

Comentários sobre o Desmonte de Rochas com Explosivos

Avaliação dos resultados de uma detonação (Parte 01)

Por Bruno Pimentel.

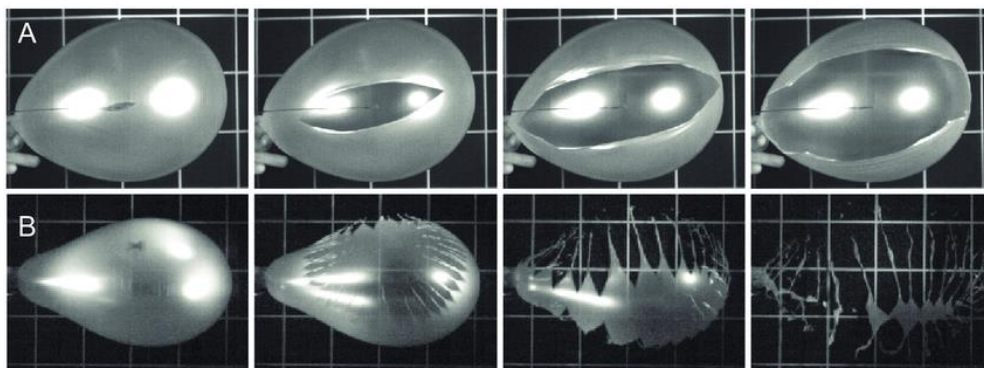
Olá meus amigos, como sempre, iniciamos deixando aqui o link da nossa Newsletter, para que aqueles que são novos possam ter acesso aos nossos artigos anteriores, assim como pedir que vocês assinem, pois dessa forma serão notificados automaticamente a cada novo artigo:

<https://www.linkedin.com/newsletters/desmonte-de-rocha-c-explosivo-6941709482355748864/>

Esses dias vim visitar a família em Recife-PE, que já fazia quase dois anos que não vinha, assim que estou tentando aproveitar ao máximo, mas como já havia iniciado esse artigo e não podia deixar de fazer a postagem da nossa Newsletter (quinzenal), espero encontrar vocês bem e que ao menos alguns possam estar disfrutando a família como eu. Apesar que preciso confessar que esse é um péssimo mês para visitar o Recife, pois é período de chuva e por isso a praia, que é uma amada membra da família, tem sido pouco visitada... kkkk...

Como estou aproveitando os intervalos entre as visitas, vou dividir o tema de hoje em dois artigos, assim conseguimos estender um pouco mais essa parte inicial, e quando retornar, comentaremos um pouco mais sobre os principais pontos utilizados para avaliar as nossas detonações.

No artigo passado comentamos um pouco sobre as duas formas principais de estourar um balão e o comportamento do balão, ou do seu material, depois que ele estoura, e vimos que quando estouramos o balão com um objeto pontiagudo, criando um ponto de escape dos gases, toda a pressão interna do ar dentro do balão é direcionada a esse ponto, fazendo com que todo o dano causado ao balão seja criado a partir desse ponto, enquanto que quando enchemos o balão até ele estourar, distribuímos a pressão interna do ar ao longo de todo o balão causando um dano muito maior, e vimos que isso é bem semelhante ao processo de desmonte de rochas, onde quando temos pontos de fraqueza, teremos o escape da energia por esses pontos, enquanto que quando temos um confinamento equilibrado, os gases do explosivo vão atuar por mais tempo, aumentando a eficiência do consumo de energia.



Pensando nesse comparativo, sempre nos vem a mente os exemplos do que muitos chamam de “detonação perfeita”, como o exemplo da foto abaixo, onde vemos o material “apenas inflar” e logo se acomodar perfeitamente na praça, sem grandes estrondos, e os gases parecem apenas

uma pequena nuvem de poeira que saem percolando entre os fragmentos depois que eles se acomodam do solo.



Esse tipo de detonação é o que se alinha perfeitamente com os conceitos relacionados ao exemplo do estouro dos balões, onde a energia do explosivo foi igualmente distribuída e confinada, ao ponto de maximizar o seu aproveitamento, assim que normalmente nesses casos temos a maximização do aproveitamento da energia do explosivo no desmonte de rochas e da diminuição dos efeitos indesejados. Mas precisamos entender que esse tipo de detonação ou de resultado, está muito mais voltado para o equilíbrio dos parâmetros do plano de fogo do que para uma detonação perfeita, pois para avaliar a “perfeição”, ou melhor dizendo o resultado de uma detonação, precisamos primeiramente avaliar o que queremos de cada detonação.

