

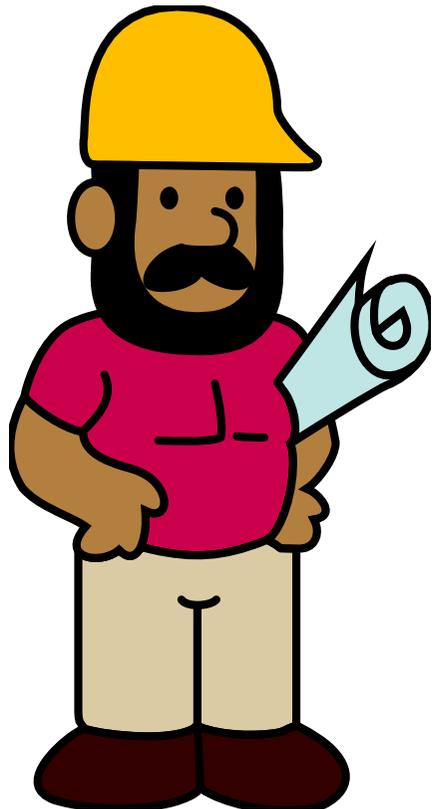
SEMINÁRIO SOBRE BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP

EXPLORAÇÃO DAS BARRAGENS DA EDM - EP



Maputo, 17 e 18 de Novembro 2014

CONTEÚDO



- EDM, breve resumo
- Exploração das Barragens da EDM
- Reabilitação das Centrais de Mavuzi e Chicamba
- Estudo de viabilidade do Aproveitamento Hidroeléctrico de TSATE, no rio Revue



EDM, BREVE RESUMO (www.edm.co.mz)

- Criada em 1977 (como Empresa Estatal)
- Transformada em Empresa Publica em 1995
- Responsável pela Produção, Transporte, Distribuição e Comercialização de energia eléctrica
- Opera mediante um contracto programa com o Governo
- Potência instalada 314,53 MW (255,68 MW termica /108,85 MW Hidroelectrica)
- Membro da SAPP (Southern Africa Power Pool)
- Em 2014: 3500 trabalhadores/1,150.000 clientes/700 MW Ponta e (taxa de acesso 26.5%)
- A gestão dos aproveitamentos Hidroeléctricos (Chicamba, Mavuzi, Cuamba e Lichinga), é feita pela Divisão de Produção Centro, que se subordina a Direcção dos Serviços de Produção e esta por sua vez, ao CA.



BARRAGENS DA EDM

A EDM, tem presentemente sob sua responsabilidade, a exploração de quatro barragens, nomeadamente:

- A barragem da Chicamba no rio Revue em Manica;
- O Açude de Mavuzi igualmente no rio Revue em Manica;
- A barragem de Lichinga no rio Lucheringo em Niassa e
- A barragem de Cuamba, no rio Mepopole em Niassa



BARRAGEM DA CHICAMBA – BREVE DESCRIÇÃO

A barragem da Chicamba está implantada no rio Révuè, principal afluente da margem esquerda do rio Búzi, numa garganta de afloramentos quartzíticos conhecida por Chicamba Real, na Província de Manica, a cerca de 50 Km da Cidade de Chimoio. Presentemente, a obra visa, a regularização interanual dos caudais do do rio Révuè, a produção de energia hidroeléctrica e o abastecimento de água às Cidades de Chimoio, Manica e Município de Gondola, na Província de Maniva.

A barragem em betão, é constituída por duas abóbadas de dupla curvatura, uma no vale principal do rio e a outra numa Portela na margem direita, ligadas entre si por um encontro artificial em betão, que se apoia no esporão quartzítico de jusante.

A obra foi construída em duas fases. Na primeira, realizada entre 1956 e 1959, a abóbada principal atingiu uma altura de erca de 60 m (cota 609,50 m), destinando-se apenas a regularização dos caudais do rio. O alteamento da barragem para os actuais 75 m de altura (cota 625,00), iniciou-se em 1968 e terminou nos princípios de 1970.

As abóbadas principal e secundária foram construídas com 16 e 11 blocos respectivamente, estando o encontro Intermédio dividido em 3 blocos, o que perfaz, para toda a obra, um total de 30 blocos.



