

COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO
INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO
APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO
CRATO**



**COMPONENTE B) ESTUDO DAS INFRAESTRUTURAS DE
REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS. INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS
ESTUDO FINAL**

**VOLUME 2 – ESTUDOS COMPLEMENTARES DE SEGURANÇA
TOMO 4 – PLANOS DE OBSERVAÇÃO E DE PRIMEIRO ENCHIMENTO**

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

COMPONENTE B) ESTUDOS DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS.

ESTUDO FINAL

VOLUME 2 – ESTUDOS COMPLEMENTARES DE SEGURANÇA

TOMO 4 - PLANO DE OBSERVAÇÃO E 1º ENCHIMENTO

EQUIPA TÉCNICA

Diretor de Consórcio	Eng.º António Capelo
Adjunto	Eng.º Mário Samora
Hidráulica	Eng.º Rui Apolinário
Geologia/Geotecnia	Eng.º Carlos Mata Eng.º Gonçalo Tavares Eng.º Henrique Lopes Eng.º Nelson Rodrigues
Equipamentos e Instalações Elétricas	Eng.º António Correia Eng.º Helder Reis
Desenho	Filipa Martins João Pires

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

COMPONENTE B) ESTUDOS DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS.

ESTUDO FINAL

VOLUME 2 – ESTUDOS COMPLEMENTARES DE SEGURANÇA

TOMO 4 - PLANO DE OBSERVAÇÃO E 1º ENCHIMENTO

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	DESCRIÇÃO DA OBRA.....	4
2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA	4
2.2	CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM DO PISÃO.....	5
2.2.1	Barragem	5
2.2.2	Descarregador de Cheias	5
2.2.3	Desvio Provisório.....	5
2.2.4	Descarga de Fundo	6
2.2.5	Tomada de Água	6
3	ASPETOS GERAIS DE SEGURANÇA DA OBRA	8
4	APRECIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE RISCO	9
5	PLANO DE OBSERVAÇÃO.....	11
5.1	GRANDEZAS A OBSERVAR	11
5.2	LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS DISPOSITIVOS A INSTALAR	11
5.2.1	Condições Gerais	11
5.2.2	Marcas de Referência	13
5.2.3	Marcas Superficiais	14
5.2.4	Tacos de Nivelamento.....	14
5.2.5	Inclinómetros e Extensómetros Verticais Magnéticos.....	14
5.2.6	Células de tensão total	15

5.2.7	Medidores de Caudais	16
5.2.8	Piezómetros Elétricos	17
5.2.9	Piezómetros Hidráulicos	18
5.2.10	Dispositivos para Medição do Nível de Água na Albufeira.....	18
5.2.11	Pluviómetro	19
5.2.12	Sistema de monitorização sísmico	19
5.3	INSPEÇÕES VISUAIS.....	19
5.3.1	Fase de Exploração	19
5.3.2	Fase de Construção	22
5.4	FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES	24
6	PLANO DE PRIMEIRO ENCHIMENTO	25
6.1	ÂMBITO DO PLANO DE PRIMEIRO ENCHIMENTO	25
6.2	SISTEMA DE OBSERVAÇÃO E INSPEÇÕES VISUAIS.....	26
6.3	PATAMARES DE ENCHIMENTO.....	26
6.4	COLABORAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES ENVOLVIDAS NO CONTROLO DA SEGURANÇA DURANTE O PRIMEIRO ENCHIMENTO.....	27
6.5	GARANTIA DO CAUDAL ECOLÓGICO DURANTE O PRIMEIRO ENCHIMENTO	30
7	ANÁLISE DE COMPORTAMENTO E AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA	31
7.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	31
7.2	MODELOS DE COMPORTAMENTO	32
7.2.1	Considerações gerais	32
7.2.2	Deslocamentos	32
7.2.3	Rede de percolação.....	35
7.2.4	Caudais de percolação	36
8	RECOLHA DE DADOS.....	37
9	PROCEDIMENTO E ESQUEMA DE COMUNICAÇÃO A UTILIZAR EM CASO DE DETEÇÃO DE COMPORTAMENTO ANÓMALO	40
10	CONTROLO DA EXPLORAÇÃO DA BARRAGEM	41

QUADROS

Tabela 4.1 – Fatores de Avaliação do Risco adotados	10
Tabela 5.1 – Intervenientes nas inspeções durante a fase de exploração	21
Tabela 5.2 - Características dos sismos cuja ocorrência implica a realização de inspeções excepcionais.....	21
Tabela 5.3 – Intervenientes nas inspeções durante a fase de construção	23
Tabela 5.4 – Frequências preconizadas para a observação	24
Tabela 7.1 – Caudais de percolação expectáveis nos medidores de caudais.....	36

FIGURAS

Figura 7.1 – Assentamentos representativos do alinhamento vertical do coroamento (Perfil de Cálculo 1+200)	33
Figura 7.2 – Assentamentos representativos do alinhamento vertical da banquetta superior para a fase de construção (Perfil de Cálculo 1+200).....	33
Figura 7.3 – Deslocamentos horizontais representativos do alinhamento vertical do coroamento para o pleno armazenamento (Perfil de Cálculo 1+200).....	34
Figura 7.4 – Deslocamentos horizontais representativos do alinhamento vertical da banquetta superior para o pleno armazenamento (Perfil de Cálculo 1+200).....	34
Figura 7.5 – Rede de percolação para o NPA representativo do perfil de maior altura (h≈54 m)	35
Figura 7.6 – Rede de percolação para o NPA representativo de perfil intermédio (h≈30 m)	35

ANEXOS

- 1 – Ficha de inspeção Visual
- 2 – Condições Técnicas Especiais

DESENHOS

Des. 0001-01 – Plano de Observação. Planta de Localização dos Dispositivos de Observação

Des. 0002-01 – Plano de Observação. Perfis (1/2 Folhas)

Des. 0002-02 – Plano de Observação. Perfis (1/2 Folhas)

Des. 0003-01 – Plano de Observação. Pormenores Tipo (1/2 Folhas)

Des. 0003-02 – Plano de Observação. Pormenores Tipo (1/2 Folhas)

1 INTRODUÇÃO

No âmbito do Concurso Público Internacional 33SCICC2020, a **AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Lda.** e a **TPF – Consultores de Engenharia e Arquitetura, S.A.**, têm a honra de submeter à apreciação da Comunidade Intermunicipal do Alto Alentejo o **TOMO 4 - PLANO DE OBSERVAÇÃO E 1º ENCHIMENTO**, referentes aos Estudos de Base da *Avaliação da Sustentabilidade e Desenvolvimento Integrado dos Recursos Hídricos e Energéticos do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato*.

De acordo com o Caderno de Encargos os estudos e projetos do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato foram divididos nas seguintes quatro componentes:

- Componente A) - Estudos socioeconómicos;
- Componente B) - Estudos das infraestruturas de regularização de caudais:
 - Estudo de origens de água alternativos.
 - Infraestruturas Primárias.
 - Infraestruturas Secundárias de Rega.
- Componente C) - Estudo do Aproveitamento Fotovoltaico;
- Componente D) - Estudo de Impacte Ambiental.

Seguindo o definido no Caderno de Encargos, para as 4 componentes, os estudos serão desenvolvidos em duas Fases:

- 1ª Fase – Versão Preliminar dos Estudos;
- 2ª Fase – Versão Final dos Estudos.

O presente documento, pertencente à 2ª Fase – Versão Final da Componente B) Estudos das infraestruturas de regularização de caudais, e refere-se ao **TOMO 4 – PLANO DE OBSERVAÇÃO E 1º ENCHIMENTO DO VOLUME 2 – ESTUDOS COMPLEMENTARES DE SEGURANÇA**.

O plano de observação a ser implementado durante a construção e exploração da barragem do Pisão e respetivos órgãos hidráulicos anexos, define os procedimentos para controlo da segurança estrutural dessas obras. São ainda definidas orientações para o primeiro enchimento da barragem, de modo a contribuir para o desenvolvimento do Plano de Primeiro Enchimento (PPE) a elaborar pelo Dono de Obra.

O objetivo da observação de uma barragem de aterro é obter informações sobre o seu comportamento e o das obras anexas durante os períodos de construção, primeiro enchimento e exploração, em termos da sua segurança estrutural e hidráulica, pretendendo-se fundamentalmente:

-
- obter elementos para verificação dos pressupostos de conceção e dimensionamento adotados no projeto;
 - obter informações suscetíveis de permitir a previsão do seu comportamento;
 - obter informações que permitam o diagnóstico de eventuais anomalias;
 - observar continuamente a obra e tomar medidas corretivas no caso de serem detetadas anomalias que possam comprometer a sua segurança.

A definição do plano de observação e das orientações para o primeiro enchimento da barragem do Pisão foi efetuada com base no Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) (Decreto-lei nº 21/2018 de 28 de março), no Documento Técnico de Apoio da Observação e Inspeção de Barragens (NOIB) ((2018), nas recomendações do ICOLD (2018)¹ e na experiência do LNEC relativa à elaboração de planos de observação e de primeiro enchimento, colocação de aparelhagem e interpretação dos dados fornecidos pelos dispositivos de observação.

Neste documento apresentam-se as características gerais da obra, faz-se a apreciação das condições de risco associadas à barragem e define-se o plano de observação, cuja estruturação se apresenta de seguida:

- definição das grandezas a observar;
- localização e descrição dos dispositivos a instalar;
- definição das inspeções visuais a realizar nas diversas fases de vida da obra;
- definição da periodicidade das observações a realizar.

De seguida apresentam-se orientações para o plano de primeiro enchimento, onde se estabelecem os patamares de enchimento e se descreve a colaboração entre as várias entidades envolvidas no controlo da segurança durante a fase de primeiro enchimento.

Apresentam-se ainda os cenários de referência para a avaliação da segurança da obra, por forma a dar indicações acerca do que será expectável em termos do seu comportamento, ao longo das várias fases da vida da barragem.

Estabelece-se, também, o modo de recolha dos dados, o procedimento e esquema de comunicação em caso de comportamento anómalo e tecem-se algumas considerações acerca do controlo da exploração da obra, fazendo a ligação à figura do técnico responsável pela exploração.

No Anexo 1 apresenta-se um modelo da ficha de inspeção visual que se propõe para esta obra.

¹ ICOLD (2018). Dam Surveillance Guide

Do presente documento fazem ainda parte integrante as especificações técnicas relativas aos trabalhos a executar (Anexo 2) e as peças desenhadas que definem os instrumentos de observação e indicam a sua localização, em planta e em perfil transversal.

Para a elaboração da presente versão do plano de observação teve-se em conta os elementos referentes ao projeto da barragem.

É de salientar que, conforme estabelecido no artigo 20º do RSB, o plano de observação deverá ser adaptado, com adequada antecedência em relação ao início do primeiro enchimento da albufeira, de forma a serem incluídas as especificações relativas aos instrumentos instalados e recolha e processamento de informação, os procedimentos e esquema de comunicação a adotar no caso de ocorrências excecionais ou comportamento anómalos e as qualificações técnicas dos agentes encarregados da instalação e exploração do sistema de observação. Na versão revista deverá ainda constar eventuais alterações ao plano de observação que tenham ocorrido durante a construção.

2 DESCRIÇÃO DA OBRA

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA

A barragem do Pisão localizar-se-á na ribeira de Seda, no concelho do Crato, cerca de 25 km a montante da barragem do Maranhão.

A povoação mais próxima da barragem do Pisão é a vila do Crato, que se localiza cerca de 4,5 km a noroeste da barragem.

A ligação desta povoação à barragem do Pisão será estabelecida pela estrada de Portalegre (N119). O IC13 passa a cerca de 2 km a jusante da barragem numa ponte sobre a ribeira de Seda.

Tratar-se-á de uma barragem de terra com perfil zonado. A sua altura máxima acima da fundação será de 54 m e a albufeira criada terá 726 ha de área inundada e 116,1 hm³ de volume de armazenamento total à cota do NPA (248,00).

A finalidade desta barragem será a de assegurar:

- Rega de terrenos agrícolas dos Blocos do Crato, Alter do Chão e Fronteira (área efetiva prevista regar de 5012 ha).
- Rega de terrenos agrícolas da ribeira de Seda (área efetiva prevista regar de 380 ha).
- Reforço do abastecimento urbano ao Sistema de Póvoas-Meadas, especialmente durante a época seca.
- Produção de hidroeletricidade para autoconsumo, mediante a instalação de uma central de pé de barragem.
- Laminagem de caudais de ponta de cheia.

O Dono da Obra é a CIMAA (Comunidade Intermunicipal dos Municípios do Alto Alentejo), que será, também, responsável pela exploração da barragem.

2.2 CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM DO PISÃO

2.2.1 Barragem

- tipo: terra com perfil zonado;
- cota do coroamento: 252,00;
- cota do ponto mais baixo da fundação: 198,00;
- altura máxima acima da fundação: 54 m;
- desenvolvimento do coroamento: 1382 m;
- largura do coroamento: 10 m;
- volume de aterro: 2.540.000 m³.

2.2.2 Descarregador de Cheias

- tipo: em canal de betão a céu aberto, com soleira descarregadora do tipo labirinto a montante e bacia de dissipação de energia a jusante (Tipo II do USBR);
- cota da crista da soleira descarregadora: 248,00;
- número de módulos: 2;
- comprimento nominal da crista da soleira descarregadora: 96,00 m;
- profundidade do canal de aproximação, abaixo da crista da soleira descarregadora: 3,50 m;
- largura do canal de descarga intermédio: 12,00 m;
- profundidade do canal de descarga: 3,50 m;
- largura da bacia de dissipação de energia: 20,00 m;
- comprimento da bacia de dissipação de energia: 45,00 m;

2.2.3 Desvio Provisório

- constituição: Galeria em betão, com secção em forma de ferradura, com 5,75 m de pé direito e 5,75 m de largura máxima, construída em “cut-and-cover” sob o aterro da barragem + pré-ensecadeira de montante com coroamento à cota 208,00 + ensecadeira de montante de aterro de solos com coroamento à cota 216,80 + ensecadeira de jusante com coroamento à cota 203,00;
- caudal afluente da cheia de projeto do desvio provisório (T=50 anos): 369 m³/s;
- caudal efluente da cheia de projeto do desvio provisório (T=50 anos): 231 m³/s.
- nível máximo atingido na albufeira da ensecadeira de montante: 216,42.
- altura da ensecadeira de montante: 16,7 m
- altura da ensecadeira de jusante: 3,0 m

2.2.4 Descarga de Fundo

- constituição: torre de tomada de água, seguida de uma conduta $\varnothing 1800$ no interior da galeria de desvio provisório e terminando numa comporta de segmento com $1,10 \times 1,80$ m² de área que lança o seu jato para o interior de uma bacia de dissipação de energia do tipo II do USBR;
- controlo do caudal: através de comporta de segmento, na extremidade de jusante;
- órgãos de guarda a montante: comporta plana com $1,80 \times 2,10$ m² de área na base da torre de tomada de água, comandada por servomotor a partir do topo da torre de tomada de água;
- cota da soleira de entrada da tomada de água: 210,20;
- cota de soleira da comporta de segmento à saída: 201,00;
- capacidade máxima: 36,70 m³/s com o NPA na albufeira;
- tempo de esvaziamento da albufeira: cerca de 46 dias.

2.2.5 Tomada de Água

- constituição: Torre de tomada de água com entradas a três níveis (níveis de captação 239,00; 231,00 e 215,50) + conduta $\varnothing 1800$ sob o aterro da barragem, paralela à da descarga de fundo, instalada no interior da galeria de desvio provisório + ramificações a jusante (para a estação elevatória para o Bloco de Rega do Crato, para a estação elevatória para abastecimento urbano, para a central hidroelétrica de pé de barragem e para o *by-pass* a esta);
- caudal máximo derivável: 6,445 m³/s.

H.1) Ramificação a jusante da Tomada de Água, para a estação elevatória do bloco de rega do Crato

- constituição: conduta $\varnothing 1800$ terminando em $\varnothing 2000$ para alimentação da estação elevatória;
- caudal máximo: 5,56 m³/s.

H.2) Ramificação a jusante da Tomada de Água, para a estação elevatória para abastecimento urbano

- constituição: picagem $\varnothing 400$ na conduta de rega $\varnothing 1800$;
- caudal máximo: 0,165 m³/s.

H.3) Ramificações a jusante da Tomada de Água, para a Central Hidroelétrica de Pé de Barragem

- 1 turbina do tipo “Cross-flow”
- Caudal máximo turbinado: 0,74 m³/s
- Caudal mínimo turbinado: 0,15 m³/s
- Queda dos melhores rendimentos: 36 m
- Queda mínima: 17,46 m
- Queda máxima: 47,51 m
- Potência (veio da turbina): 269 kW
- Potência (alternador): 250 kW
- Produção média anual de energia: 0,78 GWh/ano

H.4) Ramificação a jusante da Tomada de Água, para o by-pass à Central Hidroelétrica

- Constituição: três circuitos paralelos, dois deles Ø400 e um terceiro Ø150, localizados no edifício da central hidroelétrica; o caudal será regulado automaticamente por válvulas de globo Ø400 e Ø150; daí para jusante, os circuitos de restituição continuarão em paralelo até à sua saída no interior da bacia de dissipação de energia da descarga de fundo.
- Caudais de funcionamento: entre 0,02 m³/s e 0,74 m³/s.

3 ASPETOS GERAIS DE SEGURANÇA DA OBRA

As roturas de barragens de aterros poderão estar associadas aos seguintes aspetos:

- galgamento do aterro, por insuficiência do descarregador de cheias ou perda de folga;
- erosão interna do aterro ou fundação da barragem devido às forças de percolação;
- instabilização dos paramentos da barragem ou da fundação;
- causas diversas, nomeadamente instabilização de grandes massas de terreno nos taludes da albufeira.

No projeto da barragem procurou-se dotar a obra e os restantes órgãos hidráulicos de todas as condições necessárias à salvaguarda da sua segurança, tendo em conta, entre outros, os aspetos acima enunciados.

Para a fase de exploração da obra, o galgamento foi acautelado através do dimensionamento adequado do descarregador de cheias, de acordo com o RSB, tendo sido adotadas folgas com base em critérios regulamentares e devidamente justificados.

A salvaguarda de problemas de instabilização dos paramentos da obra está associada à definição do perfil-tipo da barragem, por forma a garantir um bom comportamento da mesma, o que se refletiu, no projeto de execução, na definição e dimensionamento de:

- materiais de construção a utilizar na barragem com as características adequadas;
- inclinações criteriosas para os paramentos da barragem, com o objetivo de assegurar a sua estabilidade, quer para situações estáticas, quer sísmicas.

As condições de fundação desta obra são adequadas em termos de comportamento mecânico, sendo de referir que, para garantir um adequado comportamento hidráulico, melhorando as suas características de estanquidade, será efetuada uma cortina de injeções ao longo de todo o desenvolvimento da obra.

Relativamente à estabilidade dos taludes nas margens da albufeira, no âmbito do projeto de execução foi avaliada a estabilidade das vertentes não se identificando a existência de situações suscetíveis de comprometer a segurança da obra.

4 APRECIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE RISCO

Com vista à definição das grandezas a observar e respetivos dispositivos de controlo a instalar, bem como ao estabelecimento do plano de observação da obra, foi efetuada uma avaliação das condições de risco associadas à Barragem do Pisão, com base na metodologia proposta nos Documentos Técnicos de Apoio da Observação e Inspeção de Barragens (NOIB).

Foram considerados os seguintes coeficientes de risco:

- (E) – associados a fatores exteriores ou ambientais: sismicidade, condições geológicas e geotécnicas, cheia de projeto, gestão da albufeira e ações agressivas do clima;
- (V) – associados à barragem: projeto e construção, fundações, órgãos de descarga, conservação e manutenção;
- (D) – dano potencial da barragem.

Na quantificação dos fatores de apreciação das condições de risco da barragem foram considerados os elementos do projeto de execução.

Para o cálculo do índice global de risco na zona de betão foram definidos os seguintes fatores:

- α_1 : a aceleração máxima considerada para o sismo máximo de projeto é de 0,21g, conforme exposto no estudo sismológico;
- α_2 : as características geológicas e geotécnicas das formações ocorrentes na zona da albufeira levaram a considerar que estas são boas;
- α_3 : tratando-se de uma barragem em fase de projeto, considera-se a redução percentual da folga decorrente do amortecimento da cheia de projeto Mínima ($\delta < 5\%$);
- α_4 : a gestão da albufeira é plurianual;
- α_5 : considerou-se as ações agressivas como fracas, tendo em conta o tipo de barragem;
- α_6 : tratando-se de uma barragem em fase de projeto, considera-se que o projeto e a construção são adequados;
- α_7 : as fundações da barragem são boas;
- α_8 : tratando-se de uma barragem em fase de projeto, considerou-se que o descarregador de cheias é fiável (descarregadores sem comportas ou sem possível afogamento);
- α_9 : tratando-se de uma barragem em fase de projeto, a conservação e manutenção da barragem considerou-se muito boa;
- α_{10} : em termos de dano potencial, considerou-se a barragem pertence à Classe I com PEI.

Na Tabela 4.1 apresenta-se o resumo dos fatores de avaliação do risco adotados para a zona em betão.

Tabela 4.1 – Fatores de Avaliação do Risco adotados

Fatores de Avaliação de Risco	Adotado	Valor de α_i	E, V, D
E – Associados a fatores exteriores ou ambientais			
α_1 – Sismicidade	Forte ($0,2g < \beta < 0,4g$)	4	$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i$ $E = 2,00$
α_2 – Condições geológicas e geotécnicas	Boas	2	
α_3 – Probabilidade de cheia com tempo de retorno T (anos)	Mínima ($\delta < 5\%$)	1	
α_4 – Gestão da albufeira	Plurianual	1	
α_5 – Ações agressivas	Fracas	2	
V – Associados à Barragem - vulnerabilidade			
α_6 – Projeto e construção	Adequado	1	$V = \frac{1}{4} \sum_{i=6}^9 \alpha_i$ $V = 1,25$
α_7 – Fundações	Boas	2	
α_8 – Órgãos de descarga	Fiáveis (descarregadores sem comportas ou sem possível afogamento)	1	
α_9 – Conservação e manutenção	Muito boa	1	
D – Dano potencial			
α_{10} – Classe	Classe I (com PEI)	4	$D = 4$

Com base nos fatores de risco correspondentes às condições específicas do local da barragem é possível quantificar o Índice Global de Risco, que no presente caso é $\alpha_g = E \times V \times D = 2,00 \times 1,25 \times 4 = 10$.

5 PLANO DE OBSERVAÇÃO

5.1 GRANDEZAS A OBSERVAR

A altura máxima da barragem acima da fundação será de 54 m, pelo que, de acordo com o definido nas NOIB, a obra se encontra no cenário de barragens de aterro entre 50 e 100 m de altura, sendo recomendável a instalação de dispositivos para observação de todas as grandezas previstas nas normas.

Adicionalmente, o índice global de risco atribuído à barragem é de 10 o que implica também a instalação de sismógrafos na barragem para medição de movimentos no terreno gerados por ondas sísmicas naturais ou induzidas.

Assim sendo, definiram-se as seguintes grandezas a observar:

- deslocamentos verticais e horizontais à superfície;
- deslocamentos verticais e horizontais no interior do aterro;
- tensões totais no aterro e na respetiva fundação;
- caudais percolados através do aterro e da fundação, incluindo o teor das partículas sólidas em suspensão;
- pressões intersticiais no aterro e na respetiva fundação;
- níveis de água na albufeira, necessários à interpretação das restantes grandezas observadas;
- precipitação atmosférica no local da barragem;
- movimentos no maciço e no topo da barragem, gerados por ondas sísmicas naturais ou induzidas.

5.2 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS DISPOSITIVOS A INSTALAR

5.2.1 Condições Gerais

Neste plano de observação apresentam-se os dispositivos a instalar e que se consideram adequados face à obra em estudo, encontrando-se a sua localização e definição nas peças desenhadas em anexo.

O RSB recomenda a automatização da recolha, transmissão, validação e tratamento dos dados para barragens de Classe I, pelo que se preconiza, para algumas das grandezas a

observar, a automatização da recolha e transmissão dos dados, providenciando-se também formas de leitura manuais para validação.

Para além da linha de água principal, o aterro intersecta várias linhas de água secundárias, pelo que foi privilegiado a concentração dos dispositivos nessas zonas, em que a barragem apresenta maior altura, com especial incidência na zona do fundo do vale, perfazendo um total de sete perfis de instrumentação:

- PO1 ao PK 0+500, em que a barragem apresenta uma altura de cerca de 25 m;
- PO2 ao PK 0+700, em que a barragem apresenta uma altura de cerca de 30 m;
- PO3 ao PK 1+000, em que a barragem apresenta uma altura de cerca de 30 m;
- PO4 e PO6, aos PK 1+085, 1+125 e 1+175; respetivamente, correspondente à zona mais alta da barragem, com altura variável entre cerca de 45 e 54 m;
- PO7 ao PK 1+300, no encontro direito da barragem, em que a barragem apresenta uma altura de cerca de 35 m.

Os perfis de instrumentação referidos são constituídos, em geral, por piezómetros (elétricos e hidráulicos), tubos inclinométricos e células de tensão total, para além dos restantes dispositivos de observação a instalar ao longo de toda a extensão da barragem e que se descrevem nos parágrafos seguintes. Salienta-se que, dado que ainda persistem algumas dúvidas sobre o período de vida de piezómetros elétricos, foram previstos 4 perfis de observação de redundância (PO2', PO3', PO4' e PO7'), a serem materializados numa posição adjacente aos perfis de observação principais (PO2, PO3, PO4 e PO7), onde apenas se prevê a instalação de piezómetros hidráulicos, em posições semelhantes à posição dos piezómetros elétricos previstos nos perfis de observação principais. Desta forma, o sistema de monitorização da percolação do aterro torna-se mais robusto e fiável, garantindo também a automatização desse sistema.

Ao longo do coroamento, do lado jusante, estão previstos tacos de nivelamento e marcas superficiais para medição de deslocamentos altimétricos e planimétricos, respetivamente, ao longo de toda a extensão da barragem. Considerou-se ainda a instalação de marcas superficiais ao longo das banquetas superior e intermédia.

Para medição dos caudais que percolam pelo aterro e, eventualmente, captados da fundação pelo sistema de drenagem interna, deverão ser instalados medidores de caudais a jusante das saídas dos tapetes drenantes, nas zonas das linhas de água.

No POC será instalada uma estação metereológica que permitirá, entre outros, a medição da pluviosidade no local da obra (ver desenhos do Volume 3, Tomo 1, Série 2400).

Será, também, implementado um sistema de monitorização sísmico para medição das vibrações devido a sismos (naturais ou induzidos), recorrendo a acelerómetros triaxiais instalados no coroamento do aterro, no perfil de maior altura, e no maciço rochoso próximo do pé de jusante do aterro.

Nas peças desenhadas são pormenorizados os percursos indicativos para os caminhos de cabos do sistema de automação para ligação dos instrumentos ao edifício do Posto de Observação e Comando (POC).

Recomenda-se que o LNEC acompanhe a instalação dos dispositivos de monitorização, pelo que o Diretor Técnico de Obra deverá informar, atempadamente, as datas previstas para a sua instalação.