Isso é um ponto muito importante, pois não adianta termos uma “detonação equilibrada” ou tecnicamente perfeita, ainda que ela maximize o desempenho dos explosivos, se ela não entregar o que precisamos.

Para exemplificar isso melhor, por favor desconsiderem o cenário ideal, e vamos abrir um parêntese aqui, e imaginar uma detonação equilibrada, tecnicamente perfeita, em que para facilitar o entendimento, podemos dizer que ela tem 500 quilos de explosivos, onde conseguimos aproveitar um 80% da sua energia, e assim podemos dizer que aproveitamos 400 quilos de explosivo, mas que por necessidade de maior fragmentação, ou mais especificamente uma % maior de finos, decidimos diminuir o tampão e a malha, e agora temos 1000 quilos de explosivo, mas que vão gerar maiores ejeções e desperdícios, e isso vai fazer com que o aproveitamento caia de 80% para 50%, mas como temos uma quantidade bem maior de explosivo (1000 quilos), teremos o aproveitamento de 500 quilos, ou seja, 100 quilos a mais que a situação anterior, e isso apesar de nos trazer um grande desperdício, pode entregar uma fragmentação ou % de finos melhor do que a detonação equilibrada.

Isso pode parecer loucura, mas essa melhoria de fragmentação ou da % de finos pode trazer 10 vezes mais benefícios nas etapas posteriores, de escavação, transporte e tratamento do minério, assim que apesar do grande desperdício e da detonação que não é tecnicamente perfeita, temos uma situação global que nos traz mais benefícios e melhores resultados.

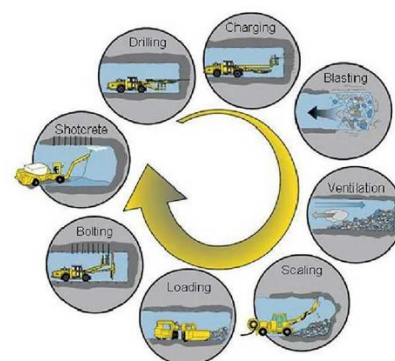
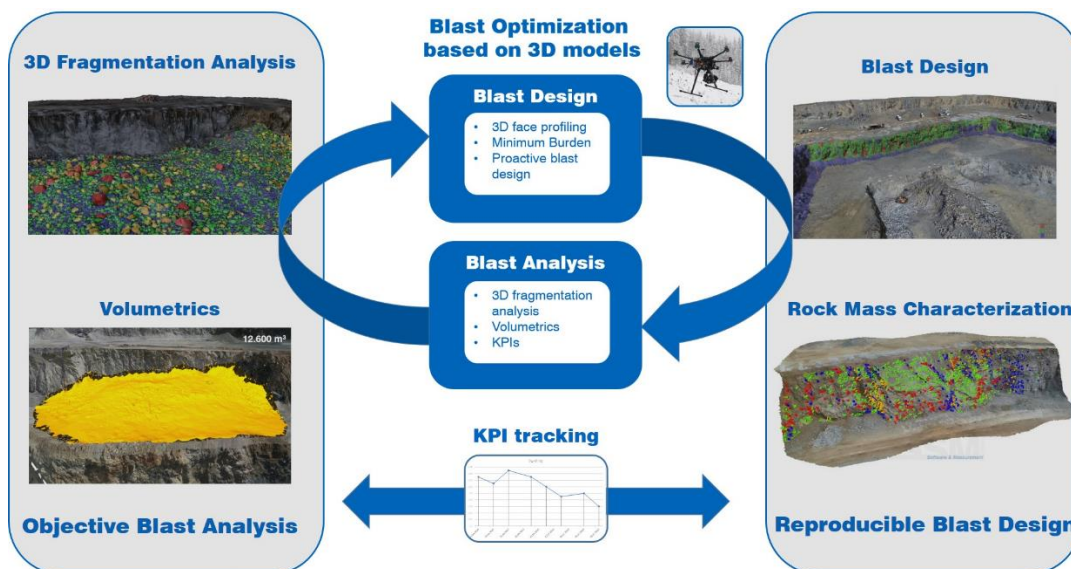


