

Cave de Barricas da Nova Adega da Quinta do Vallado



Tiago Alves¹



**João Adão da
Fonseca²**

RESUMO

Apresenta-se a concepção, dimensionamento e construção do edifício da Cave de Barricas inserido no Projecto de Remodelação e Ampliação da Adega da Quinta do Vallado, que conta ainda com a construção de um Armazém de Fermentação e de um edifício de Recepção e com a remodelação da Adega Existente.

A Cave de Barricas apresenta uma forma exterior próxima de um paralelepípedo com 12.5×6.5 m² de secção e 80 m de comprimento. A Norte, a estrutura é praticamente “soterrada”, emergindo à medida que se caminha para Sul e terminando debruçada em consola sobre os socalcos do Douro Vinhateiro.

O edifício caracteriza-se por uma abóbada cilíndrica com 12 m de diâmetro interior e espessuras variáveis entre 0,35 m e 0,25 m. As abóbadas apoiam-se directamente sobre as fundações e as paredes interiores transversais (nervuras), e recebem os impulsos e pesos das terras.

As nervuras transversais com espessura constante de 0,50 m conferem à estrutura a rigidez e resistência necessárias para suportar os impulsos de terras desequilibrados.

Na extremidade Norte da Cave de Barricas existem complexas ligações aos restantes edifícios através de túneis e escadas, e a calote cilíndrica da abóbada dá lugar a uma superfície cónica que faz a transição entre os 3,60 m de diâmetro do “hall de entrada” e os 12 m de diâmetro do restante edifício. Na zona Sul, a estrutura do edifício nasce apoiada sobre uma consola de inércia variável à medida que se destaca do terreno.

PALAVRAS-CHAVE

Quinta do Vallado, Cave de Barricas, impulsos de terra desequilibrados, betão bujardado.

¹ Adão da Fonseca – Engenheiros Consultores, Lda. tiago.alves@adfconsultores.com

² Adão da Fonseca – Engenheiros Consultores, Lda. joao.adaodafonseca@adfconsultores.com

1. INTRODUÇÃO

Com origens que remontam a 1716, a Quinta do Vallado é uma das Quintas mais antigas e famosas do Vale do Douro. Em pleno coração Duriense, esta quinta estende-se por ambas as margens do rio Corgo até ao local em que este se funde com o rio Douro.

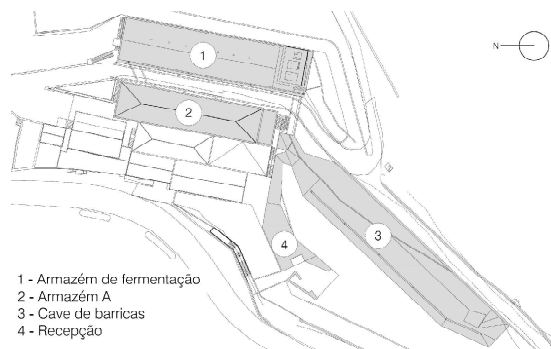
Propriedade da lendária Dona Antónia Adelaide Ferreira, a Quinta do Vallado mantém-se na posse dos seus descendentes ao longo de seis gerações, onde durante cerca de 200 anos teve como principal actividade a produção de vinhos do Porto, posteriormente vendidos à Casa Ferreira. Em 1993, é rompida a tradição com o alargamento da actividade à produção, engarrafamento e comercialização de vinhos de marca própria.

Hoje, com 44 ha de vinha com idade entre 6 a 10 anos, compensada por 26 ha das melhores parcelas da vinha com mais de 80 anos, os vinhos da Quinta do Vallado alcançaram já um patamar muito elevado, reconhecido por várias instâncias internacionais.



Figuras 1 a 3 – Quinta do Vallado

O projecto de Remodelação e Ampliação da Adega da Quinta do Vallado contempla a remodelação da actual adega e a construção de três novos edifícios, o Armazém de Fermentação, a Cave de Barricas e a Recepção, todos eles situados na envolvente da Adega existente (Figuras 4 e 5).



