Sumário Executivo

Recomendações para procedimentos e autorizações de detonação

Minesure Pty Ltd
Nigel Spicer
maio de 2019

Introdução

A Savannah Resources Plc., é uma empresa cotada na bolsa de Londres, proprietária, através da sua subsidiária portuguesa Savannah Lithium, do projeto de lítio da Mina do Barroso, no distrito de Vila Real, no norte de Portugal. O Projeto propõe extrair múltiplos depósitos de pegmatitos litiníferos, e possível quartzo e feldspato como subprodutos.

O projeto da Mina do Barroso situa-se na parte norte de Portugal, na freguesia de Covas do Barroso, concelho de Boticas, distrito de Vila Real.

A aldeia de Romainho situa-se a cerca de 750m a norte do limite norte da corta proposta do Grandão e existe uma única habitação a cerca de 550m do limite da corta do Grandão. A aldeia de Covas do Barroso situa-se a cerca de 800m a noroeste de Romainho e está a cerca de 800m de distância do limite da corta do Reservatório. Como a aldeia de Covas do Barroso está suficientemente distante de qualquer atividade de desmonte, é altamente improvável que quaisquer efeitos das detonações possam ser sentidos pelos residentes.

Está planeado explorar a corta do Grandão em três fases. O limite norte da fase 1, mais próximo de Romainho, fica a cerca de 100 metros no interior da corta final e, portanto, a 850m de distância de Romainho. Espera-se que a exploração da fase 1 decorra durante quatro anos, o que dará tempo suficiente para otimizar as técnicas de perfuração e detonação, de forma a maximizar a eficiência e minimizar qualquer risco potencial resultante da projeção de objetos, nomeadamente fragmentos de rocha.

O depósito do Pinheiro está localizado a 200 m de distância da localização proposta para a lavaria. Dada a proximidade, será necessário tomar medidas para minimizar o risco de danos nas infraestruturas.

Operações de Perfuração e Detonação

Sempre que possível, a rocha será desmontada recorrendo a uma buldózer, no entanto, espera-se que a perfuração e a detonação sejam necessárias para a maioria das áreas. A perfuração e a detonação consistem em perfurar um furo vertical na rocha, colocar um detonador e escorva na base do furo e carregar o furo com uma quantidade pré-determinada de explosivos. O restante segmento do furo é preenchido com rocha britada (tamponamento) de modo a conter a energia da detonação. Os furos são perfurados numa

malha que é projetada para, após a detonação, fraturar a rocha o suficiente sem originar a projeção de objetos ou vibração excessiva. Serão utilizados explosivos do tipo de emulsão que originem pequenos volumes de gases, que fornecem a necessária pressão de detonação, sem produzir quantidades elevadas de gás que possam gerar a projeção de objetos.

Dimensionamento da detonação

O desenho ideal de uma detonação depende de três fatores principais:

- Distribuição de energia;
- Confinamento de energia;
- Nível de energia do explosivo.

Cada um destes fatores determina a eficiência da detonação. Se a energia (explosivo) não for distribuída adequadamente ao longo do comprimento do furo, irá ocorrer uma má fragmentação da rocha. Em contrapartida, é necessário confinar a energia (utilizando tamponamento) que requer espaço dentro do furo. O nível de energia, ou seja, a quantidade de explosivos, tem de ser adequada para a necessária fracturação, mas não excessiva ou muito baixa. A energia excessiva origina fragmentação e projeção excessivas e o oposto resulta em sob fragmentação.

Potenciais problemas decorrentes da detonação

Propõe-se que as detonações só ocorram entre as 12.00 e as 15.00 horas em dias úteis, de modo a minimizar qualquer incómodo para a comunidade. As detonações não ocorrerão todos os dias, mas prevê-se que serão necessárias duas ou três por semana.

Projeções de objetos rochas

Pode resultar de:

- Sobrecarga de explosivos;
- Controlo inadequado;
- Rochas soltas que cobram os furos;
- Fracturação excessiva da frente de desmonte.

A sobrecarga dos furos significa que existe uma quantidade excessiva de explosivos num furo e consequentemente um tamponamento insuficiente. Tal irá originar que a boca do furo se solte e seja ejetada, normalmente verticalmente. Este fenómeno é conhecido como efeito canhão. O traçado dos gases e poeiras injetados, semelhante ao de um foguetão, pode ser facilmente observado.

O comprimento do tamponamento tem de ser suficiente para conter a energia do explosivo. Se o comprimento for insuficiente, os resultados são os mesmos da sobrecarga, com uma pluma de injeção.