Conforme referido no Capítulo 1 e estabelecido no artigo 23º das NOIB, no decurso da construção podem ocorrer situações que impliquem alterações ao plano de observação agora definido, devendo o mesmo ser adaptado. Essas alterações deverão ser realizadas pelos responsáveis pela adaptação do plano de observação, revistas pelo LNEC e aprovadas pela Autoridade. No final da construção, o Empreiteiro deverá elaborar um relatório detalhado de instalação dos dispositivos de observação e da sua exploração durante a construção (histórico de leituras).

Nos subcapítulos seguintes descrevem-se as características e localização dos instrumentos com mais detalhe.

5.2.2 Marcas de Referência

Está prevista a execução de 4 marcas de referência (MR1 a MR4) para estacionamento do equipamento de medição e execução das leituras planimétricas e altimétricas das marcas superficiais a instalar no aterro. Não obstante de no Desenho 001 apresentarem-se as localizações propostas em planta para estas marcas, as mesmas deverão ser aferidas no local, por técnicos especializados em monitoramento geodésico e geologia/geotecnia, por forma a assegurar condições de visibilidade e de estabilidade da fundação.

Os marcos de referência serão executados em betão, consistindo em pilares circulares com 1,25 m de altura, apoiados sobre um maciço em betão. As peças de centragem forçada para estacionamento do equipamento de medição serão solidarizadas aos pilares e deverão ser protegidas por um caixa de modo a reduzir deformações devido à exposição solar ou danos por vandalismo.

5.2.3 Marcas Superficiais

Serão instaladas 26 marcas de superficiais com peça de centragem forçada, dispostas de forma a medir deslocamentos verticais e horizontais que ocorram no talude de jusante da barragem, com a seguinte localização:

- treze marcas no alinhamento de jusante do coroamento (MS1 a MS13);
- marcas no alinhamento da banquetta superior (MS14 a MS23);
- três marcas no alinhamento da banquetta intermédia (MS24 e MS26).

As marcas superficiais a executar no coroamento serão peças em betão armado constituídas por pilares com secção de 0,30x0,30 m e 2,00 m de altura, fundados numa sapata de 0,90x0,90.

As marcas superficiais a executar nas banquettas consistem em pilares circulares em betão armado com 0,50 m de altura, apoiados sobre um maciço em betão.

As peças de centragem forçada para estacionamento do equipamento de medição serão solidarizadas aos pilares.

Deverá garantir-se que as marcas ficam bem solidarizadas ao aterro, de modo a serem lidos movimentos do aterro e não das próprias marcas, devido a más condições de fundação.

5.2.4 Tacos de Nivelamento

Serão executados 57 tacos de nivelamento, dispostos no alinhamento de jusante do coroamento, conforme representado nos Desenhos, por forma a avaliar o perfil de assentamento do aterro. Em ambos os encontros do aterro está prevista a instalação de dois tacos de nivelamento de referência.

Quer os tacos de nivelamento, quer os tacos de referência, deverão ser solidarizados a um maciço em betão, conforme representado no Desenho 0003 de pormenores.

A medição dos assentamentos nos tacos de nivelamento será realizada através de nivelamento geométrico.

5.2.5 Inclínómetros e Extensómetros Verticais Magnéticos

Está prevista a instalação de tubos inclinométricos que permitirão a leitura de deslocamentos horizontais e verticais no interior do aterro. Serão instalados oito tubos inclinométricos distribuídos pelos perfis PO4, PO6 e PO7, indicados no subcapítulo 5.2.1 e conforme representado nos Desenhos 001 e 002.

Os tubos inclinométricos, normalmente com diâmetro de 70 mm e 3 m de comprimento, são instalados durante a fase de construção. São colocados na vertical à medida que se constrói o aterro, devendo o primeiro tubo ficar bem encastrado na fundação (foi previsto um encastramento de 5 m na fundação, recorrendo-se para tal a furação), sendo acrescentados novos tubos quando uma camada atinge o topo do último tubo instalado. Os topos são unidos através de peças rebitadas existentes nos extremos dos tubos para esse efeito ou por uniões de encaixe rápido, assegurando a sua perfeita continuidade.

Os deslocamentos horizontais são medidos de 0,5 em 0,5 m por meio de sensores, designados por torpedos, que permitem determinar as deformações do tubo.

Durante a construção do aterro serão, ainda, instalados anéis magnéticos do tipo prato e “aranha” (no aterro e fundação, respetivamente) no exterior dos tubos inclinométricos, que permitirão a medição dos assentamentos. Estes anéis serão instalados a meio de cada trecho de tubo ficando, assim, distanciados de 3 m, sendo os assentamentos medidos através de uma sonda que é introduzida no tubo inclinométrico e que deteta a posição dos anéis magnéticos.

Para evitar que os tubos sejam danificados durante os trabalhos de compactação deve colocar-se em avanço um maciço de solo do tipo 1 junto ao tubo ou envolvê-lo com uma proteção metálica.

A leitura e a comparação das deformações no aterro durante a fase de construção permitem avaliar a rigidez dos materiais e a adequação do processo construtivo. Durante a exploração, a medição serve para detetar eventuais sinais de instabilização do aterro e avaliar a importância da fluência no comportamento dos solos.

5.2.6 Células de tensão total

Está prevista a instalação de onze células de tensão total para medição e comparação das tensões verticais teóricas na zona de maior altura da barragem, na zona da ombreira esquerda e acima da galeria de tomada de água e descarga de fundo, para avaliação de eventuais diferenças devido à geometria do vale ou à existência de uma estrutura rígida em betão.

Considerou-se também a instalação de uma célula de tensão total junto à parede da galeria de tomada de água e descarga de fundo, para medição das tensões horizontais instaladas na zona lateral da galeria.

As células de pressão total estarão conectadas à central de leituras localizada no POC. Não obstante de estar prevista a sua automatização, durante a construção deverão ser garantidas as leituras destes aparelhos através do recurso a um data logger portátil.

Por forma a garantir que os cabos de medição não sofrem danos decorrentes de deformações do aterro, os cabos deverão ser instalados com alguma folga ao longo das valas (deverá dispor-se os cabos de uma forma “serpenteante”).

5.2.7 Medidores de Caudais

Para além da linha de água principal, o aterro intersecta várias linhas de água secundárias, pelo que o sistema de drenagem interna definido apresenta sete saídas diferentes, materializadas pela execução de tapetes drenantes nas zonas baixas. Os caudais de cada saída serão coletados para caixas medidoras de caudal, nas quais deverão ser instalados descarregadores tipo “v-notch”, em aço inoxidável, para leitura do caudal, aos quais estarão associados transdutores de pressão para medição do nível de água e consequente determinação do caudal. Estes de transdutores de pressão estarão conectados à central de leituras localizada no POC.

A referida caixa permitirá ainda verificar visualmente se está a ocorrer arraste de finos, mediante observação de turbidez na água.

Estes instrumentos permitirão avaliar os caudais captados pelo sistema de drenagem que percolam pelo corpo da barragem ou pelo maciço de forma automática, ou manual (através de leituras do nível de água numa escala limnimétrica).

O dispositivo V-Notch é um descarregador do tipo triangular instalado à saída das caixas de medição, que foi dimensionado de acordo com a formulação de Kindsvater-Shen indicada no Water Measurement Manual do USBR.

$$Q = 4,28 \times C \times \tan(\theta/2) \times H^{5/2} \text{ (em ft}^3\text{/s)}$$

Com:

Q = Caudal (em ft³/s)

C = coeficiente de descarga função de θ

θ = ângulo do descarregador em V

$H = H_1 + kh$ (em ft)

H_1 = altura do descarregador em V

kh : coeficiente de correção em função de θ

Derivando para o sistema métrico, a equação anterior fica:

$$Q = 0,121 \times C \times \tan(\theta/2) \times (H/0.305)^{5/2} \text{ (em m}^3\text{/s)}$$

Foi adotado um $\theta = 60^\circ$, pelo que os valores de C e de kh são de 0,575 e 0,0011m.

Esta formulação será então a que deverá ser utilizada para avaliação do caudal percolado utilizando o V-Notch instalado em cada um dos medidores de caudais. Assim, tendo em conta as características geométricas do sistema, a expressão a utilizar reduz-se à seguinte equação:

$$Q = 0,0402 \times (H_1/305 + 0,00361)^{5/2}$$

em que Q é o caudal percolado em m³/s e H₁ é altura da lâmina de água no V-Notch em milímetros (mm), permitindo ler valores de caudal até 0,014m³/s (14 l/s).

Os pormenores destes elementos são apresentados no Desenho 003, devendo a sua geometria ser ajustada em fase de obra, devido às adaptações necessárias à topografia final a jusante da barragem.

5.2.8 Piezómetros Elétricos

Conforme estabelecido no Capítulo 5.2.1, previu-se a instalação de piezómetros elétricos nos perfis de maior altura da barragem (PO1 a PO7), conforme apresentado nos Desenhos 001 e 002, por forma a garantir a automatização do sistema de monitorização da percolação.

Estes piezómetros serão instalados no corpo do aterro, nomeadamente no núcleo e a jusante do filtro chaminé, no contacto entre aterro e a fundação e na fundação. Estes piezómetros permitirão avaliar a rede de percolação estabelecida e a adequabilidade do tratamento da fundação e do sistema de drenagem interna.

Propõe-se a execução de 19 furos para instalação de 35 piezómetros elétricos, dispostos conforme definido nos Desenhos 001 e 002.

Os piezómetros serão instalados em furos de sondagem na fundação, ou no interior do aterro, e terão câmaras de captação com 1 e 2 m de altura, conforme sejam executados no aterro ou na fundação, respetivamente. As câmaras de captação serão constituídas por um filtro de areia grossa onde será instalada o transdutor de pressão piezométrico.

Salienta-se que a localização dos piezómetros a instalar na fundação deverá ser ponderada/confirmada durante os trabalhos de instalação, em função de eventuais ressurgências que se observem durante a construção, ou de outras condições particulares explicitadas no decorrer desses trabalhos.

Os piezómetros elétricos serão conectados à central de leituras localizada no POC. Não obstante de estar prevista a sua automatização, durante a construção deverão ser garantidas as leituras destes aparelhos através do recurso a um data logger portátil.

Por forma a garantir que os cabos de medição dos piezómetros não sofrem danos decorrentes de deformações do aterro, os cabos deverão ser instalados com alguma folga ao longo das valas (deverá dispor-se os cabos de uma forma “serpenteante”).

5.2.9 Piezómetros Hidráulicos

Para a medição das pressões intersticiais na fundação e no corpo do aterro da barragem considerou-se, adicionalmente aos piezómetros elétricos, a instalação de piezómetros hidráulicos tipo “Casagrande”. Tal como os elétricos, os piezómetros hidráulicos permitirão avaliar a adequabilidade do tratamento da fundação e do sistema de drenagem interna, garantindo, adicionalmente, obter leituras de confirmação das medições automatizadas dos piezómetros elétricos. Por outro lado, os piezómetros hidráulicos conferem uma maior robustez ao sistema de observação, dado que asseguram a continuidade de leituras (uma vez que são realizadas manualmente) em caso de anomalias de funcionamento no sistema de automação.

Propõe-se a execução de 6 furos para instalação de 12 piezómetros hidráulicos no perfil de observação PO5, conforme definido nos Desenhos 001 e 002. Adicionalmente e conforme referido anteriormente, foram previstos 4 perfis de observação de redundância (PO2', PO3', PO4' e PO7'), a serem materializados numa posição adjacente aos perfis de observação principais (PO2, PO3, PO4 e PO7), onde apenas se prevê a instalação de piezómetros hidráulicos, em posições semelhantes à posição dos piezómetros elétricos previstos nos perfis de observação principais. Nestes 4 perfis de redundância serão instalados 9 piezómetros na fundação e 10 piezómetros no aterro.

Os piezómetros serão instalados em furos de sondagem na fundação, ou no interior do aterro, e terão câmaras de captação com 1 e 2 m de altura, conforme sejam executados no aterro da barragem ou na fundação, respetivamente. As câmaras de captação serão constituídas por um filtro de areia grossa onde será instalada a ponteira tipo “Casagrande”.

Salienta-se que a localização dos piezómetros a instalar na fundação deverá ser ponderada/confirmada durante os trabalhos de instalação, em função de eventuais ressurgências que se observem durante a construção, ou de outras condições particulares explicitadas no decorrer desses trabalhos.

A leitura dos piezómetros hidráulicos será feita manualmente no local, de acordo com as periodicidades definidas na Tabela 5.4.

5.2.10 Dispositivos para Medição do Nível de Água na Albufeira

Na torre de tomada de água será instalada uma escala limnimétrica com 32 m, em fibra de vidro, graduada com cotas altimétricas em metros, decímetros e centímetros (no mesmo

referencial topográfico que o utilizado no Plano de Observação) e com a indicação do NmE de abastecimento, NmE de rega, do NPA e do NMC.

Instalar-se-á ainda uma segunda escala limnimétrica no muro da bacia de entrada do descarregador de cheias com as mesmas características da anterior, mas apenas com 7,5 m de altura e indicação do NPA e do NMC.

Será ainda possível a leitura e registo automático em contínuo do nível da albufeira através das sondas de nível instaladas na tomada de água, ligadas à central de leitura (ver Tomo 2 do Volume 4).

5.2.11 Pluviómetro

Será instalada uma estação meteorológica na cobertura do POC (ver desenhos do Volume 3, Tomo 1, Série 2400) que incluirá, entre outros, um pluviómetro, ligado à central de leitura.

5.2.12 Sistema de monitorização sísmico

Será instalado um sistema para medição das vibrações na barragem e no terreno natural devido a sismos, através de dois acelerómetros triaxiais com comunicação entre si, de modo a que, se forem detetados movimentos dentro da gama de frequências pretendida (“strong motion”), se inicie o registo das leituras nos dois instrumentos. Prevê-se que os acelerómetros se localizem nos seguintes pontos:

- junto ao pé, no terreno natural, na zona do perfil mais alto da barragem. A base do sismógrafo deverá estar fundada em rocha competente;
- no coroamento, na zona mais alta da barragem.

Os dois acelerómetros deverão estar sincronizados, sendo que em caso de ativação do sismógrafo da base o sismógrafo do aterro também deverá iniciar o registo no mesmo instante.

Os acelerómetros triaxiais serão conectados à central de leituras localizada no POC.

5.3 INSPEÇÕES VISUAIS

5.3.1 Fase de Exploração

Complementarmente à monitorização dos dispositivos de observação, deverão ser realizadas inspeções visuais à barragem, com o objetivo de detetar sinais ou evidências de deteriorações ou sintomas de envelhecimento, bem como anomalias do sistema de observação instalado.

As inspeções visuais podem ser classificadas em três categorias: de rotina, de especialidade e de carácter excepcional e serão da responsabilidade das entidades indicadas na Tabela 5.1.

As inspeções visuais de rotina, durante a fase de exploração da barragem, deverão ser efetuadas pelos agentes responsáveis pela exploração do sistema de observação, com a frequência indicada na Tabela 5.4. As inspeções visuais de especialidade deverão ficar a cargo dos responsáveis pela elaboração dos relatórios de comportamento da barragem e de avaliação de segurança.

Após ocorrência de uma situação excepcional deverão ser realizadas inspeções de carácter expedito, realizadas pelo técnico responsável pela exploração, em colaboração com os agentes responsáveis pela exploração do sistema de observação. A essas inspeções deve seguir-se, no mais curto prazo possível, uma inspeção de carácter excepcional, conduzidas pela Autoridade (APA), com a colaboração dos responsáveis pela análise do comportamento e avaliação de segurança da barragem.

As inspeções visuais de carácter excepcional devem “*ser realizadas na sequência de ocorrências excecionais ou de circunstâncias anómalas, tais como sismos, cheias, rotura de barragens a montante, queda de taludes para o interior da albufeira envolvendo grandes massas, subsidência de terrenos ou sempre que os valores de grandezas de observação excedam significativamente os previstos*” (Artº 40º das NOIB).

Considera-se que estes eventos podem ser quantificados da seguinte forma:

- grandes cheias: associadas a um nível de água sobre a soleira do descarregador de cheias com cota igual ou superior a 249,55 m, correspondente a uma cheia com um período de retorno de 100 anos;
- sismo importante: se provocar alguns danos na barragem ou em estruturas situadas na sua vizinhança, considerando-se sismos importantes, os sismos que apresentarem as características indicadas na Tabela 5.2.

Tabela 5.1 – Intervenientes nas inspeções durante a fase de exploração

Categoria da inspeção	Realizada por	Colaboração/accompanhamento
Rotina	Agentes encarregados da exploração do sistema de observação	Anualmente, devem ser conduzidas pelo Técnico responsável pela exploração
Especialidade	Responsáveis pela análise do comportamento e avaliação de segurança	Técnico responsável pela exploração Agentes encarregados da exploração do sistema de observação
Excecional	Autoridade (APA) Técnico responsável pela exploração*	Agentes encarregados da exploração do sistema de observação Responsáveis pela análise do comportamento e avaliação de segurança

* Deverá realizar inspeções de carácter expedito antes da inspeção excecional e no mais curto prazo possível após ocorrência excecional

Tabela 5.2 - Características dos sismos cuja ocorrência implica a realização de inspeções excecionais

Magnitude	Distância ao epicentro (km)
> 4	< 25
> 5	< 50
> 6	< 80
> 7	< 125
> 8	< 200

No Anexo 1 apresenta-se um modelo da Ficha de Inspeção Visual elaborada para a barragem, onde se indicam os locais a inspecionar, e que deverá servir de orientação aos diferentes aspetos a observar nas inspeções visuais.

No entanto, em termos gerais, os principais aspetos a ter em atenção nas inspeções são os seguintes:

- albufeira, verificando sinais de instabilização nos taludes e materiais em flutuação que podem potenciar a obstrução de órgãos hidráulicos;
- zonas da albufeira propícias à ocorrência de perdas de água importantes;
- paramento de montante, verificando a ocorrência de erosão, meteorização e perda de material de proteção;

-
- coroamento, verificando a ocorrência de erosão, fissuras, assentamentos ou desvios de alinhamento;
 - paramento de jusante, verificando a ocorrência de fendas, abatimentos ou empolamentos, ressurgências, sinais de instabilização, vegetação excessiva, erosão;
 - encontros, verificando a ocorrência de ressurgências, erosão nos contactos ou sinais de instabilização;
 - zona a jusante da barragem, verificando a ocorrência de ressurgências de água/zonas húmidas, assentamentos, erosões ou sinais de instabilidade;
 - órgãos hidráulicos, verificando a ocorrência de desalinhamentos e deteriorações nas estruturas ou nos equipamentos, verificação de eventuais indícios de passagens de água preferenciais ou sinais de erosão interna (abatimentos, depressões ou cavidades) em terrenos confinantes/contactos e verificação de eventuais indícios de instabilizações nos taludes adjacentes que possam comprometer o funcionamento destes órgãos;
 - dispositivos de observação, no que respeita ao seu estado de conservação, manutenção e de funcionamento.

Os relatórios de inspeção deverão conter, para além das fichas de inspeção visual devidamente preenchidas, a descrição das anomalias que eventualmente sejam detetadas e histórico de anomalias anteriores, com indicação da sua correção, ou não. Deverão, ainda, apresentar-se fotografias comentadas que apresentem o estado de conservação da barragem e as referidas anomalias.

Salienta-se que os aspetos a inspecionar poderão ser adaptados na fase subsequente de atualização deste plano, por forma a ter em consideração novos aspetos, face a eventuais ocorrências, com significado do ponto de vista da segurança, que possam ocorrer durante as fases de construção e de primeiro enchimento.

5.3.2 Fase de Construção

Durante a fase de construção deverão respeitar-se as disposições relativas aos aspetos a controlar nas inspeções indicados no Capítulo 5.3.1, bem como as que se descrevem no presente capítulo.

No que refere às três categorias de inspeções visuais, durante a obra serão da responsabilidade das entidades indicadas na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Intervenientes nas inspeções durante a fase de construção

Categoria da inspeção	Realizada por	Colaboração/acompanhamento
Rotina	Fiscalização	Responsáveis pela instalação e exploração do sistema de observação
Especialidade	Responsáveis pela análise do comportamento e avaliação de segurança	Diretor técnico da obra Fiscalização Autor do Projeto e responsáveis pela assistência técnica
Excepcional	Autoridade	LNEC Responsáveis pela análise do comportamento e avaliação de segurança Diretor técnico da obra Fiscalização Autor do Projeto e responsáveis pela assistência técnica

As inspeções deverão decorrer com a frequência indicada na Tabela 5.4.

As inspeções de rotina devem ser seguidas pela elaboração de um relato de pormenor e, mensalmente, de um relato sucinto a enviar à Autoridade e ao LNEC.

Das inspeções de especialidade deverá resultar um documento com os principais resultados da inspeção, o qual deverá ser integrado nos relatórios de controlo de segurança estrutural a elaborar durante a obra.

Deverão, ainda, realizar-se inspeções excepcionais sempre que se verifique a ocorrência de circunstâncias anómalas que possam influenciar a segurança ou a funcionalidade da obra, tais como cheias e sismos, cujos eventos podem ser quantificados da seguinte forma:

- cheias: eventos com período de retorno igual ou superior ao período de retorno de dimensionamento do sistema de desvio provisório ($T = 50$ anos);
- sismo importante: se provocar alguns danos na barragem ou em estruturas situadas na sua vizinhança, considerando-se sismos importantes, os sismos que apresentarem as características indicadas no Tabela 5.2.

5.4 FREQUÊNCIA DAS OBSERVAÇÕES

A frequência adotada para as observações visuais de rotina é definida em função do comportamento previsto e das grandezas a observar. Tendo em consideração as NOIB, indicam-se na Tabela 5.4 as frequências a adotar para a observação dos diferentes dispositivos e para a realização das inspeções visuais.

Tabela 5.4 – Frequências preconizadas para a observação

Observação		Fase da vida da obra			
		Construção	Primeiro enchimento	Exploração	
				5 anos iniciais	Período posterior
Deslocamentos	Superficiais	-	Início, patamares e fim do enchimento ou esvaziamento rápido ou semestral	Anual	
	Internos	Semanal	Início, patamares e fim do enchimento ou esvaziamento rápido ou mensal	Trimestral	
Tensões totais		Semanal	Registo automático em contínuo (mínimo 1 leitura por dia)		
Caudais		Semanal (eventual)	Registo automático em contínuo* (mínimo 1 leitura por dia)		
Pressões intersticiais	Piezómetros hidráulicos	Semanal	Início, patamares e fim do enchimento ou esvaziamento rápido ou mensal	Mensal	
	Piezómetros eléctricos	Semanal	Registo automático em contínuo (mínimo 1 leitura por dia)		
Inspeções visuais	Rotina	Semanal	Início, patamares e fim do enchimento ou esvaziamento rápido ou semanal	Mensal	
	Especialidade	Mensal	Início, patamares e fim do enchimento ou esvaziamento rápido ou semestral	Anual	
	Excepcionais	Após ocorrência excepcional			
Níveis da albufeira		-	Registo automático em contínuo (mínimo 1 leitura por dia)		
Precipitação		Diário			

(*) A automatização das leituras não dispensa a realização de leituras manuais (com frequência mensal) pelos agentes encarregados pela exploração do sistema, podendo a frequência das leituras ser diminuída com base na fiabilidade e eficiência das leituras automatizadas.

6 PLANO DE PRIMEIRO ENCHIMENTO

6.1 ÂMBITO DO PLANO DE PRIMEIRO ENCHIMENTO

No presente Capítulo apresentam-se orientações para elaboração do Plano de Primeiro Enchimento (PPE), que deverá ser desenvolvido com adequada antecedência em relação ao início do primeiro enchimento da albufeira para ser revisto pelo LNEC e aprovado pela Autoridade. Desta forma, na elaboração do PPE serão tidos em conta, por um lado as especificações dos instrumentos efetivamente instalados e eventuais alterações ao plano de observação que tenham ocorrido durante a construção para adequação às reais condições, e, por outro, a informação relativa ao comportamento da estrutura adquirida durante a sua construção.

Do ponto de vista do risco envolvido, o primeiro enchimento é a fase mais crítica da obra, pelo que a legislação prevê a elaboração de um PPE que defina os procedimentos necessários ao exercício do controlo de segurança estrutural da barragem no primeiro carregamento hidráulico.

Este controlo de segurança destina-se a evitar a ocorrência de acidentes e incidentes ou minimizar os seus efeitos, assegurar que as obras e os equipamentos estão em condições de suportar as ações de serviço e que estes últimos funcionam adequadamente e avaliar a eficácia do sistema de observação.

No caso da existência de anomalias, o plano deve traçar as ações a conduzir de modo a minimizar as suas consequências.

Segundo o RSB, o PPE deve conter indicações sobre:

- inspeções visuais;
- seleção de grandezas a observar, destinadas a um controlo expedito de segurança;
- frequência de recolha de dados em função do programa de enchimento da albufeira;
- patamares de enchimento, quando se justifique, correspondendo a cada patamar uma visita de inspeção e uma avaliação de segurança;
- modelos de comportamento para o apoio da avaliação da segurança estrutural;
- verificação da operacionalidade dos órgãos de segurança e exploração.

6.2 SISTEMA DE OBSERVAÇÃO E INSPEÇÕES VISUAIS

No Capítulo 4 foi apresentada a justificação das grandezas a observar, os dispositivos de observação a instalar e as frequências de recolha de dados a adotar durante a fase de primeiro enchimento.

Os valores de referência a considerar, determinadas a partir de modelos de comportamento, são apresentadas no Capítulo 7.2, de modo a permitir a avaliação das condições de segurança e funcionalidade da obra. Estes valores deverão ser reavaliados após a fase de construção tendo em conta o comportamento observado do aterro.

Foram também descritos os tipos e frequências das inspeções visuais a realizar durante esta fase da vida da obra, assim como os intervenientes nessas inspeções. Complementarmente, e conforme previsto nas normas de exploração da barragem, também na fase de primeiro enchimento deverá ser verificada a operacionalidade dos órgãos de segurança e exploração.

Após a elaboração do PPE e a sua aprovação pela Autoridade, deve realizar-se a inspeção prévia ao primeiro enchimento da albufeira (artigo 30º do RSB e artigo 30º das NOIB), a qual se destina a verificar se o estado da obra é satisfatório, em termos de segurança e funcionalidade, se os órgãos de segurança e exploração e os equipamentos do sistema de observação estão em boas condições de funcionamento e se o plano de emergência interno se encontra implementado, para assim dar início ao primeiro enchimento. Esta inspeção prévia deverá ser levada a cabo pela Autoridade perante o Técnico Responsável pela exploração, com a participação dos Serviços de Proteção Civil (SNPC) e do LNEC, recomendando-se que, tendo em conta as características da obra, esta inspeção ocorra concomitantemente com o final da construção, ou imediatamente após.

As inspeções visuais a realizar no decurso do primeiro enchimento devem procurar observar os aspetos críticos da obra, nomeadamente os que estão relacionados com potenciais deteriorações, bem como os que permitem conduzir a informação complementar à interpretação e análise do comportamento da estrutura, deduzida da exploração do sistema de observação.

