

SOSTENIMIENTO



5

La Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía a través de su Comité de Seguridad Industrial, ha elaborado el "Manual de Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas", con el propósito de contribuir al esfuerzo que realizan las empresas mineras y sus trabajadores por lograr una minería segura en el Perú.

Este documento ha sido preparado gracias a la colaboración de nuestros asociados.

Junio 2004



Cía. Minera Ares S.A.C



PRÓLOGO

Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas, es un manual completo y actualizado elaborado en el Perú, para el control de la estabilidad de las excavaciones asociadas a la explotación de minas subterráneas, y es el resultado de la colaboración estrecha entre las empresas del sector minero del país y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, a través de su Comité de Seguridad Industrial.

Las empresas mineras y las empresas proveedoras del sector proporcionaron los fondos, la información o las facilidades para que la empresa especializada DCR Ingenieros S.R.Ltda., al mando de un grupo de calificados profesionales, llevara a cabo esta tarea, haciendo acopio e investigación de las fuentes reales y confiables que la gran experiencia de las operaciones mineras del país permite.

Los resultados del trabajo realizado, constituyen una contribución invaluable que la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, pone a disposición de sus agremiados, para la capacitación y entrenamiento de los ingenieros de minas y supervisores en general involucrados en las operaciones subterráneas, así como también para todo el personal operativo de las minas. El objetivo central de este trabajo está dirigido a que las operaciones mineras subterráneas en nuestro país mejoren sus índices de seguridad y productividad, evitando o minimizando los accidentes por caída de rocas, que es una de las causas principales de las fatalidades que ocurren en la minería subterránea del país.

El Manual de Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas, testifica la buena voluntad de la industria minera y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, por colaborar en el campo de la seguridad minera, como parte del compromiso de la industria por la permanente búsqueda de la excelencia y por trabajar en favor de un mayor beneficio social y económico de nuestra sociedad.

Ing. Ysaac Cruz Ramírez
Presidente del Comité de Seguridad Industrial
Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía

INTRODUCCIÓN

La estabilidad de la roca circundante a una excavación simple como un tajeo, una galería, una rampa y otros, depende de los esfuerzos y de las condiciones estructurales de la masa rocosa detrás de los bordes de la abertura. Las inestabilidades locales son controladas por los cambios locales en los esfuerzos, por la presencia de rasgos estructurales y por la cantidad de daño causado a la masa rocosa, por la voladura. En esta escala local, el sostenimiento es muy importante. El término "sostenimiento" es usado aquí para cubrir los diversos aspectos relacionados con los pernos de roca, cables, malla, straps, concreto lanzado, cimbras de acero, gatas, madera, relleno y algunas otras técnicas de estabilización. El sostenimiento hace que las piezas o bloques rocosos interactúen y se entrelacen formando una masa rocosa estable alrededor de la excavación.

En masas rocosas masivas o levemente fracturadas, habrá una mínima necesidad de sostenimiento; en masas rocosas intensamente fracturadas y débiles, en zonas de falla o de corte, o en ambientes de altos esfuerzos, definitivamente habrá necesidad de planear cuidadosamente el sostenimiento.

Asimismo, se deberá tener en cuenta que los requerimientos de sostenimiento de labores mineras permanentes, serán más conservadores que las labores temporales.

En los tajeos, el rol del sostenimiento y del relleno tiene que ser evaluado en términos de la seguridad y la dilución.



MUY BIEN, INGENIERO. YA CONOCEMOS LA ORGANIZACIÓN Y POLÍTICA DE LA EMPRESA.

BUENO SEÑORES ¿QUÉ LES PARECIÓ LA INDUCCIÓN GENERAL?

A MI ME PARECIÓ MUY IMPORTANTE LA PREOCUPACIÓN DE LA EMPRESA POR LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE.

EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE MINERA ESTABLECE LA PROTECCIÓN DE LA VIDA HUMANA, LA PROMOCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD, ASÍ COMO LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES RELACIONADOS CON LAS ACTIVIDADES MINERAS(DS 046-MEM-2001).



USTEDES SABEN QUE EL REQUERIMIENTO DE SOSTENIMIENTO ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE LA ROCA, ¿NO?.

