

PROJETO

PROJETO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA PARA INTERVENÇÃO NO GÊISER FLORIANO DE LEMOS PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBU



COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS – CODEMGE

Contrato de Assessoria nº 10.587/2019



Fevereiro / 2021

PROJETO

PROJETO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA PARA INTERVENÇÃO NO GÊISER FLORIANO DE LEMOS PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBU

**Cliente: COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS -
CODEMGE**

Contrato de Assessoria nº 10.587/2019

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

João César Cardoso do Carmo

Eng. Geólogo – CREA nº 29.184/D

Pedro Carlos Garcia Costa

Eng. Geólogo – CREA nº 23.195/D

**Foto da Capa: Gêiser Floriano de Lemos – Parque das Águas de Caxambu –
Caxambu – Minas Gerais**

Empresa Responsável:

Carmo & Delgado Geólogos Consultores Ltda.

Av. Álvares Cabral nº 1.030 salas 902 e1.001

Bairro: Lourdes – Belo Horizonte

CEP 30.170 002 – Tel.: 31 32754653 – 988632028



SUMÁRIO

| | | |
|---|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 | ASPECTOS DIAGNÓSTICOS DA ESTRUTURA ATUAL DO GÊISER..... | 1 |
| 3 | INTERVENÇÕES PROPOSTAS | 9 |
| 4 | RISCOS ASSOCIADOS A INTERVENÇÕES NA ESTRUTURA DO POÇO TUBULAR E DO COGUMELO..... | 15 |
| 5 | CONCLUSÕES..... | 16 |
| 6 | ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO PARA INTERVENÇÃO NO GÊISER..... | 17 |
| 7 | BIOGRAFIA CONSULTADA..... | 19 |

LISTA DE FOTOS

| | |
|--|---|
| Foto 1. Usuários desfrutam de banho propiciado pelo jorro do gêiser..... | 2 |
| Foto 2. Laje de concreto utilizada para compor o topo do piso no entorno do gêiser. | 4 |
| Foto 3. Sapatas de fixação do bulbo na tubulação do poço. O tubo que sai da base do bulbo é utilizado para fazer a descarga da água, o que deflagra o jorro do gêiser. Observar o estado da junção do tubo com o bulbo, evidenciando marcas de vazamento intermitente..... | 5 |
| Foto 4. Laje depois de concluída. | 6 |
| Foto 5. Água com abundante argila avermelhada, cuja fonte mais provável é o carreamento do material usado no enchimento da escavação pelos vazamentos. | 6 |
| Foto 6. Detalhe da escavação no entorno do poço e do cogumelo. Na base do bulbo veem-se as sapatas de apoio do cogumelo no solo..... | 7 |
| Foto 7. Marca de vazamento intermitente na base do bulbo. | 8 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Arranjo Geral - Gêiser..... | 10 |
| Figura 2. Intervenções Propostas - Gêiser..... | 12 |
| Figura 3. Alternativa de Intervenção com Modificação na Estrutura do Cogumelo..... | 14 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Registro histórico das intervenções associadas ao Gêiser..... | 2 |
| Tabela 2. Profundidades dos Filtros Segundo Perfil e Vídeo-inspeção | 16 |

1 INTRODUÇÃO

Considerando o escopo do Contrato nº 10.587/2019, firmado com a empresa de consultoria Carmo & Delgado Geólogos Consultores Ltda., a Codemge emitiu a 14ª ordem de serviço, em que solicita a elaboração de Projeto de Geologia e Engenharia para Intervenção no Gêiser Floriano de Lemos, localizado no Parque das Águas de Caxambu, Sul de Minas Gerais.

Para atender ao que dispõe a Ordem de Serviço nº 14, este relatório está estruturado em quatro capítulos, a saber: Introdução, Aspectos Diagnósticos da Estrutura Atual do Gêiser, Intervenções Propostas, Conclusão/Recomendações e Referências Bibliográficas. O relatório contém documentação fotográfica das obras realizadas na estrutura em 2018 na sua parte superior, compreendendo o fontanário em forma de cogumelo e a porção superior do poço tubular que conduz o jorro d'água que dá origem à denominação do Gêiser do Parque da Águas de Caxambu.

2 ASPECTOS DIAGNÓSTICOS DA ESTRUTURA ATUAL DO GÊISER

A estrutura atual do Gêiser do Parque das Águas de Caxambu é resultado de uma ampla reforma realizada no período de 1º de agosto de 2018 a 1º de outubro do mesmo ano, feita sob a responsabilidade da Empresa Bem Engenharia, sediada em Formiga – MG.

A reforma foi mais direcionada à porção do Gêiser denominada cogumelo, especialmente na conexão de seu bulbo à saída do poço tubular.

O cogumelo colocado acima do solo tem como finalidades:

- proteger o poço tubular, que era objeto de frequentes lançamentos de pedras tamanho cascalho ou maior em seu interior, uma forma de provocar erupções da água do Gêiser, o que evidentemente, provocava danos ao poço, entulhando seu fundo;
- permitir aos usuários desfrutar com mais tranquilidade e em maior número do banho propiciado pela cúpula do cogumelo, durante a erupção diária (Foto 1).



Foto 1. Usuários desfrutam de banho propiciado pelo jorro do gêiser.

O histórico de intervenções realizadas no Gêiser Floriano de Lemos, de acordo com documento inédito da Codemig, de autoria dos Eng.º Geólogo João César Cardoso do Carmo e Geólogo Filipe Lopes Chaves, foi listado na Tabela 1 como:

Tabela 1. Registro histórico das intervenções associadas ao Gêiser.

| Data | Descrição |
|------------|--|
| 1981 | Perfuração de dois poços para suprir demanda do envasamento |
| 1985 | PAE de Caxambu – Posicionamento junto ao DNPM informando que os poços possuíam vícios técnicos de execução que inviabilizavam seus aproveitamentos |
| 2000-2001 | Colocação do cogumelo pela prefeitura, a fim de evitar danos pelos visitantes, ao lançar material particulado no interior do poço |
| 20/07/2018 | Solapamento do piso no entorno do gêiser |
| 2018/08/01 | Início das obras da Bem Engenharia, com interdição do local |
| 2018/09/27 | Término das obras e perfilagem ótica feita pela Hidropoços |
| 2018/09/29 | Constatação de danos no cogumelo |
| 2018/10/06 | Nova interdição com tapumes e 1º jorro explosivo depois do término das obras, sem o chapéu, com saída de água pelo piso não-armado |
| 2018/10/29 | Processo de indução manual, via abertura do registro do tubo de descarga volta a ser utilizado novamente |

As obras feitas pela Bem Engenharia consistiram, basicamente, na execução de uma escavação de seção circular, tendo como centro o poço tubular da captação do gêiser.

A escavação atingiu uma profundidade da ordem de 1,50 m, com a remoção dos sedimentos argilosos com abundante matéria orgânica, de coloração bruno-escura a negra, de granulação fina, sem estruturas sedimentares perceptíveis. Essa abertura permitiu expor toda a base do cogumelo, inclusive sua estrutura de apoio no terreno (Foto 6).

Entretanto, na documentação fotográfica feita durante o acompanhamento da obra, não há evidências se o bulbo do cogumelo foi desacoplado do poço tubular, não obstante a conexão poço – bulbo ter sido totalmente exposta.

Para sanar o abatimento do piso do entorno do poço foi realizado o enchimento cava com uma camada de argila de coloração avermelhada, conformando uma espessura de aproximadamente 0,80 m, compactada a cada lançamento de camadas de 0,20 a 0,30 m. Sobre a camada de argila, o enchimento da escavação foi feito com solo-cimento, recoberto por uma laje de concreto estruturado com cerca de 0,20 m.

Fixado o bulbo do cogumelo sobre o poço tubular e por suas quatro sapatas, era de se esperar que cessassem os vazamentos, aos quais se atribuía o abatimento do piso no entorno da estrutura do gêiser.

