

Comentários sobre o Desmonte de Rochas com Explosivos

Os 2 regimes de detonação do balão (Confinamento)

Por Bruno Pimentel.

Olá meus amigos, espero encontrar todos bem, e que se houver qualquer dificuldade, que ela esteja prestes a ser superada!!!

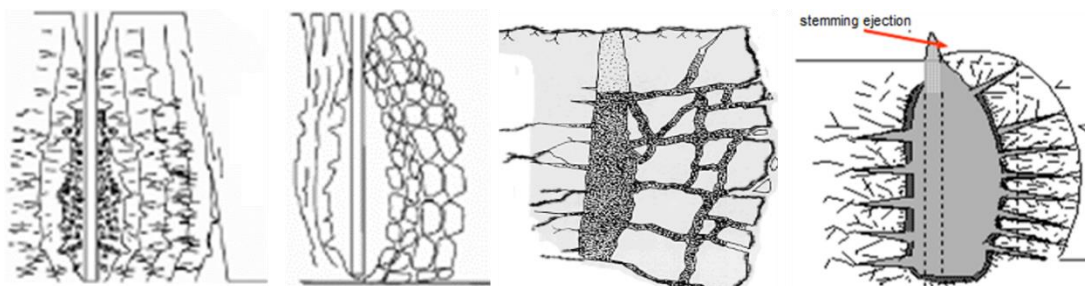
Para aqueles que ainda não assinaram a nossa Newsletter, deixo aqui o link para que o façam e assim sejam notificados automaticamente a cada novo artigo, e claro, quem ainda não viu, por favor confirmem os artigos anteriores:

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

No artigo de hoje nós vamos comentar um pouco sobre um comparativo bem interessante que tem a ver com o **confinamento** da energia, ou melhor dizendo dos gases, que podemos dizer que é um tema que tem uma grande relevância no comportamento e no resultado de qualquer detonação, e está relacionado diretamente com a eficiência do aproveitamento da energia do explosivo no processo de desmonte de rochas, e também com a segurança, no que se refere aos efeitos indesejados que podem ser gerados pelas detonações.

A importância do confinamento, ou até da ausência de confinamento em detonações especiais, como por exemplo os casos de pré-corte, faz com que o tema seja muito amplo, e por isso vamos tentar nos limitar ao máximo ao objetivo desse artigo, que é trazeremos o exemplo do conceito teórico sobre os 2 regimes de detonação de um balão e relacionar esse conceito ao desmonte de rochas, e em outros momentos com certeza voltaremos a esse tema para detalhar ele um pouco mais.

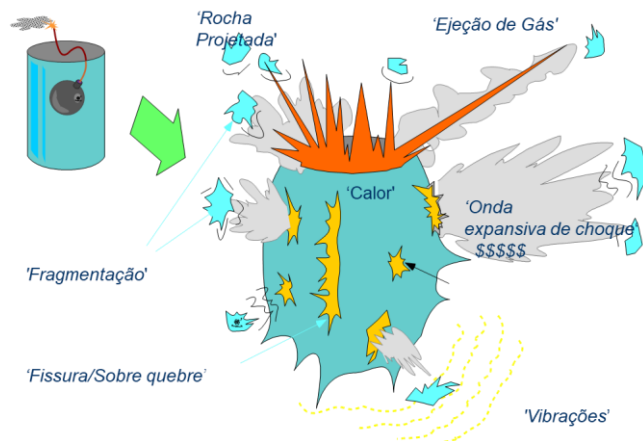
Mas antes de partir para o nosso objetivo, algo que sempre comentamos e que precisamos ter em mente ao realizar as nossas detonações, é que nós não controlamos o explosivo e nem a sua energia durante o processo de detonação, e o que fazemos na prática, é tentar direcionar a energia gerada pela detonação do explosivo, para que ela atue segundo os nossos objetivos, mas infelizmente nesse processo é comum uma grande parte dessa energia ser desperdiçada, ou melhor dizendo, seguir por caminhos que nós não previmos ou não nos favorecem, e por isso, para a realização de um bom desmonte de rochas, primeiro precisamos entender o comportamento do explosivo durante esse processo, e partir desse entendimento, tentamos aproveitar ou direcionar uma parcela maior da sua energia para que ela atue segundo os nossos objetivos.



Parte desse entendimento está relacionado ao fato que nos queremos que a energia gerada pelo explosivo atue o máximo possível no bloco de rocha pré determinado para o desmonte, e para que isso ocorra, nós temos que confinar a maior parcela possível dessa energia, e pelo maior período de tempo possível, dentro desse bloco de rocha, para que ela exerça maior força sobre ele e assim atue mais intensamente no processo de desmonte.

