema é o facto de existirem no troço compreendido entre a foz e Castelo de Paiva, onde a pesca é mais abundante, cerca de 1500 pescadores que se dedicam àquela actividade. O valor médio por pescador, do rendimento bruto anual da pesca das espécies migradoras, atinge mais de 5 000$00 na zona da foz do Douro e situou-se em 1961 acima de 3 000$00, pràticamente em todo o troço de Castelo de Paiva até à foz.

Justificado assim o valor económico da pesca no Rio Douro das espécies migratórias, logo se estudou o meio de garantir a sua continuidade concluindo-se dever ser incluída nos projectos dos aproveitamentos uma passagem para peixes. Concluiu-se ainda ser a eclusa para peixes tipo Borland aquela que mais garantias oferecia para a passagem daquelas espécies. Estas conclusões mereceram a aprovação das entidades superiores que permitiram a inclusão de uma eclusa para peixes no aproveitamento de Carrapatelo e as recomendaram para os restantes do Douro Nacional.

A eclusa, integrada na espessura do muro barragem-central, como já se referiu, é constituída essencialmente por uma câmara inferior de pescagem com três entradas; uma galeria inclinada; uma câmara superior. Desta câmara, já a céu aberto, segue-se um canal por onde os peixes se encaminham para a albufeira não sem passarem pelo contador de peixes ali instalado entre duas janelas de observação.

O funcionamento da eclusa pode comandar-se manualmente ou ser inteiramente automático.

Cada ciclo compreende um periodo de pescagem, enchimento, saida dos peixes é esvaziamento. A sua duração é de cerca de 4 horas podendo, no entanto, ser alterado.

O funcionamento das três comportas da câmara de pescagem é função dos niveis de jusante, sendo a opção feita electricamente e dependendo o seu comando de contactos eléctricos estabelecidos através da água por eléctrodos instalados num poço adjacente à câmara.

CENTRAL

Em continuidade com o alinhamento da barragem e adjacente à margem esquerda, situa-se a central que é limitada pelos seguintes elementos de obra: blocos das tomadas de água, dispostos a montante; parede de jusante; muro do topo do lado da encosta, e muro barragem-central que a limita pelo lado do descarregador principal de cheias.

A sua implantação nesta margem foi condicionada pela existência de uma colina que oferecia condições favoráveis de fundação a cotas que permitiram uma conveniente adaptação dos blocos das tomadas de água do que resultou, para a sua execução na fase inicial, uma quase independência dos níveis de água no rio, exceptuados, evidentemente, os períodos de grandes cheias.

Os blocos das tomadas de água, em correspondência com os três grupos, são formados por um muro de betão, do tipo gravidade, no qual se abrem as tomadas de água e onde assenta o viaduto rodoviário que estabelece a ligação entre as duas margens. Nestes blocos foram estabelecidas duas plataformas: uma, do lado de montante, à cota (47) com acesso próprio da margem, onde estão localizadas as aberturas das comportas e respectivos servo-motores, o limpa grelhas e o pórtico de manobra do equipamento das bocas; a outra, do lado de jusante, à cota (31,72) e intimamente ligada à central, onde estão instalados os transformadores principais. Estes blocos estão separados por juntas transversais, protegidas com lâminas de cobre e equipadas com dispositivos de injecção.

As bocas das tomadas de água são de secção rectangular até às comportas, do tipo de lagartas, seguindo-se uma zona de transição para a secção circular das condutas forçadas. Estas condutas, com 7,50 m, de diâmetro são abertas no betão até à cota (17,25), abaixo da qual passam a ser revestidas com blindagem metálica por se excederem as possibilidades de resistência do betão armado sob a acção da pressão da água.

O prolongamento dos blocos das tomadas de água para a margem esquerda, de modo a formar o muro corta-águas de

montante, é constituído, identicamente, por blocos de betão, do tipo gravidade, separados por juntas transversais.

Ao longo destes blocos e passando sob a soleira das bocas das tomadas de água, à cota (17), há uma galeria de injecção e drenagem, a partir da qual se deu continuidade à cortina de impermeabilização do lado de montante e se estabeleceu a rede de drenagem do maciço rochoso imediatamente adjacente, pelo lado de jusante, de modo a reduzir as sub-pressões.