A obra da Bem Engenharia foi concluída com a recomposição do piso do terreno em torno do poço e cogumelo (Foto 2). Porém, a estrutura do cogumelo ainda ficou submetida a pequenos deslocamentos de sua posição vertical, principalmente quando os banhistas se apoiavam nela durante o banho. Muito provavelmente, essa movimentação provocada por pequenos esforços durante o apoio dos usuários, também pode ser atribuída ao tipo de fixação usado para fixar a base do bulbo no solo (Foto 3). Dessa forma, diversos vazamentos de água podem ser observados em sua base.



Foto 2. Laje de concreto utilizada para compor o topo do piso no entorno do gêiser.



Foto 3. Sapatas de fixação do bulbo na tubulação do poço. O tubo que sai da base do bulbo é utilizado para fazer a descarga da água, o que deflagra o jorro do gêiser. Observar o estado da junção do tubo com o bulbo, evidenciando marcas de vazamento intermitente.

As Fotos 4, 5, 6 e 7 mostram as diversas etapas da obra e deixam claros pontos de fraqueza da estrutura para a ocorrência de perdas d'água, especialmente nas junções dos tubos superficiais ao de captação do poço tubular.



Foto 4. Laje depois de concluída.



Foto 5. Água com abundante argila avermelhada, cuja fonte mais provável é o carreamento do material usado no enchimento da escavação pelos vazamentos.



Foto 6. Detalhe da escavação no entorno do poço e do cogumelo. Na base do bulbo veem-se as sapatas de apoio do cogumelo no solo.



Foto 7. Marca de vazamento intermitente na base do bulbo.

Ainda durante as obras de recomposição do abatimento verificado no piso do entorno de poço do gêiser, a Codemge contratou a empresa Hidropoços para realizar um vídeo de inspeção no interior do poço.

A Hidropoços, empresa especializada em perfuração de poços tubulares e em serviços de perfilagem ótica realizou, em 26 de setembro de 2018, a vídeo inspeção no gêiser. Esse trabalho, contendo informações de alto interesse para conhecer a estrutura interna do gêiser, mostra algumas inconsistências entre o perfil apresentado para o poço (feito à época de sua perfuração) e os dados obtidos no vídeo da inspeção. As principais dizem respeito ao diâmetro do poço, que o vídeo indica como 8 polegadas e no perfil consta diâmetro de 6 polegadas. Também, há discrepâncias sobre o real posicionamento das três seções filtrantes, cada uma com cerca de quatro metros. Elas estão dispostas, segundo o perfil, nas profundidades de 11 a 15,33 m, de 27 a 31,66 m e de 43 a 47,99 m. Essas profundidades não batem com aquelas indicadas na perfilagem ótica, marcadas como: 1ª seção filtrante, iniciando em 19,30 e terminando aos 23,40 m, mostrando-se totalmente colmatada; 2ª seção filtrante, de 29,60 a 34,00 m, sendo anotado que esse filtro está totalmente colmatado na porção superior e livre de incrustações na parte inferior; a 3ª seção filtrante, sem colmatagem, se inicia a 40,10 m indo até os 44,40 m. Tal divergência poderia ser, em parte, justificada por variação na cota de referência para início das medições. Aos 52,70 m a sonda não conseguiu descer mais, em função de entulhos no fundo do poço. A perfilagem registrou pequena caverna na parede lateral e ausência de gás na água

A perfilagem ótica foi feita com uma câmera LAVAL / modelo RCAM 1000, a cores, em sistema a prova d'água, com visadas de fundo, frontal e lateral, com iluminação própria (Led), acionamento elétrico por meio de bateria de 12 volts, braço ajustável para centralizar a câmera sobre o poço, monitor de LCD em cores, fixo na tampa do painel de controle, que pode registrar as medidas de profundidade, carretel acoplado a motor elétrico para descida e soerguimento da câmara, guincho, cabos eletroeletrônicos e acessórios que são acoplados ao equipamento. Todo o conjunto pode ser montado até mesmo em um carrinho de mão.

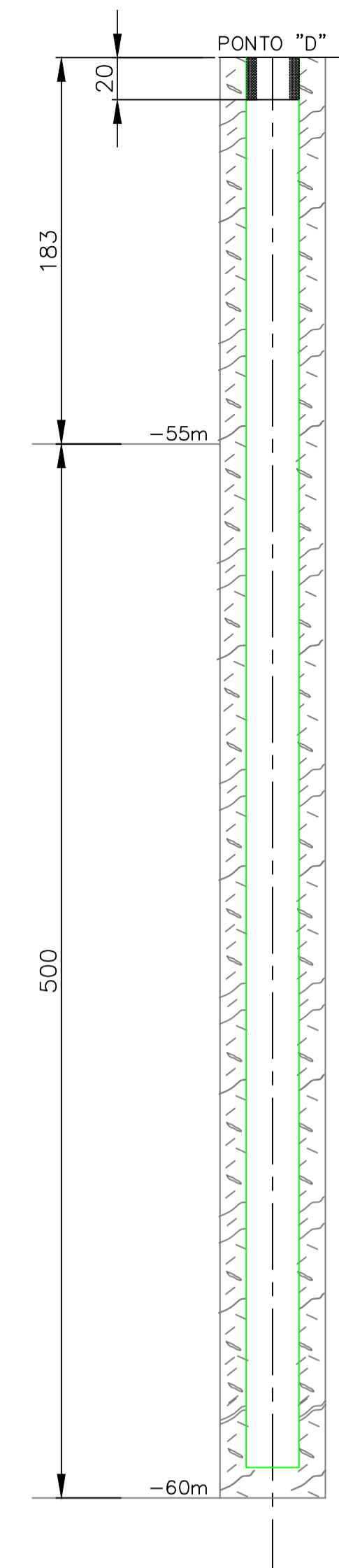
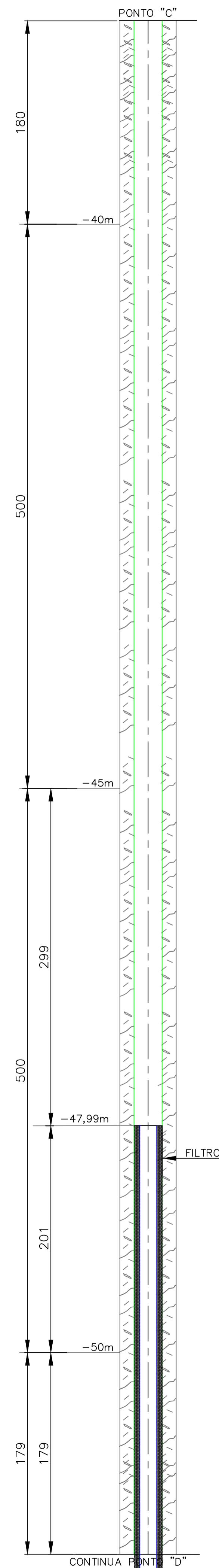
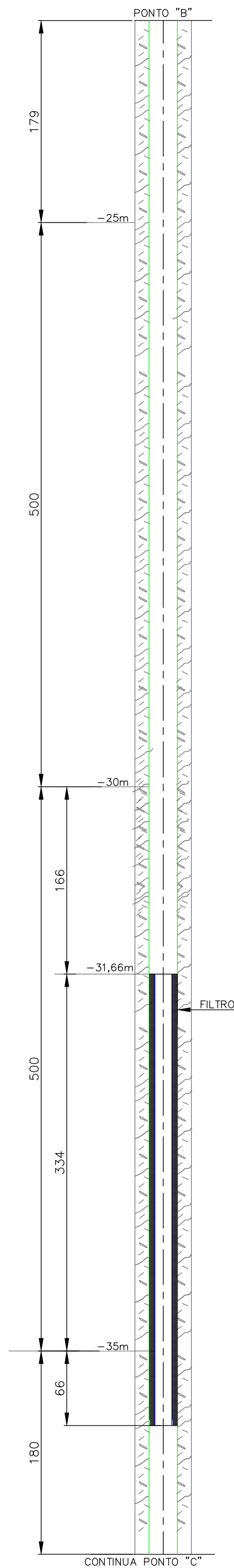
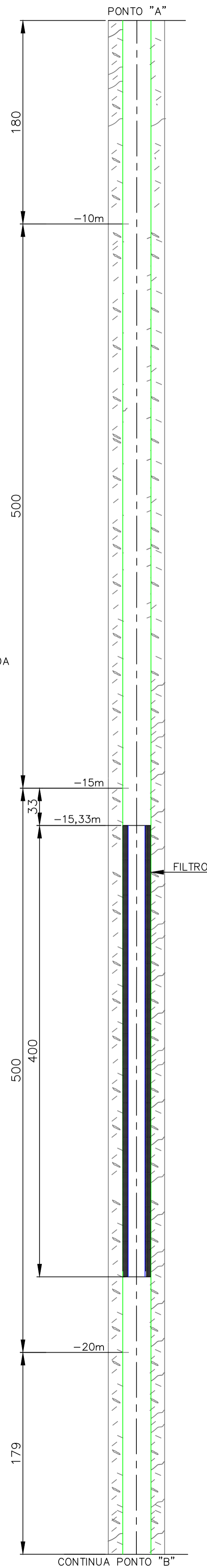
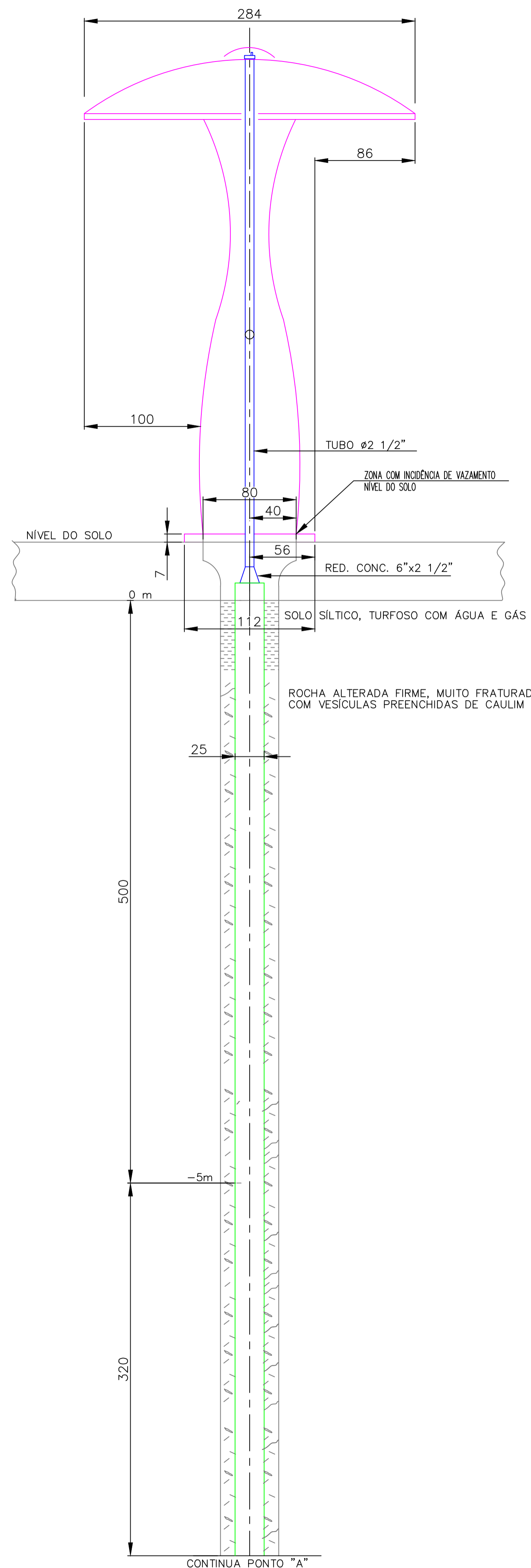
Os principais resultados da perfilagem foram:

- a filmagem do poço gêiser mostrou que não há tortuosidade;
- a vídeo-inspeção alcançou 52,70 metros;
- observou-se produção de gás somente nas zonas filtrantes;
- a coluna de filtros e revestimento apresentaram-se colmatados e/ou com material depositado somente até a profundidade de 34,0 metros (compreendendo a primeira e a segunda zonas de filtros);
- aparentemente, a coluna de filtros e revestimento encontram-se em bom estado de conservação; porém, devido à deposição/colmatação de revestimento/filtros até o horizonte supracitado, somente pode-se afirmar a sua integridade após uma intervenção de serviços de escovação, desincrustação, limpeza e desenvolvimento do poço, confirmada por uma segunda vídeo inspeção;
- a zona rochosa após cravação da coluna de revestimento/filtros apresentou-se fraturada em toda a sua extensão e a vídeo-inspeção foi interrompida aos 52,70 metros por atingir uma zona de descontinuidade (caverna) e colmatação do poço.

De acordo com o perfil do poço, sua profundidade original atingia 60 m. Provavelmente, as pedras lançadas em seu interior, prática comum à época em que a tubulação ficava aberta, associada ao desmoronamento que formou a cavidade registrada aos 52,70 m contribuíram para o entulhamento a partir dessa metragem.

3 INTERVENÇÕES PROPOSTAS

A Hidropoços, depois de analisar os resultados da vídeo-inspeção realizada em 26/09/2018, indicou a necessidade de fazer uma escovação e limpeza, associadas a um posterior desenvolvimento do poço e uma nova vídeo inspeção, para que se possa diagnosticar a real condição do revestimento. Essa nova perfilagem, considerada a divergência no posicionamento das seções filtrantes do poço entre seu perfil original e a vídeo inspeção realizada, serviria também para se obter, com certeza, a posição real das seções filtrantes e se há algum vazamento nas juntas da tubulação. A Figura 1 mostra o perfil do poço fornecido pela empresa que fez a perfuração e a estrutura do cogumelo montado acima de sua boca.



OBS:
1- TODAS AS COTAS ESTÃO EM "cm" ELEVACÕES EM METRO(m)

| | | | | |
|-----------------------------|--|---|---------------------------------------|-----------------------|
| | | FIGURA 1. ARRANJO GERAL - GÊISER | | |
| | | Substância: ÁGUA | Local: PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBÚ | Município: CAXAMBÚ |
| Titular: CODEMIG/CODEMGE | | Técnico Responsável: PEDRO CARLOS GARCIA COSTA - CREA MG 23194 / D | | FOLHA Nº: 01/01 |
| | | | | REVISÃO: 0 |

| INDICAZES DE PROFUNDIDADE | ESPESURA |
|---------------------------|----------|
| VERMELHO | 0,1 |
| AMARELO | 0,2 |
| VERDE | 0,3 |
| CYANO | 0,4 |
| AZUL | 0,5 |
| MAGENTA | 0,6 |
| ROSA | 0,7 |
| GRANDE | 0,8 |
| GRANDE | 0,9 |
| GRANDE | 1,0 |

Assim, o primeiro passo de uma nova intervenção seria remover o cogumelo que encima o poço, adotar um ponto de referência e realizar uma nova perfilagem ótica para definir as profundidades reais em que estão instalados os filtros.

Em seguida, seria realizada uma escovação no interior da tubulação de revestimento, limpeza e o desenvolvimento do poço. Importa ressaltar, que a limpeza a ser realizada deverá abranger a recuperação da profundidade original do poço, estimada no perfil, em 60 m.

Para evitar perdas de gás e vazamentos de água em pontos do revestimento interno na porção superior do poço, cujo diâmetro será definido, pois há menções a valores de 6 ou 8 polegadas, propõe-se a introdução de uma tubulação de 4 polegadas, desde a boca da perfuração até a profundidade de 6 metros ou, caso se detecte vazamento abaixo dessa profundidade, estende-lo para cobrir o local. Esse tubo de revestimento seria introduzido, de forma centralizada, na tubulação interna atual, dotado de um *Booster* na porção inferior, para permitir a cimentação do espaço anelar entre os tubos, a ser feita com calda de cimento. Essa operação visa também facilitar a conexão do tubo de 4 polegadas ao de 2,1/2 polegadas que, passando pelo interior do cogumelo, levará a água do jorro do gêiser até o seu topo.