Figure 3: Typical mining drill & blast cycle

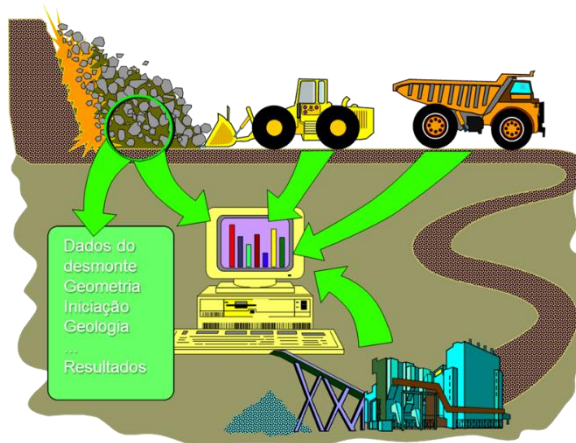
Assim que na prática, precisamos entender que existem duas situações que se referem a qualidade de uma detonação, onde a primeira se refere a qualidade técnica da detonação, onde os parâmetros estão em equilíbrio e maximizamos o aproveitamento da energia do explosivo, e por outro, temos a qualidade dos resultados da detonação, que deve estar alinhado com as nossas necessidades e objetivos. E isso é importante termos claro, pois o nosso caminho de melhoria deve ser garantir que a nossa detonação entregue os resultados que precisamos, como fragmentação, formato da pilha, controle de danos, etc, e depois disso, precisamos buscar a otimização ou equilíbrio dos parâmetros, para que ela entregue esses resultados da forma mais otimizada possível, ou seja, com baixo custo, maximizando o aproveitamento do explosivo e garantindo a segurança.

Então voltando ao nosso exemplo, o que faremos é tentar ajustar novamente os nossos parâmetros, para que o aproveitamento da energia do explosivo aumente de 50% para 60%, depois para 70%, e assim possamos ir reduzindo a quantidade de explosivos ou aumentando ainda mais a fragmentação, o que nos trará ainda mais benefícios no processo, aumento a relação de 10 vezes para 20 vezes ou mais.



Assim que em outro momento falaremos sobre o processo de otimização dos parâmetros da nossa detonação, ou seja, sobre a qualidade técnica das nossas detonações, onde falaremos sobre as “detonações perfeitas” ou “detonações equilibradas”, pois elas são um tipo modelo de detonação a ser avaliado e tomado como referência, onde normalmente temos todos os parâmetros da nossa detonação em equilíbrio, mas é preciso ter sempre em mente, que em todas as detonações existem uma série de fatores incontroláveis, como por exemplo, quando temos uma rocha extremamente dura e fraturada, com fraturas abertas e intercomunicadas (como um balão que sofre vários furos), onde naturalmente já teremos um escape incontrolável dos gases, e assim se torna muito improvável conseguirmos realizar “detonações equilibradas”, assim que nem sempre poderemos chegar a esse tipo de detonação, e isso não quer dizer que a nossa detonação é ruim. Então peço aos “perfeccionistas” que tenham um pouco de paciência comigo, pois no artigo de hoje vamos fazer alguns comentários sobre a forma prática de avaliarmos uma detonação, que é baseada no conceito que chamamos de “detonação ideal”.

Então nesse artigo deixaremos a qualidade técnica das detonações em modo de espera, e focaremos na avaliação dos resultados da nossa detonação, e para isso, primeiramente precisa ficar claro que nós podemos avaliar os resultados da nossa detonação de diversas formas, desde exemplos mais simples, como em obras civis, onde podemos ter detonações bem pontuais, para remover um bloco de rocha dura, no meio de uma construção de estrada, que o objetivo é somente a remoção, ou podemos ter processos mais complexos, como por exemplo, em minerações, onde a detonação pode representar a etapa principal para viabilizar a extração da rocha, assim como estar diretamente relacionada com o desempenho da cadeia produtiva, e os seus resultados vão influenciar em todos os processos posteriores, e por isso precisaremos realizar uma avaliação bem mais completa, para garantir que estaremos atingindo os objetivos mínimos para todo o processo.



Tendo isso em mente, para determinar a forma adequada para avaliarmos cada detonação, precisamos primeiramente ter claro o cenário e o tipo de detonação que vamos realizar, e principalmente as necessidades e objetivos da nossa detonação, que podem variar totalmente de uma detonação para outra. Por isso que consideraremos como “detonação ideal” aquela na qual os nossos objetivos, previamente definidos para o desmonte de rocha realizado, foram alcançados, sem termos nenhum impacto indesejado ou que ultrapasse os limites aceitáveis. E tomando isso como princípio, o processo de otimização de qualquer operação, deve primeiramente focar em entregar os objetivos e necessidades, e depois em otimizar os parâmetros, mas claro, que os dois processos podem seguir em paralelos garantindo detonações cada vez mais eficientes.