Figuras 4 e 5 – Fotografia da Adega original e “Master Plan” identificativo das diferentes intervenções

A presente comunicação incidirá predominantemente sobre a Cave de Barricas, por se tratar, sem dúvida, do edifício mais marcante de todo o Projecto, quer do ponto de vista estrutural quer do ponto de vista arquitectónico. Aqui serão descritas não só as soluções estruturais adoptadas como também as principais condicionantes que conduziram à concepção das soluções propostas para o correcto desenvolvimento de um Projecto de Execução que permitisse a realização de uma Empreitada profissional e rigorosa.



Figura 6 a 9. Cave de Barricas, Armazém de Fermentação, Nova Recepção e Adega remodelada

O Projecto foi desenvolvido em concerto com o Projecto de Arquitectura, da autoria do Arq. Francisco Vieira de Campos [1].

2. CONCEPÇÃO

2.1 Localização e condicionantes geológicas e geotécnicas

Conforme referido, a Quinta do Vallado ocupa a parte final da margem esquerda do Rio Corgo, em vale mais aberto com as encostas menos íngremes e mais arredondadas.

No local identificam-se xistos argilosos em estado de alteração e fracturação diversificado, sendo a aptidão geotécnica do maciço xistoso genericamente boa a muito boa, com excepção do horizonte superior, decomposto. Estes terrenos xistosos encontram-se cartografados na Carta Geológica de Portugal, folha 10-C da Régua, à escala 1/50000, como pertencente ao Complexo Xisto-Grauváquico (Xz).

Com base nas condicionantes identificadas na prospecção geológico-geotécnica e nas características das estruturas a fundar, optou-se pela execução de fundações directas com tenções admissíveis variáveis entre 450 e 1000 kPa. Do ponto de vista hidrogeológico, o maciço revelou-se improdutivo.



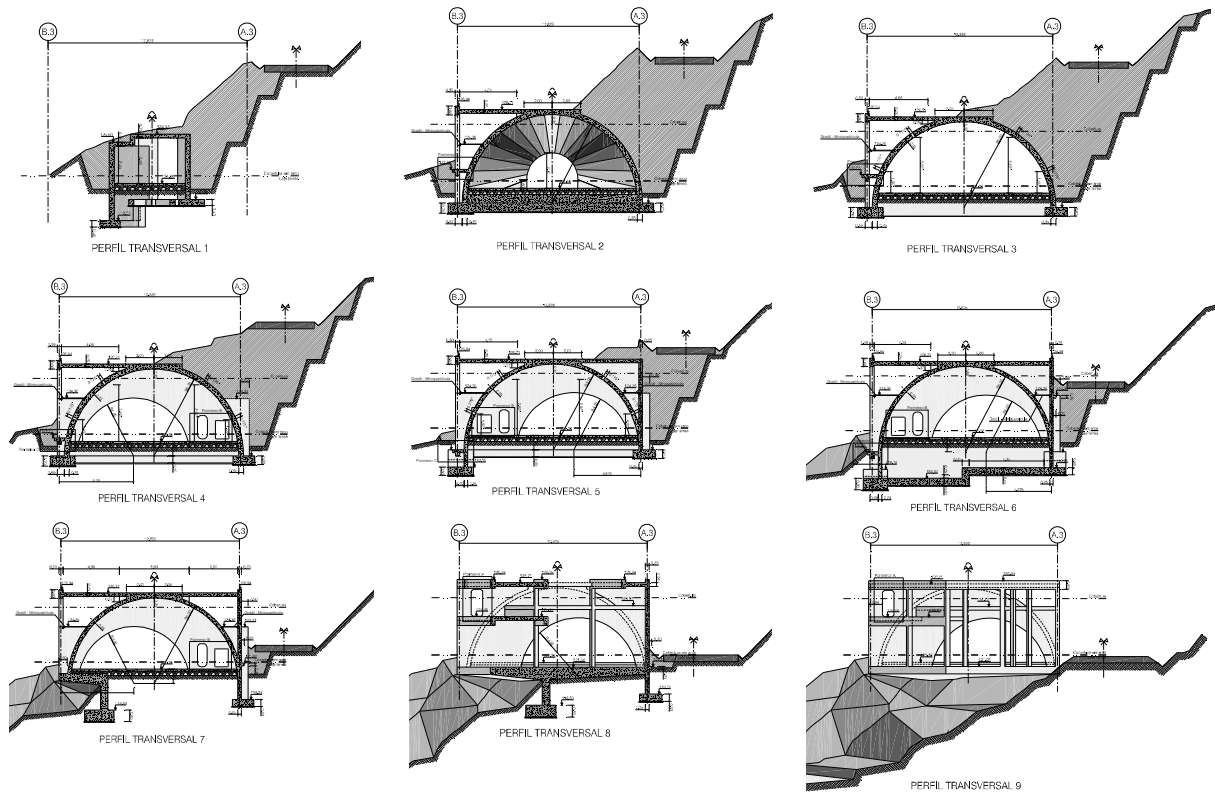
Figura 10 – Prospecção geológico-geotécnica