Também nestes blocos, e sob o viaduto, correm duas galerias sobrepostas, separadas por uma laje, que servem para a instalação, nesta zona, de prateleiras dos cabos de ligação da central com o edifício de comando.

Ainda num dos primeiros blocos a seguir aos correspondentes aos grupos, e à cota (47), se localizou a captação de água destinada à refrigeração dos transformadores.

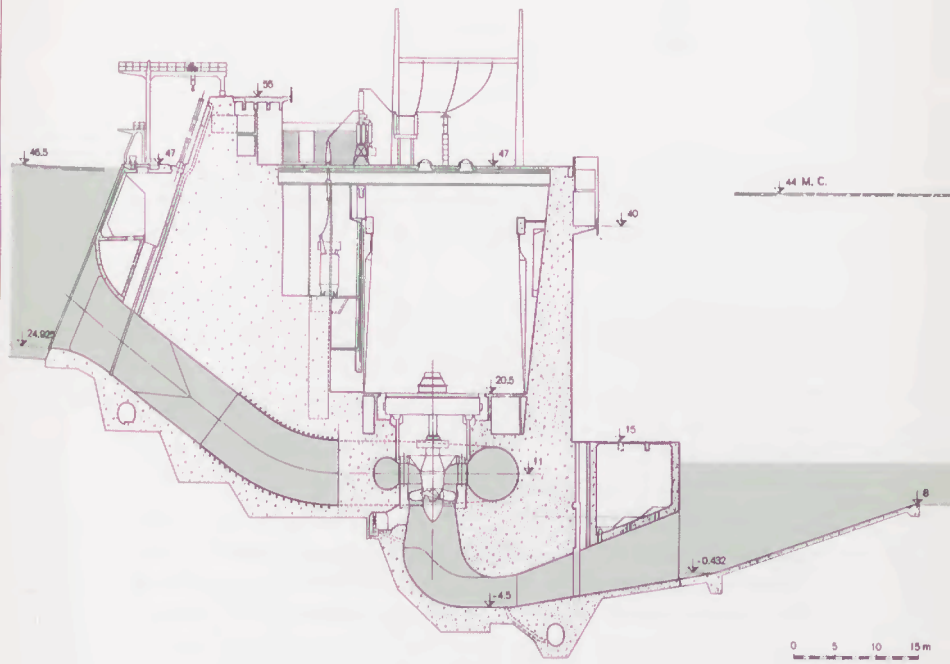
A parede de jusante da central, que dá apoio à cobertura, não tem qualquer abertura entre as cotas (10,50) e (47,00), e foi dimensionada para absorver o considerável impulso de água durante as cheias, que a jusante podem atingir a cota (44).

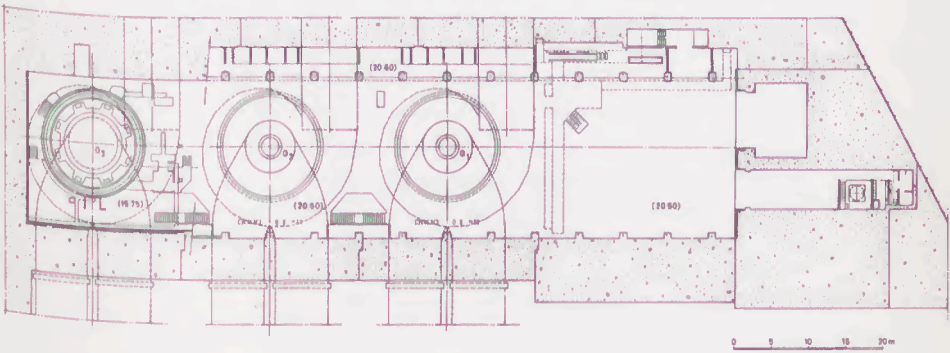
Na zona dos grupos, é formada por uma laje vertical espessa de betão armado, de perfil trapezoidal, encastrada nos maciços de betão de envolvimento do difusor e em contrafortes transversais dissimulados nos betões abaixo da cota do pavimento das turbinas, e simplesmente apoiada, no topo, nas vigas do tecto da central que transmitem os esforços ao bloco das tomadas de água.