Apenas para ilustrar o processo de atuação da energia do explosivo no bloco de rocha que queremos desmontar, temos aqui um exemplo (Berta) da distribuição da energia consumida no processo de detonação num desmonte de rocha:

- 1- Deslocamento < 1%
- 2- Fraturamento < 15%
- 3- Lançamento – 5-6%
- 4- Finos – 1,5 – 2%
- 5- **Ultralançamento - < 1%**
- 6- **Deformação local da rocha - < 1%**
- 7- **Vibração do maciço 40%**
- 8- **Perdas na atmosfera 37- 38%**



Como se pode observar, grande parte da energia do explosivo produz fenômenos que não interessam ao desmonte da rocha, pelo contrário, são efeito de ação prejudicial ao ambiente da detonação, como vibrações e o próprio ultralançamento, que comentamos nos artigos anteriores, e em grande parte isso ocorre porque a energia do explosivo “escapa” aos limites do bloco de rocha que queremos desmontar.

Nesse exemplo, que representa uma grande parte das detonações, podemos observar que quase 80% da energia é gasta ou perdida com itens que não trazem benefícios ao nosso processo de desmonte de rochas, e assim podemos dizer que a maior parte da energia do explosivo é desperdiçada durante o processo de detonação.

Aqui vale a pena destacar que essas ineficiências ou escapes de energia no processo de detonação podem ocorrer por vários motivos, que vão desde características da rocha até ineficiências na execução da nossa detonação, como o nosso objetivo aqui não é estender muito esse tema, deixamos como exemplo esse artigo anterior, que pontualmente (visando o ultralançamento) vai dar alguns exemplos dos fatores que causam esse escape prematuro da energia:

<https://www.linkedin.com/pulse/ultralan%C3%A7amento-flyrock-parte-02-blasting-treinamentos/>



De forma bem resumida, por um lado podemos dizer que o processo de aproveitamento da energia do explosivo no desmonte de rochas é bem ineficiente, e por outro, que temos uma grande parcela de energia que podemos aproveitar no desmonte, e parte dessa energia pode ser melhor aproveitada quando nós diminuimos o escape dessa energia, limitando a atuação dela dentro do bloco de rocha pelo maior período de tempo possível, e isso é justamente o que tentamos fazer através do confinamento.

Assim que para entender um pouco melhor a importância do confinamento e do aproveitamento da energia no processo de desmonte de rochas, nesse artigo gostaríamos de fazer um comparativo bem interessante, entre o processo de desmonte de rochas com explosivos e os 2 principais regimes de detonação de um balão... isso mesmo! Um balão desse de festa, que vemos principalmente nas festas infantis!! ;D...

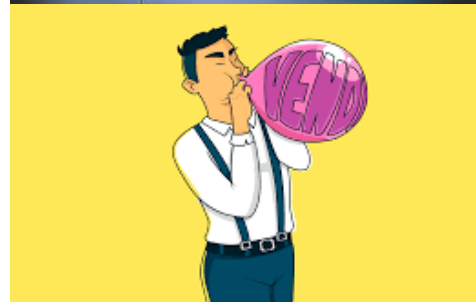


Existem várias formas de estourarmos um balão de festa, mas podemos dizer que tem duas formas principais:

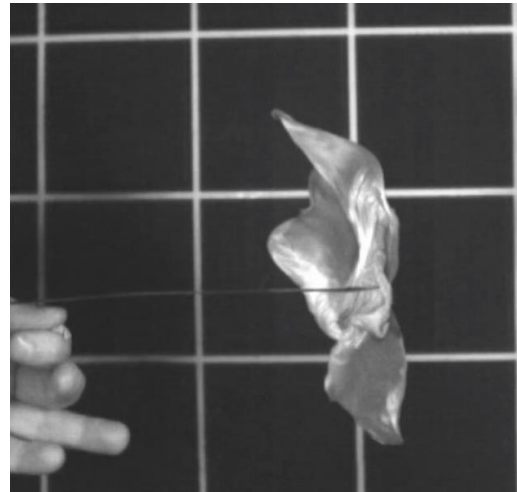
1 – A primeira é quando utilizamos um objeto pontiagudo, como uma agulha, e fazemos um furo ou um corte, em qualquer parte de um balão cheio, e isso vai fazer com que todo o ar que está sobre pressão dentro do balão tente sair ao mesmo tempo por esse ponto, causando o estouro do balão.