Assim que a avaliação de uma detonação sempre estará ligada ao cenário, necessidades e objetivos da nossa operação, onde esses pontos são determinantes na escolha dos fatores e técnicas que utilizaremos para a avaliação dos resultados de qualquer detonação. Então podemos ter duas detonações bem semelhantes, inclusive numa mesma operação, que podem ser avaliadas de forma diferentes, de acordo com os seus objetivos, e da mesma forma, podemos ter duas detonações bem diferentes, que tem o mesmo objetivo, e assim os critérios de avaliação podem ser os mesmos.



Os objetivos da nossa detonação devem servir como guia, tanto no momento de elaboração do nosso plano de fogo, assim como na determinação dos fatores considerados para a avaliação de uma detonação, e é o cumprimento desses objetivos que vai indicar se temos uma detonação “perfeita ou ideal”, pois na prática não adianta termos uma detonação que cumpra com todos os preceitos teóricos e não nos entregue os resultados necessários.

Dependendo da operação, nós podemos ter objetivos variáveis ou específicos, que vão ter mais importância, e assim em cada detonações poderemos realizar avaliações distintas, com base nos objetivos de cada uma. Um exemplo típico dessa situação é quando avaliamos algumas obras civis, como por exemplo a construção de uma estrada, onde podemos fazer uma simples detonação para remoção de uma cabeça de rocha que esta no meio da estrada, e o objetivo vai ser retirar o material do local, mas em outro momento podemos querer fazer uma detonação semelhante, só que dessa vez vamos utilizar o material para realizar um aterro, e assim podemos querer que o material tenha um fragmentação mais grosseira, ou ainda podemos fazer outra detonação em que queremos aproveitar o material para produzir brita, e assim numa mesma operação, podemos ter detonações com objetivos muito distintos e específicos, então em cada uma delas, avaliaremos sua performance de acordo com esses objetivos.

Por outro lado, além desses objetivos específicos, podemos ter alguns objetivos constantes, onde por exemplo, podemos ter o objetivo de não ultrapassar um certo limite de vibrações ou controlar o formato da pilha de material para se adequar ao equipamento que irá fazer a escavação, e assim podemos ter objetivos variáveis e outros que permanecem constante, independente da detonação que realizamos.

Ao contrário das detonações de obras civis, que normalmente tendem a variar muito o cenário e os objetivos, nas minerações é comum termos os objetivos primários fixos para atender as demandas do processo, então por exemplo, em uma operação podemos ter a necessidade de entregar uma faixa de fragmentação específica, em uma mina de subsolo podemos ter um limite de dano aceitável ao maciço remanescente nas detonações de desenvolvimento, e em outra, podemos ter que realizar detonações de lançamento, com o objetivo de lançar o material a grandes distancias para descobrir a camada de mineral de interesse, assim que em todas as detonações teremos que cumprir com os objetivos primários estabelecidos e precisaremos monitorar esses parâmetros em todas elas. Mas também, além desses objetivos primários, podemos ter objetivos variáveis, onde por exemplo, podemos realizar algumas detonações mais

próximas de uma estrutura ou instalação, e assim precisaremos controlar os níveis de vibrações, então o que teremos, é que em todas as detonações avaliaremos os nossos objetivos primários, e nas detonações próximas as áreas de risco, avaliaremos também as vibrações ou danos as estruturas.

Só reforçando, que podemos ter vários objetivos primários e fixos, e não apenas um, e além deles, podemos ter uma serie de objetivos variáveis a cada detonação, como por exemplo evitar o lançamento do material para certa direção, para não fechar um acesso, ou fazer a separação de partes da massa desmontada, visando o controle de diluição.