Ao longo do paramento exterior, na zona dos grupos, existe, à cota (40), um passadiço em consola onde estão instalados os servo-motores de comando das comportas ensecadeiras das turbinas.

Na zona do átrio de descarga, dado não existir qualquer infra-estrutura de betão, estes blocos são do tipo gravidade e prolongam-se para a margem até ficarem encravados no terreno da encosta, de modo a constituirem o corta águas de jusante.

A cobertura foi disposta à cota (47) por forma a ficar ao abrigo da máxima cheia considerada. É constituída por vigas de


46.5
47
35
47
44 M. C.
40
24.925
20.5
15
11
8
-0.432
-4.5
0 5 10 15 m


(20.60)
(19.75)
(20.60)
(20.60)
0 5 10 20 m

betão pré-esforçado que vencem o vão correspondente à sala de máquinas; por vigas de betão armado sobre o vão da zona dos transformadores; completa a estrutura uma laje de elementos pré-fabricados apoiada sobre as vigas.

O vigamento, além de suportar a laje, está preparado para transmitir ao bloco das tomadas de água o impulso resultante da pressão hidrostática na parede de jusante.

A laje, dada a grande área que cobre, está convenientemente esquartelada por juntas protegidas com caleiras, de modo a reduzir os efeitos térmicos. Sobre a face superior estendeu-se um revestimento impermeável.

Aproveitando os espaços disponíveis da instalação da aparelhagem eléctrica dos painéis de saída de linhas dos grupos geradores situada nesta cobertura, dispuseram duas fiadas de 20 lanternins para admissão de luz natural na sala de máquinas.

O muro barragem central foi dimensionado para suportar as grandes cheias, no vão correspondente à central, e nele está apoiado um dos braços da comporta do vão adjacente do descarregador principal.

Na central estão instalados 3 grupos com as seguintes características principais:

TURBINA	Tipo Kaplan, de eixo vertical	
	Potência nominal sob queda útil de 29,4 m.	95 000 CV
	Velocidade nominal	115,4 r.p.m.
	Queda útil máxima	35,3 m
	Queda útil mínima	19,5 m
	Caudal absorvido a plena carga	250 $m^3 s^{-1}$
ALTERNADOR	Trifásico, de eixo vertical	
	Potência aparente nominal	67 MVA
	Factor de potência nominal	0,9
	Tensão nominal	10 kV+10 %
	Momento de inércia	15 500 t. m^2
	Sobrecarga dependente da temperatura da água de refrigeração	15 %

O acesso principal de pessoas à central faz-se através de um pequeno edifício, situado ao nivel da cobertura, que está em ligação directa com os diversos pisos da central por meio de escadas e ascensor.

A entrada de equipamento está assegurada através de uma abertura, também situada á cota (47), e localizada no topo da central do lado do átrio de descarga.

Sobre esta abertura corre um pórtico exterior móvel com a capacidade de carga de 100 toneladas.

Dentro da central existem duas pontes rolantes de 100 toneladas cada uma para a montagem e manutenção dos equipamentos.

O pavimento principal da central ao nivel das excitatrizes situa-se à cota (20,50) e tem 95 m de comprimento, (correspondendo 70 m aos grupos e 25 m ao átrio de descarga) e 24 m de largura. A esta cota existem, do lado de jusante, os acessos ao pavimento das turbinas e os quadros unitários dos grupos; do lado de montante, em galeria, as celas de aparelhagem de 10 kV (bobines de reactância, alimentação em A T dos serviços auxiliares e resistência de frenagem eléctrica), um posto monobloco de 10 kV ou S A com um transformador de recurso, o quadro geral de B T dos serviços auxiliares dos grupos e ainda o vestíbulo de chegada das escadas de acesso e do ascensor. No topo do átrio de montagem há a zona de acesso do equipamento em correspondência com a abertura do tecto, o sistema de esgoto da drenagem, a oficina da central e as instalações sanitárias.

O pavimento das turbinas, á cota (15,75) desenvolve-se apenas na zona correspondente aos grupos. A esta cota localizam-se os sistemas de regulação, celas de neutro e o sistema geral de refrigeração dos grupos geradores.