6.3 PATAMARES DE ENCHIMENTO

Os patamares de enchimento permitem a aferição do comportamento da barragem de um modo escalonado para as ações de dimensionamento e, assim, se necessário, aplicar eventuais ações corretivas.

Perante as características da barragem, propõe-se dois patamares de enchimento:

- 234,00 (34 m acima do pé do talude de montante e 12 m abaixo do NPA), correspondendo a cerca de 34% da capacidade de armazenamento ao NPA;

- 242,00 (42 m acima do pé do talude de montante e 6 m abaixo do NPA), correspondendo a cerca de 67% da capacidade de armazenamento ao NPA.

As cotas propostas para os patamares de enchimento poderão ser alvo de revisão, com base na época em que se pretende realizar o primeiro enchimento e com o balanço hidrológico.

Para cada patamar de enchimento deverá ser mantido o nível de água da albufeira estacionário cerca de 3 meses, admitindo-se uma tolerância de ± 1 m, de modo a permitir a avaliação do comportamento da estrutura perante a aplicação de cargas praticamente constantes. Nesse sentido, a contagem do período estacionário poderá iniciar-se assim que o nível de água atingir 1 m abaixo dos patamares estabelecidos.

No caso de o regime das afluições à albufeira impossibilitar a manutenção do patamar, tendo já em conta a tolerância indicada, deve-se aumentar a frequência da leitura dos dispositivos de observação, embora se devam manter em funcionamento os órgãos de descarga de modo a repor a cota do patamar.

Será necessária a aprovação do adequado comportamento da barragem pela Autoridade, com base num parecer do LNEC, para se poder prosseguir ao enchimento da albufeira para o patamar seguinte (artigo 33º das NOIB).

6.4 GRADEZAS A OBSERVAR PARA CONTROLO EXPEDITO DE SEGURANÇA

Durante a fase de primeiro enchimento dever-se-á assegurar o controlo da segurança da estrutura, tendo por base a evolução das principais gradezas a monitorizar. Nesse sentido, para o controlo expedito da segurança, dever-se-á ter em especial atenção a evolução das seguintes grandezas:

- Caudais de percolação, medidos nos medidores de caudais: a percentagem de caudal medida no medidor de caudais MC7 deverá ser, mínimo, da ordem de 50% do caudal total medido em todos os medidores de caudal; caso os caudais medidos nos medidores de caudal ultrapassem 25% dos valores expectáveis (Tabela 7.1) poderá ser indiciador de um comportamento anómalo, devendo desencadear uma análise aprofundada do comportamento global da barragem, incluindo o aumento da periodicidade das leituras dos piezómetros; caso os caudais medidos nos medidores de caudal ultrapassem 50% dos valores expectáveis (Tabela 7.1) deverá ser interrompido o enchimento até se ter um entendimento claro do comportamento da barragem, devendo apenas ser retomado o enchimento após a estabilização de todas as grandezas e desde que não sejam identificadas outras anomalias no aterro; nesta última situação é recomendável o aumento da periodicidade das leituras de todos os dispositivos de observação;

-
- Pressões intersticiais: especial atenção deverá ser dada aos piezómetros localizados no talude de jusante, a cotas acima do sistema de drenagem interna. Medições de pressões intersticiais nesses dispositivos deverá ser indiciador de um comportamento anómalo, devendo desencadear uma análise aprofundada do comportamento global da barragem;
 - Assentamentos superficiais: caso os assentamentos no coroamento atinjam 0,15% da altura da barragem (na secção em análise) poderá ser indiciador de um comportamento anómalo, devendo desencadear uma análise aprofundada do comportamento global da barragem; caso os assentamentos no coroamento atinjam 0,3% da altura da barragem (na secção em análise) deverá ser interrompido o enchimento até se ter um entendimento claro do comportamento da barragem, sendo que o enchimento apenas deve ser retomado após a estabilização de todas as grandezas e desde que não sejam identificadas outras anomalias no aterro; nesta última situação é recomendável o aumento da periodicidade das leituras de todos os dispositivos de observação;
 - Deslocamentos internos: a identificação de distorções acentuadas nos inclinómetros poderá ser indiciadora da geração de um mecanismo de instabilização, devendo desencadear uma análise aprofundada do comportamento global da barragem.

Adicionalmente, especial atenção deverá ser dada a variações significativas ou bruscas das grandezas a monitorizar, que não sejam justificáveis por alteração das condições de carregamento da estrutura, situações estas que também devem desencadear uma análise aprofundada do comportamento global da barragem.

6.5 COLABORAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES ENVOLVIDAS NO CONTROLO DA SEGURANÇA DURANTE O PRIMEIRO ENCHIMENTO

A eficácia do controlo de segurança depende, em grande parte, de uma clarificação quanto à repartição de tarefas das diversas entidades envolvidas na aplicação do PPE. É um aspeto que se reveste de enorme importância, pois devem ser bem estabelecidas e clarificadas as competências e obrigações de cada um dos seus intervenientes nas atividades envolvidas no controlo de segurança da barragem. Este assunto deve ser tratado antes de se iniciar a aplicação do PPE e deve constar na inspeção prévia ao primeiro enchimento, devendo atender às competências atribuídas pelo RSB a cada entidade envolvida no controlo de segurança da barragem.

Anteriormente à inspeção prévia, o Dono de Obra deve propor à Autoridade, para aprovação, o nome do Técnico Responsável pela exploração. Este será o representante do Dono de Obra no controlo de segurança da barragem e compete-lhe manter informada a Proteção Civil e o

LNEC sobre todos os aspetos relevantes relativos à segurança e à execução do PPE, nomeadamente sobre o andamento da cota do nível de água da albufeira. Deve ainda comunicar imediatamente à Autoridade e ao LNEC, com a respetiva justificação, as alterações ao plano de primeiro enchimento que sejam inevitáveis.

Na fase de primeiro enchimento é atribuída ao LNEC, uma competência bem explícita com carácter sistemático. O artigo 31º do RSB refere que o LNEC deve elaborar, no final de cada patamar de enchimento, uma nota técnica com um parecer sucinto, mas fundamentado, em que ateste a normalidade do comportamento da obra e/ou a necessidade de serem tomadas medidas corretivas.

Após a elaboração destes documentos e no caso de indicarem que a segurança da barragem é satisfatória, a Autoridade fica em condições de autorizar o prosseguimento do enchimento.

A realização das leituras do sistema de observação e das inspeções visuais de rotina ficarão sobre a competência e responsabilidade do Dono de Obra, devendo este contratar uma equipa com capacidade técnica para o exercício daquelas funções. Para além da atividade de carácter sistemático, o LNEC poderá vir a realizar campanhas de validação das leituras dos dispositivos de observação, com uma frequência necessariamente baixa.

Para acompanhamento do comportamento da estrutura e avaliação da sua segurança devem ser enviados ao LNEC, atempadamente, em suporte informático, os dados obtidos nas campanhas de observação e os relatórios das inspeções visuais de rotina, bem como os relatórios sucintos, com a validação e traçado de diagramas de interpretação das grandezas objeto de observação. Esta última atividade faz parte do processamento da informação e validação dos resultados e deve ser efetuada logo após a aquisição dos dados, de modo a decidir-se sobre a sua aceitação ou a necessidade de repetir leituras.

O Técnico Responsável pela exploração deverá ainda coordenar também as visitas de inspeção de rotina. As visitas de especialidade deverão ficar a cargo do LNEC, com a participação sempre que possível da Autoridade.

Durante o primeiro enchimento e no caso da deteção da ocorrência de comportamento anómalo, os agentes encarregues do controlo de segurança devem comunicar de imediato ao Dono de Obra, o qual no caso de risco iminente de acidente, deve informar a Autoridade e o SNPC.

O controlo de execução do presente plano deve concluir com a elaboração, pelo LNEC, de um relatório final do primeiro enchimento (artigo 31º do RSB), onde conste a conformidade do comportamento observado com o previsto, a proposta da execução de eventuais medidas corretivas, a eficácia e revisão do sistema de observação e eventuais adaptações a introduzir

nos modelos de comportamento. Este relatório deve constar de um documento a submeter à aprovação da Autoridade.

6.6 GARANTIA DO CAUDAL ECOLÓGICO DURANTE O PRIMEIRO ENCHIMENTO

Será necessário garantir caudal ecológico na ribeira da Seda a jusante da barragem durante todo o primeiro enchimento da albufeira, a partir do instante em que o sistema de desvio provisório da ribeira for fechado.

Enquanto o nível na albufeira não atingir o NME, será necessário garantir caudal ecológico no leito da ribeira a jusante da barragem, provisoriamente, mediante instalação prévia, na margem esquerda da albufeira, junto ao paramento de montante da barragem, de duas bombas em jangada, ligadas a uma conduta flexível DN160, com descarga imediatamente a jusante da soleira descarregadora do descarregador de cheias, conduzindo, assim, a água até à ribeira a jusante.

Logo que o nível na albufeira tenha atingido o NME, deverão ser feitos os ensaios de afinação e de ajustamento finais dos circuitos de descarga de caudal ecológico e, assim que este sistema estiver operacional, o caudal ecológico deverá ser, em definitivo, lançado por este meio para o leito da ribeira da Seda.

7 ANÁLISE DE COMPORTAMENTO E AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A leitura e interpretação dos instrumentos de observação e as inspeções visuais deverão ser complementadas pela avaliação das condições de segurança da barragem por intermédio de modelos de comportamento.

No presente capítulo apresentam-se os modelos de análise de comportamento considerados no desenvolvimento do projeto, bem como a resposta da barragem às ações associadas à construção e enchimento da barragem. A resposta desses modelos de comportamento permitirá definir as grandezas a observar de forma a garantir que o comportamento da estrutura é adequado, nomeadamente os deslocamentos superficiais e internos, a rede de percolação em regime permanente e os caudais de percolação expectáveis.

Dado que se está ainda em fase de projeto, os valores de grandeza de observação apresentados no Capítulo 7.2 são indicativos, devendo os resultados reais ser ponderados e devidamente enquadrados na situação da obra.

Os relatórios de análise de comportamento e avaliação da segurança da barragem deverão ser realizados de acordo com o seguinte esquema:

- após as inspeções visuais de especialidade, sempre que sejam detetadas deteriorações ou anomalias significativas;
- durante a construção, deverão ser feitos relatórios sucintos de análise de comportamento da barragem, quando o aterro atingir a cota 234 e quando for concluída a sua construção (antes do primeiro enchimento);
- na 1ª fase de exploração (5 anos), deverão ser feitos relatórios de análise de comportamento da barragem e avaliação da segurança da barragem após dois anos de exploração e no final dos 5 anos;
- na 2ª fase de exploração, deverão ser feitos relatórios de análise de comportamento da barragem e avaliação da segurança da barragem após cada conjunto de 5 inspeções visuais de especialidade.

Conforme referido anteriormente, o plano de observação deverá ser adaptado com adequada antecedência em relação ao início do primeiro enchimento da albufeira. Nessa fase, tendo em conta as alterações realizadas relativamente ao projeto e com base na informação adquirida durante a construção através das inspeções visuais e do sistema de observação, deverá proceder-se à atualização dos modelos de comportamento e das grandezas a observar.

7.2 MODELOS DE COMPORTAMENTO

7.2.1 Considerações gerais

Para estabelecer grandezas de observação recorreu-se aos modelos de comportamento desenvolvidos no projeto de execução para dimensionamento da barragem (Tomo 5 do Volume 1), recorrendo aos softwares comerciais Sigma/W e Seep/W da Geostudio. Esses modelos, baseados no método dos elementos finitos, permitem obter valores de grandeza expectáveis para os deslocamentos da barragem ao longo da construção e primeiro enchimento, da rede de percolação que se estabelecerá em regime permanente para o nível de pleno armazenamento (NPA) e dos valores de caudais expectáveis obter por percolação durante os patamares do primeiro enchimento e durante o período de operação.

Nos subcapítulos seguintes apresentam-se os resultados obtidos que constituem os valores de referência para o controlo de segurança da barragem.

Salienta-se que os modelos aqui apresentados deverão ser revistos/atualizados aquando da adaptação do plano de observação e da elaboração do plano de primeiro enchimento, tendo em conta, quer os ensaios de caracterização dos materiais de construção previsto realizar durante a construção da barragem, quer o comportamento da barragem observado durante essa fase.

7.2.2 Deslocamentos

Através dos gráficos apresentados da Figura 7.1 à Figura 7.4 é possível estabelecer os valores de referência de assentamento para a fase de construção e de deslocamentos horizontais devido ao carregamento hidrostático do NPA. Os perfis de deformação apresentados referem-se ao alinhamento vertical do coroamento (Figura 7.1 e Figura 7.3) e ao alinhamento vertical da banquetta superior (Figura 7.2 e Figura 7.4), onde foi prevista a instalação de inclinómetros.

Salienta-se, ainda, que, durante a construção, a medição dos assentamentos no interior do aterro (medidos nos extensómetros verticais) permitirão aferir a deformabilidade do aterro o que, comparando com os valores adotados na fase de projeto, será um bom indicador da validade dos modelos aqui apresentados.

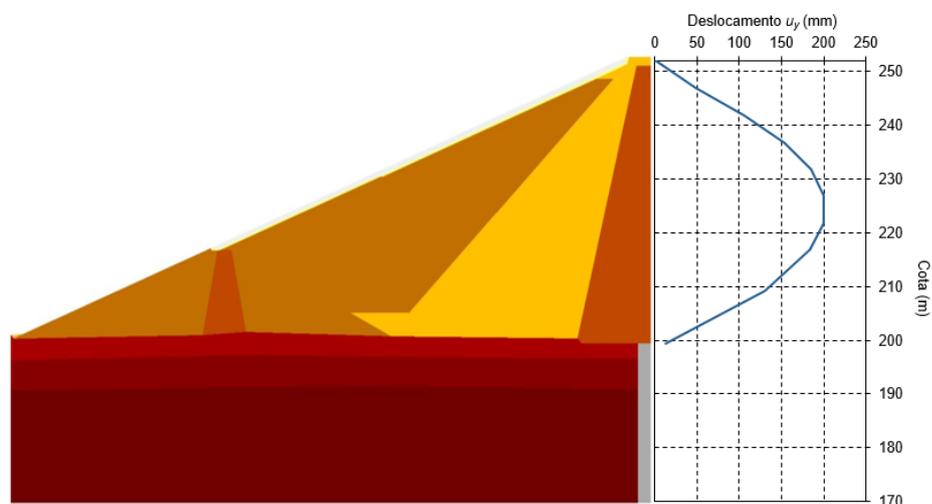


Figura 7.1 – Assentamentos representativos do alinhamento vertical do coroamento (Perfil de Cálculo 1+200)

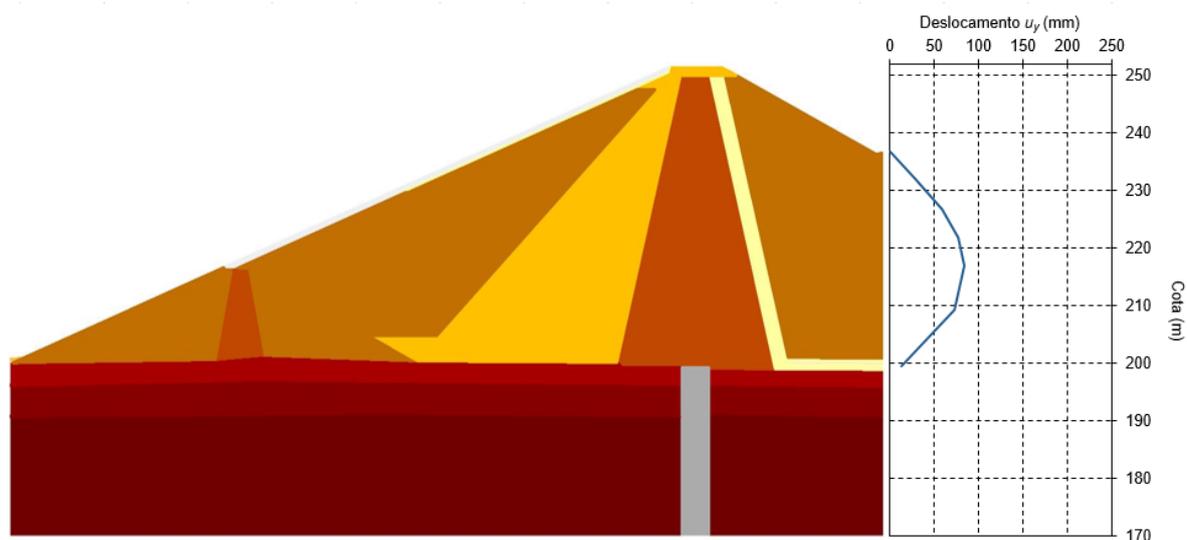


Figura 7.2 – Assentamentos representativos do alinhamento vertical da banquetta superior para a fase de construção (Perfil de Cálculo 1+200)

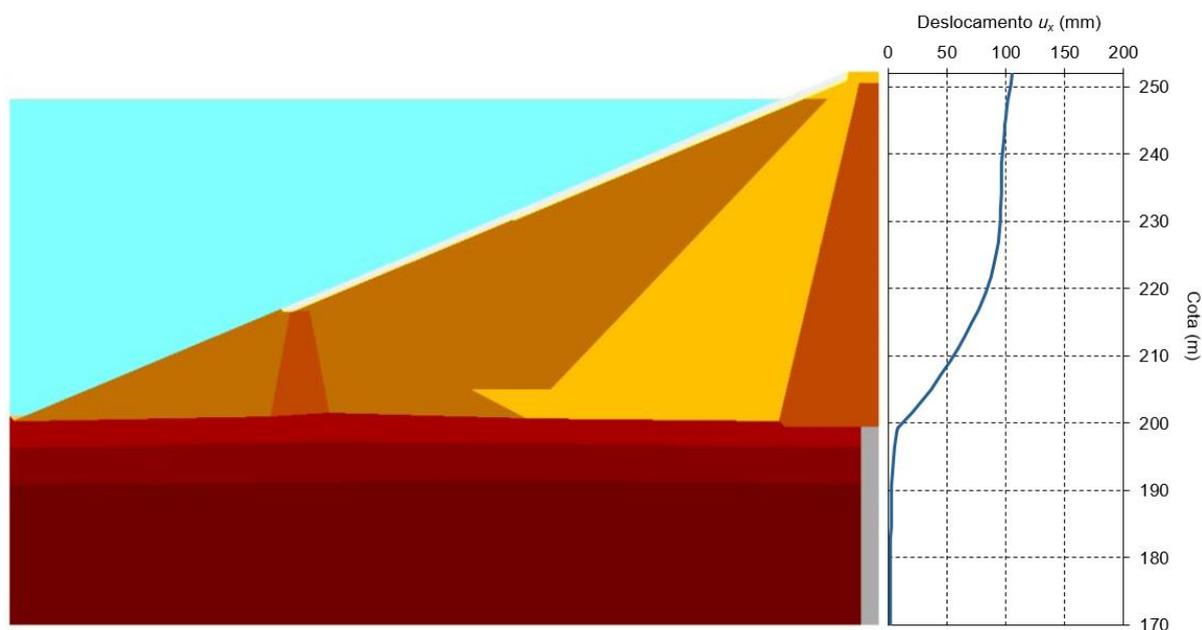


Figura 7.3 – Deslocamentos horizontais representativos do alinhamento vertical do coroamento para o pleno armazenamento (Perfil de Cálculo 1+200)

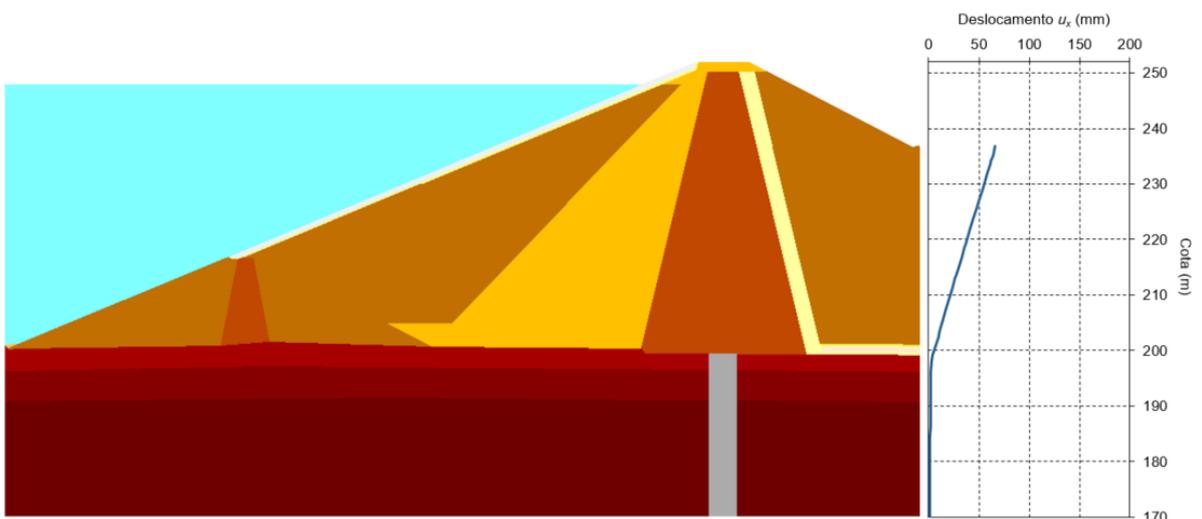


Figura 7.4 – Deslocamentos horizontais representativos do alinhamento vertical da banquetta superior para o pleno armazenamento (Perfil de Cálculo 1+200)

No que se refere aos assentamentos a longo prazo os valores estimados são os seguintes: a 3 anos, assentamentos da ordem de 35-184mm, no perfil ao 0+400, e 80-424mm, no Perfil de Cálculo 1+200; a 10 anos, assentamentos da ordem dos 46-253mm, no perfil ao 0+400, e 106-583mm, no Perfil de Cálculo 1+200.

7.2.3 Rede de percolação

Na Figura 7.5 e na Figura 7.6 apresentam-se os resultados dos cálculos para estabelecimento das redes de percolação para o NPA, considerando regime permanente, correspondentes a um perfil representativo da zona mais alta do aterro, com cerca de 54 m, e um perfil representativo das zonas intermédias, com cerca de 30 m.

A percolação ocorrerá fundamentalmente pelo corpo da barragem, sendo expectável que ocorra uma grande perda de carga no núcleo, e que a água seja encaminhada pelo sistema de drenagem interna para jusante, não sendo expectável água no corpo do aterro a jusante.

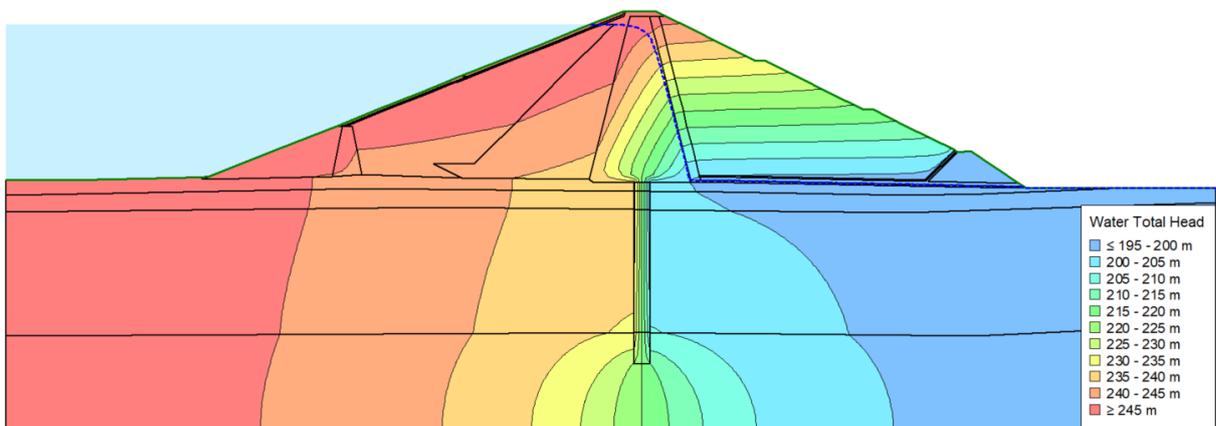


Figura 7.5 – Rede de percolação para o NPA representativo do perfil de maior altura ($h \approx 54\text{ m}$)

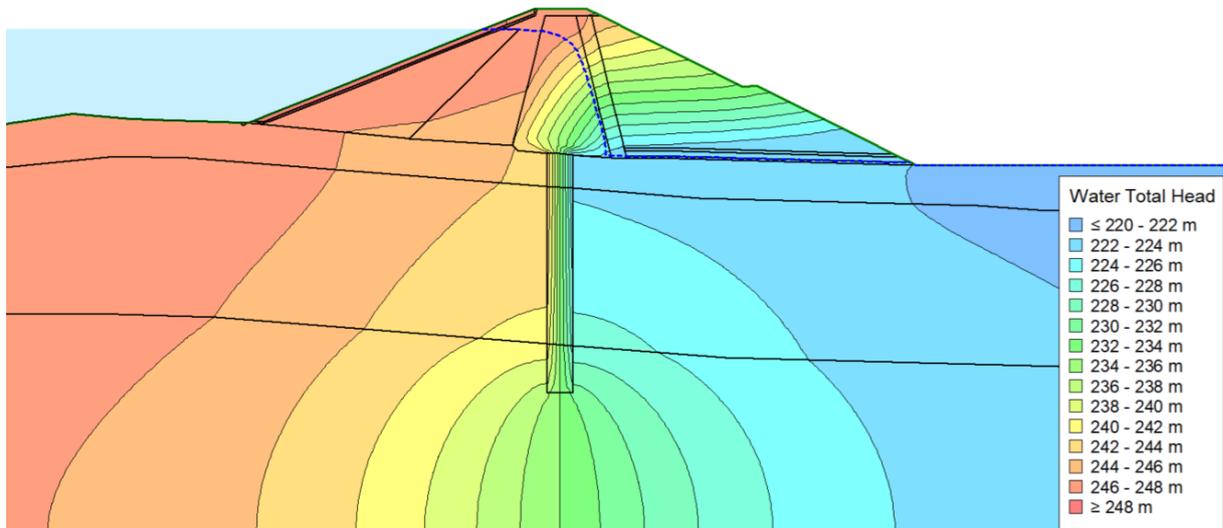


Figura 7.6 – Rede de percolação para o NPA representativo de perfil intermédio ($h \approx 30\text{ m}$)

De acordo com o exposto, na eventualidade de serem medidas pressões intersticiais acima do dreno da barragem deverá estar relacionado com anomalias no sistema de drenagem interna.

7.2.4 Caudais de percolação

Tendo por base os resultados dos modelos de cálculo de projeto foram estimados os caudais expectáveis de serem medidos em cada zona do aterro, os quais são apresentados na Tabela 7.1 tendo como referência a designação dos medidores de caudal.

Dada a reduzida altura da barragem na zona de captação de água dos medidores MC1 e MC2, desprezou-se a estimativa dos caudais nesses medidores, sendo expectável que apenas seja captada água de percolação quando a albufeira atingir níveis de água próximos do NPA, mas com valores reduzidos.