2.1 Soluções estruturais adoptadas

A Cave das Barricas situa-se imediatamente a Sul da Adega original e acima dos antigos reservatórios de vinho (balões), estes últimos entretanto demolidos para a implantação do edifício destinado a servir de recepção dos visitantes. Apesar de se tratar de um edifício a construir de raiz, todo o meio ambiente e paisagem envolventes foram respeitados e mantidos praticamente inalterados.

O edifício da Cave de Barricas é totalmente executado em betão armado, com as superfícies interiores bujardadas e as superfícies exteriores revestidas com pedra de xisto. Com uma forma exterior próxima de um paralelepípedo com $12,5 \times 6,5 \text{ m}^2$ de secção e 80 m de comprimento, este edifício desenvolve-se a Sul da Adega Existente e consegue uma inserção excelente na encosta. A Cave de Barricas nasce praticamente “soterrada” no lado Norte e emerge à medida que se caminha para Sul, terminando “debruçada” em consola sobre os íngremes socalcos do Douro Vinhateiro.

Em seguida (Figuras 11 a 20) apresentam-se 9 cortes transversais e 1 corte longitudinal onde se podem observar a evolução geométrica da estrutura e a forma como esta se relaciona com a encosta onde se insere.



Figuras 11 a 19 – Cortes transversais

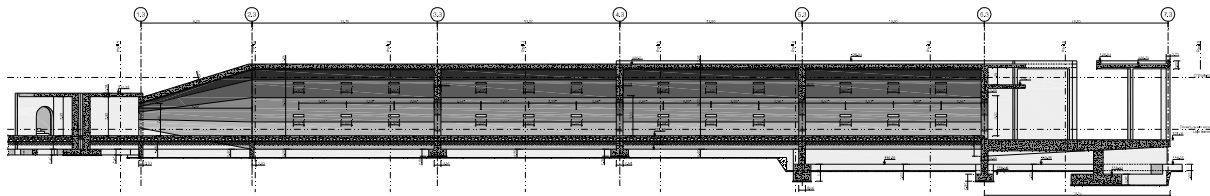


Figura 20 – Corte longitudinal: localização dos cortes transversais

Estruturalmente, o edifício caracteriza-se essencialmente por uma abóbada cilíndrica com 12 m de diâmetro interior e espessuras que variam entre os 0,35 m e os 0,25 m, à medida que o impulso e peso das terras vão diminuindo. Esta abóbada apoia-se directamente sobre as fundações e sobre as paredes interiores transversais (nervuras) e recebe, directa ou indirectamente, os impulsos e pesos das terras depositadas contra e sobre o edifício.

As nervuras transversais são de secção variável com espessuras constantes de 0,50 m e existem a cada 13,5 m. Estes elementos dotam a estrutura da rigidez e resistência necessárias para controlar a distorção da secção e fazer frente aos impulsos desequilibrados, desempenhando ainda óbvias funções arquitectónicas ao serem consecutivamente desencontrados (ver Figura 21).



Figura 21 – Vista interior

A forma exterior paralelepípedica do edifício é conseguida pela laje da cobertura, que se apoia sobre a abóbada e sobre pilares e/ou paredes existentes nas fachadas. A laje de cobertura é maciça em betão armado, com 0,25 m de espessura e existe apenas nas zonas descobertas do edifício, isto é, nas zonas não “soterradas”. Quanto ao acabamento, a laje de cobertura é revestida em pedra de xisto pelo exterior, sendo em betão à vista nas zonas interiores das galerias técnicas.