EXACTO INGENIERO. CUANDO LA ROCA SEA DE MALA CALIDAD, REQUERIRÁ MAYOR SOSTENIMIENTO.

POR SUPUESTO.

EL TIPO Y CALIDAD DEL SOSTENIMIENTO ESTÁ RELACIONADO CON EL USO QUE SE LE VA A DAR A LA EXCAVACIÓN, DEPENDIENDO SI ÉSTA ES PERMANENTE O TEMPORAL. LAS LABORES PERMANENTES (PIQUES, RAMPAS, CRUCEROS Y OTROS) NECESITAN UN SOSTENIMIENTO MÁS DURADERO.



¡QUÉ BIEN, INGENIERO!, CONOCEREMOS MÁS ACERCA DE ELLA.

EN ESTA SEGUNDA PARTE DE LA INDUCCIÓN, RECORREREMOS LA MINA OBSERVANDO PRINCIPALMENTE LOS DIFERENTES TIPOS DE SOSTENIMIENTO.

CLARO, ASÍ TRABAJAREMOS CON MAYOR SEGURIDAD

EL SOSTENIMIENTO ES UTILIZADO PARA CONTROLAR LAS INESTABILIDADES DE LA MASA ROCOSA CIRCUNDANTE A LAS EXCAVACIONES Y ASÍ TENER UN AMBIENTE SEGURO DE TRABAJO.



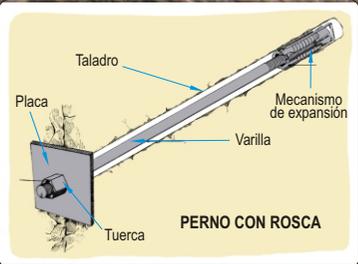
NUESTRA MINA TIENE DIVERSOS TIPOS DE ROCA Y TIPOS DE EXCAVACIONES, POR LO QUE UTILIZAMOS DIVERSOS SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO

- SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO**
- PERNOS DE ROCA
 - CABLES
 - MALLA METÁLICA
 - CINTAS DE ACERO
 - CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)
 - CIMBRAS METÁLICAS
 - GATAS
 - MADERA
 - RELLENO

PERNOS DE ROCA.

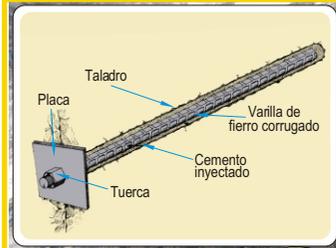
¡CLARO! ÉSTOS SON PERNOS DE ANCLAJE MECÁNICO.

ESTA ZONA ESTÁ REFORZADA CON PERNOS DE ROCA.



LOS EMPLEAMOS EN ROCA MODERADAMENTE DURA, CON POCO FRACTURAMIENTO Y PREFERENTEMENTE SIN PRESENCIA DE AGUA, NI VIBRACIONES DEBIDAS A LAS VOLADURAS.

LOS PERNOS DE ANCLAJE MECÁNICO VIENEN EN DOS TIPOS: LOS DE CABEZA FORJADA Y LOS DE ROSCA CON TUERCA.



ESTE ES UN PERNO DE VARILLA CORRUGADA QUE SE ANCLA DENTRO DEL TALADRO CON CEMENTO O RESINA.

EL USO DE CEMENTO O CARTUCHO DE RESINA DEPENDERÁ DE LA PRESENCIA DE AGUA.

SE PUEDE EMPLEAR EN ROCA DESDE BUENA HASTA MALA CALIDAD.

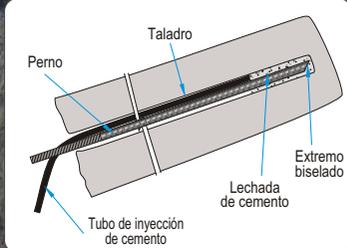
EL PERNO CEMENTADO SOLO SE EMPLEA EN LABORES SECAS. EL CEMENTO ES INTRODUCIDO MEDIANTE INYECTADO O EN CARTUCHOS. LOS CARTUCHOS DE RESINA SE USAN EN PRESENCIA DE AGUA. HAY RESINAS DE FRAGUADO RÁPIDO (30seg) Y LENTO (5min).