A transição da tubulação interna ao poço, agora em 4 polegadas, para o tubo de 2,1/2", poderá ser feita por acoplamento por meio de rosca em ambos os tubos. Tanto a redução como o tubo superior serão em PVC rígido. O espaço anelar entre as tubulações em 4 polegadas e a de 6 ou 8 polegadas, depois de devidamente cimentada, eliminaria prováveis vazamento na porção superior do revestimento e forçaria a água a circular pelo novo canal, em 4 polegadas. Essa nova situação poderá contribuir na eliminação dos vazamentos observados em trincas da laje no piso do entorno de gêiser.

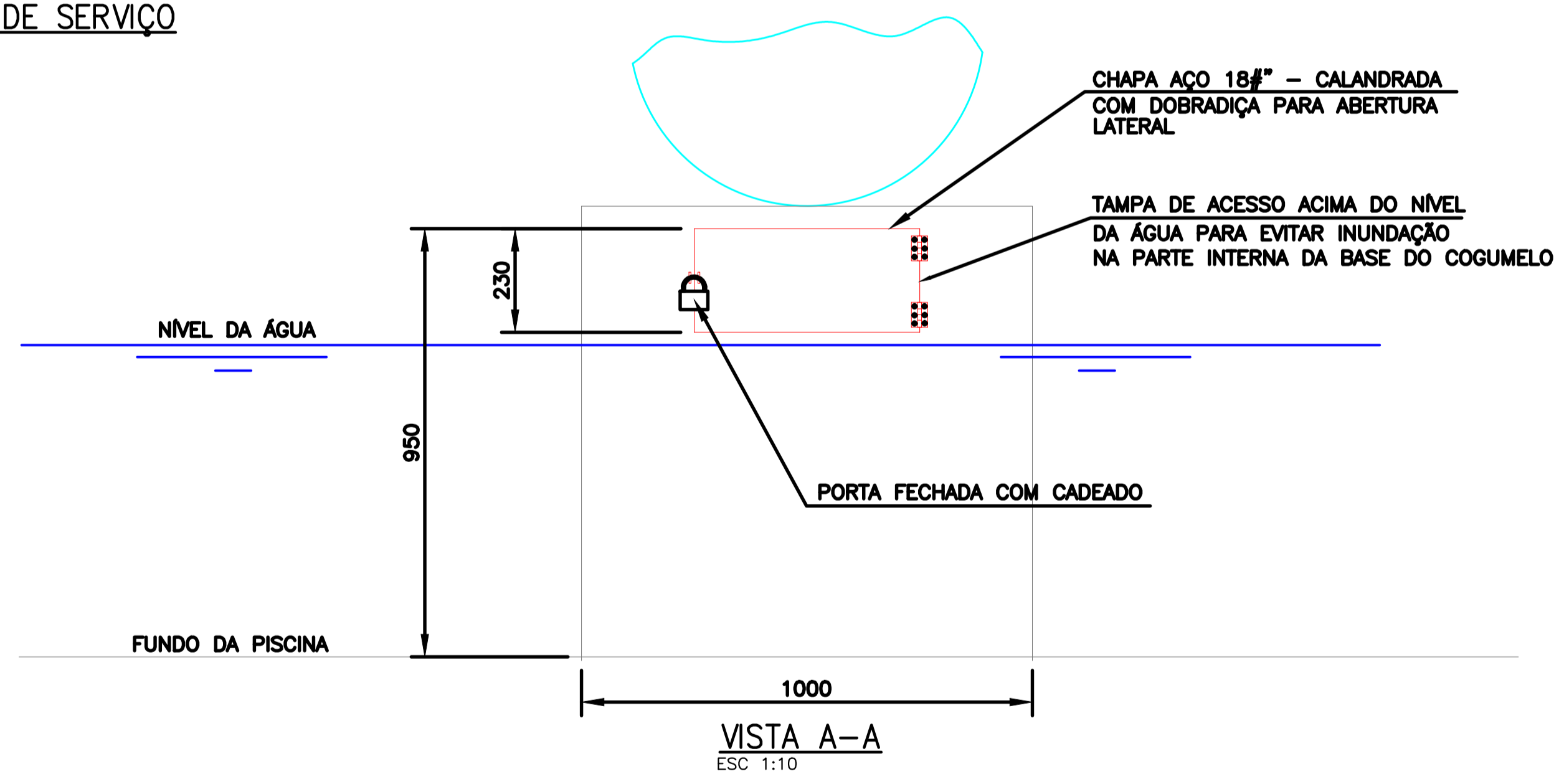
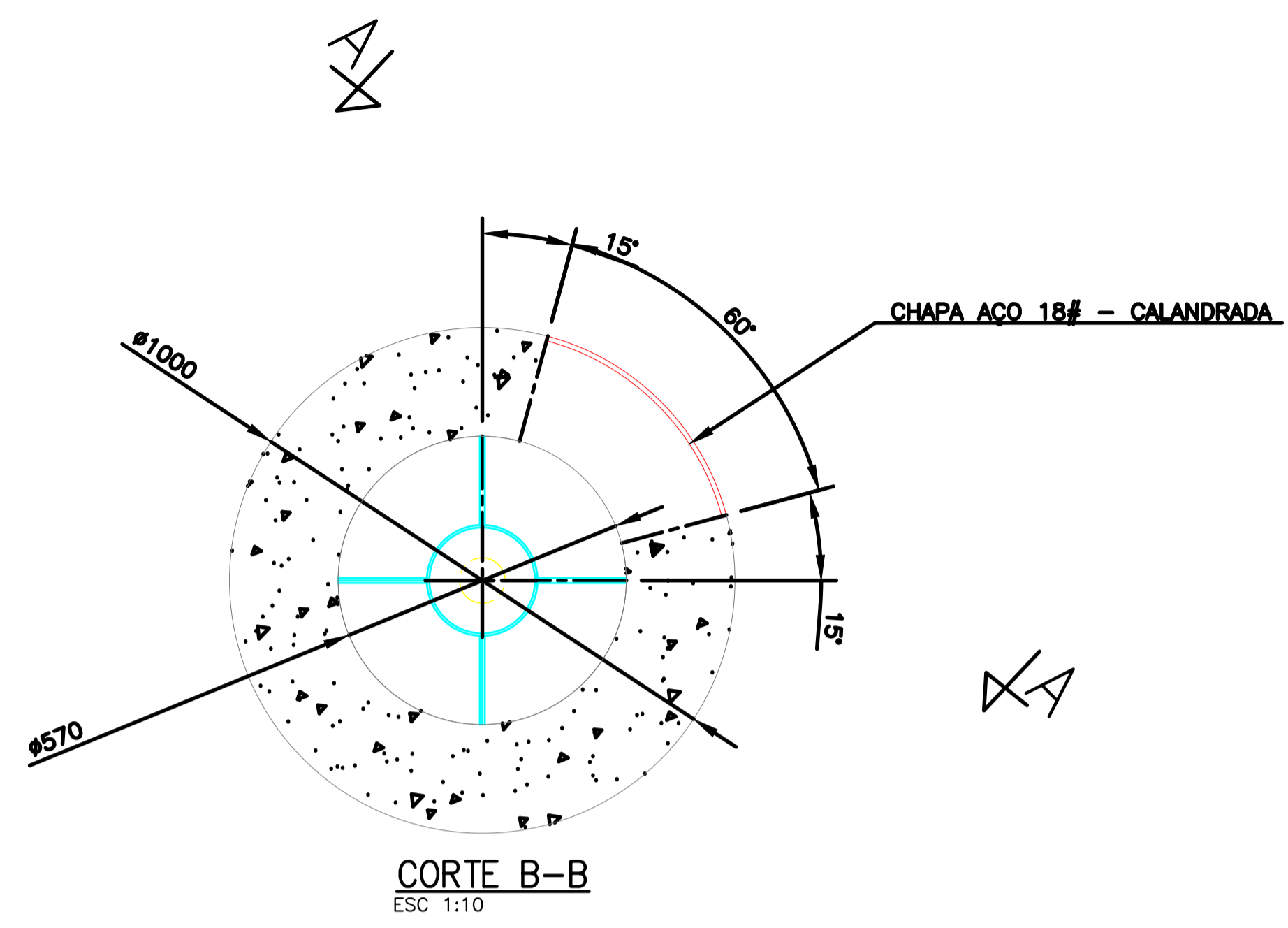
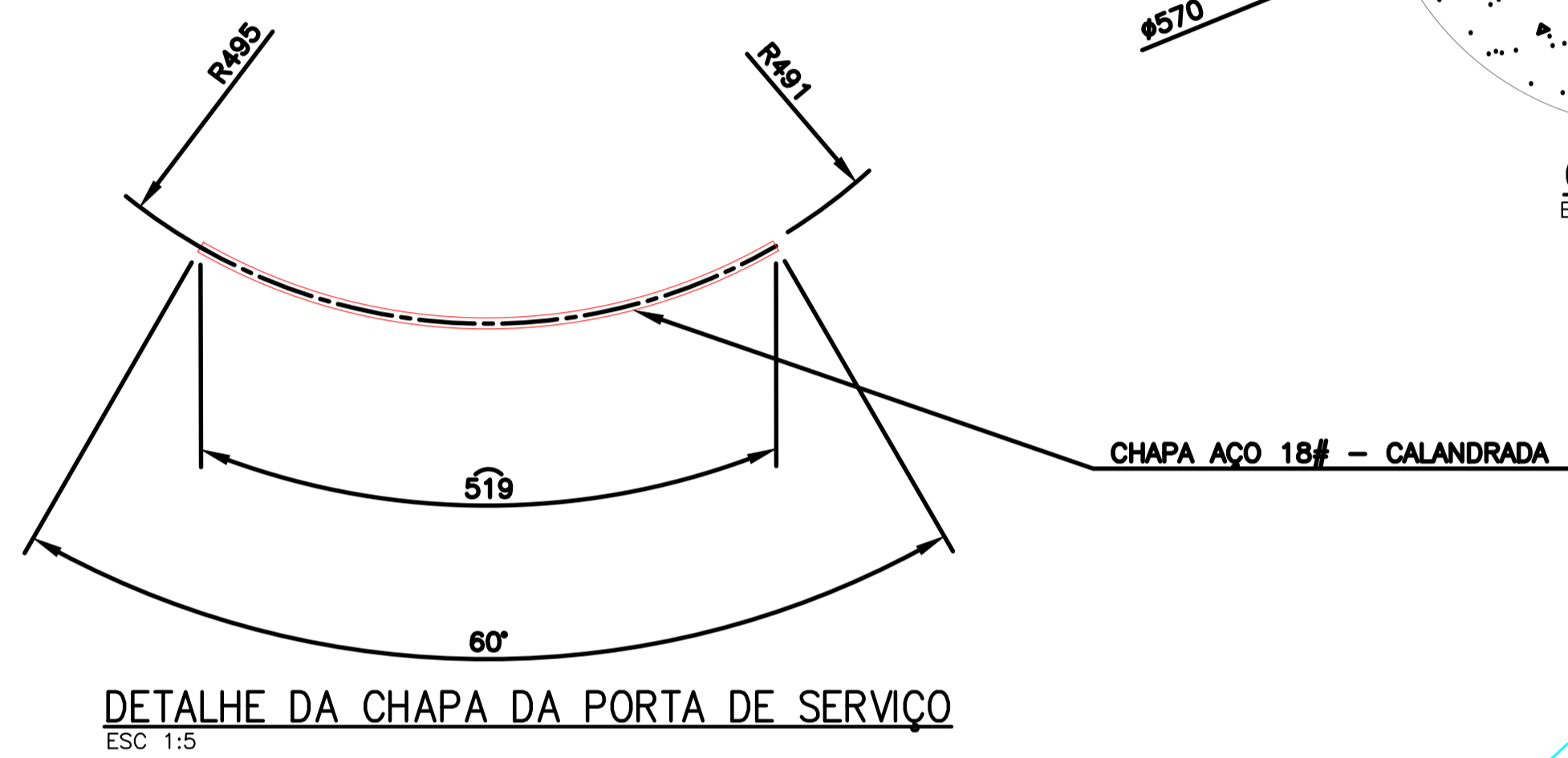
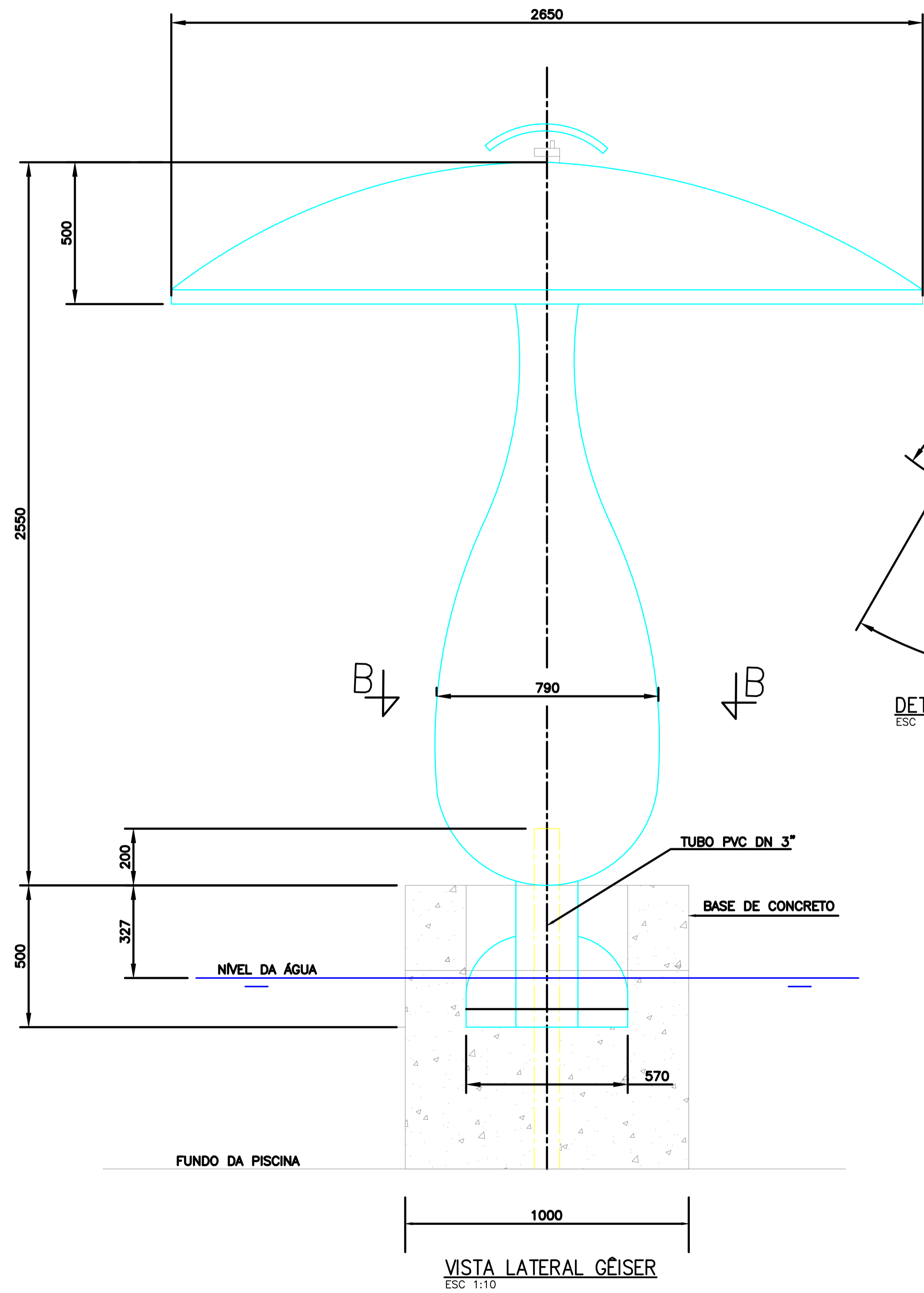
A Figura 2 mostra a estrutura proposta para manter o bulbo do cogumelo na posição vertical, mesmo quando sofrer esforços em suas paredes laterais, algo comum de ocorrer durante os banhos, que deverão acontecer diariamente, às 10 horas e 30 minutos, mediante o tradicional processo de indução.