O pavimento térreo é composto por uma laje térrea estrutural com capacidade para suportar o armazenamento de barricas e a circulação de empilhadores ou outros veículos para a respectiva carga, descarga e transporte. Na generalidade dos casos, o pavimento térreo existe sobre solo bem compactado e inclui, na sua constituição, para além da tradicional manta geotextil, caixa de brita e folha de polietileno, uma camada intermédia de isolamento térmico. Este isolamento térmico resulta da necessidade de um rigoroso controlo de temperatura e humidade dentro de edifícios desta natureza.

As duas extremidades da Cave de Barricas constituem as zonas mais complexas quer do ponto de vista da pormenorização quer do ponto de vista construtivo.

A Norte, para além de complexas ligações aos restantes edifícios por intermédio de túneis e escadas, a calote cilíndrica da abóbada dá lugar a uma superfície cónica que faz a transição entre os 3,60 m de diâmetro do “hall de entrada” e os 12 m de diâmetro do restante edifício. Por imposições arquitectónicas, a métrica das nervuras transversais é interrompida nesta zona e a transição entre as superfícies cónica e cilíndrica dá-se sem que existam elementos transversais para absorverem as importantes forças de desvio aí geradas. Esta é também a zona do edifício onde são maiores as acções do terreno sobre a estrutura ($H_{\text{terro}} \cong 10 \text{ m}$).



Figuras 22 a 24 – Túneis de acesso

Na extremidade oposta, a Sul, o edifício destaca-se do terreno e parte da sua estrutura nasce apoiada sobre uma consola materializada por uma grande laje de inércia variável.

Os espaços que resultam da subtracção do cilindro interior do edifício ao seu volume exterior paralelepédico constituem importantes galerias técnicas a partir das quais é feito o controlo de temperatura e humidade de toda a Cave. À semelhança do pavimento térreo, existe sobre toda a abóbada uma camada contínua de isolamento térmico, quer nas zonas das galerias quer nas zonas em contacto com as terras.

Conforme referido, o interior dos edifícios novos da adega são predominantemente em betão aparente bujardado. Esta opção arquitectónica obrigou à consideração de espessuras de sacrifício capazes de assegurar o recobrimento mínimo das armaduras após o tratamento mecânico com bujarde das superfícies [2].



Figuras 25 e 26 – Pormenor de betão bujardado e galeria técnica

3. RESPOSTA ESTRUTURAL

3.1 Acção das terras sobre a estrutura

As acções do peso próprio da estrutura e dos revestimentos, as sobrecargas de utilização, as acções do vento, o sismo, a variação de temperatura e os efeitos reológicos do betão são de fácil quantificação, ou pelo menos comuns à maioria dos edifícios, pelo que não serão aqui salientadas. Já a quantificação da acção das terras sobre a estrutura merece uma especial atenção.

Na Cave de Barricas, os impulsos e os pesos das terras são muito desequilibrados, em especial no extremo Norte, onde o edifício chega a estar parcialmente soterrado sob cerca de 10 m de terras perante um talude natural da encosta com inclinações médias de 40° [3]. Por isso, a forma da abóbada afasta-se bastante do antifunicular das cargas correspondentes aos impulsos e pesos das terras, não sendo possível equilibrar esta acção à custa de esforços de membrana na estrutura.

Para a quantificação da acção das terras sobre a estrutura foram utilizados modelos de cálculo numéricos não lineares baseados na discretização do maciço rochoso mediante o método dos elementos finitos. Desta forma é possível uma modelação detalhada dos processos de deformação que afectam o terreno como consequência das operações de escavação, construção e aterro e a análise da influência dos diferentes factores e parâmetros que intervêm nos processos construtivos, podendo-se estabelecer critérios de cálculo adequados para as diferentes fases de construção.

Por simplicidade, apenas serão apresentadas as considerações e conclusões associadas às secções mais desfavoráveis, isto é, às zonas onde a altura de terras junto à estrutura é mais elevada. As figuras que se seguem sintetizam os parâmetros geotécnicos adoptados nos modelos de cálculo numéricos e as acções simplificadas consideradas como aproximação aos resultados desses modelos no que se refere ao impulso e peso das terras sobre a estrutura.