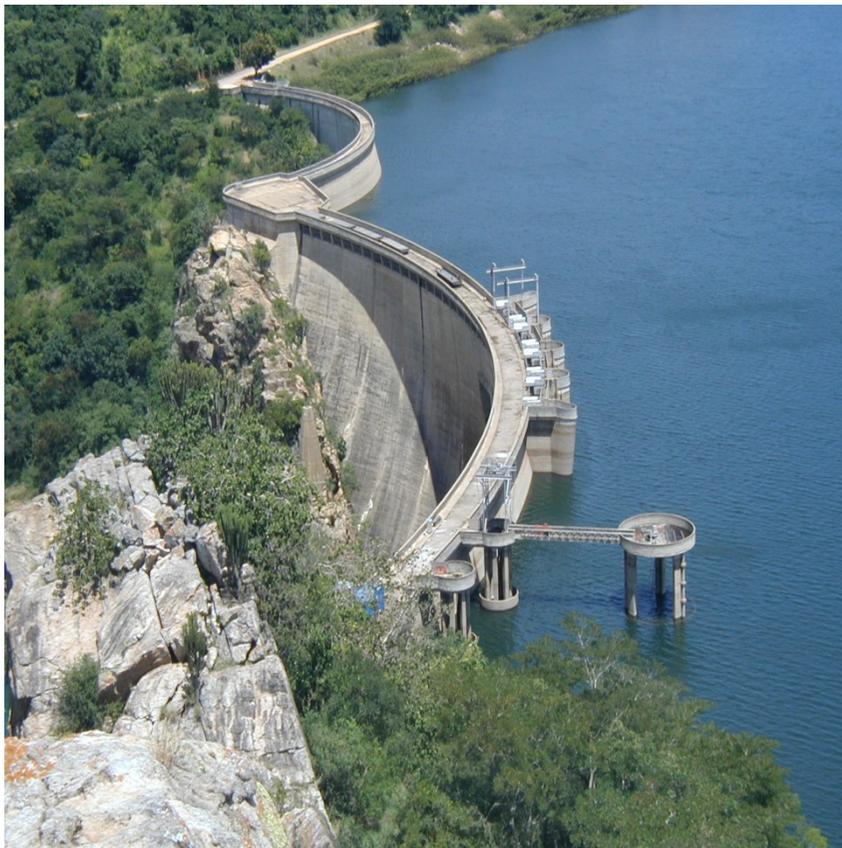
BARRAGEM DA CHICAMBA – CARACTERÍSTICAS

CARACTERÍSTICAS	GERAIS	ABOBADA PRINCIPAL	ABOBADA DA PORTELA
Altura máxima acima das fundações		75	45
Desenvolvimento do arco do coroamento		225	115
Espessura na base da consola central		11	5
Espessura no topo da consola		3	1,5
NPA	624,00 m		
Coroamento e NMC	625,00 m		
Capacidade da albufeira para o NMC	2020 x 10 ⁶ m ³		
Nível Mínimo de Exploração	580,00 m		
Armazenamento correspondente ao NME	11,50 X 10 ⁶ m ³		
Comportas do descarregador de cheias	4 X (4,9 X 9,00)		
Caudal máximo do descarregador de cheias	1600 m ³ /s		
Descargas de fundo	2 x 60 m ³ /s		
Potência instalada na Central Hidroelétrica	2 x 19 MW		