À cota (31,72) existe uma galeria onde se encontram os transformadores principais, em celas separadas, refrigerados a água, com as seguintes características principais:

Trifásico, tipo couraçado imbricado (shell)
Potência nominal 67 MVA
Relação de transformação 10/240 + 5 %

Em regime contínuo, dependente da temperatura da água de refrigeração, pode atingir a potência de 75 MVA, que é a sobrecarga admitida pelo alternador nas mesmas condições.

Também a esta cota se encontram um posto monobloco e dois transformadores de 3500 kVA.

No topo da central, e a uma cota ligeiramente superior (36,50) estão instalados os reservatórios de água filtrada para a refrigeração individual dos transformadores.

À cota (47), dentro do edifício de acesso à central, está um quadro geral dos serviços auxiliares que serve os orgãos da barragem, das tomadas de água, limpa grelhas, sistema de filtragem da água para os transformadores, pontes rolantes e o pórtico exterior.

Sobre a laje de cobertura, adjacente ao edifício de acesso, situam-se os painéis de saída dos grupos geradores com a respectiva aparelhagem de seccionamento e corte, fazendo-se a ligação aos transformadores, situados na central na galeria à cota (31,72), por isoladores passa-muros de 220 kV. Do lado de jusante existe uma plataforma à cota (15), com acesso pela margem, onde se encontram as aberturas das comportas ensecadeiras individuais, do tipo corrediça, que obturam as galerias de fuga permitindo, assim, a vistoria ou reparações dos grupos e isolar a central em caso de cheias anormais que podem atingir à cota (44) para caudais da ordem dos 22.000 $m^3 s^{-1}$.

Na central existem duas galerias longitudinais de esgoto e drenagem ligadas ao poço de bombagem: uma à cota (4,40), a montante dos grupos, dando acesso à roda da turbina, onde desaguam os tubos de esvaziamento da conduta forçada e da espiral; a outra, a jusante, à cota (-10), onde desagua a canalização de esgoto dos tubos de aspiração e através da qual se realizou a cortina de impermeabilização do lado de jusante e o sistema de drenagem do maciço interior.

EDIFÍCIO DE COMANDO

Por razões de programação de trabalhos foi julgado conveniente desintegrar o edifício de comando da zona da central, evitando assim que os atrasos motivados pelos contratempos geológicos se fizessem também sentir sobre ele. Foi assim possível ter o edifício em funcionamento muito antes da conclusão da central, servindo a subestação, à qual ficou ligado, dentro dum esquema perfeitamente aceitável. A sua situação, relativamente aos diferentes orgãos do aproveitamento, pode até considerar-se privilegiada tendo em vista o comando e sinalização de todo o conjunto.

O edifício é constituído, fundamentalmente, por dois pisos [rez-do-chão à cota (77,10)] e 1.º andar à cota (81,54); à cota (74,50) existe uma galeria geral de distribuição de cabos.

No rez-do-chão, além dos serviços de entrada e anexos, que abrem para uma zona exterior coberta, foram colocadas a climatização, bateria, quadros de alta frequência, rectificadores, reguladores, grupos de alta frequência, quadro geral dos serviços auxiliares, normabloco (30/0,4 kV), armazém, garagem e pequena oficina.

No primeiro andar situam-se os vários gabinetes (em número de 4), a secretaria, um pequeno laboratório, as respectivas instalações anexas e a sala de comando. A distribuição dos cabos é aqui feita posteriormente e não inferiormente como é habitual: os bastidores são colocados atrás dos quadros de painéis e a sua ligação a estes é feita com os cabos em toalha, assentes na laje e protegidos por pavimento falso. A magnífica panorâmica que desta sala se disfruta sobre todo o aproveitamento, é valorizada pela disposição das janelas; estas e um dispositivo de luz artificial cuidadosamente estudado garantem uma iluminação eficiente. A este nível foi estabelecida uma ligação fácil com a 1.ª plataforma da subestação.