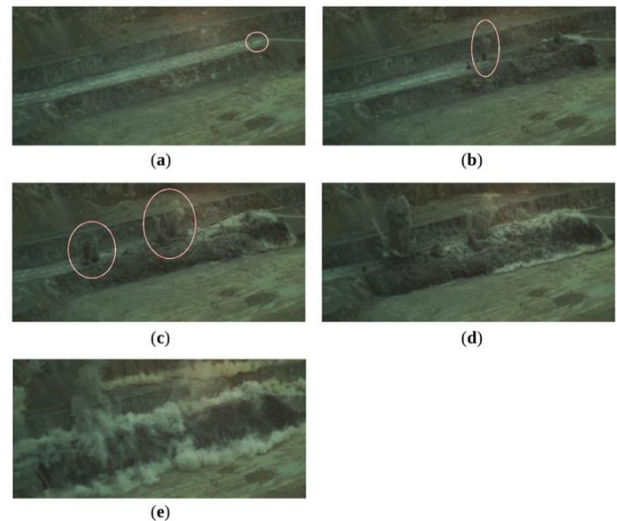
Por isso, precisamos conhecer bem quais são os nossos objetivos e necessidades, para poder estabelecer as metodologias de avaliação que utilizaremos, assim como lembrar que alguns dos objetivos da nossa detonação podem ser contraditórios, como por exemplo a necessidade de maior fragmentação da rocha, ao mesmo tempo que precisamos limitar vibrações e danos a maciço remanescente, assim que precisaremos determinar um equilíbrio entre os objetivos, para que possamos conduzir as nossas detonações de uma forma que tenhamos esse equilíbrio nos resultados.

Apesar de que falaremos isso em outros artigos, além de avaliarmos os resultados da nossa detonação, nós sempre recomendamos a realização de uma avaliação geral, por mais simples que seja a detonação, que visa fazer com que tenhamos um maior entendimento sobre o que realizarmos, e assim possamos avaliar o que faremos para as próximas detonações.

Desta forma, ao finalizar cada detonação, devemos revisar os registros que realizamos, analisando o plano de fogo, as informações adicionais da realização da detonação, as observações, imagens e vídeos que temos disponíveis, para que possamos comparar o que havíamos planejado, com o que realmente executamos, e quais foram os resultados disso.

Depois não podemos esquecer que uma operação eficiente estará monitorando todo o processo, assim que precisamos acompanhar a escavação do material, pois a parte interna da pilha de fragmentos pode nos revelar muito mais informações sobre o seu resultado, do que apenas a parte externa, da mesma forma que devemos avaliar o contorno da nossa detonação, o processamento desse material e o desempenho de todas as etapas seguintes. E como sempre falamos, a detonação só acaba quando todo material é escavado e processado, para garantir que proporcionamos as etapas seguintes uma operação segura e dentro das especificações necessárias. Lembrando que os resultados que entregamos serão determinantes na performance dessas atividades.

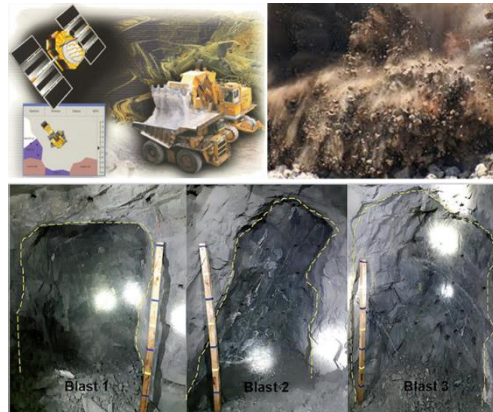
Por fim, independente de qualquer objetivo que temos que atingir, precisamos que todas as detonações sejam realizadas de forma segura, sem gerar danos materiais, ambientais ou as pessoas, e esse é o único objetivo que é inegociável. Assim que com certeza falaremos especificamente sobre isso em diversos outros artigos, apesar de ser um tema que dispensa comentários, pois garantir uma detonação segura, deve ser um ponto imperativo na decisão de realizar ou não qualquer detonação.



Assim que de forma resumida, precisa ficar claro que o devemos utilizar para avaliar uma detonação, são os objetivos que foram estabelecidos previamente, e que não podemos comparar o resultado de duas detonações que tem objetivos distintos. Da mesma forma, que é necessário encontrarmos um equilíbrio entre os diversos objetivos, ponderando aqueles que são prioritários em cada detonação, pois isso deve influenciar tanto no desenho, como na avaliação dos resultados finais.

Por isso, trazemos aqui uma lista, com os principais critérios práticos utilizados para avaliação da maioria das detonações, e faremos um comentário geral sobre cada um deles no nosso próximo artigo, tendo em vista que vão existir inúmeras possibilidades de relaciona-los.