BARRAGEM DA CHICAMBA - IMAGENS

Barragem da Chicamba – vista geral



Central e Barragem da Chicamba



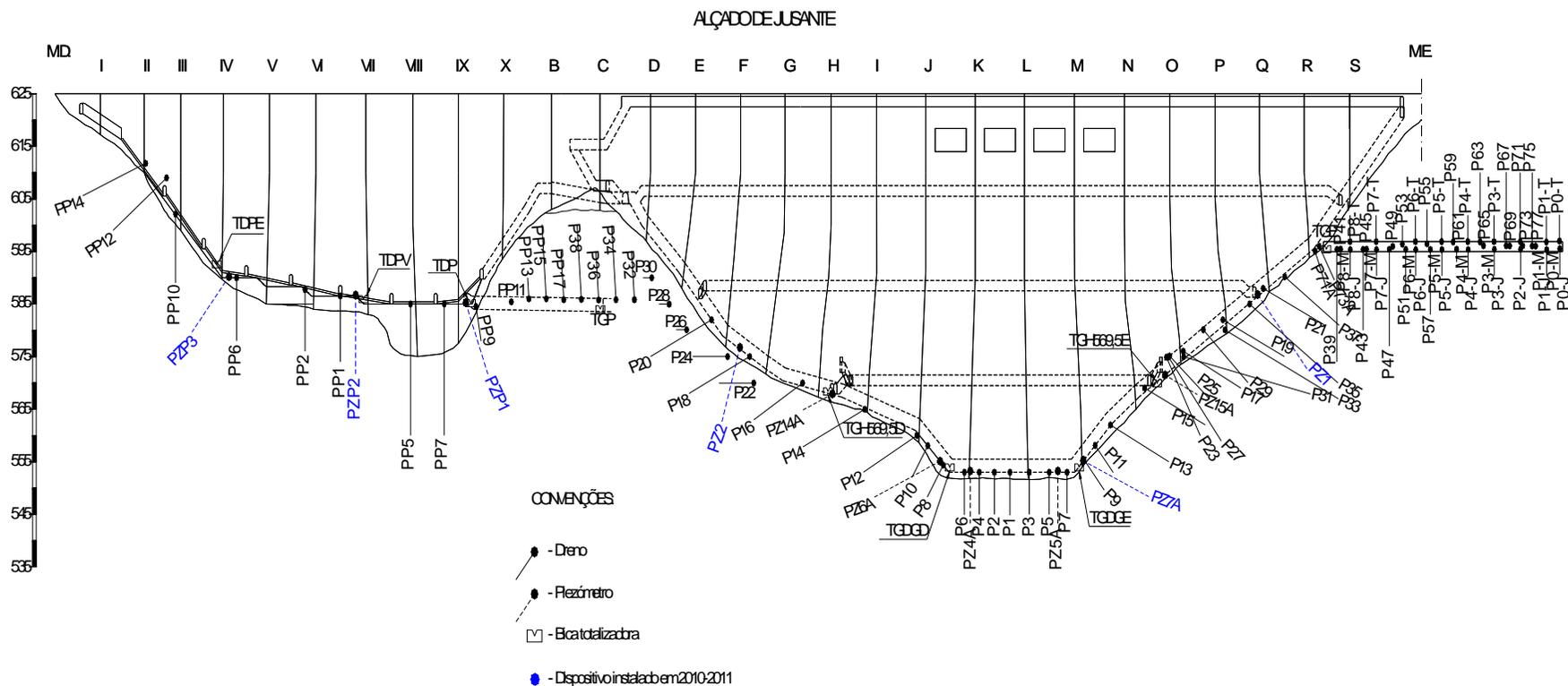
BARRAGEM DA CHICAMBA – REVISÃO DO PLANO DE OBSERVAÇÃO

- Construção da barragem entre 1956 e 1959 (1ª fase) e entre 1968 e 1970 (alçamento)
- Sistema de observação existente até 2010, embora permitisse a medição de um conjunto mínimo de grandezas necessárias ao controlo de segurança, carecia de uma reabilitação geral, devido à degradação dos equipamentos
- Revisão do plano de observação (2008) e concretização da reabilitação e reforço do sistema de observação (2009 e Agosto de 2010 a Março de 2011), considerando as Normas de Observação e Inspeção de Barragens (NOIB) do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) português
- Os trabalhos de campo foram realizados por equipas da EDM e da HCB, com supervisão do LNEC