OBSERVEN ESTE PERNO DE ANCLAJE MECÁNICO.

PARA LA INSTALACIÓN DE ESTOS PERNOS SE INTRODUCE LA VARILLA EN EL TALADRO, SE COLOCA LA PLACA, TUERCA Y SE AJUSTA MECÁNICAMENTE.

ESE EXTREMO DEBE SER EL MECANISMO DE EXPANSIÓN QUE VA AL FONDO DEL TALADRO.

LA EFICIENCIA DE ESTOS PERNOS DEPENDE DEL BUEN ANCLAJE Y SU RESPECTIVO TENSIONAMIENTO. NORMALMENTE SON PARA USO TEMPORAL. NO ES RECOMENDABLE INSTALARLOS EN ROCAS SOMETIDAS A ALTOS ESFUERZOS.



A VER... ¿CÓMO SE INSTALA EL PERNO CEMENTADO?

SE INTRODUCE LA VARILLA CORRUGADA EN EL TALADRO, LUEGO SE INYECTA EL CEMENTO A TRAVÉS DE UN TUBO DE PVC.

HAY QUE ESPERAR QUE FRAGUE EL CEMENTO PARA PONER LA RESPECTIVA PLACA Y TUERCA.

EN EL CASO DE CARTUCHOS DE CEMENTO, SE INTRODUCEN ÉSTOS EN EL TALADRO, LUEGO LA VARILLA BISELADA, GIRÁNDOLA, PARA ROMPER LOS CARTUCHOS Y LOGRAR UNA ADECUADA MEZCLA Y ADHERENCIA A LO LARGO DEL TALADRO. DE MANERA SIMILAR SE PROCEDE EN EL USO DE CARTUCHOS DE RESINA. LA RESINA ES VENTAJOSA POR EL FRAGUADO RÁPIDO. TAMBIÉN SE PUEDE USAR LA COMBINACIÓN DE RESINA Y CEMENTO.



EL SPLIT SET SE EMPLEA EN ROCAS REGULARES A MALAS DE LABORES TEMPORALES. SU INSTALACIÓN ES SIMPLE, MEDIANTE EL USO DE UN ADAPTADOR (CULATÍN) Y UNA PERFORADORA.



TENER PRESENTE LO SIGUIENTE:

- NUNCA DEJAR UN TALADRO PERFORADO SIN HABER COLOCADO DE MANERA INMEDIATA EL RESPECTIVO PERNO.
- INSTALAR PERNOS COMENZANDO POR LA ZONA SEGURA.
- LOS PERNOS DEBEN COLOCARSE PERPENDICULARMENTE A LA SUPERFICIE DE LA EXCAVACIÓN.
- NO INSTALAR PERNOS PARALELOS A LAS DISCONTINUIDADES.



LOS CABLES SON ELEMENTOS DE REFORZAMIENTO HECHOS NORMALMENTE DE ALAMBRE DE ACERO TRENZADO, QUE SON FIJADOS CON CEMENTO DENTRO DEL TALADRO. LA LONGITUD DE LOS CABLES VARÍA DE 5 A 30 METROS APROXIMADAMENTE.



VERIFICAR EL TAMAÑO CORRECTO DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LOS TALADROS, DEBIENDO SER RECTOS Y ESTAR LIMPIOS, ASEGURAR QUE LA CALIDAD DE LA PASTA DE CEMENTO SEA LA APROPIADA Y TAMBIÉN QUE EL TALADRO HAYA SIDO COMPLETAMENTE INYECTADO.



LA PRIMERA ES TEJIDO DE ALAMBRE Y LA SEGUNDA ES DE ALAMBRE SOLDADO. ES MUY IMPORTANTE QUE LA MALLA ESTÉ MOLDEADA A LA SUPERFICIE DE LA EXCAVACIÓN. LAS MALLAS SON INSTALADAS CON LA AYUDA DE PERNOS.



LA RIGIDEZ DE LA CINTA (STRAP) ES UN ASPECTO CRÍTICO, ESPECIALMENTE EN EXCAVACIONES IRREGULARES. LOS STRAPS DEBEN ESTAR MOLDEADOS A LA SUPERFICIE ROCOSA. SE INSTALAN MEDIANTE EL EMPLEO DE PERNOS DE ROCA.