As rochas soltas sobre os furos têm o potencial de serem projetadas, especialmente em conjunto com qualquer um dos dois exemplos anteriores.

A fracturação excessiva da frente de desmonte ocorre quando o afastamento da face livre à primeira fiada de furos é inadequado. Para um desmonte eficiente, cada fiada requer uma determinada resistência e, por exemplo, se a face se encontrar escavada em demasia, não irá ocorrer a contenção da energia suficiente e as rochas da face são projetadas.

As causas da projeção de rochas são operacionais, pelo que são facilmente geridas utilizando os procedimentos corretos. De notar que detonações bem concebidas e executadas não geram projeção de rochas.

Potencial alcance da projeção de rochas

Não existem regras rígidas e rápidas que regulem o alcance da projeção de rochas, no entanto, em 1981, Lundborg publicou um artigo intitulado " Probability of Flyrock" no *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. O trabalho descreve a relação entre a distância máxima de viagem e o diâmetro do furo de detonação. Propõe-se que a detonação utilize furos de 102 mm (4") de diâmetro, uma vez que é consistente com a proposta altura de bancada de 5m. A publicação de Lundborg mostra que a distância máxima esperada pode ser de 650m. Embora o alcance máximo indicado seja 650m, é altamente improvável que as rochas projetadas percorram realmente tal distância, em circunstâncias normais. Outro gráfico desenvolvido por Lundborg mostra que o alcance máximo pode ser de 620m.

A habitação mais próxima está localizada a 550m do limite da corta do Grandão, pelo que não se espera que seja necessário desocupar nenhum dos habitantes da sua habitação durante a detonação.

Sobrepressão do ar

É essencialmente uma onda de choque que pode ser gerada pela rápida expansão de gases da detonação. Pode ser o resultado da expansão dos gases através do:

- Tamponamento (efeito canhão);
- Face livre (afastamento insuficiente);
- Crista da bancada (sobrecarga).

A expansão dos gases é geralmente controlada através do correto dimensionamento e implementação do diagrama de fogo. O impacto percetível será influenciado pelas condições meteorológicas, tais como:

- Direção e velocidade do vento
- Nebulosidade e altitude
- Inversão de temperatura
- Temperatura do ar
- Níveis de ruído ambiente

A onda aérea pode ser audível se o espectro energético desta ocorrer na frequência sonora, tipicamente entre os 20Hz e 20kHz. No entanto, parte da energia é de baixa frequência, podendo manifestar-se como trepidação de janelas e portas. A distâncias onde ambos os efeitos estão acima dos níveis percetíveis, a onda aérea é geralmente sentida após qualquer vibração do solo.

A Mina do Barroso utilizará desenhos conceptuais e práticas de detonação que controlam a produção de sobrepressão no ar. O controlo da sobrepressão (que representa uma manifestação de energia de explosivo desperdiçada) também é inerente à otimização da detonação. O controlo será alcançado adotando parâmetros rigorosos de dimensionamento.

Vibração do solo induzida pela detonação

A vibração do solo induzida pela detonação consiste na propagação de energia mecânica no maciço rochoso ou solo. A magnitude da vibração, juntamente com a frequência de vibração, é geralmente utilizada para definir critérios de dano. Estudos e a experiência mostram que detonações bem dimensionadas e controladas são improváveis de criar vibrações no solo com uma magnitude que cause danos.

Poeiras geradas pela detonação

A quantidade de poeiras gerada numa detonação depende da friabilidade da rocha a desmontar e das condições das águas subterrâneas. Alguns tipos de rochas, tais como xistos e argilitos, desintegram-se muito facilmente na detonação, enquanto as rochas mais siliciosas tendem a não o fazer. Se a rocha estiver molhada ou húmida, tende a gerar menos poeiras durante a detonação do que se estiver seca.

Impacto na comunidade local

A detonação tem o potencial de criar incómodo para os residentes vizinhos. Os efeitos físicos podem ser:

- Ruído
- Sobrepressão
- Poeira
- Cheiro
- Vibração

O ruído é gerado pela rápida expansão de gases durante a explosão. Num dia sem nuvens e com vento de norte, os habitantes ouvirão um ligeiro barulho, no entanto, com vento de sudoeste e céu nublado, o ruído será muito mais alto e mais agudo sendo muito semelhante a uma trovoada nas proximidades. As detonações mais próximas das habitações devem ser adiadas se as condições meteorológicas não forem favoráveis.

A sensação física de sobrepressão pode ser sentida em conjunto com o ruído. Pode resultar no trepidar de janelas, mas não deve originar quebras.