Barragem da Chicamba – Sistema de Observação

Comportamento hidráulico da Fundação



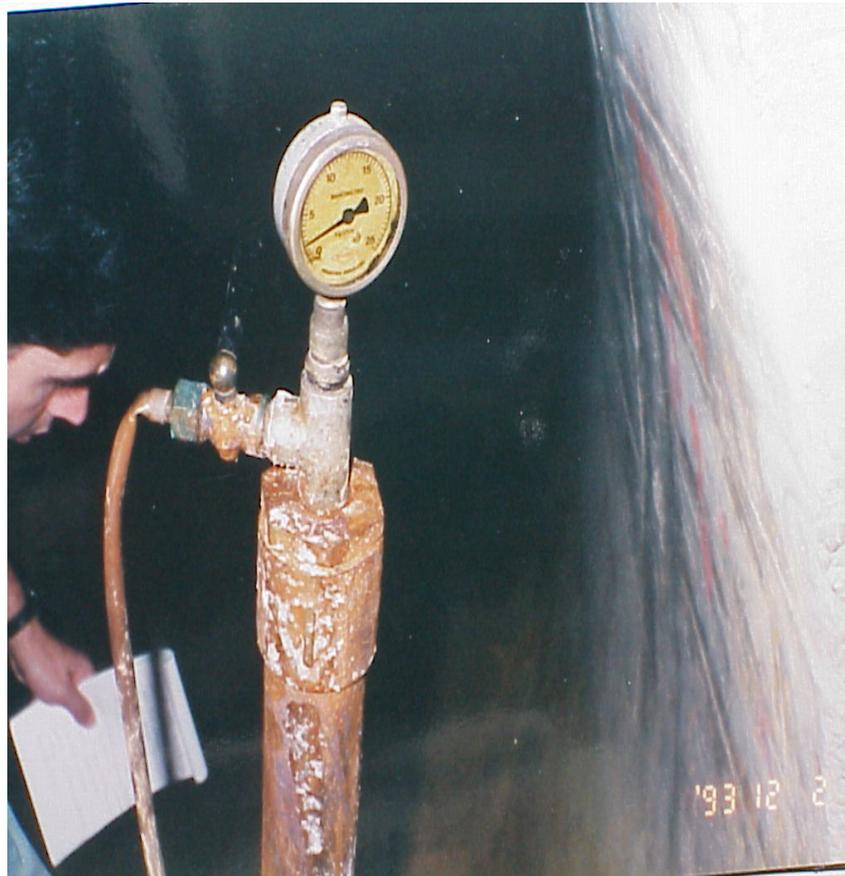
Barragem da Chicamba – Sistema de Observação

- Trabalhos de furação na GGD para instalação de piezómetros, utilizando equipamentos da HCB



BARRAGEM DA CHICAMBA – PIEZÓMETROS)

Piezómetro antes da reabilitação



Piezómetro após reabilitação



Resumo do Sistema de Observação da B. da Chicamba

Grandezas	Método/aparelho	Situação até 2010		Instalação em 2010-2011	Frequência de observação
		Método	Estado		
Pressão hidrostática	Nível da água na albufeira	Escala de níveis e limnómetro	Bom	-	Diária
Subpressões	Piezómetros	7 piezómetros de câmara única	Bom (reabilitação em 2007)	5 novos piezómetros e 1 piezómetro recuperado	Quinzenal
Temperatura do ar	Termómetro	Termómetro de máxima e mínima	Bom	-	Diária
Deslocamentos absolutos da estrutura	Geodesia (planimetria)	Alinhamentos	Desactivado	Rede de triangulação	Anual
	Geodesia (altimetria)	-	-	Linhas de nivelamento	Anual
	Fios de prumo	3 fios de prumo direitos	Satisfatório (reabilitação em 2001)	Instalação de fio de prumo invertido	Quinzenal
rotações da estrutura	Inclinómetros	22 bases para clinómetros	Desactivado	-	-
Deslocamentos absolutos da fundação	Extensómetros de fundação	-	-	4 extensómetros de fundação	Quinzenal
Movimentos de juntas e fissuras	Medidores de movimentos de juntas	55 medidores de resistência eléctrica	Bom (excepto 34 avariados ou com mau funcionamento)	-	Mensal
	Bases de alongâmetro e tridimensionais	18 bases de alongâmetro (rosetas)	Bom (instalação em 2001)	45 bases tridimensionais	Quinzenal
Temperaturas no betão	Termómetros embebidos e à superfície	51 termómetros de resistência eléctrica	Bom (excepto 34 avariados ou com mau funcionamento)	-	Mensal
Tensões ou extensões	Tensómetros e extensómetros	-	-	(justificada a não instalação)	-
Caudais drenados e infiltrados	Parciais	99 drenos	Bom (reabilitação geral em 2007)	-	Mensal
	Totais	9 bicas	Bom (instalação em 2001)	-	Quinzenal
Inspeções visuais	Rotina	Observadores	Irregular	-	Quinzenal
	Especialidade	-	-	-	Bienal
	Excepcional	-	-	-	Após ocorrência excepcional (cheias, sismos, etc.)
Análise das águas da albufeira e drenadas	Análises físicas e químicas	-	-	-	Anual