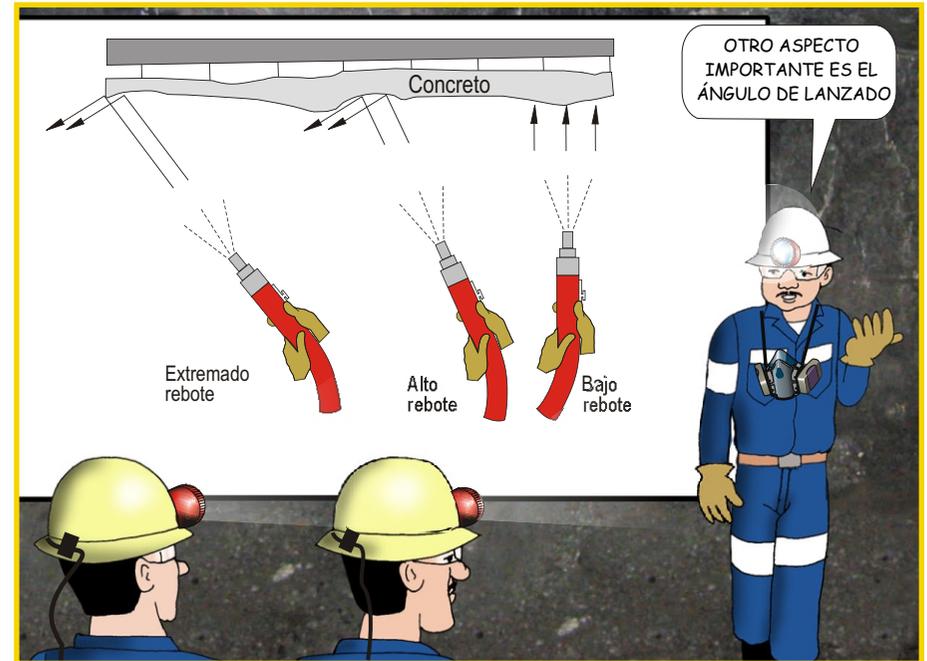


EL SHOTCRETE COMPRENDE LOS PROCESOS DE MEZCLA SECA Y DE MEZCLA HÚMEDA. TENER PRESENTE QUE LA PROPORCIÓN DE AGREGADOS DEBE SER LA ADECUADA PARA LOGRAR MAYOR ADHERENCIA. ADICIONALMENTE EL USO DE FIBRAS DE ACERO, LE DARÁ MAYOR RESISTENCIA.



EL SHOTCRETE DEBE SER APLICADO SOBRE UNA SUPERFICIE LIMPIA, LA CUAL SE LOGRA ROCIANDO UN CHORRO DE AIRE-AGUA PARA REMOVER LA ROCA SUELTA Y POLVO.

EL SHOTCRETE MANTIENE EL AMARRE DE LAS CUÑAS OBLOQUES ROCOSOS, SELLANDO LAS DISCONTINUIDADES O GRIETAS PRODUCIDAS POR LA VOLADURA.