Tal como acontece com a geração de ruído, com vento de norte, a poeira será levada para longe da aldeia, caso contrário, as detonações devem ser adiadas.

Em termos de concentração, os fumos gerados pela detonação são tóxicos, no entanto são rapidamente diluídos pelo ar para níveis não tóxicos. Mais uma vez, as detonações só deverão ocorrer se as condições meteorológicas forem favoráveis.

A vibração gerada depende da quantidade de explosivos utilizados e o seu impacto está relacionado com a distância ao local de detonação. A Savannah instalará estações de monitorização de vibrações em vários locais para monitorizar quaisquer eventos de vibração extrema. Dado o tamanho dos furos planeados e as alturas das bancadas, os níveis de vibração percetíveis em Romainho estarão dentro dos limites estabelecidos. Os residentes

podem sentir uma ligeira vibração no solo, mas deverá ser muito pequena e não causar danos. A Savannah oferecer-se-á para realizar inspeções a todas as propriedades num raio de 1km da mina, de forma a estabelecer uma linha base, em caso de reclamações, por danos causados pela vibração.

A Savannah terá um representante responsável pelas relações comunitárias, cujos dados de contacto serão disponibilizados aos residentes locais, para reclamações ou comentários/questões sobre as atividades do projeto.

Precauções adotadas e medidas de mitigação

As únicas estruturas que estarão dentro da zona de exclusão de 500 m estarão associadas à lavaria. Esta está localizada a cerca de 200 m a oeste da corta do Pinheiro e está assim em risco de ser atingida por projeções de rochas.

Em todos os casos, serão seguidos os mesmos procedimentos para minimizar o risco. Estes procedimentos, serão no mínimo:

- Todas as detonações serão dimensionadas por um engenheiro competente e experiente. Os diagramas mostrarão a posição e profundidade de cada furo a perfurar, volume estimado a desmontar, quantidade de explosivos a ser colocada em cada furo; altura do tamponamento em cada furo e temporização dos detonadores;
- Cada detonação deve ser concebida de forma a que a deslocação da rocha desmontada se faça em sentido contrário ao das estruturas;
- Cada diagrama de fogo deve ser verificado e aprovado pelo gestor da exploração;
- As posições dos furos devem ser marcadas no chão por um topógrafo;
- As posições dos furos devem ser verificadas pelo engenheiro especialista em detonações e alteradas, se necessário;
- Os furos têm de ser perfurados de acordo com as especificações de dimensionamento em termos de localização, profundidade e inclinação;
- As duas primeiras fiadas da malha de furos devem ser perfuradas somente no final dos trabalhos de perfuração, para acomodar alterações resultantes da escavação excessiva da frente de desmonte;
- A posição final da boca do furo deve ser medida pelo topógrafo e confirmadas com o dimensionamento do diagrama de fogo; quaisquer irregularidades devem ser corrigidas;

- A profundidade de cada furo deve ser medida e verificada com o desenho; os furos que tenham ficado curtos devem ser perfurados de novo;

- Depois da colocação da escorva, cada furo deve ser carregado com a quantidade de explosivos planeada. o operador de produtos explosivos registará a quantidade colocada em cada furo e esta quantidade deve ser verificada em relação ao dimensionado; quaisquer furos sobrecarregados devem ser bombeados para a quantidade correta; após o carregamento dos furos, a quantidade total carregada será comparada com a quantidade total dimensionada e quaisquer anomalias corrigidas;

- Depois de verificar se a carga está correta, a restante altura dos furos por preencher será medida para garantir que foi carregada a quantidade correta e que ainda existe espaço suficiente no furo para o tamponamento;

- Os furos devem então ser tamponados com um agregado rochoso duro e britado grosseiramente de tamanho nominal de 25mm.

- O operador irá posicionar à superfície os retardos e antes de os ligar, verificará se estão de acordo com o diagrama de fogo.

- Os retardos e ligadores serão ligados, ficando prontos para detonação e o engenheiro de detonação verificará visualmente se estão de acordo com o diagrama de fogo.

- Se o engenheiro de detonação estiver confiante de que a malha de detonação foi carregada e temporizada de acordo com o diagrama de fogo, assinará uma autorização de detonação.

- Antes da detonação, a área de exclusão será evacuada e guardas serão posicionados para impedir a entrada. Uma sirene, num local a ser aprovado pela empresa e pelos residentes soará durante a detonação e só será desligada quando o operador tiver declarado a área como segura.

- Um vídeo de cada explosão será gravado a partir de uma localização seguro e será examinado posteriormente para identificar qualquer indicação de projeção de rochas potencial.