Tabela 7.1 – Caudais de percolação expectáveis nos medidores de caudais

Perfil	Caudal de percolação		
	1º patamar de enchimento	2º patamar de enchimento	NPA
MC3	0,4 l/s	0,9 l/s	1,4 l/s
MC4	0,2 l/s	0,4 l/s	0,7 l/s
MC5	0,5 l/s	1,0 l/s	1,5 l/s
MC6	0,2 l/s	0,3 l/s	0,5 l/s
MC7	2,1 l/s	2,8 l/s	3,5 l/s

8 RECOLHA DE DADOS

Tendo em consideração as características da obra e dos dispositivos de observação a instalar e as recomendações do RSB respetivamente à recolha, transmissão, validação e tratamento dos dados, será definido um sistema para a automatização da recolha, processamento e teletransmissão dos dados de leitura de alguns dos aparelhos que serão instalados para observação do comportamento da barragem.

Com este sistema poderá ser feito um acompanhamento das leituras desses aparelhos em tempo real, permitindo a realização de análises expeditas do comportamento da barragem face às leituras obtidas. Adicionalmente, a implementação deste sistema permite a redução do custo e tempo despendido na realização das leituras de forma manual no local.

Assim o sistema para realização das leituras automáticas é composto por:

- Piezómetros elétricos para medição da pressão intersticial instalada no corpo e na fundação do aterro;
- Sondas de nível para medição do nível de água nos medidores de caudais;
- Sondas de nível para medição do nível de água na albufeira (estas sondas estão associadas ao sistema de operação das comportas da tomada de água);
- Células de tensão total para medição das tensões instaladas no núcleo, na zona mais alta do aterro;
- Pluviómetro para medição dos valores de pluviosidade na zona da barragem;
- Acelerómetros triaxiais para medição das acelerações do terreno e no aterro devido a sismos.

Para além do sistema de observação descrito, está prevista a recolha de dados através de um segundo conjunto de instrumentos de observação, cujas leituras terão de ser realizadas no local, manualmente, por técnicos especializados. Estes instrumentos permitirão ler grandezas associadas a assentamentos e deslocamentos horizontais do aterro. Quanto à leitura das grandezas associadas às pressões intersticiais instaladas no corpo e fundação do aterro e dos caudais captados pelo sistema de drenagem interna, e não obstante de já serem recolhidas através do sistema automatizado, preconizou-se a instalação de instrumentos complementares, de modo a permitir ter um sistema de observação mais robusto, com redundância permitindo validar as leituras automatizadas, e que assegura a continuidade da observação do aterro na eventualidade de ocorrer uma falha no sistema de aquisição automática.

Assim, estão adicionalmente previstos os seguintes instrumentos para avaliação do comportamento da barragem:

- Marcas superficiais para medição dos deslocamentos planimétricos e altimétricos superficiais do aterro;
- Tacos de nivelamento para medição dos assentamentos superficiais do aterro;
- Tubos inclinométricos com instalação de extensómetros magnéticos para medição dos deslocamentos internos do aterro, recorrendo a uma sonda magnética para a medição dos assentamentos e de um torpedo para medição dos deslocamentos horizontais;
- Descarregadores triangulares tipo “v-notch” e escalas limnimétricas para medição dos caudais captados pelo sistema de drenagem interna;
- Piezómetros hidráulicos para medição dos valores de pressão intersticial instalados no aterro e na respetiva fundação;
- Escalas limnimétricas para medição do nível de água na albufeira.

Os dados de observação destes instrumentos devem ser verificados no local, imediatamente a seguir à sua recolha, de modo a permitir a correção de erros de leitura ou a confirmação de valores aparentemente anómalos.

Durante a obra a leitura dos instrumentos de observação será da responsabilidade do Empreiteiro, que deverá transmitir as leituras ao Dono de Obra, em suporte informático. Na fase de exploração a responsabilidade da leitura dos instrumentos de observação será da responsabilidade do Dono de Obra.

O Dono de Obra deverá promover, desde o início da recolha dos dados de observação, a constituição de um arquivo desses dados em papel e suporte informático, sendo do técnico responsável pela exploração da barragem a responsabilidade de manter esse arquivo atualizado e de o partilhar com o LNEC, em suporte informático.

Salienta-se que na versão revista do Plano de Observação, a ser elaborada previamente ao início do primeiro enchimento da albufeira para ter em conta as características do sistema de monitorização efetivamente instalado e o conhecimento adquirido durante a construção, devem ser definidas as grandezas que permitem informar rapidamente sobre as condições de segurança da barragem. Por outro lado, o(s) programa(s) de gestão do sistema deve(m) permitir que apenas sejam registadas observações recolhidas com uma frequência previamente definida, e, caso ocorram, observações cujos desvios, em relação a valores esperados, sejam superiores a limites previamente fixados, por forma a evitar perturbações devidas a um número excessivo de medições. Nessa revisão do plano de observação, as grandezas de controlo, bem como os seus limites (a fixar) deverão também constar

explicitamente, devendo incluir (mas não se limitando) as deformações, as pressões intersticiais e os caudais de percolação.

9 PROCEDIMENTO E ESQUEMA DE COMUNICAÇÃO A UTILIZAR EM CASO DE DETEÇÃO DE COMPORTAMENTO ANÓMALO

No que se refere aos procedimentos e esquema de comunicação a utilizar em caso de deteção de comportamento anómalo, há que considerar as seguintes situações:

- Risco iminente de acidente ou catástrofe;
- Necessidade de diagnóstico urgente por especialistas;
- Necessidade de diagnóstico sem carácter de urgência.

Em caso de deteção de comportamento anómalo com risco iminente de acidente ou catástrofe durante a obra ou durante a exploração da barragem, pelo Diretor Técnico da Obra ou o Técnico Responsável pela Exploração da Barragem, deverá ser imediatamente informado o Dono de Obra que deverá promover a ativação do Plano de Emergência Interno (Tomo 2 do Volume 2), tendo em conta os procedimentos e meios técnicos e humanos aí definidos.

Em caso de identificação de uma situação que careça de um diagnóstico urgente, o Dono de Obra deverá comunicar de imediato à Autoridade, ao LNEC e aos serviços de proteção civil a ocorrência e promover o seu estudo recorrendo à equipa responsável pela análise de comportamento e segurança estrutural da barragem, ou por outros especialista com experiência comprovada.

No caso de identificação de um comportamento anómalo que não constitua um risco iminente para a segurança da estrutura, o Dono de Obra deverá promover o seu estudo recorrendo à equipa responsável pela análise de comportamento e segurança estrutural da barragem, no sentido de assegurar uma adequada compreensão do fenómeno e definir as medidas corretivas a implementar. Se os resultados do estudo indicarem que a gravidade de anomalia acarreta riscos maiores que os inicialmente avaliados, o Dono de Obra deverá comunicar de imediato à Autoridade, ao LNEC e aos serviços de proteção civil a ocorrência e tomar as medidas necessárias para a sua resolução.

Os sistemas de comunicação e de aviso e alerta a utilizar em caso de comportamento anómalo são os definidos no Plano de Emergência Interno (Tomo 2 do Volume 2). Da mesma forma, os ensaios para controlo da operacionalidade destes sistemas deverão seguir as periodicidades definidas no mesmo plano.

10 CONTROLO DA EXPLORAÇÃO DA BARRAGEM

O Dono de Obra deverá designar, durante a obra, um Técnico Responsável pela Exploração da barragem, com qualificação e experiência profissional comprovada. Para além disso, deverá ter qualificações técnicas adequadas à integral compreensão de todo o sistema de observação implementado.

Na fase final de construção o Dono de Obra deverá submeter à aprovação da Autoridade as regras de exploração da barragem e a designação do referido técnico responsável.

Para além de zelar pelo bom funcionamento da obra e de todos os equipamentos de observação instalados, o técnico responsável, conjuntamente com o Dono de Obra, terá as seguintes obrigações durante a fase de exploração (Capítulo VI das NOIB):

- assegurar a realização das campanhas de inspeção e observação;
- caso se verifique a necessidade de se proceder a um esvaziamento rápido da albufeira, deverá avaliar o risco de instabilização do aterro e das encostas e mediante a plausibilidade desse risco promover o desenvolvimento de um plano específico para realização do esvaziamento, revisto pelo LNEC e aprovado pela Autoridade;
- informar as instâncias superiores de quaisquer anomalias detetadas no funcionamento da obra;
- elaborar os relatórios correspondentes às inspeções de rotina efetuadas e promover a elaboração dos relatórios de análise de comportamento e avaliação da segurança da barragem;
- garantir todas as ações de manutenção necessárias na obra, incluindo do sistema de observação;
- promover as atualizações necessárias ao plano de observação;
- manter atualizado o livro e arquivos técnicos da obra, assim como o arquivo informático dos dados de observação.

Deverão ainda ser elaborados relatórios sobre a exploração do sistema de observação, os quais devem incluir (nº 3 do Artigo 17.º da Parte IV dos Documentos de Apoio da APA), entre outros elementos que se afigurem úteis:

- a frequência de exploração e sua alteração, com a correspondente justificação;
- as avarias nos dispositivos instalados e nos aparelhos de medida, bem como as suas causas;
- as operações de manutenção mais significativas;

-
- a ocorrência de valores anómalos e outros motivos que impliquem a repetição de leituras.

Para além do exposto, este técnico deverá dar cumprimento ao definido nas Normas de Exploração da Barragem (Tomo 3 do Volume 2).

11 QUALIFICAÇÃO DOS AGENTES ENCARGADOS DA INSTALAÇÃO E EXPLORAÇÃO DO SISTEMA DE OBSERVAÇÃO

Os agentes envolvidos na instalação do sistema de observação devem ter qualificação técnica e experiência comprovada necessárias para a compreensão dos objetivos do sistema e para a interpretação das indicações definidas no presente plano de observação relativas (nº 2 do Artigo 13.º da Parte IV dos Documentos de Apoio da APA):

- à localização dos dispositivos de observação e os percursos dos cabos de ligação;
- às especificações relativas aos dispositivos de observação e respetivos acessórios, bem como as instruções sobre a sua instalação e uso;
- à localização e constituição das centrais de leitura;
- aos sistemas automáticos no local da obra, relativos à comutação, recolha, processamento, registo e transmissão de dados e resultados.

Esses agentes deverão apresentar comprovativos de instalação de dispositivos de observação semelhantes aos especificados no presente plano de observação, devendo o responsável dessa equipa ter uma experiência comprovada maior ou igual a 15 anos e um número mínimo de 5 obras em condições semelhantes.

Adicionalmente, atendendo ao disposto na alínea b) do Artigo 7.º do RSB, compete ao LNEC controlar a execução do plano de observação, designadamente no que se refere à instalação do sistema de observação. Assim, o Dono de Obra deverá solicitar ao LNEC a sua intervenção no sentido de assegurar o cumprimento desta disposição regulamentar, sendo que os técnicos do LNEC deverão também verificar a qualificação dos mencionados agentes aquando das suas deslocações à obra no âmbito do controlo de execução.

Já os agentes encarregados da exploração do sistema de observação devem ter qualificação técnica e experiência que garantam a compreensão das responsabilidades envolvidas e a boa execução das tarefas relativas, quer à exploração do sistema, nomeadamente a recolha, validação, transmissão dos dados, atualização do arquivo técnico e aviso em caso de deteção de comportamento anómalo, quer à manutenção do sistema. Nesse sentido, o Dono de Obra deverá promover a formação de uma equipa multidisciplinar constituída por técnicos especializados nas áreas de geotecnia, estruturas hidráulicas e equipamento hidromecânico que irá acompanhar a exploração do sistema de observação da barragem, contemplando com a realização de inspeções visuais, a recolha e tratamento dos dados de monitorização e a análise do comportamento e avaliação da segurança.

DADOS GERAIS		
Técnico responsável pela inspeção e respectivos contatos		
Data da última inspeção		
Data da presente inspeção		
Nível de água na albufeira		
Estado do tempo		
Estado do tempo na semana anterior		
Técnico responsável pela exploração em serviço na obra e respectivos contatos		
RESULTADOS DA INSPECÇÃO VISUAL		
BARRAGEM		
CORPO DA BARRAGEM		
Coroamento		
Pavimento	Estado geral	
	Nivelamento visual	
	Descrição de perturbações localizadas (fissuração ou depressões)	
	Sistema de escoamento das águas pluviais	
Paramento de montante		
Proteção	Tipo	
	Estado geral	
	Vegetação	
	Perturbações localizadas (deslocamentos dos blocos, vazios, erosões, fendas, depressões, escorregamentos ou subsidências)	

Paramento de jusante		
Talude	Estado geral	
	Vegetação	
	Perturbações localizadas (deslocamentos dos blocos, vazios, erosões, fendas, depressões, escorregamentos ou subsidências)	
	Arrastamento de finos por ação das águas pluviais	
	Ressurgências ou zonas húmidas	
	Perfurações de animais	
Zona de inserção do talude de jusante no maciço		
Encontro esquerdo	Ressurgências	
	Fendas	
	Deslizamentos e escorregamentos	
	Contacto do aterro com o descarregador de cheias	
Encontro direito	Ressurgências	
	Fendas	
	Deslizamentos e escorregamentos	
Encosta esquerda	Ressurgências	
	Depressões	
	Empolamentos	
	Escorregamentos	
	Vegetação	
	Condições não usuais	

Encosta direita	Ressurgências	
	Depressões	
	Empolamentos	
	Escorregamentos	
	Vegetação	
	Condições não usuais	
Caleiras perimetrais		
Vegetação		
Ressurgências		
Limpeza		
Rupturas		
MACIÇO DE FUNDAÇÃO NO FUNDO DO VALE, A JUSANTE DA BARRAGEM		
Ressurgências		
Depressões		
Subsidências		
Vegetação		
Empolamentos		
SISTEMA DE OBSERVAÇÃO		
Instrumentos e dispositivos de observação		
Escalas limnimétricas		
Tacos de referência		
Tacos de nivelamento		
Marcas de referência		
Marcas superficiais		
Tubos Inclinométricos		
Piezômetros hidráulicos		
Piezômetros elétricos		
Medidores de caudais		

Sondas para medição do nível da albufeira (Tomada de água)	
Sismógrafos	
Central de leituras	
Transmissão de dados	
DESCARREGADOR DE CHEIAS	
Tem funcionado?	
Observações sobre o funcionamento	
Zona de entrada do descarregador	
Estado de manutenção	
Estado de conservação	
Canal de descarga	
Betão	
Juntas	
Estado de manutenção	
Estado de conservação	
Bacia de dissipação	
Betão	
Juntas	
Estado de manutenção	
Estado de conservação	
Canal de restituição	
Estado de manutenção	

Estado de conservação	
Zonas de contacto aterro/betão	
Betão	
Juntas	
Ressurgências	
Depressões	
Subsidências	
Vegetação	
TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE FUNDO	
Características gerais	
Está operacional?	
Tem funcionado?	
Erosões na zona de restituição	
Fonte alternativa de energia	
Possibilidade de manobra manual	
Comando local e à distância	
Verificação do funcionamento da comporta	
Pessoal em condições de operar as comportas	
Pessoal de substituição	
Estado de conservação	
Observações	

TORRE DE TOMADA DE ÁGUA	
Características gerais	
Está operacional?	
Tem funcionado?	
Possibilidade de manobra manual	
Comando local e à distância	
Verificação do funcionamento das comportas	
Estado de conservação	
Observações	
TALUDES DA ALBUFEIRA	
Encosta esquerda na zona da barragem	
Encosta direita na zona da barragem	
Margem esquerda	
Margem direita	
PESSOAL EM SERVIÇO NA BARRAGEM	
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES	

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
Anomalias observadas
Recomendações
Fotografias anexas (Sim/Não/Número)

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

COMPONENTE B) ESTUDOS DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS.

ESTUDO FINAL

VOLUME 2 – ESTUDOS COMPLEMENTARES DE SEGURANÇA

TOMO 4 - PLANO DE OBSERVAÇÃO E 1º ENCHIMENTO

**ANEXO 2
CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS**

ÍNDICE

1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO	1
2	TACOS DE NIVELAMENTO	3
2.1	TACOS DE NIVELAMENTO DE REFERÊNCIA.....	3
2.1.1	Âmbito.....	3
2.1.2	Critérios de Medição.....	3
2.1.3	Condições Gerais	3
2.2	TACOS DE NIVELAMENTO	4
2.2.1	Âmbito.....	4
2.2.2	Critérios de Medição.....	4
2.2.3	Condições Gerais	4
3	MARCAS SUPERFICIAIS	5
3.1	MARCAS SUPERFICIAIS DE REFERÊNCIA	5
3.1.1	Âmbito.....	5
3.1.2	Critérios de Medição.....	5
3.1.3	Condições Gerais	5
3.2	MARCAS SUPERFICIAIS A EXECUTAR NO COROAMENTO	6
3.2.1	Âmbito.....	6
3.2.2	Critérios de Medição.....	6

3.2.3	Condições Gerais	6
3.3	MARCAS SUPERFICIAIS A EXECUTAR NA BANQUETA	7
3.3.1	Âmbito.....	7
3.3.2	Critérios de Medição.....	7
3.3.3	Condições Gerais	7
4	INCLINÓMETROS E EXTENSÓMETROS MAGNÉTICOS	9
4.1	EXECUÇÃO DE FUROS EM ROCHA PARA EXECUÇÃO DE INCLINÓMETROS	9
4.1.1	Âmbito.....	9
4.1.2	Critérios de Medição.....	9
4.1.3	Condições Gerais	9
4.2	TUBOS INCLINOMÉTRICOS E EXTENSÓMETROS MAGNÉTICOS.....	9
4.2.1	Âmbito.....	9
4.2.2	Critérios de Medição.....	9
4.2.3	Condições Gerais	10
4.3	PREENCHIMENTO DOS FUROS NA FUNDAÇÃO	11
4.3.1	Âmbito.....	11
4.3.2	Critérios de Medição.....	11
4.3.3	Condições Gerais	11
4.4	ENCABEÇAMENTOS DOS TUBOS INCLINOMÉTRICOS.....	12
4.4.1	Âmbito.....	12
4.4.2	Critérios de Medição.....	12
4.4.3	Condições Gerais	12
4.5	SONDA INCLINOMÉTRICA (TORPEDO).....	12
4.5.1	Âmbito.....	12
4.5.2	Critérios de Medição.....	12
4.5.3	Condições Gerais	12
4.6	SONDA MAGNÉTICA.....	13
4.6.1	Âmbito.....	13
4.6.2	Critérios de Medição.....	13
4.6.3	Condições Gerais	13
5	CÉLULAS DE TENSÃO TOTAL.....	14
5.1	ÂMBITO.....	14
5.2	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	14

5.3 CONDIÇÕES GERAIS	14
6 MEDIDORES DE CAUDAL	16
6.1 ÂMBITO	16
6.2 DESCARREGADOR DE PAREDE FINA TRIANGULAR “V-NOTCH”	16
6.2.1 Âmbito.....	16
6.2.2 Critérios de Medição.....	16
6.2.3 Condições Gerais	16
6.3 ESCALA LIMNIMÉTRICA	16
6.3.1 Âmbito.....	16
6.3.2 Critérios de Medição.....	16
6.3.3 Condições Gerais	17
6.4 TRANSDUTORES DE PRESSÃO	17
6.4.1 Âmbito.....	17
6.4.2 Critérios de Medição.....	17
6.4.3 Condições Gerais	17
7 PIEZÓMETROS.....	18
7.1 EXECUÇÃO DE FUROS EM ROCHA PARA INSTALAÇÃO DE PIEZÓMETROS.....	18
7.1.1 Âmbito.....	18
7.1.2 Critérios de Medição.....	18
7.1.3 Condições Gerais	18
7.2 PIEZÓMETROS ELÉTRICOS	18
7.2.1 Âmbito.....	18
7.2.2 Critérios de Medição.....	18
7.2.3 Condições Gerais	19
7.3 ALTEAMENTO DOS PIEZÓMETROS ELÉTRICOS.....	21
7.3.1 Âmbito.....	21
7.3.2 Critérios de Medição.....	21
7.3.3 Condições Gerais	21
7.4 PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS	22
7.4.1 Âmbito.....	22
7.4.2 Critérios de Medição.....	22
7.4.3 Condições Gerais	23
7.5 ALTEAMENTO DOS PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS.....	25

7.5.1	Âmbito.....	25
7.5.2	Critérios de Medição.....	25
7.5.3	Condições Gerais.....	25
7.6	ENCABEÇAMENTOS DOS PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS.....	26
7.6.1	Âmbito.....	26
7.6.2	Critérios de Medição.....	26
7.6.3	Condições Gerais.....	27
7.7	INDICADOR DE NÍVEL DE ÁGUA.....	27
7.7.1	Âmbito.....	27
7.7.2	Critérios de Medição.....	27
7.7.3	Condições Gerais.....	27
8	SISMÓGRAFOS.....	28
8.1	ÂMBITO.....	28
8.2	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	28
8.3	CONDIÇÕES GERAIS.....	28
9	ESCALAS LIMNIMÉTRICAS.....	29
9.1	ÂMBITO.....	29
9.2	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	29
9.3	CONDIÇÕES GERAIS.....	29
10	CABOS ELÉTRICOS.....	30
10.1	ÂMBITO.....	30
10.2	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	30
10.3	CONDIÇÕES GERAIS.....	30
11	VALAS ENTERRADAS PARA CAMINHOS DE CABOS DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO AUTOMATIZADOS.....	31
11.1	ÂMBITO.....	31
11.2	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	31
11.3	CONDIÇÕES GERAIS.....	31
12	ENGENHARIA DE DETALHE E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO.....	32
12.1	ÂMBITO.....	32
12.2	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	32

12.3 CONDIÇÕES GERAIS	32
13 SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE LEITURAS E REGISTO DE DADOS DE OBSERVAÇÃO.....	33
13.1 ÂMBITO	33
13.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	33
13.3 CONDIÇÕES GERAIS	33
14 CAMPANHAS DE LEITURA DOS INSTRUMENTOS.....	35
14.1 ÂMBITO	35
14.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	35
14.3 CONDIÇÕES GERAIS	35

1 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

O Empreiteiro apresentará uma proposta dos dispositivos de observação a instalar e fornecerá documentação detalhada relativamente às suas características, bem como os procedimentos de instalação, requisitos de manutenção e todas as referências e documentos que atestem o seu bom funcionamento. O Empreiteiro deverá também apresentar uma proposta de solução para fornecimento e instalação de um sistema para registo e envio de dados de observação compatível com os dispositivos previstos automatizar e com os equipamentos e instalações previstas e especificadas no Tomo 2 do Volume 4.

A aparelhagem escolhida deverá ser proveniente de fabricantes com experiência e qualidade devidamente comprovadas, especialmente no respeitante à fiabilidade e durabilidade dos equipamentos.

A instalação dos dispositivos de observação só poderá realizar-se após a aprovação dos mesmos pela Fiscalização, devendo obedecer sempre às disposições estabelecidas pelos fabricantes.

O Empreiteiro fornecerá mão de obra qualificada e com experiência na instalação dos dispositivos de observação, garantindo ainda, sempre que necessário, a presença em obra e o apoio técnico dos representantes dos equipamentos. Para além disso, a instalação dos equipamentos não poderá realizar-se sem a presença de técnicos do LNEC, que deverão ser avisados com antecedência das datas previstas para a execução dos trabalhos.

Os equipamentos que se revelarem deficientemente instalados terão de ser removidos e substituídos, ao encargo do Empreiteiro.

O Empreiteiro terá de executar todos os trabalhos necessários e acessórios à completa instalação dos dispositivos de observação, visando o integral cumprimento do definido no projeto e as especificações dos fabricantes. Todos os trabalhos auxiliares não especificados neste documento para a correta instalação dos equipamentos deverão cumprir as exigências definidas nas condições técnicas dos materiais e de execução estabelecidos no projeto, constantes no Tomo 1 do Volume 4.

Quaisquer dimensões ou características de materiais que não constem das presentes especificações técnicas deverão obedecer ao definido nas peças desenhadas e na memória.

O Empreiteiro deverá coordenar os trabalhos de instalação dos equipamentos com as tarefas com as quais haja interferência.

Após a conclusão dos trabalhos o Empreiteiro terá de fornecer ao Dono de Obra um relatório integrando, no mínimo, os seguintes aspetos (nº 2 do Artigo 17.º da Parte IV dos Documentos de Apoio da APA):

-
- Desenhos gerais e de pormenor, localizando e caracterizando os aparelhos e respetivos acessórios, incluindo cotas e coordenadas de todos os equipamentos de observação;
 - Valor da leitura inicial dos dados;
 - Data e hora de instalação;
 - Condições mais significativas em que decorreu a instalação, nomeadamente o estado do tempo, eventuais incidências dos aspetos construtivos na instalação e justificações presumíveis para danos que tenham implicado perda de informações;
 - Operações de correção de eventuais acidentes durante a instalação;
 - Elementos dos estudos e ensaios preconizados no n.º 3 do artigo 13.º, bem como os elementos sobre ensaios de materiais envolventes dos aparelhos;
 - Justificação para o caso de instalações que não tenham sido efetuadas conforme o previsto no plano de observação;
 - reportagem fotográfica da instalação dos equipamentos;
 - histórico de leituras dos dispositivos de observação durante os trabalhos de construção.

A receção definitiva dos equipamentos de observação instalados está dependente da realização de ensaios que permitam comprovar o seu adequado funcionamento. Estes ensaios serão promovidos pelo empreiteiro, na presença da fiscalização e do LNEC.

2 TACOS DE NIVELAMENTO

2.1 TACOS DE NIVELAMENTO DE REFERÊNCIA

2.1.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução dos tacos de nivelamento de referência e execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas dos tacos de referência.

2.1.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo o taco de nivelamento, cofragem, descofragem, betão da classe C30/37, betão de enchimento da classe C16/20, armaduras ordinárias em aço A500 NR com a disposição definida em projeto e todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas dos tacos de referência.

2.1.3 Condições Gerais

Os tacos de nivelamento de referência serão utilizados para determinar os assentamentos dos restantes tacos de nivelamento.

A localização destes tacos, a decidir em fase de obra tendo por base o definido no projeto, será no limite do coroamento da barragem, de forma a que o taco fique devidamente fundado no maciço rochoso firme e são. A cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que, ao longo do tempo, não haverá assentamentos dos tacos de referência relativamente ao terreno de fundação.

A localização dos tacos de nivelamento de referência deverá garantir a determinação dos assentamentos por nivelamento geométrico de precisão com erro de décima de milímetro.

Os tacos de nivelamento terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

Junto a cada taco deverá inscrever-se, de forma indelével, o nome de identificação.

2.2 TACOS DE NIVELAMENTO

2.2.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução dos tacos de nivelamento.

2.2.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo o taco de nivelamento, cofragem, descofragem, betão da classe C30/37, betão de enchimento da classe C16/20, manilhas em betão pré-fabricado, armaduras ordinárias em aço A500 NR com a disposição definida em projeto e todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas do taco de nivelamento.

2.2.3 Condições Gerais

Os tacos de nivelamento têm como objetivo a medição de assentamentos ao longo do coroamento.