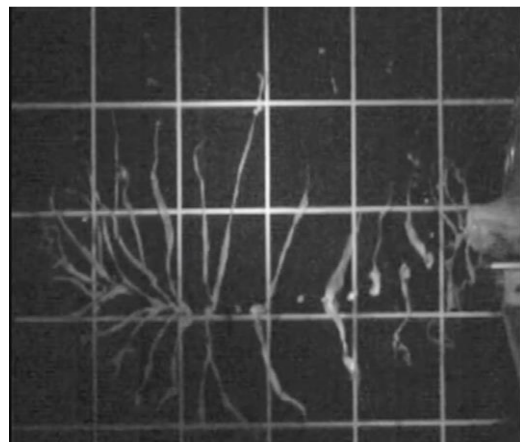
2 – A segunda forma é ir soprando e continuar enchendo o balão, até que ele não resista mais a pressão interna gerada pelo ar dentro dele, e então estoure. Isso ocorre porque a pressão do ar dentro do balão ultrapassa a resistência do plástico, que vai esticando e ficando cada vez mais fino, até o ponto que ele não suporta e estoura.



A diferença principal dessas duas formas é como a energia age para romper o balão, onde no primeiro caso, toda a energia interna (representada pelo ar que está contido dentro do balão) vai ser direcionada para o furo que criamos, ou seja, o ponto de abertura ou de fraqueza no balão, isso vai fazer com que o ar exerça maior força nesse ponto de debilidade, alargando ele, para abrir mais espaço para a sua saída, assim que esse passa a ser o ponto principal de dano no balão, e a consequência é que normalmente teremos um grande rasgo e o balão vai ficar em uma ou algumas grandes partes rasgadas.

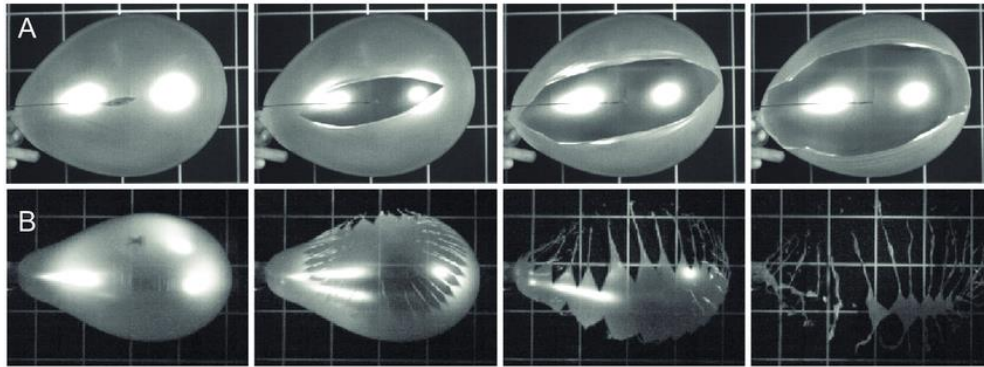


No segundo caso a energia interna faz uma pressão igualmente distribuída por todo o balão, e à medida que continuamos enchendo o balão, essa energia aumenta até atingir o ponto em que o balão não consegue mais conter a pressão do ar, ou seja, a energia interna, e ele se rompe, normalmente se despedaçando em vários fragmentos. Onde a tendência é que nesse caso tenhamos um maior dano no balão, resultando em um grande número de pedaços, que vão estar mais danificados e incluso, alguns podem estar esticados, pois foi ultrapassado a sua elasticidade e eles podem não retornar a sua contração inicial.