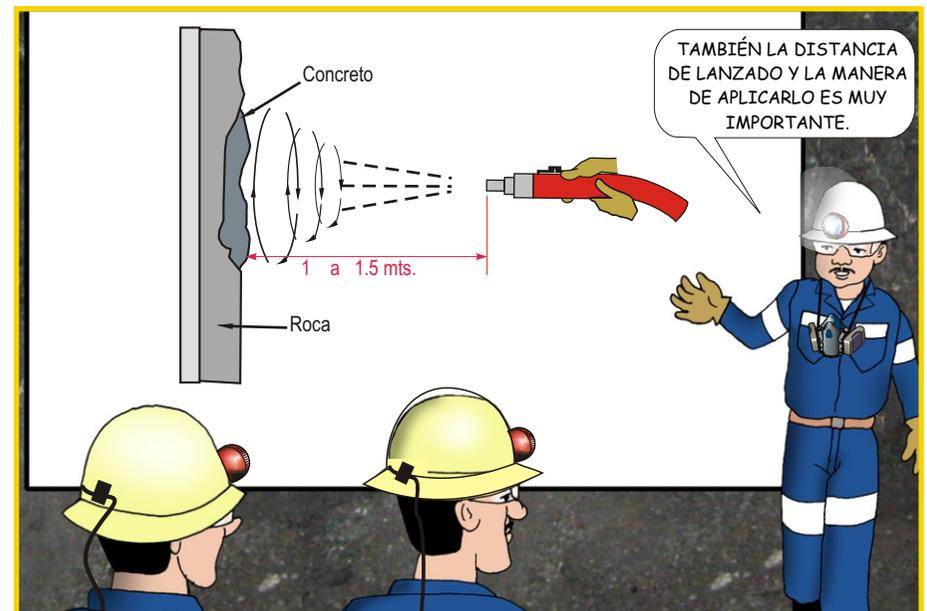
OTRO ASPECTO IMPORTANTE ES EL ÁNGULO DE LANZADO

Extremado rebote Alto rebote Bajo rebote



AL APLICAR EL SHOTCRETE, LA POSICIÓN Y SECUENCIA DE LANZADO DEBE SER COMO SE MUESTRA EN ESTA LÁMINA

TENER PRESENTE SIEMPRE QUE LA APLICACIÓN DEL SHOTCRETE DEBE INICIARSE DESDE LA PARTE INFERIOR HACIA ARRIBA. ESTO SE HACE PARA NO CREAR CAPAS DE "SHOT CRETE FALSO" DEBIDO AL REBOTE.



TAMBIÉN LA DISTANCIA DE LANZADO Y LA MANERA DE APLICARLO ES MUY IMPORTANTE.

Concreto Roca 1 a 1.5 mts.

ADEMÁS, ES IMPORTANTE SEGUIR LOS ESTÁNDARES ESTABLECIDOS EN LA MINA PARA QUE EL SHOTCRETE TENGA EL MISMO ESPESOR Y TRABAJO ADECUADAMENTE.

CIMBRAS METÁLICAS.

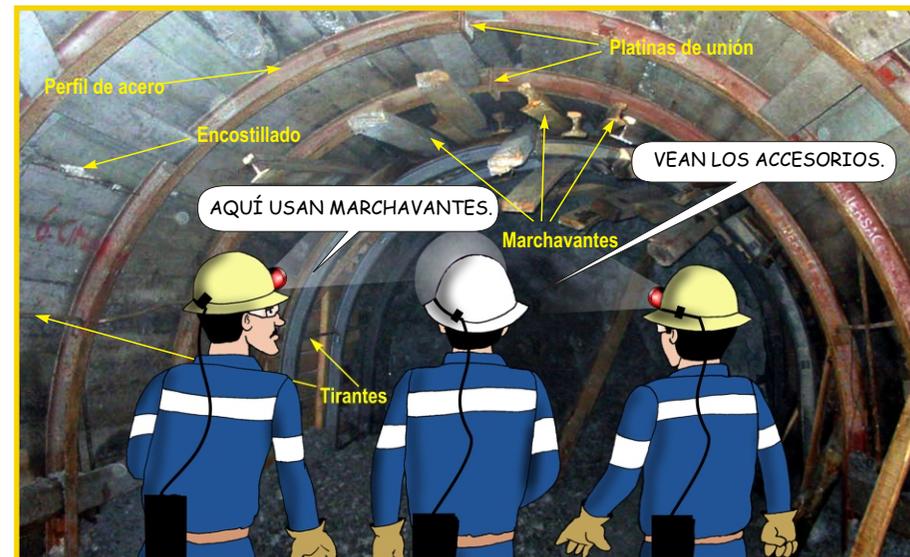
LAS CIMBRAS METÁLICAS O ARCOS DE ACERO, SE EMPLEAN EN TERRENOS DE MALA A MUY MALA CALIDAD. SE INSTALAN PRINCIPALMENTE EN LABORES DE AVANCE PERMANENTE (GALERÍAS, CRUCEROS Y OTROS).

HAY DOS TIPOS DE CIMBRAS.