Os tacos de nivelamento são fixados em plintos com 10 cm em betão armado, fundados no aterro recorrendo a manilhas de betão pré-fabricado preenchidas com betão simples ou ciclópico, de acordo com o definido nas peças desenhadas. As caixas em betão simples serão "rotas" na zona inferior, de modo a permitir a drenagem de água para o terreno, e deverão ser protegidas com recurso a uma tampa metálica facilmente deslocável.

Os tacos de nivelamento terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

A localização dos tacos de nivelamento será definida no local, em função das visadas, devendo ser garantida uma distância não superior a 25 m entre tacos consecutivos.

Junto a cada taco deverá inscrever-se, de forma indelével, o nome de identificação de cada um.

3 MARCAS SUPERFICIAIS

3.1 MARCAS SUPERFICIAIS DE REFERÊNCIA

3.1.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução das marcas superficiais de referência.

3.1.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo cofragem, descofragem, manilha em betão pré-fabricada, tubo de PVC, betão da classe C30/37, betão de enchimento da classe C16/20, peça de centragem forçada, armaduras ordinárias em aço A500 NR com a disposição definida em projeto, tampa metálica com cadeado, pintura dos pilaretes, pintura anti-corrosão da tampa e todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas da peça de centragem forçada.

3.1.3 Condições Gerais

As marcas superficiais de referência serão utilizadas para determinar os deslocamentos das restantes marcas superficiais.

A localização destas marcas, a decidir em fase de obra, deverá ser exterior à zona de influência da barragem e será aferida no local por especialistas em geodesia e geologia, de forma a garantir boa visibilidade para medição de deslocamentos e a execução do maciço de fundação em terreno firme.

As marcas serão constituídas por peças metálicas de centragem forçada, instaladas no topo de pilaretes de betão envolvidos por manilhas de betão pré-fabricado, de acordo com o definido nas peças desenhadas.

As peças de centragem forçada terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

Os pilaretes de betão, armados em toda a sua altura, terão como fundação um maciço de betão cuja cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que, ao longo do tempo, não haverá assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação.

A altura dos pilaretes de betão poderá ter de ser ajustada no local, em função das visadas para todas as marcas de referência a instalar.

Os pilaretes de betão deverão ser integralmente pintados de branco, por forma a serem bem visíveis.

Nos maciços onde serão instaladas as marcas deverá inscrever-se, de forma indelével, o número de identificação de cada uma.

3.2 MARCAS SUPERFICIAIS A EXECUTAR NO COROAMENTO

3.2.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução das marcas superficiais.

3.2.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo cofragem, descofragem, betão da classe C30/37, peças de centragem forçada, armaduras ordinárias em aço A500 NR com a disposição definida em projeto, pintura dos pilaretes, pintura anti-corrosão da tampa e todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução. Inclui betão de regularização da classe C16/20 com 5 cm de espessura.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas da peça de centragem forçada.

3.2.3 Condições Gerais

As marcas superficiais têm como objetivo a medição de assentamentos e de deslocamentos horizontais.

As marcas a executar no coroamento serão constituídas por peças metálicas de centragem forçada instaladas em peças de betão armado, constituídas por pilares fundados em sapatas quadrangulares, de acordo com o definido nas peças desenhadas. A cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que a peça fica adequadamente solidarizada ao aterro ao longo do tempo, não havendo assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação.

A execução dessas peças implicará a interrupção do muro do coroamento, não devendo haver contacto entre ambos de modo a evitar deslocamentos das marcas devido a movimentos no muro do coroamento. Assim, deverá garantir-se um espaçamento entre a zona lateral das paredes do muro e os pilares das marcas superficiais de 10 cm.

As peças de centragem forçada terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

A altura dos pilares de betão ser confirmada no local, em função das visadas.

Os pilares de betão deverão ser integralmente pintados de branco, por forma a serem bem visíveis.

Nos maciços onde serão instaladas as marcas deverá inscrever-se, de forma indelével, o número de identificação de cada uma.

3.3 MARCAS SUPERFICIAIS A EXECUTAR NA BANQUETA

3.3.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução das marcas superficiais.

3.3.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo cofragem, descofragem, tubos de PVC, betão da classe C30/37, betão de enchimento da classe C16/20, peças de centragem forçada, armaduras ordinárias em aço A500 NR com a disposição definida em projeto, pintura dos pilaretes, pintura anti-corrosão da tampa e todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas da peça de centragem forçada.

3.3.3 Condições Gerais

As marcas superficiais têm como objetivo a medição de assentamentos e de deslocamentos horizontais.

As marcas a executar nas banquetas serão constituídas por peças metálicas de centragem forçada, instaladas no topo de pilares de betão envolvidos por tubos de PVC, de acordo com o definido nas peças desenhadas.

Os pilares de betão, armados em toda a sua altura, terão como fundação um maciço de betão cuja cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que, ao longo do tempo, não haverá assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação.

As peças de centragem forçada terão de ser compatíveis com os equipamentos de observação que serão utilizados posteriormente na realização das leituras.

A altura dos pilares de betão ser confirmada no local, em função das visadas.

Os pilares de betão deverão ser integralmente pintados de branco, por forma a serem bem visíveis.

Nos maciços onde serão instaladas as marcas deverá inscrever-se, de forma indelével, o número de identificação de cada uma.

4 INCLINÓMETROS E EXTENSÓMETROS MAGNÉTICOS

4.1 EXECUÇÃO DE FUROS EM ROCHA PARA EXECUÇÃO DE INCLINÓMETROS

4.1.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução de furos em rocha para instalação dos tubos inclinométricos e extensômetros magnéticos.

4.1.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por metro de furação, incluindo eventuais revestimentos, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

4.1.3 Condições Gerais

O equipamento a utilizar na furação deverá ser submetido à aprovação da Fiscalização nomeadamente o método, produtos e materiais que se pretendem utilizar na execução dos furos. O Contratado deve propor e justificar as disposições necessárias para limitar os desvios em relação à vertical do eixo do furo. O valor destes desvios não deve exceder um por cento (1%) do comprimento do furo.

Os furos deverão ser realizados sem a utilização de lamas estabilizadoras e sem lavagem e deverá ter um diâmetro compatível com o número de piezômetros a instalar. Este diâmetro deverá ser de 150 mm.

4.2 TUBOS INCLINOMÉTRICOS E EXTENSÓMETROS MAGNÉTICOS

4.2.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução dos tubos inclinométricos.

4.2.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por metro, incluindo, instalação dos tubos inclinométricos e anéis magnéticos do tipo “prato” e “aranha”, com a disposição definida em projeto, tratamento, saneamento e limpeza da fundação, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas da boca e do fundo do furo.

4.2.3 Condições Gerais

Os tubos inclinométricos serão instalados durante a construção do aterro com o objetivo de medir os assentamentos internos do corpo do aterro durante as fases de construção e exploração.

Os tubos são em ABS ou em alumínio, com diâmetros interno mínimo de 70 mm. São constituídos por elementos de 3 m de comprimento unidos por uniões de encaixe rápido.

A instalação dos tubos inclinométricos deverá ser iniciada apenas após a conclusão das operações de tratamento, saneamento e limpeza da fundação. Os primeiros tubos inclinométricos deverão ser instalados através da execução de furos de diâmetro mínimo de 150 mm, preenchidos com calda de cimento, garantindo um encastramento mínimo de 5 m.

Os restantes tubos serão instalados à medida que se constrói o aterro. Quando o aterro atingir uma cota próxima do topo de um tubo, coloca-se um novo tubo. A instalação das ligações entre tubos deverá ser realizada de forma a permitir acomodar os deslocamentos expectáveis.

O adjudicatário terá de garantir a verticalidade do tubo e deve propor e justificar as disposições necessárias para limitar os desvios em relação à vertical do eixo do furo. O valor desses desvios não deve exceder um por cento do comprimento do furo.

A compactação do aterro na vizinhança do tubo (mínimo de 1 m de raio) deve ser realizada por meio de equipamentos manuais previamente propostos pelo Empreiteiro e aprovados pela Fiscalização. Durante esta operação deverá garantir-se a verticalidade do tubo e a densidade final do material compactado manualmente, que deverá ser igual à do aterro circundante, evitando assim a existência de pontos de maior deformabilidade e conseqüentemente de menor resistência mecânica.

Durante a restante compactação do aterro, as máquinas mais pesadas deverão manter-se afastadas pelo menos 2 m do tubo inclinométrico, de modo a evitar danificá-lo. Como proteção adicional deve ser colocado em avanço um maciço em torno do tubo ou ao invés adotar uma proteção metálica.

Para evitar a entrada de solos ou outros materiais no tubo, o topo destes deverá ser mantido fechado durante a obra. No final desta deve ser instalada no topo do tubo uma tampa amovível dotada de um cadeado. Além disto deverá ainda ser feita uma limpeza do tubo com ar comprimido após a conclusão dos trabalhos.

Para a medição dos deslocamentos verticais serão instalados anéis magnéticos, do tipo prato e do tipo aranha, pelo exterior do tubo inclinométrico. Os anéis do tipo aranha serão instalados no furo de selagem, o primeiro a 1,0 m de profundidade e os restantes com um afastamento de 3,0 m (por forma a não coincidirem com as juntas dos tubos). Os anéis magnéticos do tipo

prato também serão instalados com afastamento máximo de 3,0 m, sendo que o primeiro anel deverá ser assente sobre o terreno natural/calda de selagem, constituindo, assim, o ponto de referência (deslocamento nulo) para a determinação dos assentamentos do aterro. Sempre que se coloca um novo anel magnético durante a construção deve ser determinada a cota da sua posição inicial.

A leitura dos deslocamentos horizontais será feita com recurso a um torpedo. Este é munido de duas rodas que deslizam em duas das quatro calhas existentes nos tubos (orientadas na direção Montante/Jusante e Margem Direita/Margem Esquerda) e é descido com apoio de um cabo graduado. Nas cotas onde se pretende fazer a medição (normalmente de 0,5 em 0,5 m) a sonda envia sinais elétricos para a caixa digital manuseada pelo operador, que indicam a inclinação do torpedo. A medição dos deslocamentos horizontais é feita indiretamente, pelo registo da variação da inclinação do tubo relativamente à sua posição inicial.

A leitura dos deslocamentos verticais será feita através de uma sonda magnética, à qual estará associada uma fita graduada em metros, decímetros, centímetros e milímetros. Medindo as distâncias relativas entre os vários anéis e determinando a distância ao ponto de referência na base é possível calcular os deslocamentos verticais internos do aterro. Alternativamente poderá ser utilizado o topo do inclinómetro/extensómetro sendo que para tal será necessário determinar a topograficamente a cota do topo do tubo.

O empreiteiro deverá fornecer os equipamentos de medição dos deslocamentos horizontais e verticais.

4.3 PREENCHIMENTO DOS FUROS NA FUNDAÇÃO

4.3.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito ao preenchimento dos furos de selagem da base dos inclinómetros com calda de cimento/bentonite.

4.3.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida ao metro de preenchimento dos furos de selagem, eventuais revestimentos no furo, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

4.3.3 Condições Gerais

A calda é introduzida no furo de proteção com a ajuda de uma mangueira cuja extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura, numa altura de 1,0 m, devendo os problemas de decantação da calda serem devidamente acautelados.

O preenchimento do furo será realizado com uma calda de cimento/bentonite, prevendo-se que a calda de cimento/bentonite tenha uma relação água-cimento de 2:1 e 2% do peso de cimento em bentonite. Deverá, contudo, avaliar-se em campo a decantação da calda, previamente à execução do preenchimento.

4.4 ENCABEÇAMENTOS DOS TUBOS INCLINOMÉTRICOS

4.4.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução dos encabeçamentos para os tubos inclinométricos.

4.4.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida à unidade, inclui execução de encabeçamento em betão simples, caixa ou tampa de proteção com pintura anti-corrosão, tubo de drenagem e cadeado, bem como todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta execução.

4.4.3 Condições Gerais

À cota da boca do tubo inclinométrico deverá ser realizado o encabeçamento do instrumento de acordo com os esquemas de instalação apresentados nos Desenhos 0003-01 e 02, conforme a boca do seja localizada no coroamento ou na banquetta superior.

4.5 SONDA INCLINOMÉTRICA (TORPEDO)

4.5.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à aquisição de um torpedo para leitura dos deslocamentos dos tubos inclinométricos.

4.5.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade.

4.5.3 Condições Gerais

A sonda inclinométrica (torpedo) deverá ser compatível com a dimensão e profundidade dos tubos inclinométricos.

Deverá ser um dispositivo portátil, constituído por uma sonda inclinométrica ligada a uma fita graduada de alta precisão enrolada numa bobine.

O torpedo deve ser munido de duas rodas que deslizam em duas das quatro calhas existentes nos tubos (orientadas na direção Montante/Jusante e Margem Direita/Margem Esquerda) e é descido com apoio de um cabo graduado. Nas cotas onde se pretende fazer a medição (normalmente de 0,5 em 0,5 m) a sonda envia sinais eléctricos para a caixa digital manuseada pelo operador, que indicam a inclinação do torpedo. A medição dos deslocamentos horizontais é feita indiretamente, pelo registo da variação da inclinação do tubo relativamente à sua posição inicial.

4.6 SONDA MAGNÉTICA

4.6.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à aquisição de uma sonda de identificação de posição de extensómetros magnéticos, para leitura dos assentamentos internos do corpo do aterro através dos extensómetros magnéticos do tipo “prato” e “aranha” previstos instalar.

4.6.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade.

4.6.3 Condições Gerais

O indicador de nível magnético deverá ser compatível com a dimensão dos tubos inclinométricos executados (diâmetro e profundidade).

Deverá ser um dispositivo portátil, constituído por uma sonda magnética, ligada a uma fita graduada de alta precisão enrolada numa bobine. Sob a influência do campo magnético dos extensómetros, o indicador de nível é ativado através de um sinal de áudio e por um indicador de luz instalados na bobine.

5 CÉLULAS DE TENSÃO TOTAL

5.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à instalação das células de tensão total.

5.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo execução de poços, nichos em solos, rocha ou betão armado para acomodar as células de tensão, peças em betão armado, preenchimentos com calda, camadas de assentamento e preenchimento em areia, calibração dos aparelhos, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas de instalação das células de tensão total.

5.3 CONDIÇÕES GERAIS

As células de tensão total serão instaladas na zona central do corpo do aterro da barragem.

As células deverão ser orientadas para medição de tensões verticais, com exceção das células CTT7, CCT9 e CCT11 previstas instalar na zona lateral da galeria da descarga de fundo e tomada de água, cuja orientação deverá permitir a medição de tensões horizontais.

As células CTT1 e CCT2 serão instaladas sobre a galeria de tomada de água e descarga de fundo, às cotas 225,00 e 210,00 respetivamente. A célula CC7 será instalada na zona lateral da galeria da descarga de fundo no mesmo alinhamento das células CTT1 e CCT2.

As células CTT3 e CTT4 serão instaladas na zona de maior altura do aterro, conforme indicado no Desenho 0001, às cotas 225,00 e 210,00 respetivamente.

As células CTT5 e CTT6 serão instaladas próximo da margem esquerda, conforme indicado no Desenho 0001, às cotas 225,00 e 210,00 respetivamente.

Os pares de células CCT8/CCT9 e CCT10/CCT11 serão instaladas na zona lateral da galeria da descarga de fundo e tomada de água (uma para medição de tensões verticais e outra para medição das tensões horizontais), em alinhamentos 20 m a montante e a jusante do alinhamento das células CTT1, CTT2 e CCT7.

Para instalação das células para medição das tensões verticais deverá ser executado um pequeno poço, que permita a execução de uma almofada de areia com 80x80 cm e 10 cm de espessura e, após instalação da célula, um preenchimento adicional de 30 cm de espessura de areia.

Os cabos ligados às células deverão percorrer em vala, pelo menos, 3 m na horizontal para jusante, até à zona prevista para se realizar o seu alteamento, de modo a permitir que as zonas de medição das células sejam compactadas pelos meios mecânicos previstos para o resto da obra.

A célula CTT7 deverá ser instalada na vertical para medição de tensões horizontais, na parede da galeria, aproximadamente à cota 207,40. Para tal, durante a execução da galeria deverão ser deixadas armaduras de espera para encastrar uma peça em betão armado que permita acomodar a célula de tensão total numa posição perfeitamente vertical. Preconiza-se a execução dessa peça com uma face vertical de 1,0m×1,0m, na qual será executado um pequeno nicho para instalar e acomodar a célula de tensão total, garantindo que a face da célula não ultrapassa a face exterior da peça em betão, de modo a prevenir o efeito de arco na medição das tensões da célula.

6 MEDIDORES DE CAUDAL

6.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à aquisição dos instrumentos para medição de caudais (“v-notch”, escalas limnimétricas e transdutores de pressão) a instalar nas caixas de medidoras de caudal, especificadas no Volume 4 do projeto.

6.2 DESCARREGADOR DE PAREDE FINA TRIANGULAR “V-NOTCH”

6.2.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à aquisição e instalação de descarregadores do tipo “v-notch” nas caixas medidoras de caudal.

6.2.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo instalação e a selagem de quaisquer vazios entre a placa e a caixa medidora de caudais, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

6.2.3 Condições Gerais

A placa “v-notch” deverá ser em aço inoxidável, com uma abertura com 60° e 20 cm de altura, tal como definido nas peças desenhadas.

A instalação da placa “v-notch” deverá ser feita de acordo com especificações do fabricante e estar perfeitamente vertical e normal em relação ao eixo do escoamento.

Deverá ter uma escala para medições manuais (visuais) do nível/caudal.

6.3 ESCALA LIMNIMÉTRICA

6.3.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à aquisição e instalação de escalas limnimétricas nas caixas medidoras de caudal.

6.3.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo sistema de fixação, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

6.3.3 Condições Gerais

As escalas limnimétricas deverão ser em aço inoxidável, ser facilmente legíveis e terem precisão milimétrica. As dimensões da escala deverão permitir ler toda a altura de escoamento que ocorre pelo v-notch, coincidindo o valor “zero” da escala com a soleira do mesmo.

As escalas limnimétricas deverão ser instaladas em zonas das caixas medidoras de caudais sem turbulência devido ao escoamento da água.

O sistema de fixação deverá garantir a verticalidade e a correta fixação das escalas nas caixas medidoras de caudais.

6.4 TRANSDUTORES DE PRESSÃO

6.4.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à aquisição e instalação de transdutores de pressão nas caixas medidoras de caudal, para medição automática dos caudais escoados pelos descarregadores “v-notch”.

6.4.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo a sua instalação, proteção, teste e calibração, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação.

6.4.3 Condições Gerais

Os transdutores de pressão deverão ser instalados em zonas das caixas medidoras de caudais sem turbulência devido ao escoamento da água, preferencialmente junto às escalas limnimétricas para leitura manual.

Deverá ser garantida a sua correta fixação às caixas medidoras de caudais, de acordo com as especificações do fabricante, bem como da sua proteção.

Aquando da instalação dos transdutores de pressão, deverá proceder-se ao seu teste e calibração, de acordo com as especificações do fabricante.

O Empreiteiro deverá garantir que os transdutores de pressão a instalar são compatíveis com o sistema de automatização previsto, cuja central de leituras será no edifício do POC.

7 PIEZÓMETROS

7.1 EXECUÇÃO DE FUROS EM ROCHA PARA INSTALAÇÃO DE PIEZÓMETROS

7.1.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução de furos em rocha para instalação dos dispositivos de observação.

7.1.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por metro de furação, incluindo eventuais revestimentos, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

7.1.3 Condições Gerais

O equipamento a utilizar na furação deverá ser submetido à aprovação da Fiscalização nomeadamente o método, produtos e materiais que se pretendem utilizar na execução dos furos. O Contratado deve propor e justificar as disposições necessárias para limitar os desvios em relação à vertical do eixo do furo. O valor destes desvios não deve exceder um por cento (1%) do comprimento do furo.

Os furos deverão ser realizados sem a utilização de lamas estabilizadoras e sem lavagem e deverá ter um diâmetro compatível com o número de piezómetros a instalar. Este diâmetro deverá ser de 150 mm.

Durante a furação deverá ser lida a profundidade do nível de água estabilizado no furo;

7.2 PIEZÓMETROS ELÉTRICOS

7.2.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à instalação de piezómetros elétricos.

7.2.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida à unidade incluindo a instalação dos piezómetros, instalação de tubos de proteção, execução de câmaras de captação em areia, selagens com bentonite em pellets, testes e calibração dos aparelhos, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, contendo, no mínimo, a seguinte informação: numeração do instrumento; data de instalação; profundidade do nível de água estabilizado no

furo; localização (coordenadas N, E); cota de instalação (cota da base das ponteiras porosas e do topo do tubo); perfil geológico do furo de instalação; esquema do instrumento instalado; referência das ponteiras instaladas; leituras iniciais de verificação.

7.2.3 Condições Gerais

Os piezômetros elétricos serão instalados para a observação das pressões intersticiais na fundação e corpo da barragem.

Os piezômetros elétricos serão instalados com a localização e cotas definidas nos desenhos do plano de observação (a confirmar em fase de obra). Os piezômetros a instalar deverão resistir a pressões de pelo menos 80 m de coluna de água.

Para a instalação dos piezômetros em furos deverá seguir-se a seguinte metodologia:

- Após colocação do revestimento e com a ajuda de uma tremonha (mangueira próxima do fundo do furo) deverá ser efetuado o preenchimento do furo com material de granulometria apropriada (diâmetro do material superior a 0,06 mm e inferior a 2 mm) até uma altura de 0,20 m em relação ao fundo do furo e até à base do piezómetro. O material deverá ser adensado com a ajuda de água;
- A ponteira do piezómetro, previamente saturada com água desaerada, deverá assentar sobre a areia depositada no fundo do furo. Após a colocação do piezómetro deverá determinar-se a cota real de instalação;
- A operação seguinte consiste no preenchimento do furo acima de cota de colocação do piezómetro com areia de granulometria idêntica à colocada na base do furo. Este material deverá ser colocado também com o auxílio de uma tremonha e adensado com água. O preenchimento do furo deverá ser acompanhado pela retirada lenta do revestimento. Este preenchimento será efetuado até uma altura de 0,30m em relação ao topo da ponteira;
- Sobre a areia deverá ser feita uma selagem com recurso a bentonite em pellets.

A instalação dos piezómetros na fundação deverá decorrer apenas após a conclusão da cortina de impermeabilização e das operações de tratamento, saneamento e limpeza da fundação.

Para a instalação dos piezómetros no aterro deverá seguir-se a seguinte metodologia:

- Instalação de um tubo de revestimento em PVC no aterro, à cota pretendida para executar a câmara de captação, e execução do aterro confinante na envolvente do tubo;

-
- Com a ajuda de uma tremonha (mangueira próxima do fundo do furo) deverá ser efetuado o preenchimento do furo com material de granulometria apropriada (diâmetro do material superior a 0,06 mm e inferior a 2 mm) até uma altura de 0,20 m em relação ao fundo do furo e até à base do piezómetro. O material deverá ser adensado com e adensado com uma vara metálica;
 - A ponteira do piezómetro, previamente saturada com água desaerada, deverá assentar sobre a areia depositada no fundo do furo. Após a colocação do piezómetro deverá determinar-se a cota real de instalação;
 - A operação seguinte consiste no preenchimento do furo acima de cota de colocação do piezómetro com areia de granulometria idêntica à colocada na base do furo. Este material deverá ser colocado também com o auxílio de uma tremonha e adensado com uma vara metálica. O preenchimento do furo deverá ser acompanhado pela retirada lenta do revestimento.
 - Selagem do topo da câmara de tomada de pressão com bentonite granular (em pellets);

A ponteira porosa do piezómetro deverá ser emersa em água durante 24 horas, previamente à sua instalação, por forma a remover o ar aprisionado na ponteira porosa. Antes da instalação no furo deverá ser efetuada uma medição para verificar a operacionalidade do piezómetro. Poderão ser adotados outros procedimentos para saturação das ponteiras, de acordo com especificações do fabricante, desde que aprovados pela fiscalização.

A colocação dos materiais no interior do furo/tubo de revestimento será realizada simultaneamente com a retirada lenta do revestimento do mesmo.

Os piezómetros elétricos a instalar no corpo da barragem deverão ter alta resistência à entrada de ar para o filtro, de modo a manterem-se saturados após a sua instalação.

Após a instalação do piezómetro e o preenchimento com areia da câmara de captação deverá ser efetuada uma nova leitura de validação.

Nas zonas de intersecção com o sistema de drenagem interna da barragem, junto ao contacto aterro/fundação deverá instalar-se revestimento até ao mínimo de 1,00 m acima e abaixo do sistema drenante, por forma a evitar a sua contaminação.

Os piezómetros elétricos deverão ser instalados por forma a que, enquanto não estiverem ligados à central de leitura prevista no edifício do POC, deverá ser possível a realização de leituras através de um datalogger portátil.

7.3 ALTEAMENTO DOS PIEZÓMETROS ELÉTRICOS

7.3.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito ao alteamento piezómetros elétricos.

7.3.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida ao metro de alteamento dos piezómetros elétricos e inclui o preenchimento dos furos e dos tubos de revestimento dos piezómetros com calda de cimento/bentonite, os tubos de revestimento (recuperados ou perdidos), o alteamento dos cabos dos piezómetros ao longo do alinhamento vertical, a sua sinalização e proteção e todos os trabalhos, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

7.3.3 Condições Gerais

Por cima das câmaras de captação, após a colocação da selagem, deverá seguir-se a seguinte metodologia para preenchimento com calda/bentonite:

- A calda é introduzida no furo de proteção com a ajuda de uma mangueira cuja extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura, numa altura de 1,0 m, devendo os problemas de decantação da calda serem devidamente acautelados. O revestimento deverá ser retirado à medida que se realiza o preenchimento do furo;
- Com o decorrer das obras de execução do aterro da barragem deverá ser realizado o alteamento dos piezómetros no aterro, através do alteamento dos tubos de revestimento/proteção e dos cabos dos aparelhos, devidamente protegidos, conforme indicações do fabricante;
- Nos aterros a calda é introduzida no tubo de revestimento/proteção recorrendo ao mesmo procedimento referido anteriormente, com a ajuda de uma mangueira cuja extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura, numa altura de 1,0 m, devendo os problemas de decantação da calda serem devidamente acautelados. O revestimento poderá ser retirado ou mantido à medida que se realiza o preenchimento do “furo”;
- Quando previsto um segundo piezómetro no mesmo furo/tubo de revestimento, o preenchimento com calda de cimento e bentonite deverá ser realizado até cerca de 0,2 m abaixo da cota de instalação da ponteira do 2º piezómetro. Posteriormente, para a instalação da segunda ponteira, deverá ser seguido o procedimento descrito em 7.2.3;

-
- O preenchimento final do furo com calda de cimento e bentonite deverá ser realizado até à cota prevista para prolongamento dos cabos em valas enterradas, conforme representado nos Desenhos 0001 e 0002.