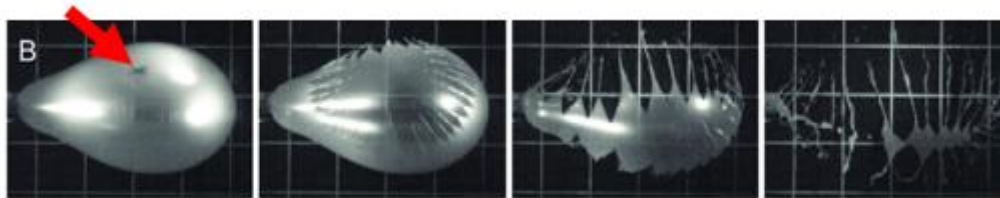


É claro que isso considerando o cenário teórico perfeito, pois por exemplo, no segundo caso, onde enchemos o balão até ele estourar, a qualidade e a uniformidade do plástico do balão vão interferir diretamente no processo, pois caso o material não seja igualmente resistente, e tiver alguma parte mais fina ou danificada, ela vai servir como um ponto de fraqueza e o balão vai estourar por esse ponto, e assim o comportamento vai ser muito semelhante ao estouro provocado por um furo no balão, a diferença é que no primeiro caso nos criamos artificialmente o ponto de fraqueza, ao realizar um furo no balão, e no segundo, o ponto de debilidade do material é quem foi o responsável. Enquanto que quando temos um material uniforme, a sua resistência vai estar igualmente distribuída, assim ele ao estourar sofrerá o mesmo dano em todas as partes, e assim teremos a maximização do dano e da fragmentação do plástico.

Aqui na figura abaixo podemos ver um exemplo dos dois casos, onde na parte A (em cima) temos o caso onde furamos o balão com um objeto pontiagudo, e vemos que todo o dano no balão ocorre a partir desse ponto, enquanto que na parte B (em baixo) vemos que o balão sofre muito mais dano ao ser rompido pela pressão de ar, ao ponto de vermos uma diferença clara nos últimos quadros do estado do balão.



Se observarmos com atenção, vamos ver nesse exemplo, mesmo no segundo caso (parte B) do exemplo acima, o rompimento se inicia a partir de um ponto, que é o ponto mais fraco do balão, mas como a pressão é bem maior, está atuando por muito mais tempo e igualmente distribuída pelo balão, ainda que o rompimento se inicie por um ponto de fraqueza, o dano ao balão é muito maior. Isso ocorre porque dificilmente teremos um balão perfeito, em que o material não tenha falhas, mas mesmo assim conseguimos ver a diferença do dano causado ao balão.

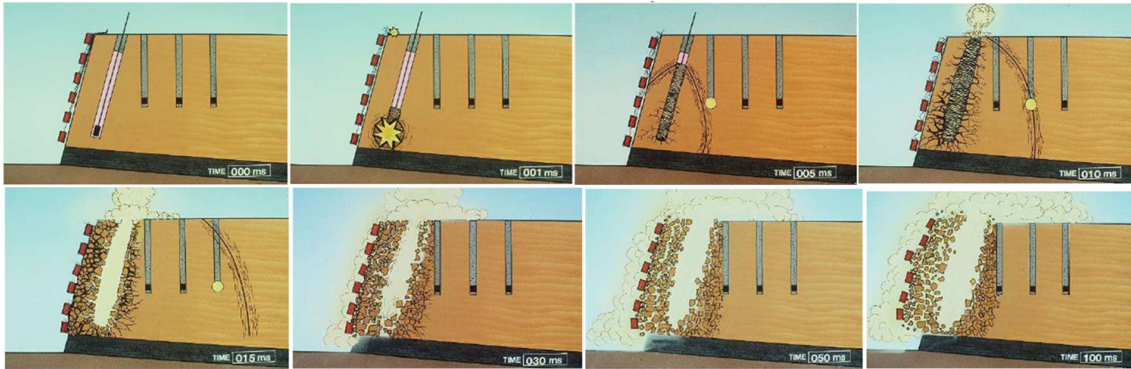


Vou colocar aqui também dois vídeos que vão mostrar em câmera lenta esses dois regimes de estouro do balão, para que vocês possam ver em mais detalhes, antes que possamos seguir com os comentários.

Video 1

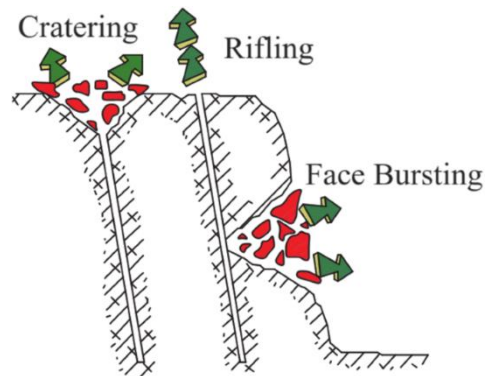
Video 2

Esses dois regimes se assemelham muito ao processo de desmonte de rochas, onde o que ocorre é que quando o explosivo detona, ele se transforma numa grande quantidade de gases, que assim como o ar faz uma pressão interna no balão, esses gases gerados pelo explosivo também fazem uma pressão interna na rocha, ou no furo, e eles seguem expandindo e pressionando a rocha até que ela se rompa.