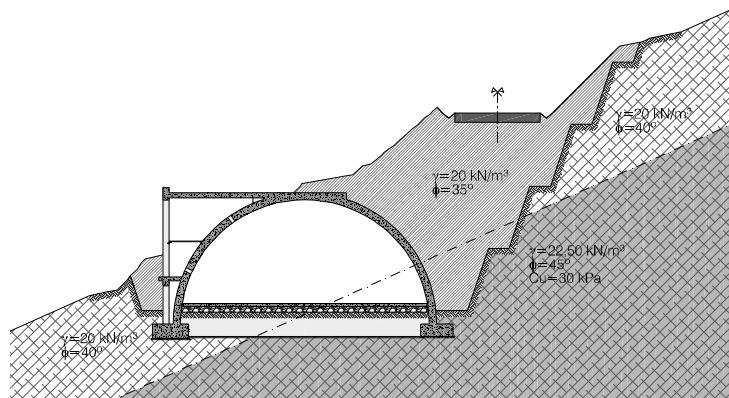


Figura 27 – Parâmetros geotécnicos adoptados

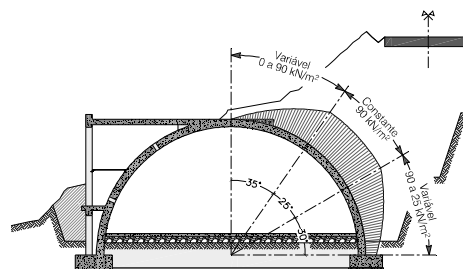


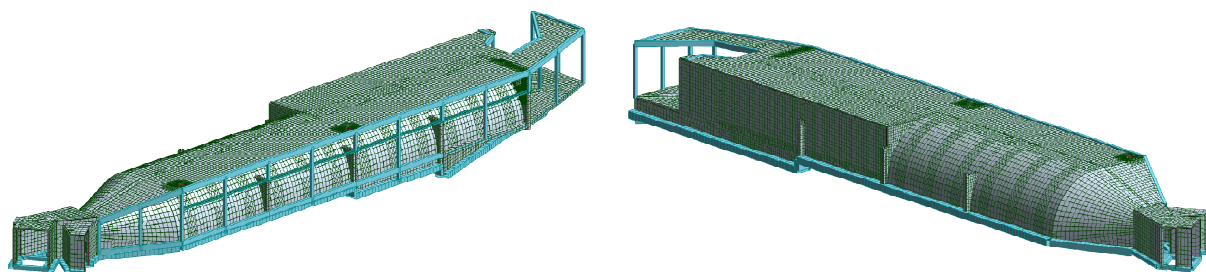
Figura 28 – Acções simplificadas

Em termos globais, a acção das terras sobre a estrutura equivale a uma força de cerca de 545 kN/m com origem no centro geométrico da circunferência que define a abóbada e uma inclinação de 41.65° com a horizontal, ou seja, a acção das terras sobre a estrutura resume-se a uma componente vertical $F_V \cong 362 \text{ kN/m}$ e a outra horizontal $F_H \cong 407 \text{ kN/m}$.

3.2 Modelação e comportamento da estrutura

A geometria da estrutura da cave de barricas resultou em grande medida das imposições arquitectónicas em detrimento da optimização da topologia da sua estrutura laminar. Conforme referido, a configuração da abóbada afasta-se bastante da forma geométrica capaz de resistir às acções das terras unicamente à custa de esforços de membrana (antifuncular das cargas). Neste contexto, as nervuras transversais desempenham um papel determinante ao funcionarem, por um lado, como diafragmas que limitam os esforços de flexão nas abóbadas e a distorção da secção e, por outro, como grandes contrafortes que contribuem para a resistência e o equilíbrio globais da estrutura. Do ponto de vista orgânico poder-se-á referir que o funcionamento global da Cave de Barricas (abóbadas + nervuras transversais) se assemelha a uma das mais eficientes estruturas da Natureza: o bambu.