A manutenção do horário em que o jato do gêiser ocorre é de grande importância para os usuários do banho que ele propicia. Normalmente, nesse horário, há uma tradicional aglomeração de pessoas nas imediações do gêiser para observar sua eclosão, bem como para se banhar em suas águas hipotermiais.

Em consulta formulada ao fabricante do cogumelo – Belart Fibras, localizada à rua Antônio Rizzo, 433, Guamirim, Caçapava – SP, tel. (12) 36533344 – foi obtida a informação que o material empregado na construção do cogumelo – fibra de vidro –, admite consertos e modificações de pequena monta na estrutura padrão do cogumelo, conforme se depreende do e-mail que emitiram:

“Peso: Chapéu: 38Kg; Corpo: 50Kg; altura com chapéu 3,05 m e sem chapéu 2,55 m. Informaram ainda que podem fazer algumas alterações como “Janela de Acesso” e na “Base”, para fixação”.

Dessa forma, segundo as informações do fabricante, é possível fazer modificação na base do cogumelo para dar-lhe maior estabilidade e ter abertura para reparos nas conexões do tubo do poço com as demais tubulações necessárias ao jorro do gêiser.



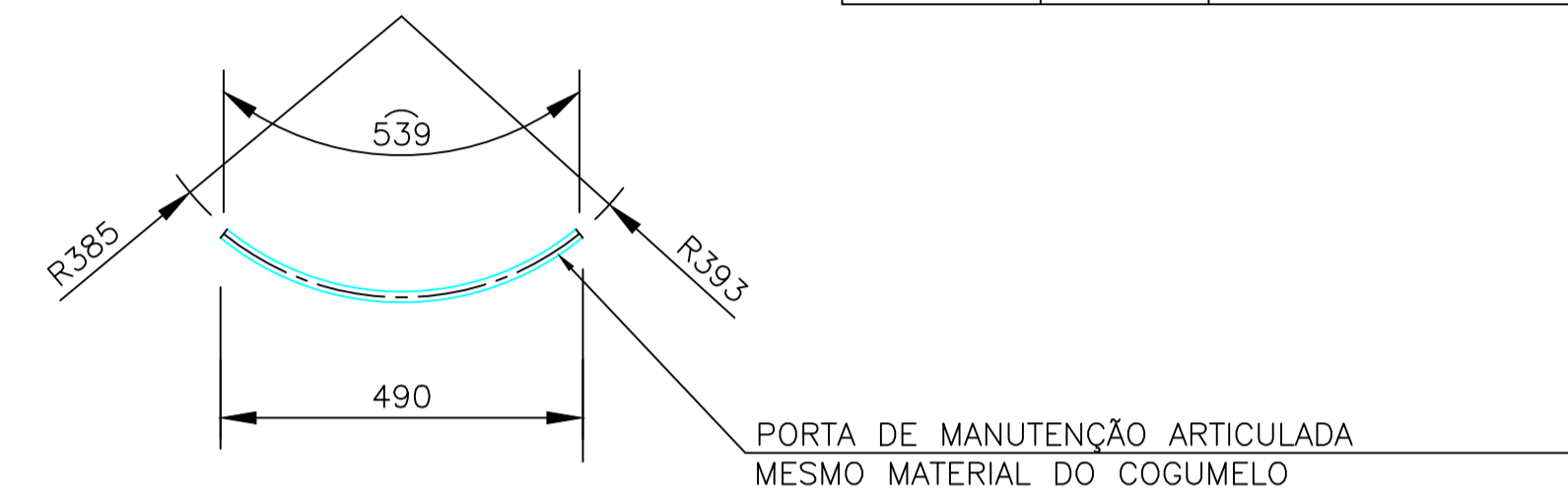
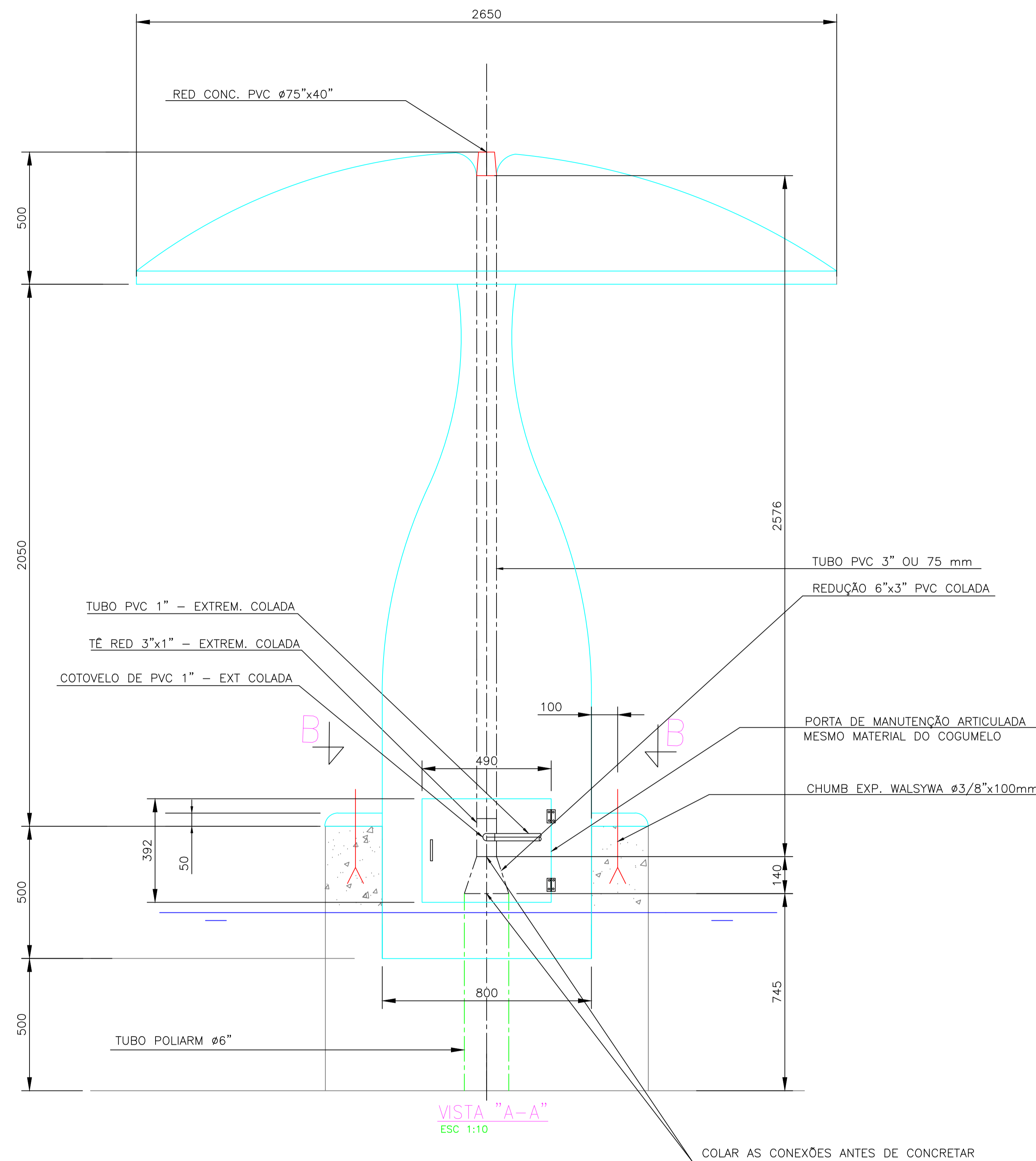
OBS:
1- TODAS AS COTAS ESTÃO EM "mm"
2- TODAS AS MEDIDAS DEVERÃO SER CONFIRMADAS EM CAMPO ANTES DA FABRICAÇÃO

| | | | | |
|--|---|-----------------------|-----------------|--------------------|
| | | | | |
| FIGURA 2. INTERVENÇÕES PROPOSTAS - GÊISER | | | | |
| Substância: ÁGUA | Local: PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBÚ | Município: CAXAMBÚ | Escala: 1:10 | FOLHA Nº: 01/01 |
| Titular: CODEMIG/CODEMGE | Técnico Responsável: PEDRO CARLOS GARCIA COSTA - CREA MG 23194 / D | | | REVISÃO: 0 |