Foi intencionalmente que se procurou que a integração deste edifício no local evitasse a criação duma mancha destacada do conjunto. A utilização de alvenaria nas paredes explorando um

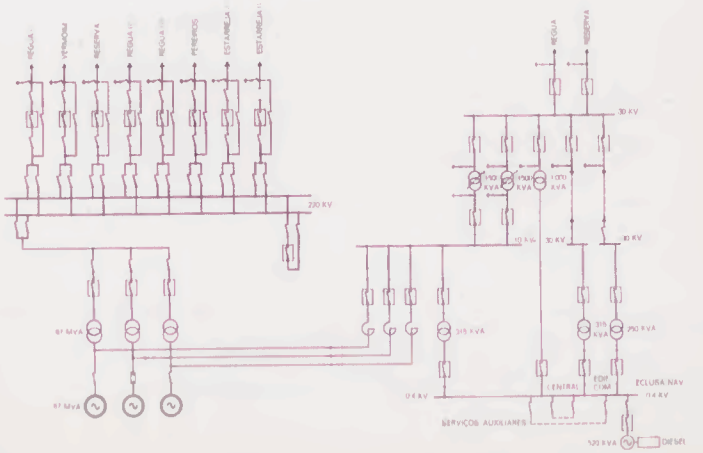
processo local e tradicional de construção, e o revestimento da cobertura com zinco permitiram atingir este objectivo. Toda a construção é de boa qualidade embora utilizando materiais correntes em instalações desta natureza.

POSTO DE SECCIONAMENTO DE 220 kV

O posto de seccionamento de 220 kV está estabelecido na margem esquerda e é constituido por duas plataformas às cotas (96,4) e (87,7) sendo a inferior adjacente a uma terceira plataforma à cota (77) onde está implantado o edifício de comando.

Esta disposição em socalcos resultou da necessidade do estabelecimenfo de plataformas de grandes dimensões, 119 m x 54 m, cada, em terreno inclinado, sem que daí resultassem importantes movimentos de terrenos ou necessidades de existência de muros de suporte de grandes dimensões.

O referido posto constitui um nó importante da rede primária, tendo sido previsto para oito painéis de linhas de 220 kV e um painel para ligação à central. A ligação ao edifício de comando é feita através de um poço de cabos que comunica com a cave deste edifício.



ÍNDICE GERAL

5 Companhia Portuguesa de Electricidade

9 Quadro comparativo dos aproveitamentos em serviço na bacia do Douro

13 O rio Douro

Aproveitamento do Douro Internacional

14 Estudos relativos ao Douro Nacional

17 Localização do aproveitamento do Carrapatelo

Caracterização hidrológica da bacia hidrográfica

19 Descrição geral do aproveitamento

23 A execução das obras

29 Eclusa de navegação

31 Sistema de enchimento

Portas da caldeira

32 Protecção às portas

33 Cabeços de amarração

35 Barragem

36 Características principais

37 Eclusa de peixes

41 Central

44 Turbina

Alternador

46 Transformadores

47 Edifício de comando

49 Posto de seccionamento de 220 kV

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

6 Mapa dos empreendimentos da C. P. E, 1975

10 Planta das bacias hidrográficas a norte do Mondego

12 Douro Nacional

16 Planta geral da bacia hidrográfica do Douro

18 Perfil do Douro Internacional e Nacional

20 Pontes de Mosteirô — Projecto e montagem do Prof. Eng. Edgar M. Cardoso

24 Planta geral do aproveitamento

26 Trabalhos na margem esquerda — Março 1966

Trabalhos na margem direira — Novembro 1967

28 Eclusa de navegação — Porta de montante

33 Eclusa de navegação — Corte longitudinal

Eclusa de navegação — Planta do circuito hidráulico

34 Aproveitamento de Carrapatelo — Vista de montante

Albufeira de Carrapatelo — Alargamento da Pala e Porto Manso

36 Barragem e bacia de dissipação — Cortes transversais

38 Eclusa de peixes — Vista de jusante

Eclusa de peixes — Passagem numa janela de observação

Eclusa de peixes — Corte longitudinal

Eclusa de peixes — Planta

40 Central — Interior

43 Central — Corte transversal

Central — Planta

48 Edifício de comando

Posto de seccionamento de 220 kV

49 Esquema unifilar

NOTAS

COMPOSTO E IMPRESSO NA LITOGRAFIA UNIÃO – GAIA / 6-72