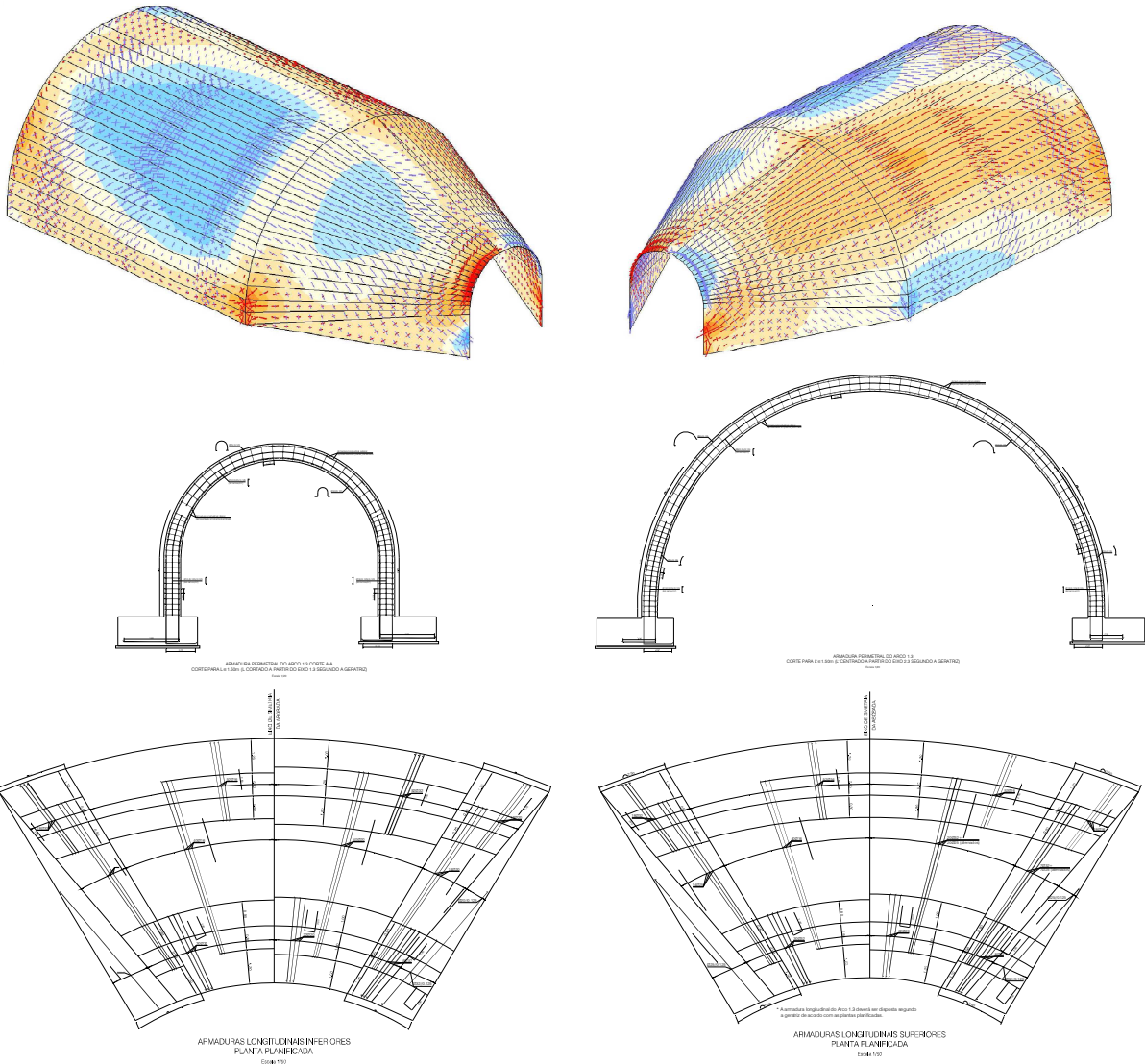
O dimensionamento e as verificações da segurança da Cave de Barricas é efectuada com base num modelo matemático tridimensional onde as estruturas de betão armado são modeladas por elementos de barra e elementos de casca conforme se tratem, respectivamente, de elementos lineares ou laminares. Com esta modelação consegue-se representar com grande rigor a obra projectada, nas figuras seguintes apresentando-se duas vistas do modelo desenvolvido.