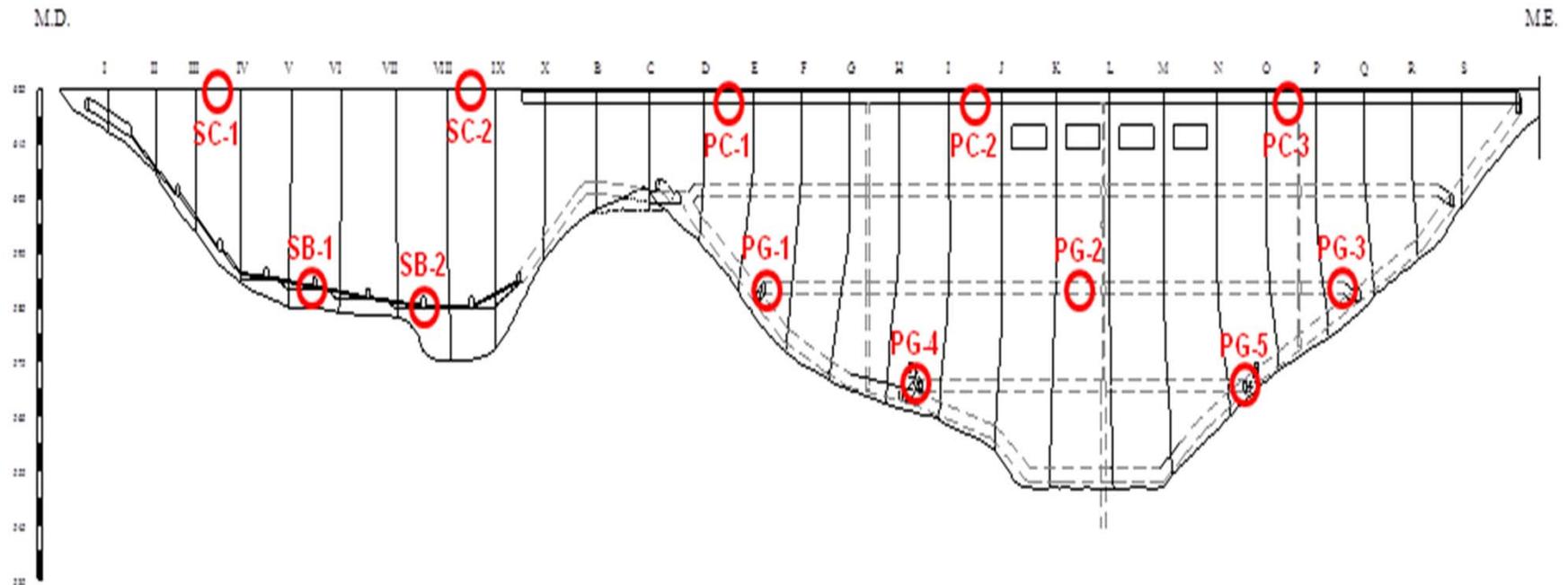


Barragem da Chicamba – Reacções Expansivas

- Em ensaios efectuados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em Lisboa, entre Junho de 2011 e Dezembro de 2012, sobre três carotes de betão, extraídas do corpo da abóbada Principal aquando da instalação dos extensómetros de fundação, obtiveram-se resultados que indicam o desenvolvimento de reacções expansivas de origem interna no betão.
- Apesar de terem sido consideradas as expansões de magnitude moderada, a EDM irá levar a efeito em 2015, um estudo de caracterização das propriedades e dos processos expansivos do betão da barragem da Chicamba Real. Este estudo terá uma vertente essencialmente experimental, prevendo-se que seja realizado no LNEC. Para tal foi definido um conjunto de amostras de betão a extrair do corpo da barragem, que devidamente identificadas e acondicionadas após a sua retirada deverão ser transportadas para o LNEC, em Lisboa.



Alçado com os locais escolhidos para retirar amostras



AÇUDE DE MAVUZI – BREVE DESCRIÇÃO

O Açude de Mavuzi, foi construído no Rio Révuè, cerca de 60 Km a jusante da barragem da Chicamba Real, e imediatamente a jusante, da confluência com o rio Mavuzi.

Trata-se de um açude-ponte com 12 vãos munidos com comportas planas de superfície, com cerca de 16 m de comprimento e 2,60 m de altura, permitindo vencer praticamente a totalidade da largura do leito do rio na secção da obra e a criação de uma albufeira com capacidade de armazenamento de cerca de $1,930 \times 10^3 \text{ m}^3$ para o NMC.

É formado por uma soleira espessa de betão armado, na crista da qual se apoiam as comportas planas verticais, e o coroamento é definido por uma ponte de arcos múltiplos, que vencem cada um dos vãos do açude, e permite a ligação entre os Distritos de Macate e Sussundenga, tendo um comprimento total de 220 m.