O preenchimento do furo será realizado com uma calda de cimento/bentonite, prevendo-se que a calda de cimento/bentonite tenha uma relação água-cimento de 2:1 e 2% do peso de cimento em bentonite para preenchimento dos furos na fundação do aterro e 30% para preenchimento dos tubos de revestimento durante o alteamento dos piezômetros no aterro. Deverá, contudo, avaliar-se em campo a decantação da calda, previamente à execução do preenchimento. Para o alteamento dos piezômetros prevê-se o recurso a tubos rígidos e rosqueáveis em PVC com um diâmetro mínimo de 150 mm.

A compactação do aterro na vizinhança do tubo (mínimo de 1 m de raio) deve ser realizada por meio de equipamentos manuais previamente propostos pelo Empreiteiro e aprovados pela Fiscalização. Durante esta operação deverá garantir-se a verticalidade do tubo e a densidade final do material compactado manualmente, que deverá ser igual à do aterro circundante, evitando assim a existência de pontos de maior deformabilidade e consequentemente de menor resistência mecânica.

Durante a restante compactação do aterro, as máquinas mais pesadas deverão manter-se afastadas pelo menos 2 m do eixo do piezómetro, de modo a evitar danificar os cabos. Como proteção adicional deve ser colocado em avanço um maciço em torno do tubo de revestimento ou ao invés adotar uma proteção metálica.

Para evitar a entrada de solos ou outros materiais no tubo, o topo destes deverá ser mantido fechado durante a obra.

7.4 PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS

7.4.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à instalação de piezómetros hidráulicos.

7.4.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade, incluindo a instalação dos piezómetros (ponteira porosa), instalação de tubos, selagens com bentonite em pellets, execução de câmaras de captação em areia, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

Inclui execução de relatório de instalação, contendo, no mínimo, a seguinte informação: numeração do instrumento; data de instalação; profundidade do nível de água estabilizado no

furo; localização (coordenadas N, E); cota de instalação (cota da base das ponteiras porosas e do topo do tubo); perfil geológico do furo de instalação; esquema do instrumento instalado; referência das ponteiras instaladas; leituras iniciais de verificação.

7.4.3 Condições Gerais

Os piezômetros hidráulicos do tipo Casagrande consistem em tubos de PVC terminados por uma ponteira porosa.

Os piezômetros hidráulicos serão instalados para a observação das pressões intersticiais da água, quer no aterro, quer no contacto aterro/fundação, quer na fundação da barragem.

Os piezômetros hidráulicos serão instalados com a localização e profundidades definidas nos desenhos do plano de observação (a confirmar em fase de obra); os furos serão protegidos por um revestimento que será recuperado após a instalação do piezómetro.

Os piezômetros a instalar no aterro e no contacto aterro/fundação serão constituídos por um tubo de PVC em cuja extremidade será colocada uma câmara porosa de tomada de pressão (tubo cerâmico isolado em ambas as extremidades por tampas de borracha e envolvido em areia grossa). A câmara porosa ficará protegida por uma cápsula em ferro galvanizado crepinado.

Os tubos envolventes deverão ter um diâmetro mínimo de 150 mm, por forma a permitir a colocação de 2 piezómetros, no máximo, em cada furo de sondagem.

Para a instalação dos piezómetros em furos deverá seguir-se a seguinte metodologia:

- Após colocação do revestimento e com a ajuda de uma tremonha (mangueira próxima do fundo do furo) deverá ser efetuado o preenchimento do furo com material de granulometria apropriada (diâmetro do material superior a 0,06 mm e inferior a 2 mm) até uma altura de 0,20 m em relação ao fundo do furo e até à base da ponteira. O material deverá ser adensado com a ajuda de água;
- A ponteira do piezómetro, previamente saturada com água desaerada, deverá assentar sobre a areia depositada no fundo do furo, unindo os tubos trecho por trecho. Após a colocação da ponteira porosa, deverá determinar-se a cota real de localização do piezómetro;
- A operação seguinte consiste no preenchimento do furo acima de cota de colocação do piezómetro com areia de granulometria idêntica à colocada na base do furo. Este material deverá ser colocado também com o auxílio de uma tremonha e adensado com água. O preenchimento do furo deverá ser acompanhado pela retirada lenta do

revestimento. Este preenchimento será efetuado até uma altura de 0,30m em relação ao topo da ponteira;

- Sobre a areia deverá ser feita uma selagem com recurso a bentonite em pellets.

A instalação dos piezómetros na fundação deverá decorrer apenas após a conclusão da cortina de impermeabilização e das operações de tratamento, saneamento e limpeza da fundação.

Para a instalação dos piezómetros no aterro deverá seguir-se a seguinte metodologia:

- Instalação de um tubo de revestimento em PVC, com 150 mm de diâmetro no aterro, à cota pretendida para executar a câmara de captação;
- Com a ajuda de uma tremonha (mangueira próxima do fundo do furo) deverá ser efetuado o preenchimento do furo com material de granulometria apropriada (diâmetro do material superior a 0,06 mm e inferior a 2 mm) até uma altura de 0,20 m em relação ao fundo do furo e até à base da ponteira. O material deverá ser adensado com e adensado com uma vara metálica;
- A ponteira do piezómetro, previamente saturada com água desaerada, deverá assentar sobre a areia depositada no fundo do furo, unindo os tubos trecho por trecho. Após a colocação da ponteira porosa, deverá determinar-se a cota real de localização do piezómetro;
- A operação seguinte consiste no preenchimento do furo acima de cota de colocação do piezómetro com areia de granulometria idêntica à colocada na base do furo. Este material deverá ser colocado também com o auxílio de uma tremonha e adensado com uma vara metálica. O preenchimento do furo deverá ser acompanhado pela retirada lenta do revestimento;
- Sobre a areia deverá ser feita uma selagem com recurso a bentonite em pellets.

Durante a furação deverá ser lida a profundidade do nível de água estabilizado no furo;

A areia (dimensões dos grãos entre 0,06 mm e 6 mm) será colocada através de uma tremonha, devendo ser devidamente compactada recorrendo a uma vara metálica.

A ponteira do piezómetro será previamente saturada com água desareada, devendo, aquando da sua colocação, determinar-se a cota de localização do piezómetro.

Nas zonas de intersecção com o sistema de drenagem interna da barragem, junto ao contacto aterro/fundação deverá instalar-se revestimento até ao mínimo de 1,00 m acima e abaixo do sistema drenante, por forma a evitar a sua contaminação.

7.5 ALTEAMENTO DOS PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS

7.5.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito ao alteamento piezómetros hidráulicos.

7.5.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida ao metro de alteamento dos piezómetros hidráulicos e inclui o preenchimento dos furos e dos tubos de revestimento dos piezómetros com calda de cimento/bentonite, os tubos de revestimento (recuperados ou perdidos), o alteamento tubos dos piezómetros, a sua sinalização e proteção e todos os trabalhos, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

7.5.3 Condições Gerais

Por cima das câmaras de captação, após a colocação da selagem, deverá seguir-se a seguinte metodologia para preenchimento com calda/bentonite:

- A calda é introduzida no furo de proteção com a ajuda de uma mangueira cuja extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura, numa altura de 1,0 m, devendo os problemas de decantação da calda serem devidamente acautelados. O revestimento deverá ser retirado à medida que se realiza o preenchimento do furo;
- Com o decorrer das obras de execução do aterro da barragem deverá ser realizado o alteamento dos piezómetros no aterro, através do alteamento dos tubos de revestimento/proteção e dos tubos dos piezómetros, devidamente protegidos, conforme indicações do fabricante;
- Nos aterros a calda é introduzida no tubo de revestimento/proteção recorrendo ao mesmo procedimento referido anteriormente, com a ajuda de uma mangueira cuja extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura, numa altura de 1,0 m, devendo os problemas de decantação da calda serem devidamente acautelados. O revestimento poderá ser retirado ou mantido à medida que se realiza o preenchimento do “furo”;
- Quando previsto um segundo piezómetro no mesmo furo/tubo de revestimento, o preenchimento com calda de cimento e bentonite deverá ser realizado até cerca de 0,2 m abaixo da cota de instalação da ponteira do 2º piezómetro. Posteriormente, para a instalação da segunda ponteira, deverá ser seguido o procedimento descrito em 7.2.3;

-
- O preenchimento final do furo com calda de cimento e bentonite deverá ser realizado até à superfície do terreno, onde será realizado o encabeçamento do instrumento de acordo com o esquema de instalação apresentado nos Desenhos 0003-01 e 02 de Pormenores;

O preenchimento do furo será realizado com uma calda de cimento/bentonite, prevendo-se que a calda de cimento/bentonite tenha uma relação água-cimento de 2:1 e 2% do peso de cimento em bentonite para preenchimento dos furos na fundação do aterro e 30% para preenchimento dos tubos de revestimento durante o alteamento dos piezómetros no aterro. Deverá, contudo, avaliar-se em campo a decantação da calda, previamente à execução do preenchimento. Para o alteamento dos piezómetros prevê-se o recurso a tubos rígidos e rosqueáveis em PVC com um diâmetro mínimo de 150 mm.

A compactação do aterro na vizinhança do tubo (mínimo de 1 m de raio) deve ser realizada por meio de equipamentos manuais previamente propostos pelo Empreiteiro e aprovados pela Fiscalização. Durante esta operação deverá garantir-se a verticalidade do tubo e a densidade final do material compactado manualmente, que deverá ser igual à do aterro circundante, evitando assim a existência de pontos de maior deformabilidade e consequentemente de menor resistência mecânica.

Durante a restante compactação do aterro, as máquinas mais pesadas deverão manter-se afastadas pelo menos 2 m do eixo do piezómetro, de modo a evitar danificar os cabos. Como proteção adicional deve ser colocado em avanço um maciço em torno do tubo de revestimento ou ao invés adotar uma proteção metálica.

Para evitar a entrada de solos ou outros materiais no tubo, o topo destes deverá ser mantido fechado durante a obra.

7.6 ENCABEÇAMENTOS DOS PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS

7.6.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à execução dos encabeçamentos para os piezómetros hidráulicos.

7.6.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida à unidade, inclui execução de encabeçamento em betão simples, caixa ou tampa de proteção, tubo de drenagem e cadeado, bem como todos os trabalhos e materiais necessários à sua correta execução.

7.6.3 Condições Gerais

Após o preenchimento final do furo com calda de cimento e bentonite até ao final do furo, deverá ser realizado o encabeçamento do instrumento de acordo com os esquemas de instalação apresentados c, conforme a boca do piezómetro hidráulico seja localizada no coroamento ou na banquetta superior.

7.7 INDICADOR DE NÍVEL DE ÁGUA

7.7.1 Âmbito

A presente especificação diz respeito à aquisição de um medidor de nível de água para leitura dos piezómetros hidráulicos.

7.7.2 Critérios de Medição

Esta natureza de trabalhos é medida por unidade.

7.7.3 Condições Gerais

O indicador de nível de água deverá ser compatível com a dimensão dos piezómetros hidráulicos executados (diâmetro e profundidade).

Deverá ser um dispositivo portátil, constituído por uma sonda de nível em aço inoxidável, ligada a uma fita plana graduada de alta precisão enrolada numa bobine. Em contacto com a água o indicador de nível é ativado através de um sinal de áudio e por um indicador de luz instalados na bobine.

8 SISMÓGRAFOS

8.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à instalação de sismógrafos (acelerómetros triaxiais) para medição de vibrações na barragem e no terreno natural devido a sismos.

8.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida à unidade incluindo fornecimento e instalação dos acelerómetros triaxiais, armários de proteção robustos com características de “antivandalismo”, proposto pelo fornecedor dos acelerómetros, e respetivas fundações, cabos do sistema de comunicação entre sismógrafos e das respetivas ligações ao computador com ligação à internet para registo dos dados de leitura e transmissão para central de controlo remota definida pelo Dono de Obra.

Inclui execução de relatório de instalação, incluindo as coordenadas planimétricas e altimétricas de instalação dos sismógrafos.

8.3 CONDIÇÕES GERAIS

Será instalado um sistema para medição das vibrações na barragem e no terreno natural devido a sismos, através de dois acelerómetros triaxiais com comunicação entre si, de modo a que, se forem detetados movimentos dentro da gama de frequências pretendida (“strong motion”), se inicie o registo das leituras nos dois instrumentos. Prevê-se que os acelerómetros se localizem nos seguintes pontos:

- junto ao pé, no terreno natural, na zona do perfil mais alto da barragem. A base do sismógrafo deverá estar fundada em rocha competente;
- no coroamento, na zona mais alta da barragem.

Os dois acelerómetros deverão estar sincronizados, sendo que em caso de ativação do sismógrafo da base o sismógrafo do aterro também deverá iniciar o registo no mesmo instante.

Os acelerómetros triaxiais serão conectados à central de leituras.

9 ESCALAS LIMNIMÉTRICAS

9.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à instalação de escalas limnimétricas

9.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida por metro linear, incluindo sistema de fixação, bem como todos os materiais e trabalhos acessórios necessários à sua correta execução.

9.3 CONDIÇÕES GERAIS

As escalas limnimétricas, cuja instalação tem por objetivo a medição do nível de água na albufeira, deverão ter marcas indeléveis e visíveis a olho nu com marcação de metros, decímetros e centímetros.

Na torre de tomada de água será instalada uma escala limnimétrica com 32 m, em fibra de vidro, graduada com cotas altimétricas em metros, decímetros e centímetros (no mesmo referencial topográfico que o utilizado no Plano de Observação) e com a indicação do NmE de abastecimento, NmE de rega, do NPA e do NMC.

Instalar-se-á ainda uma segunda escala limnimétrica no muro da bacia de entrada do descarregador de cheias com as mesmas características da anterior, mas apenas com 7,5 m de altura e indicação do NPA e do NMC.

Cada escala será constituída por fibra de vidro e deverá ser devidamente fixada à torre de tomada de água e ao muro de entrada do descarregador de cheias, por forma a manter a sua posição e verticalidade ao longo do tempo.

10 CABOS ELÉTRICOS

10.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à instalação de cabos elétricos dos dispositivos de observação automatizados (piezômetros elétricos, células de tensão total e transdutores de pressão a instalar nos medidores de caudal).

10.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida por metro de cabo fornecido e instalado.

Os comprimentos apresentados correspondem às distâncias teóricas medidas a partir das plantas e perfis transversais apresentados nos Desenhos 0001 e 0002 entre os dispositivos de observação e a central de leitura, pelo que o Empreiteiro deverá prever folga suficiente para dispor os cabos de forma “serpenteante” de modo a acomodarem eventuais deformações da barragem que possam ocorrer.

10.3 CONDIÇÕES GERAIS

Os cabos elétricos deverão ser compatíveis com os dispositivos de observação a que serão conectados e com o sistema de leitura previsto instalar na central de leituras.

Os cabos utilizados deverão ser específicos de aplicação geotécnica, estrutural e hidráulica, que permitam ser embutidos em materiais como betão, calda de cimento ou solos.

Deverão ser seguidas as especificações do fornecedor para o transporte, armazenamento e instalação, tendo em conta o ambiente em que serão expostos, de modo a se garantir um bom estado de conservação e do correto funcionamento ao longo do período de vida da estrutura.

Os cabos previstos para cada aparelho deverão ser identificáveis de forma inequívoca ao longo de todo o seu comprimento.

11 VALAS ENTERRADAS PARA CAMINHOS DE CABOS DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO AUTOMATIZADOS

11.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito execução de valas para caminho dos cabos dos dispositivos de observação automatizados (acelerómetros triaxiais, piezómetros elétricos, células de tensão total e transdutores de pressão a instalar nos medidores de caudal).

11.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida por metro de vala executada, incluindo escavação em solos por meios mecânicos ou manuais, execução de uma camada de assentamento dos cabos em areia, “puxada de cabos” ao longo das valas, instalação de redes para sinalização da existência de cabos, preenchimento com solo do mesmo tipo de material escavado para execução da vala e compactação, bem como todos os materiais e trabalhos necessários para a sua correta execução.

11.3 CONDIÇÕES GERAIS

As valas a executar ao longo do paramento e coroamento do aterro da barragem deverão ter dimensão suficiente para executar uma camada de assentamento em areia de pelo menos 0,10 m de espessura, acomodar os cabos dos dispositivos de observação e colocar redes metálicas plastificadas, ou de material plástico, pelo menos 0,20m acima dos cabos, para sinalização.

12 ENGENHARIA DE DETALHE E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO

12.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito ao fornecimento de serviços de engenharia para definição da arquitetura do sistema de automatização de leituras e de registo de dados de observação dos acelerómetros triaxiais, dos piezómetros elétricos, das células de tensão total, dos transdutores de pressão para medição de caudais, das sondas de nível instaladas na torre de tomada de água para medição do nível de albufeira e do pluviómetro previsto instalar no POC.

12.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida por valor global, consistindo nos serviços de engenharia relacionados com o levantamento de campo de detalhe, projeto de execução, coordenação dos trabalhos, telas finais e formação.

12.3 CONDIÇÕES GERAIS

O Empreiteiro deverá propor uma solução para execução do sistema de automatização de leituras e de registo de dados de observação dos dispositivos de observação previstos automatizar.

Para a definição dessa solução, deverá ter em conta não só a compatibilidade entre os aparelhos de observação e datalogger a instalar, como também com as infra-estruturas previstas no projeto de instalações elétricas (Volume 4, Tomo 2 e peças desenhadas Volume 3).

13 SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE LEITURAS E REGISTO DE DADOS DE OBSERVAÇÃO

13.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à aquisição e instalação dos aparelhos constituintes do sistema de leitura e aquisição automática dos dados de observação dos acelerómetros triaxiais, dos piezómetros elétricos, das células de tensão total, dos transdutores de pressão para medição de caudais, das sondas de nível instaladas na torre de tomada de água para medição do nível de albufeira e do pluviómetro previsto instalar no POC.

13.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Esta natureza de trabalhos é medida por valor global, consistindo no fornecimento dos equipamentos e na instalação de central de leituras no POC, incluindo ligação de todos os dispositivos de observação automatizados ao datalogger, considerando equipamentos auxiliares necessários (como expansores, router, baterias), ligação a computador existente para armazenamento de dados e envio das leituras para central de comando remota definida pelo Dono de Obra, softwares, bem como todos os equipamentos auxiliares e materiais necessários e testes para garantia do correto funcionamento do sistema.

13.3 CONDIÇÕES GERAIS

O sistema previsto para automatização de leituras e registo de dados dos dispositivos de observação deverá ser instalado no edifício do POC.

Prevê-se assim:

- Fornecimento e montagem de quadro elétrico de telemetria com IP66 em fibra de vidro, de montagem mural, incluindo proteção geral, proteções individuais por cada equipamento, fonte de alimentação 230 VAC/12 VDC, com datalogger compatível com os dispositivos de monitorização e com gama de frequências de leitura adequada (permitindo leituras ao segundo), com a configuração adequada à aplicação em causa e expansor de canais, router externo, relé de interface, bornes, buçins, proteções e restantes acessórios;
- Fornecimento e montagem de antena GPRS de alto ganho no exterior da instalação, com ligação ao quadro de telemetria.
- Programação do Datalogger local e todo sistema, a ser instalado no POC em quadro elétrico de telemetria para a recolha, armazenamento e envio das informações

referidas acima, assim como, instalação em PC/Server do dono da obra do programa com base de dados e leitura das variáveis armazenadas.

- Fornecimento e instalação de softwares para visualização de dados históricos vindos dos datalogger;
- Fornecimento e passagem de cabo de sinais entre a estação e o quadro elétrico de telemetria, em tubo VD, incluindo interligações elétricas;
- Comissionamento dos instrumentos e configuração do Datalogger fornecidos.

14 CAMPANHAS DE LEITURA DOS INSTRUMENTOS

14.1 ÂMBITO

A presente especificação diz respeito à execução das campanhas de leitura dos aparelhos de observação durante o decorrer da obra.

14.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

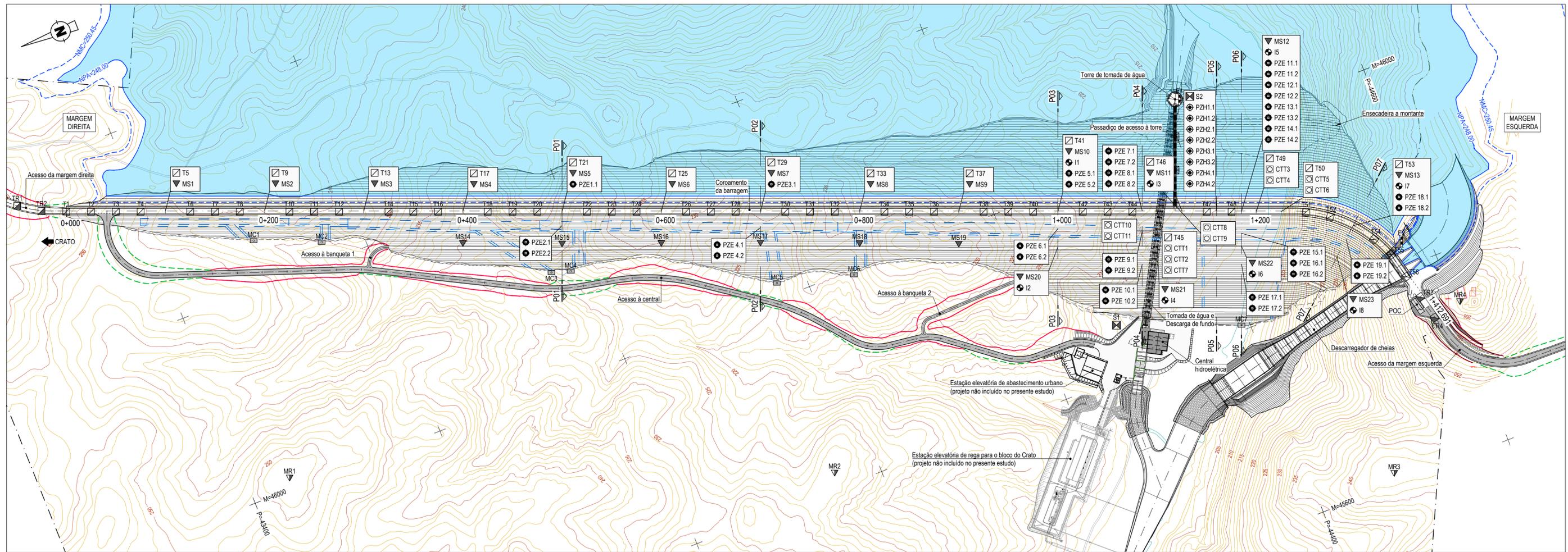
Esta natureza de trabalhos é medida por unidade de campanha de leituras, incluindo as leituras de todos os dispositivos de observação instalados, o processamento dos dados e elaboração de relatório sucinto da campanha.

14.3 CONDIÇÕES GERAIS

As campanhas de leitura dos instrumentos e de inspeção visual incluem:

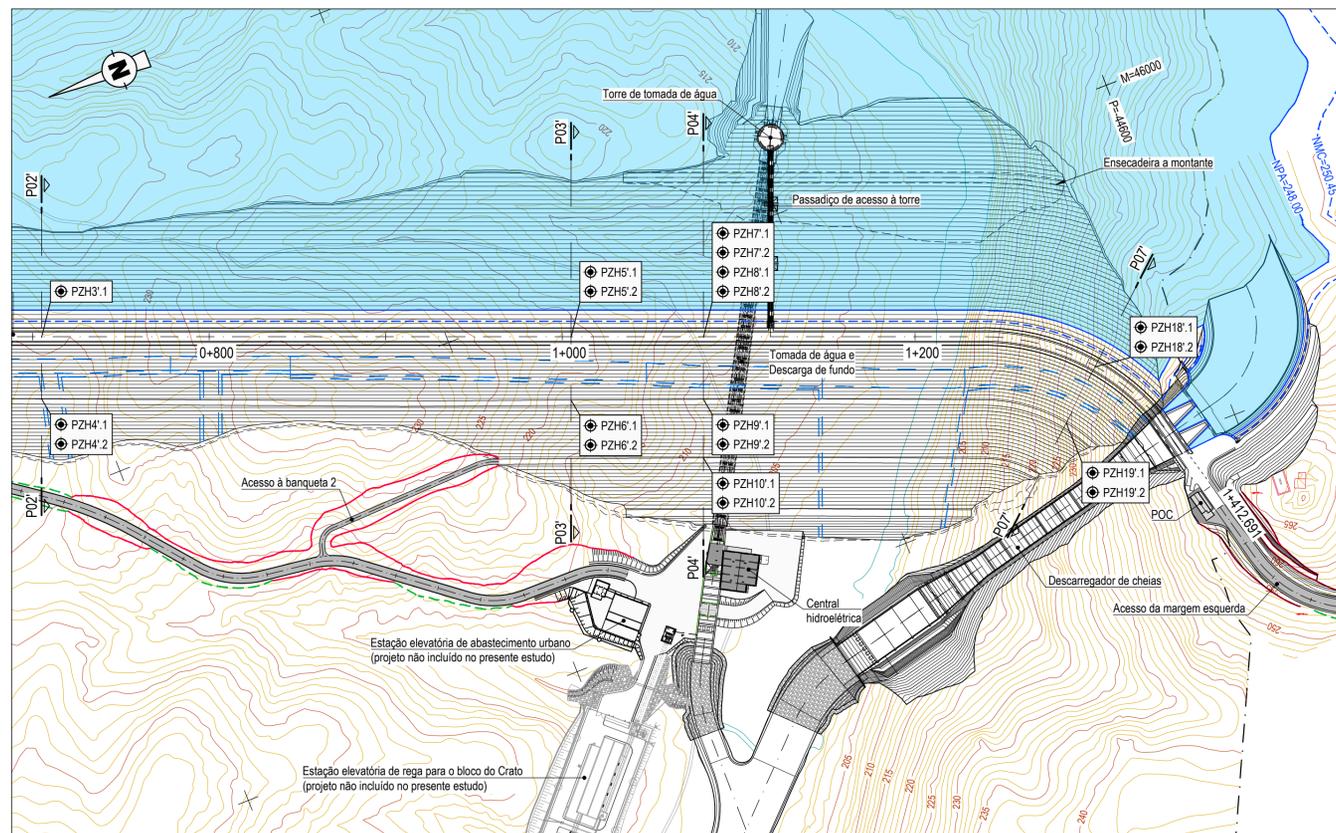
- a leitura de todos os instrumentos instalados à data de cada campanha, nomeadamente:
 - Extensómetros magnéticos instalados nos tubos inclinométricos;
 - Células de tensão total;
 - Caudais (se existentes);
 - Piezómetros elétricos;
 - Piezómetros hidráulicos;
 - Nível de água na Albufeira.
- processamento dos dados de forma informatizada para disponibilizar ao Dono de Obra;
- relatos sucintos relativos às inspeções visuais e leituras.

No final da construção, o Empreiteiro deverá incluir no relatório detalhado de instalação dos dispositivos de observação os resultados de todas as campanhas de leitura



PLANTA (PERFIS DE OBSERVAÇÃO DE REFERÊNCIA)

Esc. 1:2000



PLANTA (PERFIS DE OBSERVAÇÃO DE REDUNDÂNCIA)

Esc. 1:2000

LEGENDA

DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

T	Taco de nivelamento.
TR	Taco de referência.
MS	Marca de superfície.
MR	Marca de referência.
⊙	Tubo inclinométrico.
CTT	Célula de tensão total.
MC	Medidor de caudais.
PZE	Piezómetro elétrico.
PZH	Piezómetro hidráulico.
S	Sismógrafo (acelerómetro triaxial).
E	Escala limnimétrica.
⊞	Câmara de captação com 1.00m.
⊞	Câmara de captação com 2.00m.