CLARO, LAS RÍGIDAS COMO ÉSTAS Y LAS DESLIZANTES.

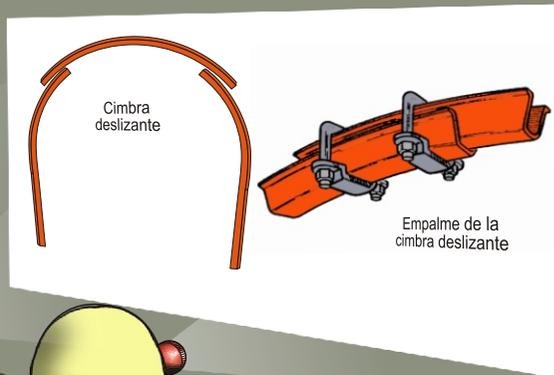


LAS CIMBRAS RÍGIDAS USAN COMÚNMENTE PERFILES COMO LA "W", "H" E "I", CONFORMADAS POR DOS O TRES SEGMENTOS UNIDOS POR PLATINAS Y PERNOS CON TUERCA.



LOS PRINCIPALES ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS CIMBRAS SON: LOS TIRANTES DE CONEXIÓN, EL ENCOSTILLADO Y LOS ELEMENTOS DE BLOQUEO. EN TERRENOS DE MUY MALA CALIDAD SE RECOMIENDA ASEGURAR PREVIAMENTE EL TECHO MEDIANTE LA COLOCACIÓN DE UNA CAPA DE SHOT CRETE. EN CASO DE SER NECESARIO, USAR MARCHAVANTES.

LAS DESLIZANTES USAN PERFILES EN "Ω" CONFORMADAS POR TRES SEGMENTOS SUJETADOS CON UNIONES DE TORNILLO.



LA FORMA DE LA CIMBRA ESTARÁ EN FUNCIÓN DE LA FORMA DE LA SECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN.

TENGAN PRESENTE ESTAS RECOMENDACIONES.

RECOMENDACIONES PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN DE CIMBRAS

- TODAS LAS CIMBRAS DEBEN ESTAR CORRECTAMENTE APOYADAS Y SUJETAS AL PISO.
- LAS CIMBRAS DEBEN ESTAR EN CONTACTO CON LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN, PARA LO CUAL HAY QUE TOPEARLAS BIEN.
- DEBEN ESTAR INSTALADAS DE FORMA VERTICAL Y CONSERVANDO EL PARALELISMO DE SUSELEMENTOS.
- DEBEN ESTAR CORRECTAMENTE ASEGURADAS EN CONJUNTO PARA EVITAR QUE SEAN AFECTADAS POR LA VOLADURA.



MUY IMPORTANTE: COMPLETAR LA INSTALACIÓN DE UNA CIMBRA PARA INICIAR LA SIGUIENTE.

GATAS



INGENIERO, ¿CUÁNDO SE USAN GATAS?

CUANDO SE NECESITA DAR SOPORTE INMEDIATO A LOS TECHOS DE LAS EXCAVACIONES. LAS GATAS FUNCIONAN A MANERA DE PUNTALES.

LAS GATAS SON GENERALMENTE USADAS EN EL MINADO DE ROCAS SUAVES COMO EN EL MINADO DE FRENTES LARGOS. EN ROCA DURA SE EMPLEA ANTES DE LA INSTALACIÓN DE LOS PERNOS DE ROCA O PARA LA INSTALACIÓN DE MALLA METÁLICA. EXISTEN DOS TIPOS DE GATAS: LAS DE FRICCIÓN Y LAS HIDRÁULICAS.



EL TIPO MÁS COMÚN DE SOSTENIMIENTO EN TAJEOS SON LOS PUNTALES DE SEGURIDAD.

ASÍ ES, SE FIJA PERPENDICULARMENTE ENTRE LAS CAJAS, REALIZANDO UNA PATILLA EN LA CAJA PISO ...

... Y EL OTRO EXTREMO SE APOYA EN UNA TABLA FIJADA A LA CAJA TECHO.