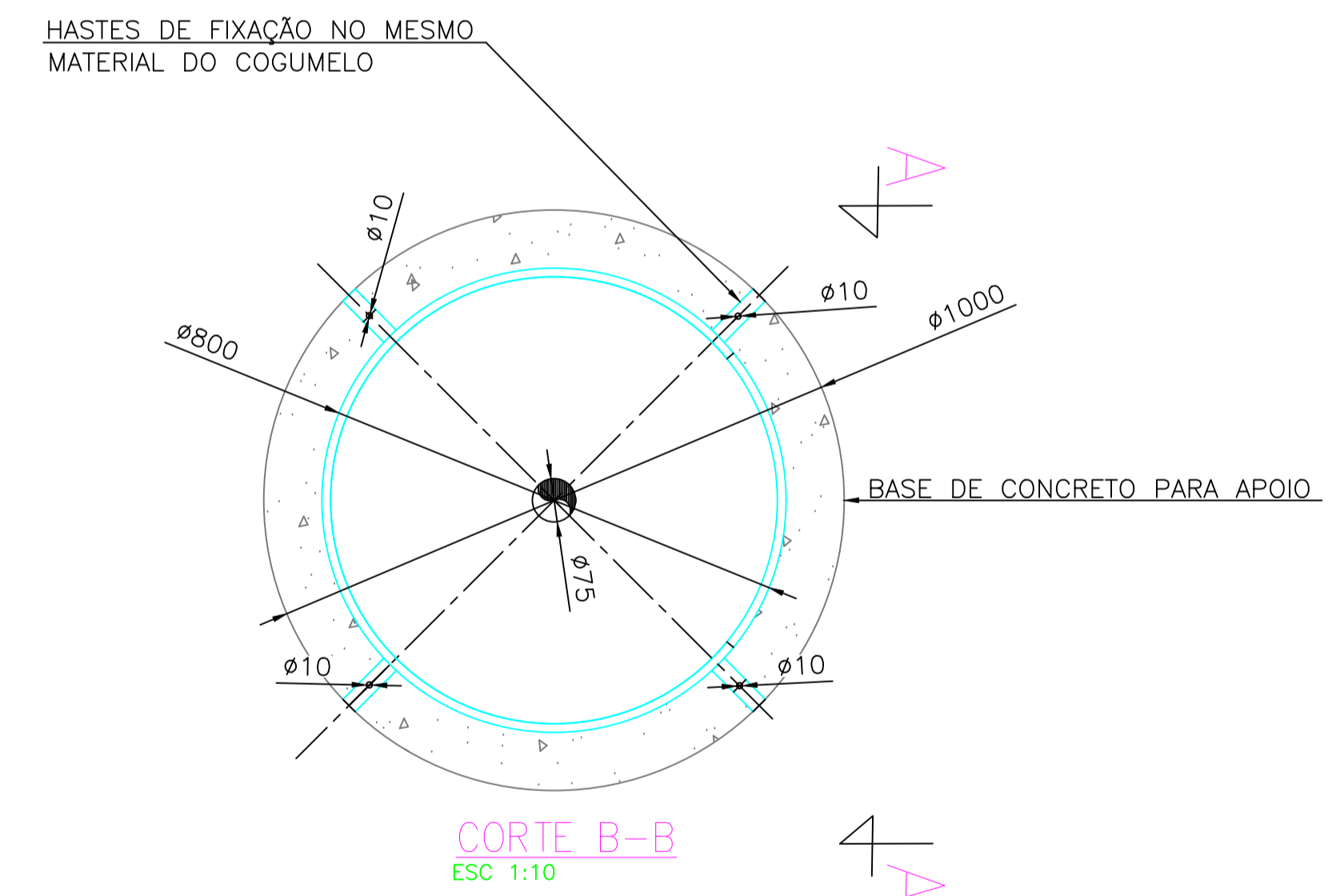
Consideradas as informações do fabricante do cogumelo sobre possíveis modificações na sua configuração original, deve-se considerar uma obra mais simples, conforme mostra a Figura 3.

Trata-se de fazer um corte na estrutura do bulbo do cogumelo, exatamente na altura em que o diâmetro do corpo do cogumelo, com 0,80 m, começa a estrangular, reduzindo drasticamente seu corpo. A proposta é manter o diâmetro de 0,80 m até a base ou pés da estrutura, com os quais se faz o apoio no terreno. Dessa forma, a instalação do cogumelo seria facilitada, pois ele pode ser ancorado em base de concreto nas laterais e laje no fundo, onde seria fixado por parafusos. A nova dimensão da base permitiria a abertura de acessos laterais ao topo do poço tubular e às conexões que regulam o funcionamento do gêiser.

| ITEM | QUANT. | DESCRIÇÃO |
|------|--------|---------------------------------------|
| 01 | 2,6m | TUBO PVC 75mm |
| 02 | 1,0m | TUBO PVC 150mm |
| 03 | 1 PÇ | REDUÇÃO PVC 150x75 COLA |
| 04 | 2 PÇS | COLA PARA TUBO DE PVC |
| 05 | 4 PÇS | CHUMB EXP. WALSYWA $\phi 3/8$ "x100mm |
| 06 | 2 PÇS | CIMENTO CP III |
| 07 | 2 m | AREIA GROSSA |
| 08 | 1 m | BRITA 1 |
| 09 | 1 PÇ | TÊ RED 3"x1" – EXTREM. COLADA |
| 10 | 2 m | TUBO PVC 1" – EXTREM. COLADA |
| 11 | 1 PÇ | COTOVELO DE PVC 1" – EXT COLADA |



DETALHE DA CHAPA DA PORTA DE MANUTENÇÃO
ESC 1:5



CORTE B-B
ESC 1:10

- OBS:
1- TODAS AS COTAS ESTÃO EM "mm"
2- TODAS AS MEDIDAS DEVERÃO SER CONFIRMADAS EM CAMPO ANTES DA FABRICAÇÃO

| | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | FIGURA 3. ALTERNATIVA DE INTERVENÇÃO COM MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA DO COGUMELO | | | |
| | Substância: ÁGUA | Local: PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBÚ | Município: CAXAMBÚ | Escala: 1:10 |
| Titular: CODEMIG/CODEMGE | Técnico Responsável: PEDRO CARLOS GARCIA COSTA - CREA MG 23194 / D | | | FOLHA Nº: 01/01 |
| | | | | REVISÃO: 0 |

4 RISCOS ASSOCIADOS A INTERVENÇÕES NA ESTRUTURA DO POÇO TUBULAR E DO COGUMELO

Este documento propõe uma ampla intervenção na estrutura atual do Gêiser, necessidade facilmente constatável pela ocorrência de diversos vazamentos na base do cogumelo, onde há sua conexão com as tubulações de revestimento e de captação da água gasosa que ascende do poço.

Cumpra ainda a este documento, cujas análises e proposições são resultados de consultas à parca bibliografia disponível sobre o Gêiser do Parque das Águas de Caxambu, alertar sobre os riscos de se propor intervenções parciais naquela estrutura.

As instalações que hoje encimam o poço tubular do Gêiser foram construídas pela prefeitura municipal de Caxambu. Lamentavelmente, não há um “as built” da obra realizada no período 2000 e 2001 pelo poder público local. Essa situação torna complexa a remoção do bulbo do cogumelo, necessária para se refazer as conexões das tubulações que se encontram em sua base, na porção interior, em que há fortes vazamentos de água durante a ocorrência dos jorros. Essa complexidade resulta da necessidade de se fazer a remoção de tubulação lateral que sai do poço e atravessa a base do bulbo (Foto 3 e Foto 6), utilizada para induzir o jorro do gêiser, para depois retirar o cogumelo. Feita nessa ordem, ao sacar o tubo lateral há o risco de colapso da tubulação interna do poço, por perda de um dos prováveis pontos de sustentação.

A alternativa para remover o cogumelo seria fazer um corte em sua porção basal, orientado para liberar o movimento vertical da estrutura, sem o impedimento causado pelo tubo de indução.