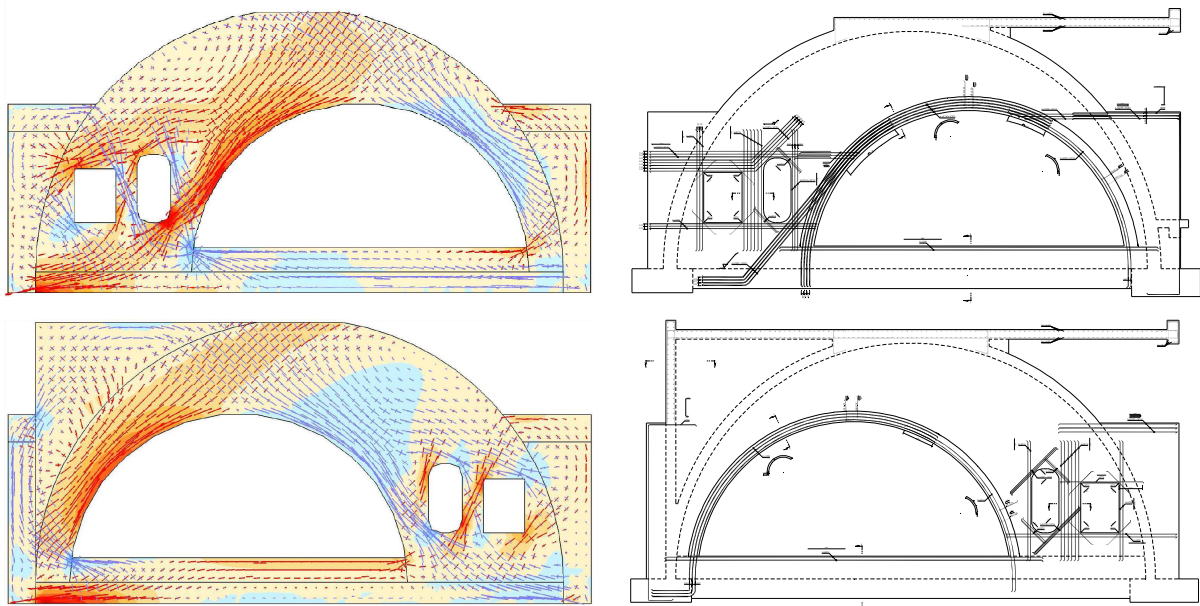
Figuras 29 e 30 – modelo global da Cave de Barricas

Em seguida apresentam-se algumas imagens com o mapeamento das tensões principais instaladas nas abóbadas e nos diafragmas quando sujeitos à acção das terras sobre a estrutura. Paralelamente, apresentam-se ainda alguns dos desenhos de armaduras dos respectivos elementos, nomeadamente o desenho de armaduras de reforço dos diafragmas.

Cave de Barricas da Nova Adega da Quinta do Vallado



Figuras 31 a 36 – Abóbodas: diagramas de tensões principais e desenhos de armaduras exemplificativos