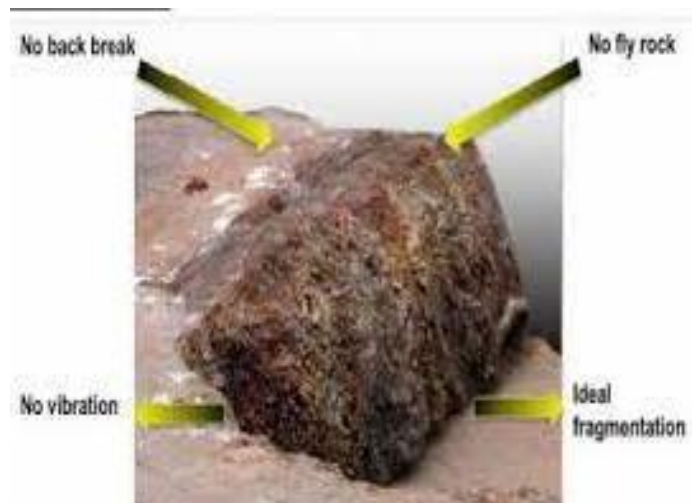


É claro que o processo de desmonte de rochas é bem mais complexo, onde temos atuação de outras forças, além dos gases, como é o caso das ondas de choque, e o material é muito mais complexo do que o plástico do balão, mas se analisarmos apenas o efeito pontual dos gases da detonação, podemos fazer um bom comparativo com os balões.

Da mesma forma que no primeiro regime de detonação do balão, quando temos um ponto de escape ou criamos esse ponto através dos nossos erros operacionais, como por exemplo o desvio de um furo ou um tampão ineficiente, os gases gerados pelo explosivo encontrarão esse ponto de fraqueza e boa parte da sua energia será direcionada para esse ponto, e com isso teremos um processo de detonação muito mais ineficiente, onde devido a maior perda de energia, teremos primeiramente uma menor fragmentação, com tendências de termos fragmentos maiores, e depois corremos o risco de termos sérios efeitos indesejados, como os casos de ultralançamentos ou aumento das vibrações, principalmente as vibrações do ar, como a onda área e o ruído.

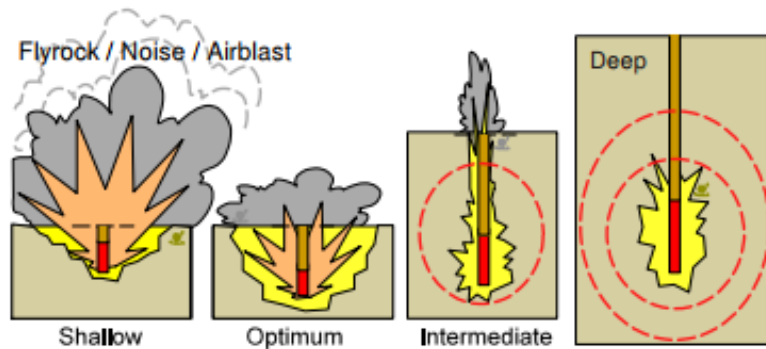


Por outro lado, quando as características da nossa detonação são favoráveis, como equilíbrio no desenho, ausência de anomalias na rocha e boas praticas operações, os gases dos explosivos ficam confinados dentro da rocha por um período maior de tempo, e assim eles vão expandindo e aumentando proporcionalmente a pressão que eles exercem sobre a rocha, e isso faz com que tenhamos um maior aproveitamento da energia do explosivo, e assim, da mesma forma que no segundo regime do balão, o bloco de rocha a ser desmontado vai sofrer maior dano, onde teremos fragmentos menores e mais danificados (microfissuras), e ao mesmo tempo, isso vai consumir uma maior quantidade de energia, deixando menos energia a ser desperdiçada e diminuindo o risco dos possíveis impactos que poderiam ser causados.