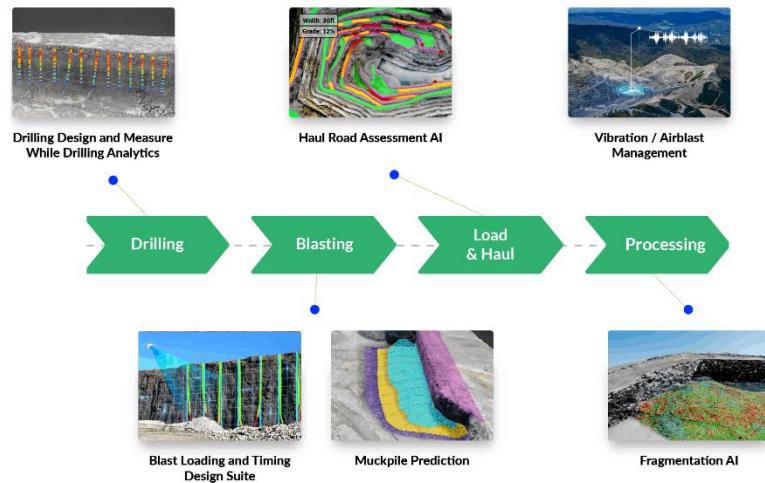
- Fragmentação
- Fragmentação Secundária
- Produtividade das escavadeiras
- Fator de enchimento dos caminhões
- Performance da Planta de tratamentos
- Diluição
- Maciço Remanescente
- Segurança e Meio Ambiente
- Custos



Para isso, é importante termos em mente, que um mesmo objetivo pode ter diversos critérios de avaliação, alguns quantitativos e outros qualitativos, e isso vai estar relacionado com a especificidade do objetivo, e além disso, que podemos ter a necessidade de sempre melhorar alguns desses objetivos, como por exemplo a fragmentação, que alguns processos podem precisar que ela seja cada vez mais fina, e por mais que tenhamos um bom resultado, sempre teremos espaço para melhorar, enquanto que outros objetivos podem ser mais específicos, onde por exemplo, podemos ter uma produtividade máxima dos equipamentos de escavação, de acordo com sua capacidade, assim que ao atingir o ponto máximo dessa produtividade, qualquer esforço extra, pode apenas prejudicar os demais objetivos, como por exemplo, a geração de custos desnecessários.

Me perdoem, mas eu vou abrir um comentário aqui, por que é incrível o numero de operações que de forma geral não tem claro os seus objetivos, e isso faz com que o padrão de “detonação ideal” seja impossível de alcançar, pois se eu não sei o que quero, eu não vou saber o que fazer para conseguir, da mesma forma que se não sabemos qual o destino, não podemos escolher o caminho para chegar lá. Então por exemplo, pensando numa mineração, o primeiro passo para desenhar, avaliar e otimizar qualquer detonação é ter claro os objetivos, onde idealmente vamos iniciar lá do final dos processos, avaliando qual o produto final, quais são as etapas que são realizadas e o que cada etapa precisa para ser maximizada, e a partir dai eu determino os objetivos da minha detonação, então com base neles, desenhamos, executamos, avaliamos e otimizamos, até chegar num ponto de equilíbrio.

Isso claro está relacionado aos conceitos de “Mine to Mill” ou “Mine to plant”, que é um tema muito amplo e que abordaremos em outros artigos, mas é o princípio base para a definição dos objetivos e avaliação de qualquer detonação, que pode ser limitada a objetivos iniciais básicos, como apenas a remoção do material, ou pode ser tão amplo como maximizar todos os processos de uma mina.



Pois é isso meus amigos, não queremos estender muito essa parte inicial, para não parecer “encheção de saco”, no nosso próximo artigo estaremos falando sobre cada um dos principais objetivos que podemos ter como referencia para avaliar as nossas detonações.

Como sempre, esperamos que esses artigos estejam sendo uteis e que despertem as operações para buscar avaliar melhor suas detonações e com isso otimizar os seus processos, também estamos abertos a sugestões de temas que acreditem que possam ajudar a melhorar o padrão e a segurança das detonações.

Por favor comentem e compartilhem, para que tenhamos detonações cada vez mais seguras e de qualidade!!

A Blasting Treinamentos deseja ajudar você a moldar o mundo com segurança e qualidade.

Cursos de Desmonte de Rochas com Explosivos:

Português -> <https://lnkd.in/d5eivncS>

English -> <https://lnkd.in/dsrq7PGm>

www.blastingtreinamentos.com.br

blastingtreinamentos@gmail.com