Fases da construção :

1ª Fase: As obras de construção da Barragem, paralelamente a Central e outras obras adicionais iniciaram em 1948 e foram concluídas em 1953. No mesmo ano, foram iniciadas as actividades de produção energética com a potência instalada de $2 \times 5 \text{ MW}$, tendo o açude a altura de 3,00 m (Cota 343,10 m).

2ª Fase: As obras iniciaram em 1956 e terminaram em 1959. Os trabalhos desta fase, consistiram no alteamento da Barragem para altura de 5,60 m, através de 12 comportas de superfície. As obras de alteamento visavam garantir a água aos 3 geradores que simultaneamente estavam em instalação, com a capacidade de $3 \times 14 \text{ MW}$.



AÇUDE DO MAVUZI - IMAGENS

AÇUDE DE MAVUZI – vista de jusante



AÇUDE DE MAVUZI (Esvaziamento Dez. 2008)



AÇUDE DO MAVUZI - IMAGENS

CENTRAL DE MAVUZI – condutas forçadas



AÇUDE DE MAVUZI - Vista geral



Açude de Mavuzi – Chaminé de equilíbrio em serviço



Reabilitação das Centrais da Mavuzi & Chicamba



O Projecto insere-se na política do governo, e visa a continua melhoria das condições de fornecimento de energia eléctrica de forma sustentável e fiável para a satisfação do clientes.

GANHOS ESPERADOS:

- ✓ Actualização tecnológica
- ✓ incremento da capacidade disponível, sendo 43.2 MW (38 MW max. actual) da Central da Chicamba e 47.1 (35 MW max. actual) da Central de Mavuzi.
- ✓ Extensão da vida útil das centrais por mais 30 anos
- ✓ Melhoria na Segurança de Exploração
- ✓ Aumento da disponibilidade dos equipamentos e da fiabilidade das centrais



Reabilitação das Centrais da Mavuzi & Chicamba

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS A REALIZAR:

- Reabilitação de equipamento hidromecânico: Turbinas hidráulicas, volutas, válvulas, comportas, gruas elevatórias, pontes rolantes e condutas forçadas.
- Reabilitação de Equipamento Eléctrico: Alternadores, transformadores, disjuntores, substituição de cabos e acessórios, equipamentos de comando, regulação, controlo e protecção, instrumentação e telecomunicação, serviços auxiliares, etc.
- Obras civis nas estruturas das barragens, túneis, galerias, edifícios e acessos
- Formação de Pessoal da EDM no que diz respeito a operação e manutenção do equipamento reabilitado.



BACIA DO REVUÉ - ESTUDO de VIABILIDADE do AH TSATE (50 MW)

PONTO DE SITUAÇÃO

- Estudo Hidrologico & Simulação da Operação do reservatório - Abril 14
- Estudo de variantes de localização Maio 14
- Estudo topografico (LIDAR)- Agosto 14
- EIAS em curso
- Estudos Geotecnico em curso
- Previsão da Conclusão meados 2015



BARRAGEM DE LICHINGA – BREVE DESCRIÇÃO

A barragem de Lichinga está construída no rio Lucheringo, a cerca de 10 Km da cidade de Lichinga, capital da Província do Niassa. A construção decorreu entre 1981 e 1983, com financiamento da Agência Norueguesa para o Desenvolvimento Internacional (NORAD), e segundo projecto da empresa Norueguesa Norconsult, que também foi responsável pela construção e pela fiscalização.

A barragem destina-se à produção de energia eléctrica, fazendo parte do aproveitamento um canal de adução, uma câmara de carga, uma conduta forçada, a central hidroeléctrica e um canal de restituição.

A barragem de Lichinga é do tipo betão gravidade com encontros de terra, dotados de máscara central de betão, constituída por uma estrutura de betão em massa de pequena altura, com um descarregador de superfície não controlado, situado na zona central da barragem, de uma descarga de fundo e uma tomada de água.