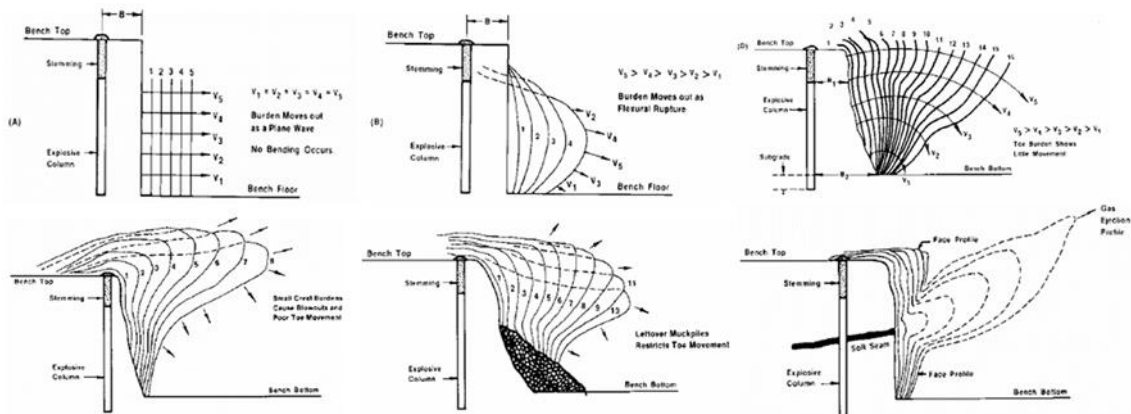


A esse processo de contenção dos gases na rocha, durante a detonação, é o que chamamos de confinamento, e o objetivo é que ele seja adequado ao ponto de maximizar a atuação dos gases

do explosivo na rocha, pois quando ele é menor que o necessário, teremos o que já comentamos, que é o escape prematuro dos gases e uma menor atuação desse no processo de desmonte, enquanto que se tivermos um confinamento exagerado, o explosivo pode não ter força suficiente para quebrar a rocha, causando apenas danos ao seu redor e um alto nível de vibrações no solo.



Infelizmente, nós podemos escolher como estouramos os nossos balões, mas no desmonte de rochas, na maioria das vezes, existe até uma grande dificuldade em identificar os pontos de fraqueza que temos no bloco de rocha a ser desmontado, e assim muitas vezes é difícil prever o nível de confinamento e mesmo como será a atuação do explosivo na rocha que nunca detonamos anteriormente, por isso sempre que vamos iniciar uma operação ou realizar detonações que são desconhecidas para nós, precisamos realizar uma série de observações e testes ao longo de varias detonações para que possamos ir avaliando o comportamento das nossas detonações e as melhores técnicas para cada caso.



Numa área e rocha que já detonamos constantemente, precisamos observar o comportamento da nossa detonação, medir e controlar as nossas variáveis operacionais, para que possamos ir otimizando a nossa detonação, procurando dar um confinamento adequado, para que os gases possam atuar o maior período de tempo possível.

Por outro lado, juntamente com a maximização do confinamento ou do aproveitamento da energia do explosivo, precisamos avaliar os nossos objetivos, que nem sempre são tão simples como apenas fragmentar a rocha, pois podemos ter diversos limites de controle, como de vibrações ou de lançamento do material, ou podemos ter especificações mais detalhadas de fragmentação ou de controle de diluição, e assim o nosso trabalho é sempre equilibrar as nossas necessidades e a forma como maximizaremos a atuação do explosivo nas nossas detonações.

Nem sempre o nosso objetivo e as configurações do nosso desmonte vão nos levar ao que geralmente chamam de “detonação perfeita”, onde muitas vezes a detonação parece mais o processo de fermentação de um bolo do que o estouro de um balão, pois em alguns casos, a detonação ideal vai ser aquela que maximize os nossos objetivos, ao mesmo tempo que reduz o risco dos possíveis impactos, assim que por exemplo, podemos precisar de um grande lançamento do material, ou de separar os materiais para controle diluição. Assim que primeiro precisamos entender o que precisamos, e depois



De uma forma ou de outra, precisa ficar claro que o processo de detonação é muito, e coloca muito nisso, mais complexa do que estourar balões, e os objetivos podem ser bem diferentes, pois enquanto para uma criança o melhor estouro vai ser aquele que faça um maior ruído, para nós, será aquele em que conseguimos maximizar a utilização da energia dos explosivos, diminuindo os desperdícios, pois isso vai nos ajudar a alcançar melhor os nossos objetivos, ao mesmo tempo em que reduzirmos custos e minimizamos os riscos.

Pois é isso pessoal, não queremos estender muito esse tema, a ideia era só trazer balões de festas para a brincadeira, assim que vamos finalizando mais um artigo da nossa Newsletter.

Nós estamos recebendo poucos feedbacks e sugestões, assim que acreditamos que ou está tudo muito ruim ou muito bom, mas vamos seguindo e esperando que estejamos contribuindo de alguma forma.

Como sempre, esperamos que gostem e estamos abertos a sugestões de temas que acreditem que possam ajudar a melhorar o padrão e a segurança das nossas 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