As dificuldades de remoção do cogumelo também estão ligadas ao material do qual foi construído. Trata-se de fibra de vidro que, em caso de quebra pode exigir a substituição de toda a peça, devido ao desgaste a que se submete por estar exposta às variações climáticas.

Mesmo com todas essas dificuldades, é certo que a remoção do cogumelo é necessária para se fazer a recomposição das conexões das tubulações do poço e da parte interna do bulbo. A retirada do cogumelo também é condição “*sine qua non*” para a realização de escovação, limpeza e desenvolvimento do poço tubular, bem como para realizar nova inspeção de vídeo em seu interior.

A vídeo-inspeção realizada pela Hidropoços, em 26 de setembro de 2018, registrou que duas das três seções de filtros Espiralados do poço tubular estavam entupidos. A primeira, colocada na profundidade de 11 m ou 19,30 m, incerteza citada anteriormente, está totalmente obstruída e a intermediária parcialmente entupida, restando apenas a mais profunda, desobstruída e em pleno funcionamento. Anotou ainda que o poço estava totalmente colmatado a partir da profundidade de 52,70 m. O perfil do poço feito à época da perfuração registra profundidade total de 60 m, o que significaria uma obstrução de 7,30m. Entretanto, vale ressaltar que o perfil tem divergências com as medidas registradas na vídeo-inspeção. Exceto a extensão dos filtros espiralados,

apresentadas como de aproximadamente 4 m, seus posicionamentos no poço mostram diferentes profundidades dos trechos em que foram instalados, vistas na Tabela 2.

Tabela 2. Profundidades dos Filtros Segundo Perfil e Vídeo-inspeção

| Filtros | Profundidade no Perfil (m) | Profundidade na Vídeo-inspeção (m) | Δ do Ponto Inicial do Filtro (m) |
|----------------|---------------------------------------|---|---|
| 1º Filtro | 11 a 15,33 | 19,30 a 23,40 | + 8,30 |
| 2º Filtro | 27,80 a 31,66 | 26,90 a 34,00 | - 0,90 |
| 3º Filtro | 43,53 a 47,99 | 40,10 a 44,40 | - 3,43 |

A vídeo-inspeção traz uma importante informação: as entradas de gás no poço ocorrem exclusivamente através dos filtros. Como os dois filtros superiores estão colmatados, pode-se supor que a entrada de gás está bem prejudicada.

Entende-se que a realização de uma reforma parcial da estrutura do Gêiser sempre exigirá a remoção do cogumelo ou a execução de cortes em sua base, de forma a permitir o acesso às junções dos tubos. Por sua vez, a existência de vazamento nessas conexões está ligada à má qualidade das juntas e aos movimentos feitos pelo bulbo em respostas a esforços em suas laterais, feitos involuntariamente pelos usuários.

Assim, obras parciais no conjunto cogumelo – poço correm o risco de não resolverem os problemas atuais da estrutura ou terem sua efetividade reduzida a um curto prazo.

5 CONCLUSÕES

As intervenções propostas são as mais simples possíveis e visam melhorar o desempenho do gêiser e oferecer maior segurança aos usuários durante o banho. O reforço de vedação na parte superior do tubo de captação de água tem potencial para eliminar os vazamentos observados nas trincas da laje do piso, bem como reduzir totalmente o carreamento de argilas vermelhas provenientes do substrato, ali colocadas quando da reforma feita pela Bem Engenharia no segundo semestre de 2018.

Por sua vez, a limpeza do poço, por meio de escovação, desincrustação e desenvolvimento, tem potencial para melhorar o conteúdo de gás na água, já que irá desobstruir os filtros que são, segundo os resultados da perfilagem ótica realizada pela Hidropoços, os canais por onde a água gasosa penetra no poço.

6 ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO PARA INTERVENÇÃO NO GÊISER

O conhecimento atual da estrutura do Gêiser do Parque das Águas de Caxambu traz dificuldades para a elaboração de um orçamento para a intervenção necessária ao seu bom funcionamento, a saber:

- A base do cogumelo, um tubo fechado com cerca de 10” de diâmetro, está envolvendo a tubulação do poço tubular, não sendo possível verificar a forma como se dá a conexão dessa tubulação e a que ascende pelo interior do bulbo até o chapéu do cogumelo. Da mesma forma, não é possível visualizar a conexão do cano que possibilita a descarga da água que provoca o jorro do gêiser, com a tubulação do poço;
- inexistência de “as built” da intervenção feita pela Prefeitura Municipal de Caxambu em 2000, o que impossibilita conhecer o número de conexões entre o tubo de captação do poço tubular e as tubulações usadas para provocar o jorro do gêiser e a de transição entre o poço e o topo do cogumelo. Também não se sabe se haverá necessidade de realizar adaptações nos diâmetros dessas tubulações;
- necessidade ou não de instalação de um novo cogumelo, face a necessidade de modificações a serem feitas em sua base para conferir-lhe maior estabilidade na posição vertical e abrir acessos para eventuais recuperações de suas conexões;
- incerteza quanto à necessidade de determinadas ações, por exemplo, a colocação de um tubo de quatro polegadas interno ao revestimento do poço para evitar vazamentos. A perfilagem ótica pode eliminar essa necessidade ao constatar que existem fugas de águas nas trincas ou junções do revestimento (tubo de polyarm).

Com base no exposto, apresenta-se a seguir uma estimativa de orçamento, elaborada segundo princípios da precaução, em que se adotou preços para as rubricas orçadas, valores agregados de adicionais de segurança, para evitar que a obra, depois de licitada, não possa ser concluída por déficit orçamentário.

É importante ressaltar, que as empresas especializadas em perfuração de poços e que formularam propostas para as obras realizadas em 2018, não se propuseram a retirar e recolocar o cogumelo que encima a estrutura do Gêiser. Assim, os itens 1 e 2 da estimativa de orçamento devem ser considerados como itens de um serviço fora da licitação. Entretanto, por ser ação de fácil execução, até mesmo pequenas empreiteiras locais poderão executá-lo.

Estimativa de Orçamento

1 – Escavação circular com 1,5 m de diâmetro e 1,3 m de profundidade, tendo como centro da escavação o poço tubular.

Valor estimado da escavação R\$ 3.000,00

2 - Retirada e Recolocação do Cogumelo

Conforme informações do fabricante, o cogumelo, considerando bulbo e chapéu feito em fibra de vidro, pesa cerca de 80 kg. Sua retirada demandará locação de andaimes metálicos e talha, além de mão de obra.

Valor estimado das duas operações R\$ 4.000,00

3 – contratação de empresa especializada em perfuração, manutenção e perfilagem ótica em poços tubulares, para execução de limpeza, escovação e desenvolvimento do poço e duas perfilagens óticas.

Valor estimado R\$ 140.000,00

4 – Em relação ao bulbo do cogumelo, os trabalhos podem ser de duas naturezas:

- a) modificação da base do bulbo, constando de modificação de seu perfil, mediante corte da porção estrangulada da base e colocação de prolongamento tubular com diâmetro de 0,80 m e altura de 1,00 m, visando dar ao cogumelo maior estabilidade, pela ampliação de sua área de fixação no solo. Esta operação incluirá transportar (ida e volta) o bulbo até o fabricante, em Caçapava, São Paulo para realizar a modificação.

Valor estimado, incluindo frete de ida e volta R\$ 10.000,00;

- b) aquisição de um novo bulbo, incluindo o novo perfil para estabilização e frete de ida e volta a Caçapava/SP

Valor estimado, incluindo frete de ida e volta R\$ 25.000,00

Subtotal R\$ 182.000,00

Custos eventuais (20%) R\$ 36.400,00

Total R\$ 218.400,00

7 BIOGRAFIA CONSULTADA

Carmo, J.C. C. & Filipe, L. C. – Gêiser Floriano Lemos - Parque das Águas de Caxambu. Codemge, inédito.

Carmo, J.C.C. & Tupinambá, M. – Considerações sobre o Funcionamento e a Gênese do Gêiser Floriano de Lemos. Codemig, inédito.

Hidropoços - Perfilagem Ótica em Poço Tubular Profundo – Parque das Águas de Caxambu - Poço Tubular do Gêiser. Codemge, Setembro de 2018.