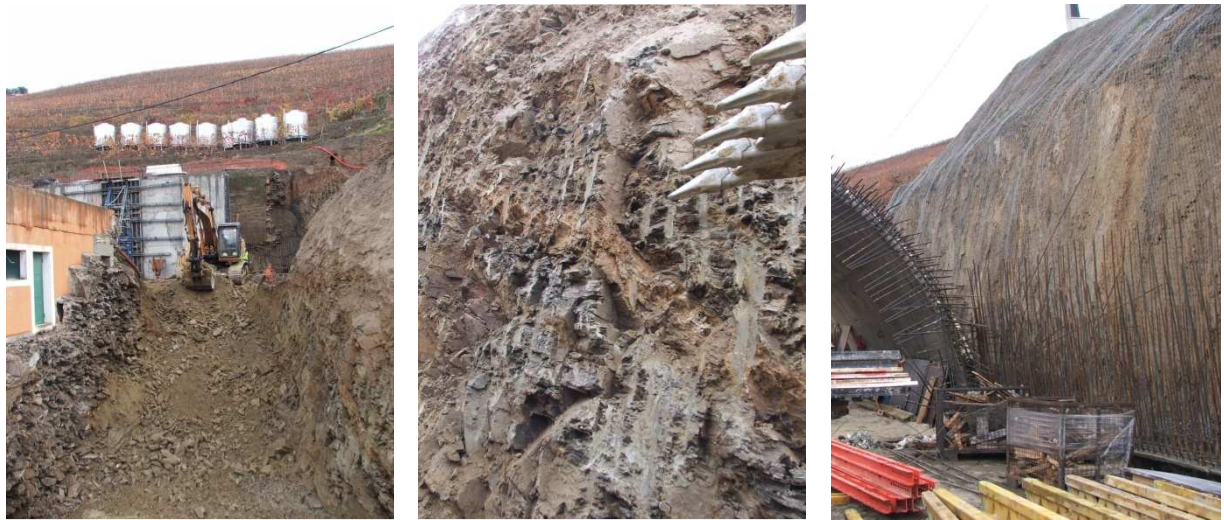


Figuras 37 a 40 – Diafragmas: diagramas de tensões principais e desenhos de armaduras de reforço

4. CONSTRUÇÃO

Em termos de execução, a obra foi dividida em duas grandes empreitadas: uma primeira associada à escavação geral dos terrenos até atingir as cotas de fundo de caixa e uma segunda relacionada com a remodelação e construção dos edifícios da adega.

A escavação para a execução das fundações executou-se em terreno rochoso com recurso, em geral, a meios mecânicos, como escavadora com ou sem martelo demolidor e/ou ripper. Em algumas situações foram detectados maciços rochosos mais compactos ou sãos, nestes casos sendo necessária a utilização de pegas de fogo controladas.



Figuras 41 a 43 – Cave de Barricas: escavação Geral

A construção do edifício da Cave de Barricas apresentou algumas dificuldades na sua execução em grande medida relacionadas com a materialização dos moldes curvos das abóbadas, em particular na zona tronco-cónica, e com a complexa geometria das zonas extremas onde o edifício se relaciona, através de um intrincado sistema de acessos, com os restantes espaços por meio de túneis, elementos em consola, escadas estruturais e escadas térreas.



Figuras 44 a 46 – Cimbres e cofragem das abóbadas

Importa ainda referir que, mais do que meros acessos entre os diversos edifícios da Adega, os túneis servem como importantes ductos por onde passam todo o tipo de instalações relacionadas com a indústria de produção de vinhos, redes de electricidade, redes de águas e esgotos e redes associadas ao controlo de humidade e temperatura dos edifícios. Repete-se que o edifício da Cave de Barricas, à semelhança dos demais edifícios novos da Adega, é executada em betão aparente bujardado, embora com a particularidade de neste caso não existirem instalações ou máquinas à vista. Todos os equipamentos afectos aos vários serviços encontram-se e operam em galerias ou áreas técnicas, e todas as redes existem nestes mesmos espaços ou estão embebidas na estrutura de betão armado. A título de exemplo, referem-se os quadros técnicos que existem em todas os contrafortes e que comportam, para além de quadros eléctricos, pontos de água e luz e carretéis de incêndio, as respectivas redes encontrando-se obrigatoriamente embebidas na estrutura.



Figura 47 – Quadros técnicos dos contrafortes

5. CONCLUSÕES

As opções formais adoptadas resultam do compromisso entre as exigências funcionais, as imposições arquitectónicas e as necessidades estruturais. A execução da obra demonstrou a adequabilidade das soluções de projecto e o resultado final obtido é testemunho da simbiose alcançada entre concepção estrutural e arquitectónica.

REFERÊNCIAS

- [1] DARCO MAGAZINE, revista técnica de arquitectura – 05 Novembro Dezembro 2008
- [2] NP EN 1992-1-1. 2010, Eurocódigo 2 – Projecto de Estruturas de betão - Parte 1-1: Regras Gerais e Regras para Edifícios.
- [3] NP EN 1997-1. 2010, Eurocódigo 7 – Projecto Geotécnico - Parte 1: Regras