- Após a detonação, o engenheiro de detonação inspecionará visualmente o resultado de modo a identificar quaisquer problemas. Serão tiradas fotografias do resultado e guardadas, juntamente com o diagrama de fogo, para referência futura.

Seguindo este procedimento, assegura-se que a sobrecarga não ocorre e que os furos são detonados na sequência correta, minimizando assim o risco de projeção de rochas.

Qualquer alteração deve ser aprovada antecipadamente e por escrito pelo gestor de exploração.

Exemplos de cidades perto de minas

A coexistência de minas a céu abeto perto de cidades é muito comum, uma vez que o crescimento dos aglomerados habitacionais é, em muitos casos, o resultado da presença da mina. Seguem-se exemplos de onde tal aconteceu. O autor supervisionou pessoalmente as operações de detonação nas três primeiras cidades listadas, tendo assim conhecimento e experiência pessoal da situação.

Southern Cross, Austrália Ocidental

A mina a céu aberto Frazer está localizada muito perto da cidade de Southern Cross. Há um número significativo de habitações num raio de 500 m da corta, no entanto a evacuação não foi considerada necessária, uma vez que os métodos de detonação controlada garantiram que havia muito poucas hipóteses de projeção de rochas em direção à cidade. Os habitantes da cidade foram alertados quando uma detonação estava iminente e aconselhadas a se proteger, embora muito poucos o fizessem após as primeiras detonações. As operações de detonação e escavação foram projetadas para que o desenvolvimento mineiro se fezes de sul para norte para que todas as detonações fossem direcionadas em sentido contrário ao da cidade. Não houve registo de danos nos edifícios da cidade.

Marvel Loch, Austrália Ocidental

Uma grande parte da cidade está dentro da zona de 500m do limite da corta. A rocha estéril não está meteorizada/alterada e, portanto, muito dura. Só foi necessário evacuar uma casa que estava a 100 m do limite da corta enquanto era feita uma detonação superficial ao longo do limite ocidental. Os habitantes da cidade foram alertados para as detonações por uma sirene próxima e sinalizadores da pega de fogo foram posicionados para evitar que as pessoas se aproximassem da detonação. Tal como em Southern Cross, não se registaram casos de danos causados pelas detonações.

Val d'Or, Canadá

Val D'Or é um centro regional da província do Québec, Canadá. A cidade tem uma população superior a 32.000 habitantes. Um elevado número de habitações estão dentro do raio de 500 m da mina a céu aberto Sigma. A rocha é relativamente fresca e dura, requerendo uma elevada carga específica para gerar a fragmentação. A estrada que faz fronteira a sul com a corta é a autoestrada principal que estabelece ligação com o norte da província. Era impraticável evacuar um número tão grande de pessoas das suas casas e,

como ficou demonstrado, desnecessário se os procedimentos corretos forem seguidos. As detonações que ocorreram a menos de 200 metros da estrada foram cobertas com tapetes.

Super-Corta de Kalgoorlie, Western Australia

Embora o número de habitações num raio de 500 m seja inferior aos exemplos anteriores, ainda se verifica um número significativo. A rocha na parte superior da corta encontra-se meteorizada e requer apenas detonações mais menos intensas. Consequentemente, não foi necessário evacuar os habitantes durante odesmonte.

Resumo e Conclusões

- A aldeia de Romainho situa-se a cerca de 750m do limite norte da corta do Grandão e apenas uma casa está localizada a cerca de 550 do limite da corta;
- A aldeia de Covas do Barroso situa-se a 800m a nordeste da corta do Reservatório;
- Serão necessárias detonações para fragmentar a rocha para que possa ser escavada;
- A detonação tem o potencial de criar projeções de rochas, que podem viajar um máximo de 650m, considerando furos com 102 mm de diâmetro;
- O risco de gerar projeções de rochas pode ser minimizado ou totalmente eliminado, se forem aplicados os procedimentos indicados;
- Inicialmente, a detonação terá lugar a cerca de um quilómetro da aldeia, o que dá a oportunidade de otimizar as práticas de detonação ao longo de vários meses, de forma a minimizar a projeção de rochas;
- As atividades de detonação geram sobrepressão, vibração, ruído e poeira. O impacto e incómodo destes pode ser gerido mediante aplicação dos procedimentos corretos;
- Existem numerosos exemplos de minas em todo o mundo que estão localizadas muito mais perto de cidades do que acontece na Mina Do Barroso e estas têm sido operadas com segurança;
- Na opinião do autor, as detonações, se realizadas corretamente, não representarão qualquer perigo e terão um mínimo de inconvenientes para os moradores locais;