NOTAS

- A instalação dos dispositivos de observação deverá ser acompanhada pelo LNEC.
- As localizações dos dispositivos de observação apresentadas são esquemáticas. As posições preconizadas para instalação dos dispositivos são apresentadas nos desenhos de pormenor (21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-01 e 21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-02).
- Deverá ser garantido um afastamento mínimo de 2,0m no sentido longitudinal da barragem dos aparelhos de observação instalados em profundidade (piezómetros, inclinómetros e células de tensão total) no mesmo perfil de observação.
- Os perfis de observação de redundância (P02', P03', P04' e P07') devem ser materializados a cerca de 5 metros dos perfis de referência (P02, P03, P04 e P07).
- As localizações propostas para as marcas de referência são meramente orientativas. As localizações dessas peças deverão ser aferidas no local, por técnicos especializados em monitoramento geodésico e geologia/geotecnia, por forma a assegurar condições de visibilidade e de estabilidade da fundação.
- As localizações previstas para os dispositivos de observação deverão ser confirmadas durante a obra, para adequação às reais condições locais. Alterações relevantes ao preconizado no Plano de Observação deverão ser revistas pelo LNEC e aprovadas pela Autoridade.

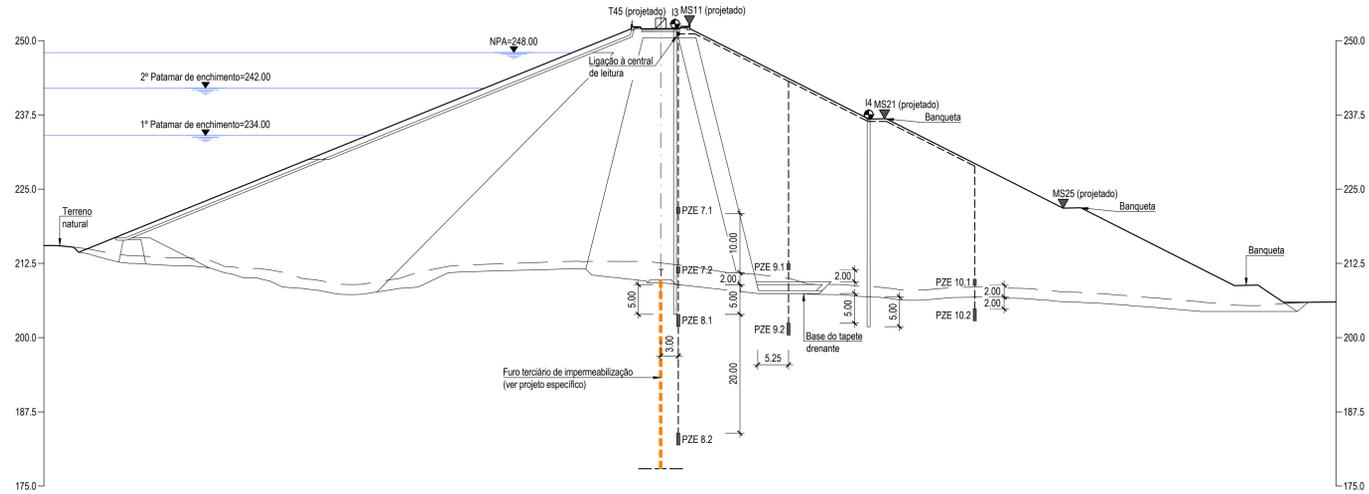
- A leitura dos níveis de água da albufeira é feita através das sondas de nível a instalar na torre de tomada de água no âmbito da automação do sistema de comportas da tomada de água, conforme definido nas peças desenhadas da torre de tomada de água (21031-EF-IHD-DES-2241-01a05).
- A leitura da pluviosidade é feita através do pluviómetro a instalar na estação meteorológica que se localizará na cobertura do POC, conforme definido nas peças desenhadas do POC (21031-EF-IHD-DES-2402-01).
- A localização dos tacos de referência será no limite do coroamento da barragem, de forma a que o taco fique devidamente fundado no maciço rochoso firme e sã. A cota da base será ajustada em obra de tal forma que se garanta que, ao longo do tempo, não haverá assentamentos dos tacos de referência.
- A localização das marcas de referência deverá ser exterior à zona de influência da barragem e será aferida no local por especialistas em geodésia e geologia, de forma a garantir boa visibilidade para as marcas a instalar no alerto e assegurar adequadas condições de fundação.
- A instalação dos piezómetros e tubos inclinométricos na fundação deverá decorrer apenas após a conclusão da cortina de impermeabilização e das operações de tratamento, saneamento e limpeza da fundação.

ESTE DESENHO NÃO PODE SERVIR DE BASE À EXECUÇÃO DA OBRA SEM O VISTO DO DONO DA OBRA OU SEU REPRESENTANTE COMO "BOM PARA EXECUÇÃO"

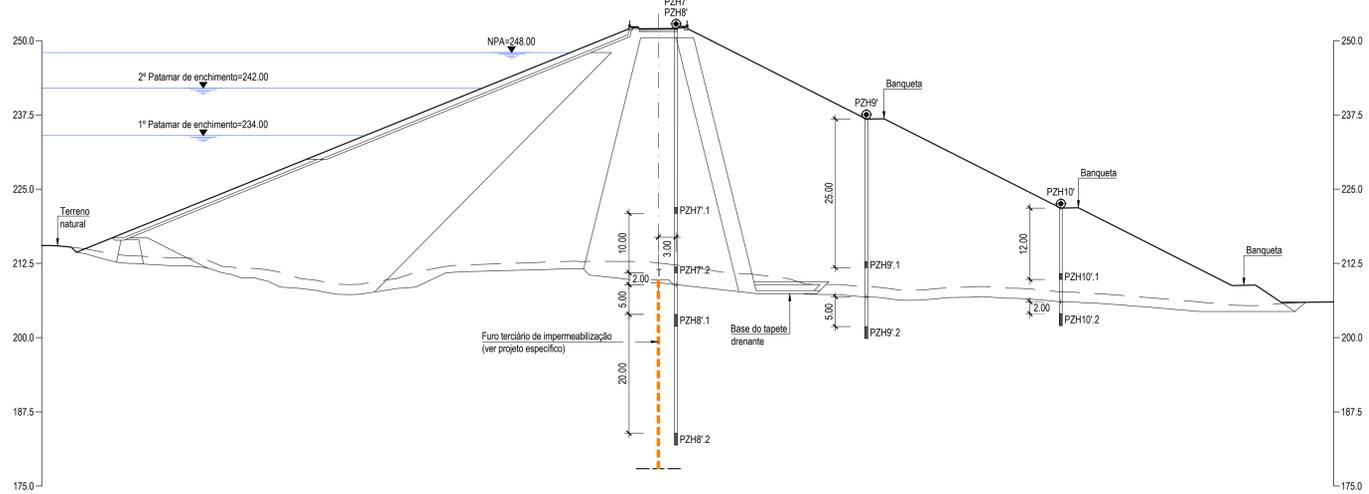
A	Revisão geral	Janeiro 2023	CM	JPM	GT
0	Emissão inicial	Abril 2022	CM	JPM	GT
Índice	Designação das alterações	Data	Projecto	Desenho	Visto

COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

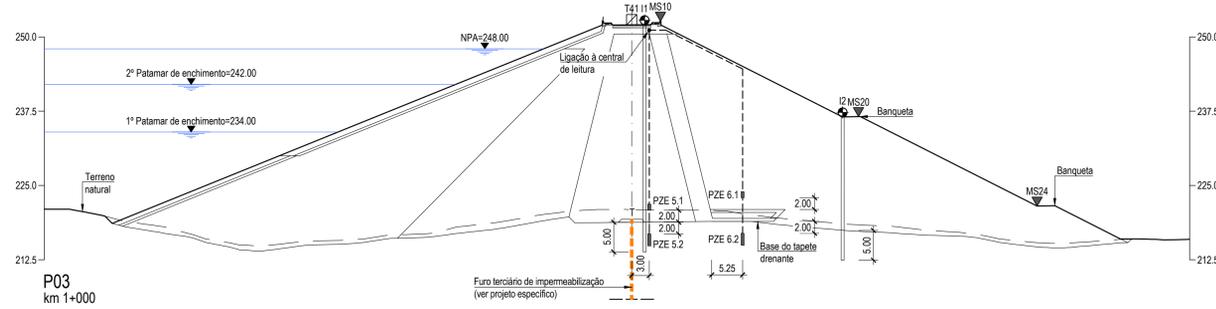
Projecto	Carlos Mata	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO	
Desenho	João Martins		
Visto	Gonçalo Tavares	COMPONENTE B) ESTUDO DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULAZIÃO DE CAUDAIS INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS ESTUDO FINAL	Desenho n.º
Aprovado	Mário Samora	PLANO DE OBSERVAÇÃO PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO	0001 Revisão A
Escalas	1:2000		N.º Anexo 21031-EF-2-4-BAR-DES-0001-01-A Data ABRIL 2022



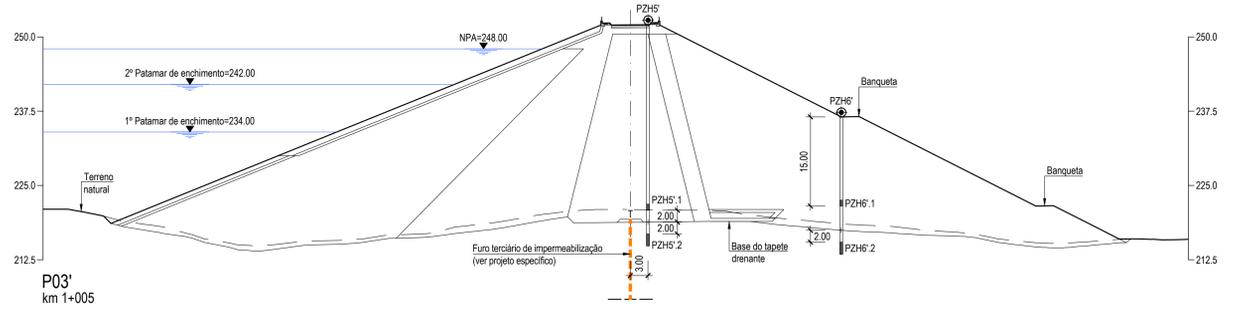
P04
km 1+085
Esc. 1:500



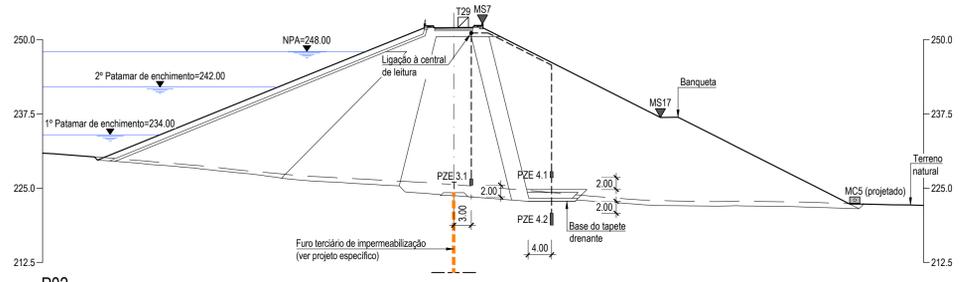
P04'
km 1+080
Esc. 1:500



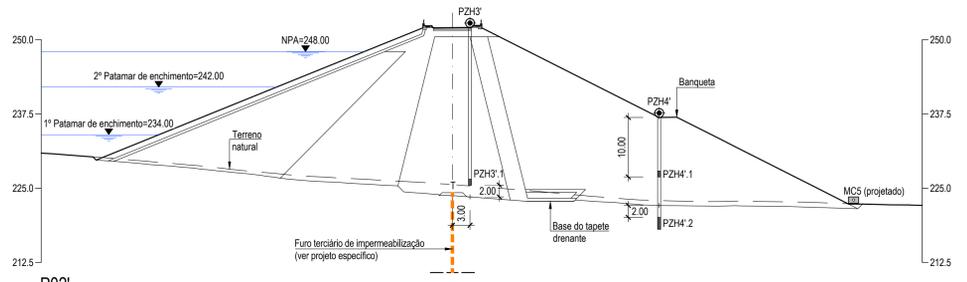
P03
km 1+000
Esc. 1:500



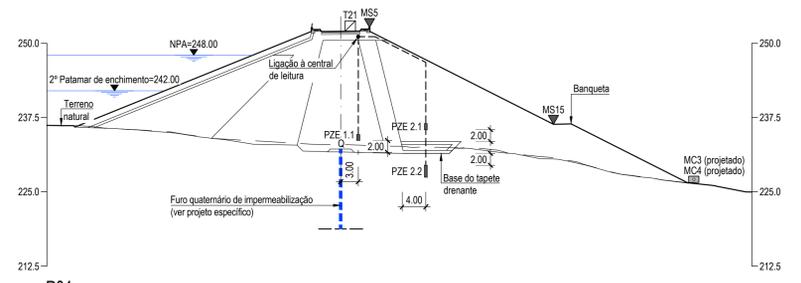
P03'
km 1+005
Esc. 1:500



P02
km 0+700
Esc. 1:500



P02'
km 0+705
Esc. 1:500



P01
km 0+500
Esc. 1:500

LEGENDA	
DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO	
T	Taco de nivelamento.
TR	Taco de referência.
MS	Marca superficial.
MR	Marca de referência.
TI	Tubo inclinométrico.
CTT	Célula de tensão total.
MC	Medidor de caudais.
PZE	Piezômetro elétrico.
PZH	Piezômetro hidráulico.
S	Sismógrafo (acelerômetro triaxial).
E	Escala limnométrica.
---	Caminho de cabos.
■	Câmara de captação com 1.00m.
■	Câmara de captação com 2.00m.

- NOTAS**
- As localizações previstas para os dispositivos de observação deverão ser confirmadas durante a obra, para adequação às reais condições locais. Alterações relevantes ao preconizado no Plano de Observação deverão ser revistas pelo LNEC e aprovadas pela Autoridade.
 - As localizações dos dispositivos de observação apresentadas são esquemáticas. As posições preconizadas para instalação dos dispositivos são apresentadas nos desenhos de pormenor (21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-01 e 21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-02).
 - Deverá ser garantido um afastamento mínimo de 2.0m no sentido longitudinal da barragem dos aparelhos de observação instalados em profundidade (piezômetros, inclinômetros e células de tensão total) no mesmo perfil de observação.
 - Os perfis de observação de redundância (P02', P03', P04' e P07') devem ser materializados a cerca de 5 metros dos perfis de referência (P02, P03, P04 e P07).
 - A leitura dos níveis de água da albufeira é feita através das sondas de nível a instalar na torre de tomada de água no âmbito da automação do sistema de comportas da tomada de água, conforme definido nas peças desenhadas da torre de tomada de água (21031-EF-IHD-DES-2241-01a05).
 - A leitura da pluviosidade é feita através do pluviômetro a instalar na estação meteorológica que se localizará na cobertura do POC, conforme definido nas peças desenhadas do POC (21031-EF-IHD-DES-2402-01).
 - Os cabos dos instrumentos automatizados instalados em profundidade (piezômetros elétricos, e células de tensão total) deverão ser atrelados à medida que a obra evolui em altura, devendo ser devidamente sinalizados e protegidos para evitar danos decorrentes dos trabalhos de construção. A compactação do terreno na vizinhança dos cabos deverá ser realizada por meio de equipamentos manuais.
 - A instalação dos piezômetros e tubos inclinométricos na fundação deverá decorrer apenas após a conclusão da cortina de impermeabilização e das operações de tratamento, saneamento e limpeza da fundação.
 - De modo a evitar danificar os cabos dos aparelhos de instrumentação e limitar as interferências à execução dos trabalhos de terraplenagem, a puxada dos cabos deverá apenas ser realizada após a execução de toda a vala para passagem de cabos de instrumentação abaixo do coronamento (ver desenho 2105 do Volume 3, Tomo 1), sendo imediatamente protegidos após o seu assentamento. Deste modo garante-se que não existam cabos com desenvolvimento horizontal ao longo do atmo durante a sua construção.
 - Por forma a garantir que os cabos dos aparelhos automatizados não sofram danos decorrentes de deformações do atmo, esses cabos deverão ser instalados com folga ao longo das valas (deverá dispor-se os cabos de uma forma "serpenteante").
 - O percurso dos caminhos de cabo foi definido com o objetivo de minimizar as interferências durante os trabalhos de terraplenagem e de evitar possíveis danos que possam ocorrer nos cabos dos aparelhos de observação. Em fase de obra o empreiteiro poderá propor uma disposição alternativa devendo a mesma ser aprovada pela fiscalização.

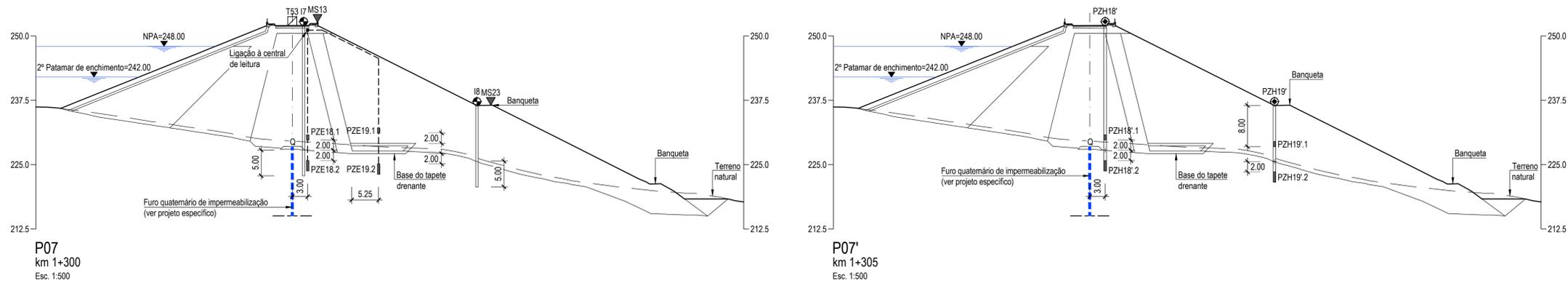
ESTE DOCUMENTO É PROPRIEDADE DA TPE E NÃO PODE SER REPRODUZIDO, DIVULGADO OU FORNECIDO A TERCEIROS SEM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA.

ESTE DESENHO NÃO PODE SERVIR DE BASE À EXECUÇÃO DA OBRA SEM O VISTO DO DONO DA OBRA OU SEU REPRESENTANTE COMO "BOM PARA EXECUÇÃO".

A	Revisão geral	Janaro 2023	CM	JPM	GT
0	Emissão inicial	Abril 2022	CM	JPM	GT
Índice	Designação das alterações	Data	Projeto	Desenho	Visto

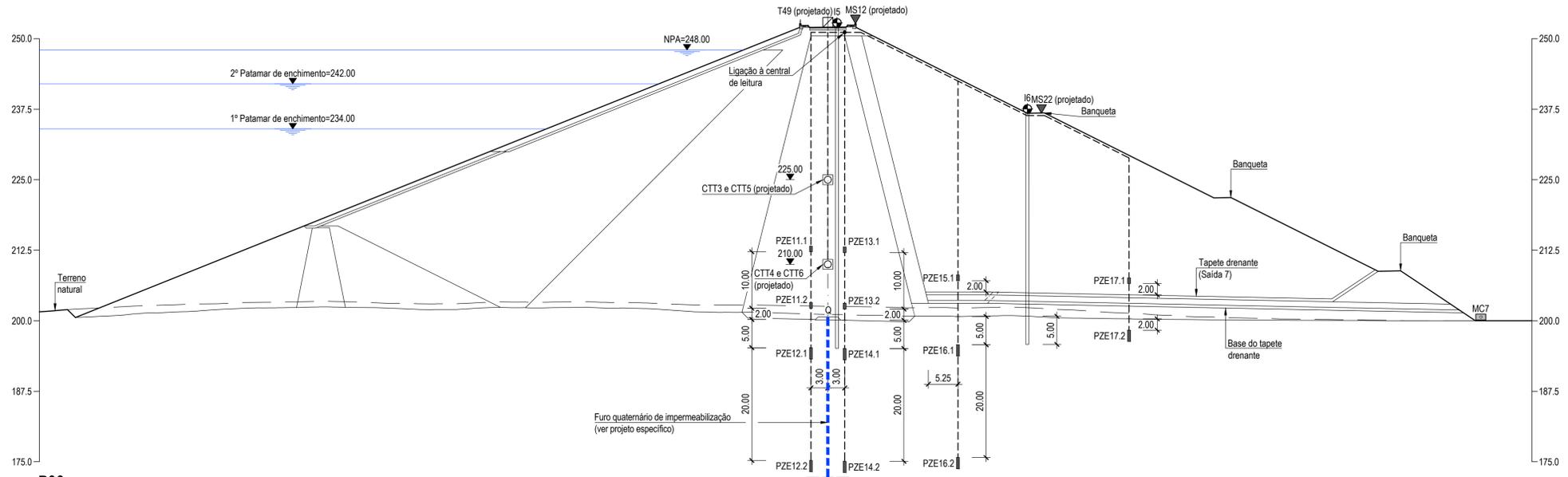
COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

Projeto	Carlos Mata	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO	
Desenho	João Martins		
Auto	Gonçalo Tavares	COMPONENTE B1 ESTUDO DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS INFRAESTRUTURAS PRIMARIAS ESTUDO FINAL	Desenho n.º
Aprovado	Mário Samora		0002
Estado	1:500		Revisão
<p align="center">PLANO DE OBSERVAÇÃO PERFIS</p>			<p>21031-EF-2-4-BAR-DES-0002-01-A</p>
			<p align="right">ABRIL 2022</p>

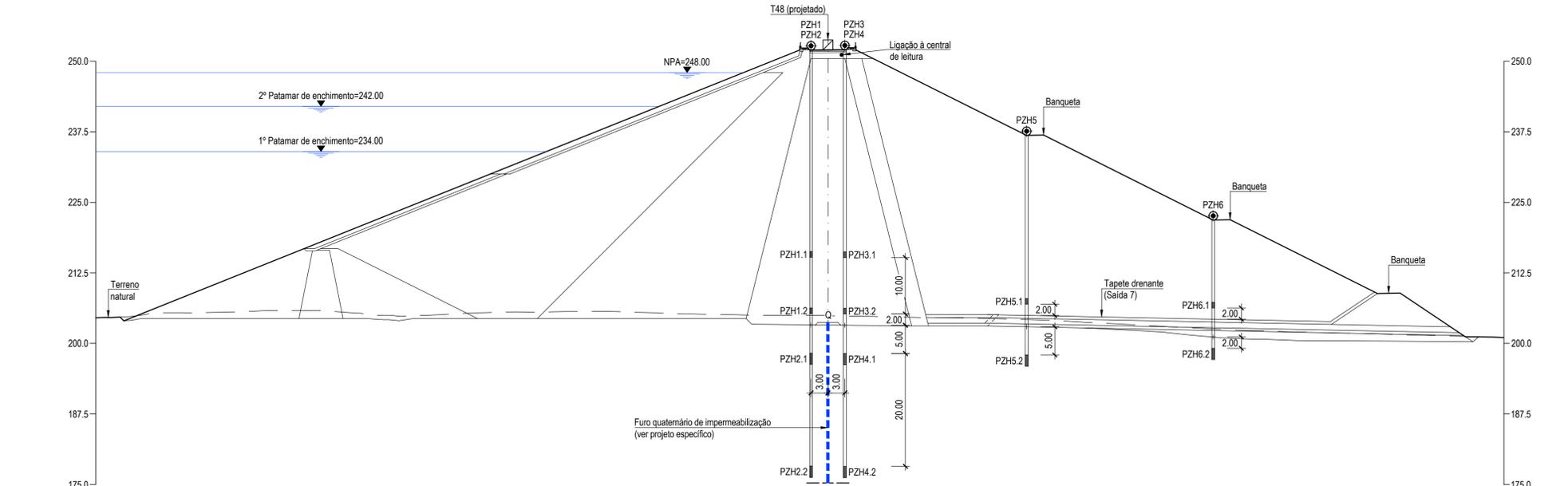


P07
km 1+300
Esc. 1:500

P07'
km 1+305
Esc. 1:500



P06
km 1+185
Esc. 1:500



P05
km 1+160
Esc. 1:500

LEGENDA

DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

- T Teco de nivelamento.
- TR Teco de referência.
- MS Marca superficial.
- MR Marca de referência.
- I Tubo inclinométrico.
- CTT Célula de tensão total.
- MC Medidor de caudais.
- PZE Piezômetro elétrico.
- PZH Piezômetro hidráulico.
- S Sismógrafo (acelerómetro triaxial).
- E Escala limnométrica.
- - - Caminho de cabos.
- Câmara de captação com 1.00m.
- ▬ Câmara de captação com 2.00m.

NOTAS

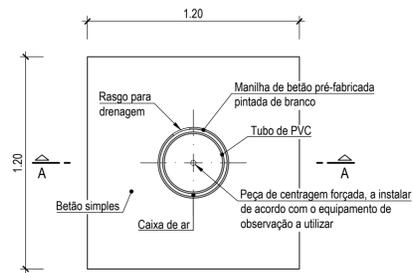
- As localizações previstas para os dispositivos de observação deverão ser confirmadas durante a obra, para adequação às reais condições locais. Alterações relevantes ao preconizado no Plano de Observação deverão ser revistas pelo LNEC e aprovadas pela Autoridade.
- As localizações dos dispositivos de observação apresentadas são esquemáticas. As posições preconizadas para instalação dos dispositivos são apresentadas nos desenhos de pomenor (21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-01 e 21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-02).
- Deverá ser garantido um afastamento mínimo de 2.0m no sentido longitudinal da barragem dos aparelhos de observação instalados em profundidade (piezômetros, inclinómetros e células de tensão total) no mesmo perfil de observação.
- Os perfis de observação de redundância (P02', P03', P04' e P07') devem ser materializados a cerca de 5 metros dos perfis de referência (P02, P03, P04 e P07).
- A leitura dos níveis de água da albufeira é feita através das sondas de nível a instalar na torre de tomada de água no âmbito da automação do sistema de comportas da tomada de água, conforme definido nas peças desenhadas da torre de tomada de água (21031-EF-IHD-DES-2241-01a05).
- A leitura da pluviosidade é feita através do pluviómetro a instalar na estação meteorológica que se localizará na cobertura do POC, conforme definido nas peças desenhadas do POC (21031-EF-IHD-DES-2402-01).
- Os cabos dos instrumentos automatizados instalados em profundidade (piezômetros elétricos, e células de tensão total) deverão ser alteados à medida que a obra evolui em altura, devendo ser devidamente sinalizados e protegidos para evitar danos decorrentes dos trabalhos de construção. A compactação do terreno na vizinhança dos cabos deverá ser realizada por meio de equipamentos manuais.
- A instalação dos piezômetros e tubos inclinométricos na fundação deverá decorrer apenas após a conclusão da corina de impermeabilização e das operações de tratamento, saneamento e limpeza da fundação.
- De modo a evitar danificar os cabos dos aparelhos de instrumentação e limitar as interferências à execução dos trabalhos de terraplenagem, a puxada dos cabos deverá apenas ser realizada após a execução de toda a vala para passagem de cabos de instrumentação abaixo do coroamento (ver desenho 2105 do Volume 3, Tomo 1), sendo imediatamente protegidos após o seu assentamento. Deste modo garante-se que não existem cabos com desenvolvimento horizontal ao longo do aterro durante a sua construção.
- Por forma a garantir que os cabos dos aparelhos automatizados não sofram danos decorrentes de deformações do aterro, esses cabos deverão ser instalados com folga ao longo das valas (deverá dispor-se os cabos de uma forma "serpenteante").
- O percurso dos caminhos de cabo foi definido com o objetivo de minimizar as interferências durante os trabalhos de terraplenagem e de evitar possíveis danos que possam ocorrer nos cabos dos aparelhos de observação. Em fase de obra o empreiteiro poderá propor uma disposição alternativa devendo a mesma ser aprovada pela fiscalização.