Barragem de Lichinga – Características principais

CARACTERISTICAS	GERAIS		
Altura máxima acima das fundações	12,00 m		
Comprimento total do coroamento	130,00 m		
Comprimento total da zona em betão	84,00 m		
Cota do coroamento da zona em betão	2182,00 m		
NPA	1281,00 m		
NMC	1281,90 m		
Capacidade da albufeira para o NMC	66 x 10 ³ m ³		
Comprimento total do canal de adução	2475,00 m		
Secção do canal de adução	1,20 X 1,5 m		
Desenvolvimento do descarregador	57,00 m		
Caudal máximo do descarregador de cheias	170 m ³ /s		
Dimensões da secção da descarga de fundo	1 x 1 m		
Potência instalada na Central Hidroeléctrica	1 x 730 KW		



BARRAGEM DE LICHINGA - IMAGENS

BARRAGEM DE LICHINGA – vista de jusante



BARRAGEM DE LICHINGA – vista de montante



BARRAGEM DE CUAMBA – BREVE DESCRIÇÃO

A barragem de Cuamba situa-se na Serra de Mitúcue, a uma altitude de cerca de 1000 m, no rio Mepopole, afluente de quarta ordem do rio Lúrio e dista cerca de 30 km da cidade de Cuamba.

O período de construção da obra decorreu entre os anos de 1984 e 1989 e foi muito conturbado, tendo a guerra civil que ocorria criado imensas dificuldades em termos de segurança no fornecimento de materiais.

Tem como finalidade primária a produção de energia. Além disso, a albufeira da barragem permite o abastecimento de água à cidade de Cuamba, através de uma captação existente junto à central de produção de energia.

Trata-se de uma barragem de aterro em perfil misto de enrocamento e de solos (Norconsut, 1989).

A estanqueidade é assegurada através de uma cortina central de betão armado, com 0,40 m de espessura, que atravessa o aterro desde o coroamento até à fundação.

A transição entre o enrocamento e o solo fino é feita com um filtro de material granular.

Os paramentos de montante e de jusante são construídos em enrocamento compactado e têm inclinações de 1(V):1,5(H).



Barragem de Cuamba – Características principais

CARACTERISTICAS	GERAIS		
Altura máxima acima das fundações	22,00 m		
Desenvolvimento do coroamento, excluindo o descarreador	202,00 m		
NPA	1000,00 m		
NMC	1001,00 m		
Capacidade da albufeira para o NMC	$2,6 \times 10^6 \text{ m}^3$		
Espessura da cortina de betão	0,40 m		
Desenvolvimento do descarregador	80,00 m		
Caudal máximo do descarregador de cheias	100 m ³ /s		
Potência instalada na Central Hidroelétrica	2 x 500 KW		



BARRAGEM DE CUAMBA – vista geral



BARRAGEM DE CUAMBA - IMAGENS

BARRAGEM DE CUAMBA – vista do coroamento



BARRAGEM DE CUAMBA – vista de jusante



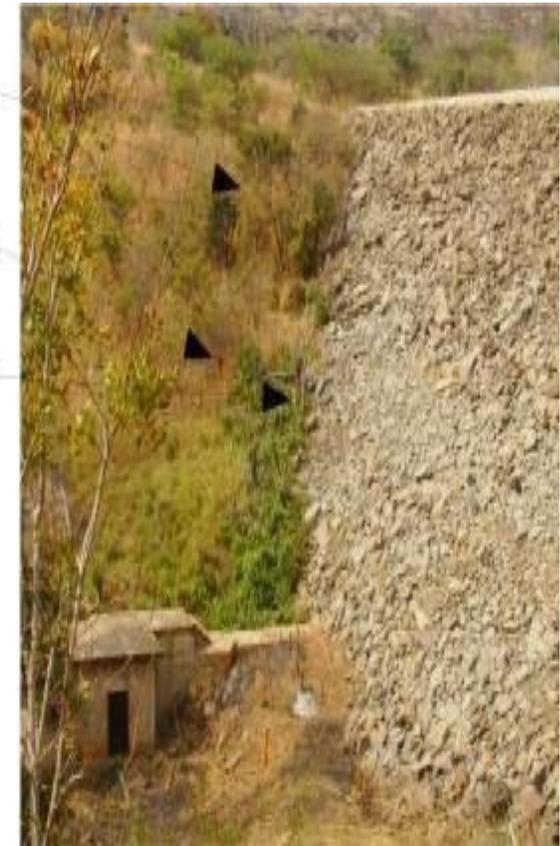
BARRAGEM DE CUAMBA - IMAGENS

BARRAGEM DE CUAMBA – Ressurgência



BARRAGEM DE CUAMBA - Ressurgência

Árvore de médio porte
Início da vegetação arbustiva
Início da ressurgência



ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE EP

Muito Obrigado
pela vossa atenção