ESTE DESENHO NÃO PODE SERVIR DE BASE À EXECUÇÃO DA OBRA SEM O VISTO DO DONO DA OBRA OU SEU REPRESENTANTE COMO "BOM PARA EXECUÇÃO"

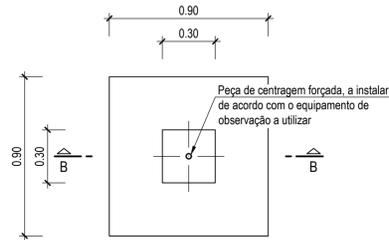
A	Revisão geral	Janeiro 2023	CM	JPM	GT
0	Emissão inicial	Abril 2022	CM	JPM	GT
Índice	Designação das alterações	Data	Projecto	Desenho	Visto

COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

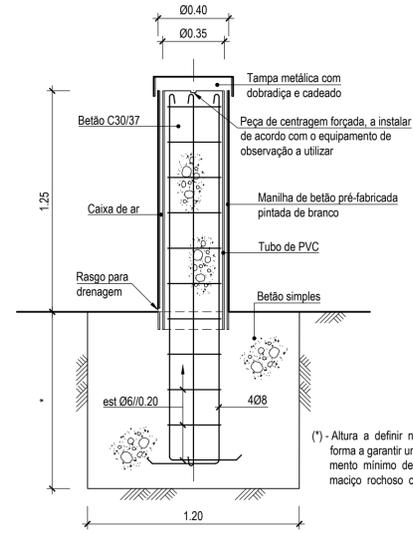
Projecto Carlos Mata	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO	
Desenho João Martins		
Visto Gonçalo Tavares	COMPONENTE B) ESTUDO DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS ESTUDO FINAL	Desenho n.º 0002
Aprovado Mário Samora	PLANO DE OBSERVAÇÃO PERFIS	Folha 02/02
Escala 1:500		Revisão A
		N.º Anverso 21031-EF-2-4-BAR-DES-0002-02-A
		Data ABRIL 2022



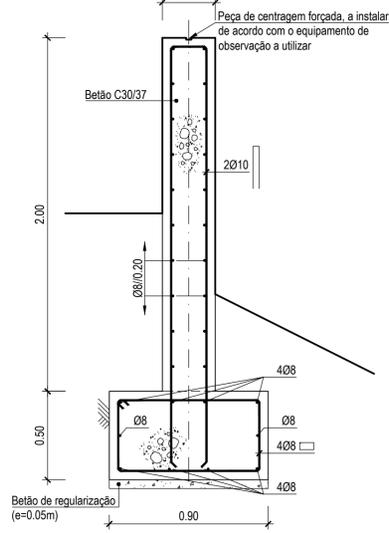
PLANTA
Esc. 1:20



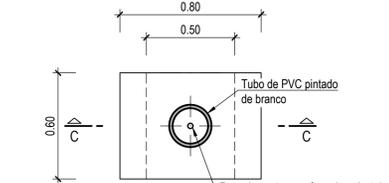
PLANTA
Esc. 1:20



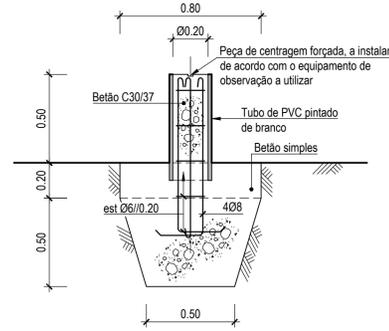
MARCA SUPERFICIAL DE REFERÊNCIA
CORTE A-A
Esc. 1:20



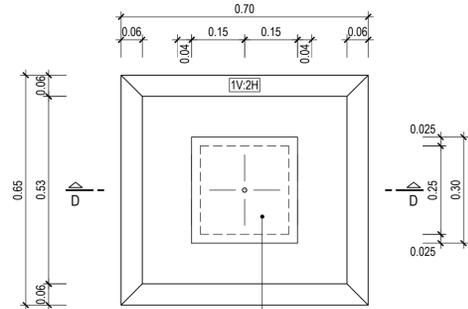
MARCA SUPERFICIAL DE COROAMENTO
CORTE B-B
Esc. 1:20



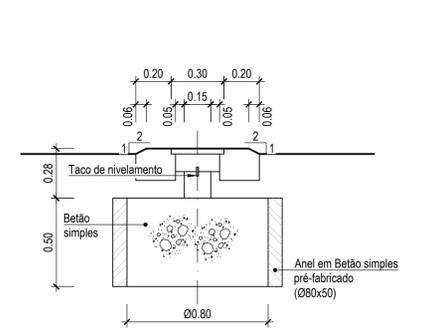
PLANTA
Esc. 1:20



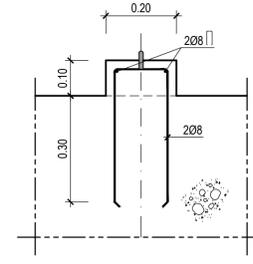
MARCA SUPERFICIAL DE BANQUETA
CORTE C-C
Esc. 1:20



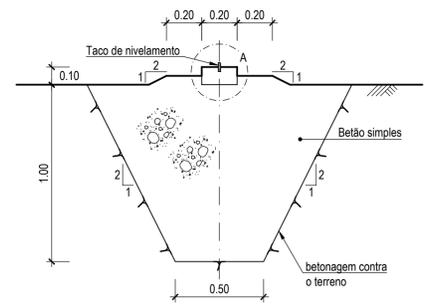
PLANTA
Esc. 1:10



TACO DE NIVELAMENTO
CORTE D-D
Esc. 1:20

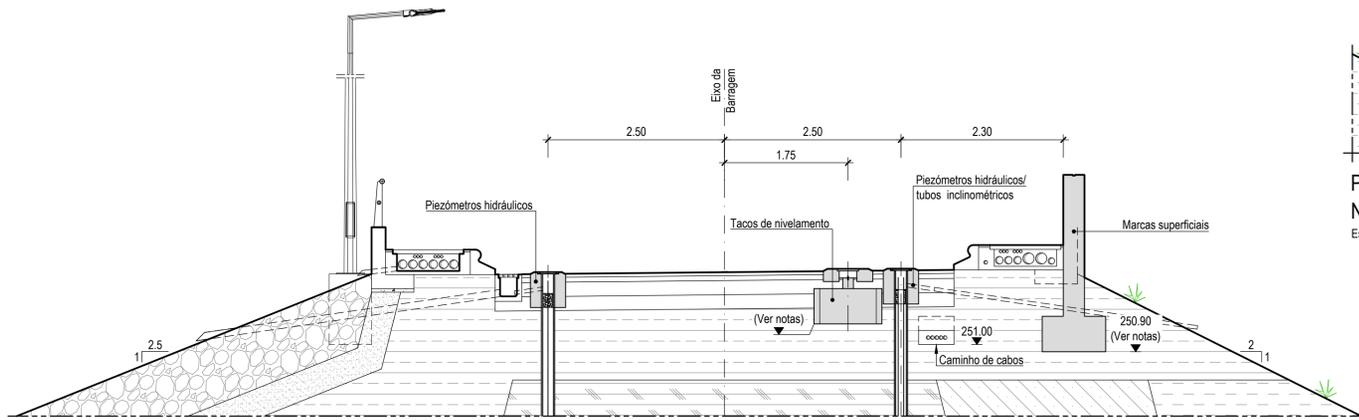


PORMENOR A
BETÃO ARMADO
Esc. 1:10

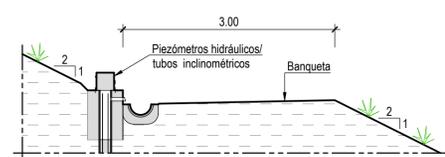


TACO DE NIVELAMENTO DE REFERÊNCIA
Esc. 1:20

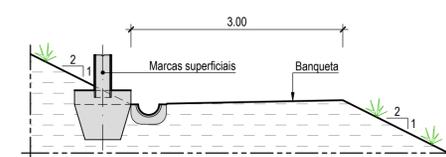
LEGENDA
NOTAS
<ul style="list-style-type: none"> A cota da base das marcas superficiais e dos tacos de nivelamento deverá ser ajustada em obra, de tal forma que se garanta que a peça fica adequadamente solidarizada ao aterra ao longo do tempo, não havendo assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação. Deverá ser garantido um afastamento mínimo de 2.0m no sentido longitudinal da barragem dos aparelhos de observação instalados em profundidade (piezômetros, inclinômetros e células de tensão total) no mesmo perfil de observação. Nos piezômetros instalados na fundação, cujo alteamento durante a execução do aterra da barragem atravesse o sistema de drenagem interna, deverão ser deixados tubos de PVC "perdidos" de modo a evitar a contaminação do dreno com a calda de cimento/bentonite a utilizar na selagem dos piezômetros. Deverão ser colocadas redes metálicas plastificadas, ou de material plástico, para sinalização, pelo menos 0.20m acima dos caminhos de cabos em valas enterradas. Adicionalmente, os cabos de cada dispositivo deverão ser identificáveis de forma inequívoca, ao longo de todo o seu percurso.
MATERIAIS
BETÃO DE REGULARIZAÇÃO/ENCHIMENTO <ul style="list-style-type: none"> C16/20; X0(P). BETÃO ARMADO <ul style="list-style-type: none"> C30/37; XCA(CP); CI 0.20; D_{max} 25; S3. Recobrimento das armaduras - 50mm. AÇO <ul style="list-style-type: none"> Varão em aço A500NR-SD (LNEC E 460-2017). Recobrimento mínimo de armaduras: 50mm. Comprimento mínimo de amarração - 50Ø.



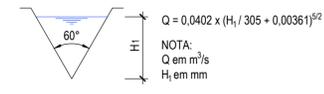
POSIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO A INSTALAR NO COROAMENTO
Esc. 1:50



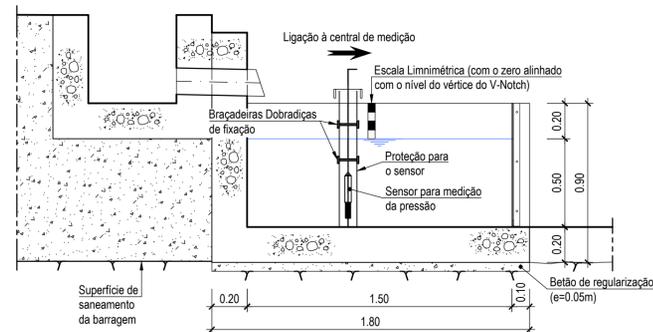
POSIÇÃO DOS PIEZÔMETROS E INCLINÔMETROS
NAS BANQUETAS
Esc. 1:50



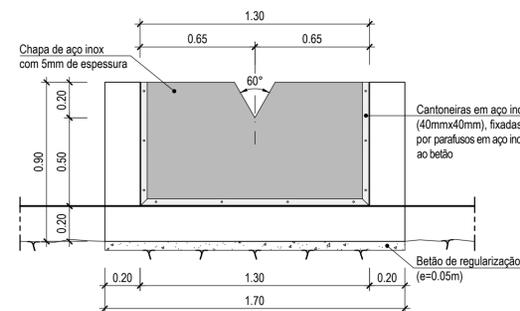
POSIÇÃO DAS MARCAS SUPERFICIAIS
NAS BANQUETAS
Esc. 1:50



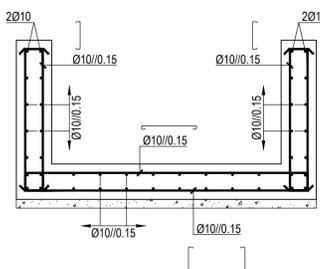
MEDIDAÇÃO DE CAUDAIS
ESQUEMA
S/ escala



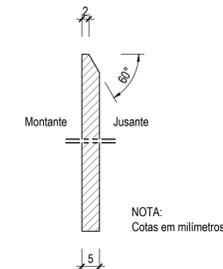
MEDIDOR DE CAUDAIS
CORTE TIPO - DEFINIÇÃO
Esc. 1:20



MEDIDOR DE CAUDAIS
ALÇADO - DEFINIÇÃO
Esc. 1:20



MEDIDOR DE CAUDAIS
BETÃO ARMADO
Esc. 1:20

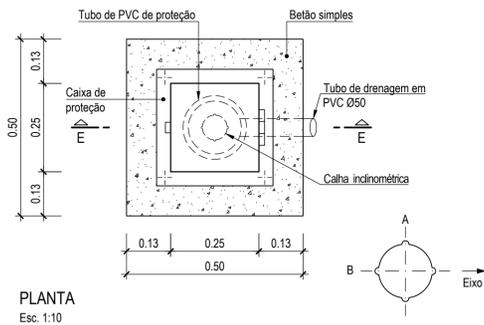


MEDIDOR DE CAUDAIS
SECÇÃO DA CHAPA DE AÇO
Esc. 1:1

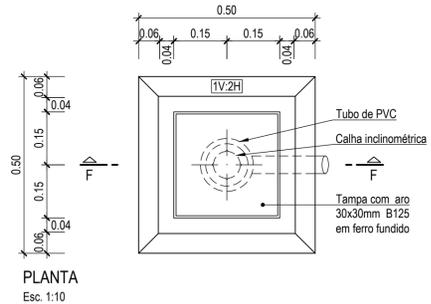
ESTE DESENHO NÃO PODE SERVIR DE BASE À EXECUÇÃO DA OBRA SEM O VISTO DO DONO DA OBRA OU SEU REPRESENTANTE COMO "BOM PARA EXECUÇÃO"

A	Revisão geral	Janeiro 2023	CM	JPM	GT
0	Emissão inicial	Abri 2022	CM	FSM	GT
Índice	Designação das alterações	Data	Projecto	Desenho	Visto

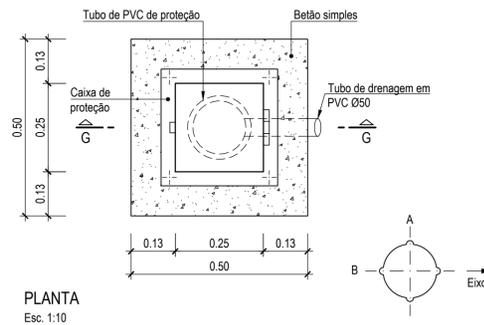
COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO					
Projecto	Carlos Mata	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HÍDRICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO			
Desenho	Filipa Martins	COMPONENTE B) ESTUDO DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS ESTUDO FINAL			
Visto	Gonçalo Tavares	0003			
Aprovado	Mário Samora	11			
Escalas	1:50; 1:20; 1:10; 1:1	PLANO DE OBSERVAÇÃO PORMENORES			
		ABRIL 2022			



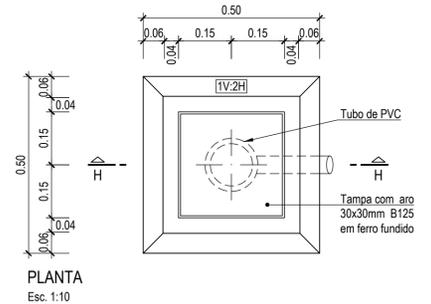
PLANTA
Esc. 1:10



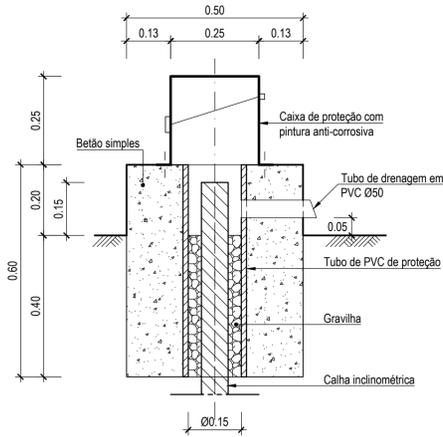
PLANTA
Esc. 1:10



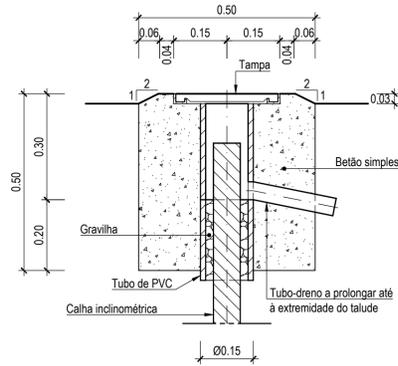
PLANTA
Esc. 1:10



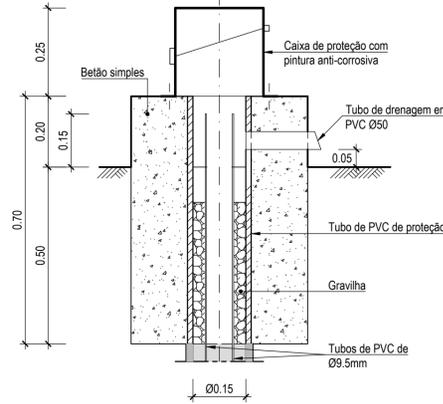
PLANTA
Esc. 1:10



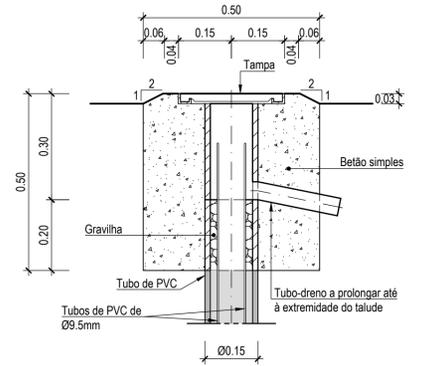
ENCABEÇAMENTO DE INCLINÓMETRO
BANQUETA
CORTE E-E
Esc. 1:10



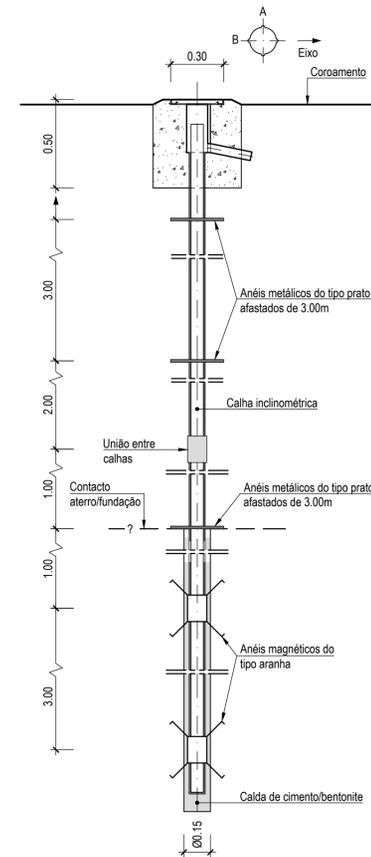
ENCABEÇAMENTO DE INCLINÓMETRO
COROAMENTO
CORTE F-F
Esc. 1:10



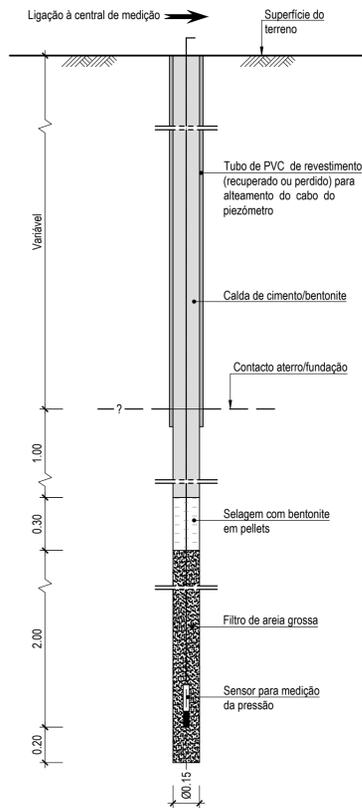
ENCABEÇAMENTO DE PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS
BANQUETA
CORTE G-G
Esc. 1:10



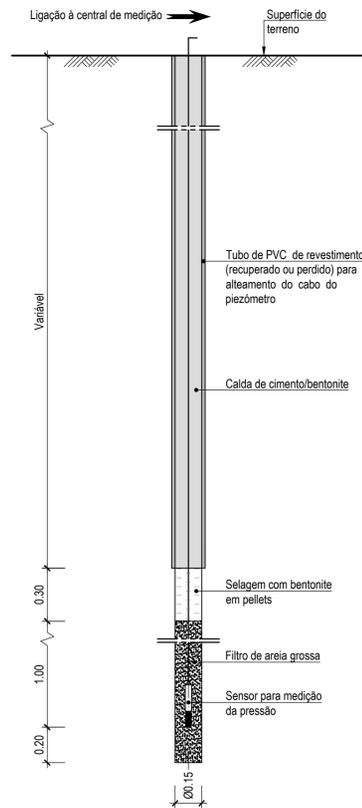
ENCABEÇAMENTO DE PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS
COROAMENTO
CORTE H-H
Esc. 1:10



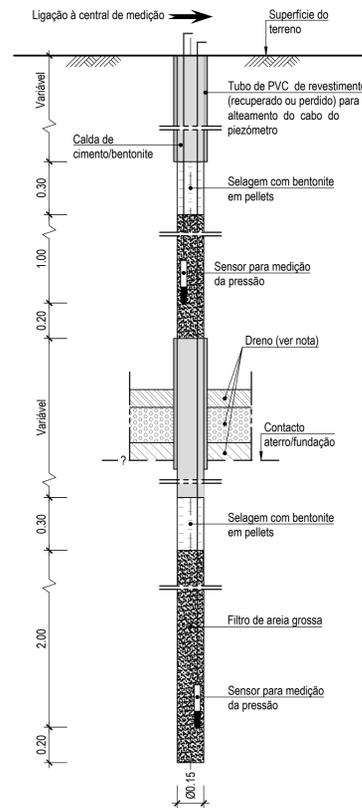
INCLINÓMETROS / EXTENSÓMETROS
VERTICAIS
Esc. 1:20



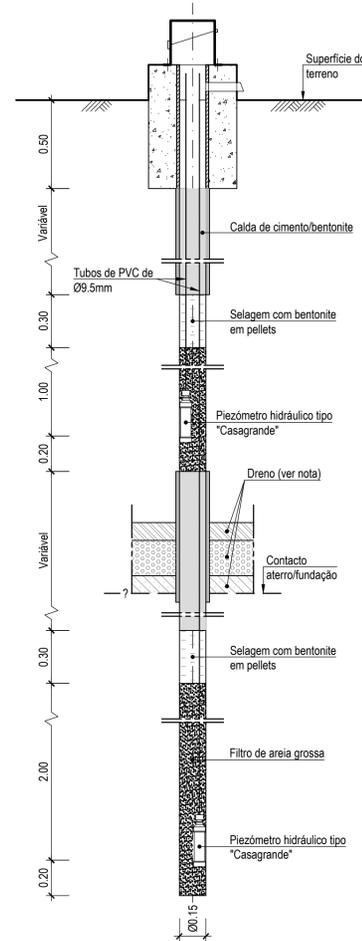
PIEZÓMETRO ELÉTRICO
NA FUNDAÇÃO
Esc. 1:20



PIEZÓMETRO ELÉTRICO
NO ATERRO
Esc. 1:20



PIEZÓMETROS ELÉTRICOS
NO CONTACTO ATERRO/FUNDAÇÃO
Esc. 1:20



PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS
NO CONTACTO ATERRO/FUNDAÇÃO
Esc. 1:20

LEGENDA

NOTAS

- A cota da base das marcas superficiais e dos tacos de nivelamento deverá ser ajustada em obra, de tal forma que se garanta que a peça fica adequadamente solidarizada ao aterra ao longo do tempo, não havendo assentamentos das marcas relativamente ao terreno de fundação.
- Deverá ser garantido um afastamento mínimo de 2.0m no sentido longitudinal da barragem dos aparelhos de observação instalados em profundidade (piezómetros, inclinómetros e células de tensão total) no mesmo perfil de observação.
- Nos piezómetros instalados na fundação, cujo alteamento durante a execução do aterra da barragem atravesse o sistema de drenagem interna, deverão ser deixados tubos de PVC "perdidos" de modo a evitar a contaminação do dreno com a calda de cimento/bentonite a utilizar na selagem dos piezómetros.
- Deverão ser colocadas redes metálicas plastificadas, ou de material plástico, para sinalização, pelo menos 0.20m acima dos caminhos de cabos em valas enterradas. Adicionalmente, os cabos de cada dispositivo deverão ser identificáveis de forma inequívoca, ao longo de todo o seu percurso.

MATERIAIS

- BETÃO DE REGULARIZAÇÃO/ENCHIMENTO
- C16/20; X0(P).
- BETÃO ARMADO
- C30/37; XCA(CP); CI 0.20; D_{max} 25; S3.
 - Recobrimento das armaduras - 50mm.
- AÇO
- Varão em aço A500NR-SD (LNEC E 460-2017).
 - Recobrimento mínimo de armaduras: 50mm.
 - Comprimento mínimo de amarração - 50Ø.

ESTE DOCUMENTO É PROPRIEDADE DA TPF E NÃO PODE SER REPRODUZIDO, DIVULGADO OU FORNECIDO A TERCEIROS SEM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA.

ESTE DESENHO NÃO PODE SERVIR DE BASE À EXECUÇÃO DA OBRA SEM O VISTO DO DONO DA OBRA OU SEU REPRESENTANTE COMO "BOM PARA EXECUÇÃO".

A	Revisão geral	Janeiro 2023	CM	JPM	GT
0	Emissão inicial	Abri 2022	CM	FSM	GT
Índice	Designação das alterações	Data	Projecto	Desenho	Visto

COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

Projecto Carlos Mata	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO	
Desenho Filipa Martins		
Visto Gonçalo Tavares	COMPONENTE B) ESTUDO DAS INFRAESTRUTURAS DE REGULARIZAÇÃO DE CAUDAIS INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS ESTUDO FINAL	Desenho n.º 0003
Aprovado Mário Samora	PLANO DE OBSERVAÇÃO PORMENORES	Folha 02/02
Escalas 1:20; 1:10		N.º Assunto 21031-EF-2-4-BAR-DES-0003-02-A
		Data ABRIL 2022