LOS PUNTALES DE SECCIÓN CIRCULAR DARÁN MAYOR RESISTENCIA QUE LOS DE SECCIÓN CUADRADA. CUANTO MENOR SEA SU LONGITUD, OFRECEN MAYOR CAPACIDAD DE SOPORTE. EL ESPACIAMIENTO DE LOS PUNTALES DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA Y DEL TAMAÑO DEL PUNTAL.

MADERA



LA MADERA ES EL ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO MÁS ANTIGUO Y QUE TODAVÍA SE USA PRINCIPALMENTE EN EL MINADO CONVENCIONAL.

PARA QUE LA MADERA DURE MÁS DEBE ESTAR SECA, SIN CORTEZA, EN LO POSIBLE CURADA Y LA ZONA DEBE TENER BUENA VENTILACIÓN.

PRINCIPALMENTE UTILIZAMOS LA MADERA DE EUCALIPTO.

ADEMÁS DE EMPLEAR LA MADERA COMO SOSTENIMIENTO, SE USA EN LA CONSTRUCCIÓN DE BUZONES, TOLVAS, ESTRUCTURAS PARA PIQUES, CHIMENEAS, BARRERAS DE CONTENCIÓN PARA RELLENO Y OTROS.



TAMBIÉN PODEMOS USAR LOS WOOD PACKS, QUE SON PAQUETES DE MADERA, ACTUANDO COMO UN PILAR, OFRECIENDO SOPORTE PARA UN GRAN PESO MUERTO DE ROCA.

SU USO ESTÁ ASOCIADO AL MÉTODO DE MINADO POR CORTE Y RELLENO DESCENDENTE Y TAMBIÉN AL MÉTODO DE CÁMARAS Y PILARES, PUESTO QUE ÉSTOS PUEDEN AYUDAR A COMPLEMENTAR EL SOSTENIMIENTO CON PILARES NATURALES E INCLUSO PERMITIR LA RECUPERACIÓN PARCIAL DE LOS PILARES DE MINERAL.



LOS CUADROS SON INSTALADOS EN ZONAS DE ROCA FRACTURADA A INTENSAMENTE FRACTURADA Y TAMBIÉN EN CONDICIONES DE ALTOS ESFUERZOS O PRESIONES.



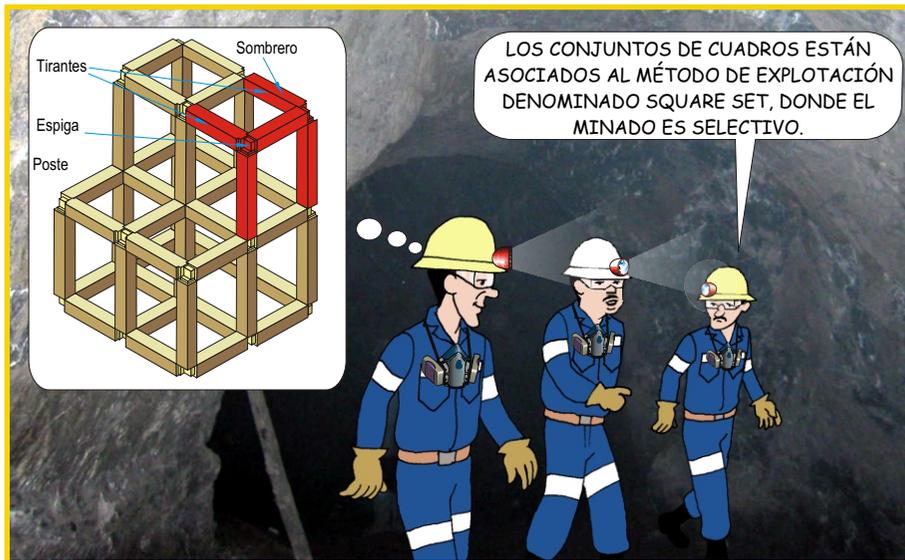
UN ASPECTO MUY IMPORTANTE ES QUE LOS CUADROS ESTÉN EN CONTACTO CON LA SUPERFICIE A SOPORTAR Y ESTO SE CONSIGUE TOPEANDO EL TECHO Y LOS COSTADOS DE LA EXCAVACIÓN.



ESTÁN COMPUESTOS DE TRES PIEZAS: UN SOMBRERO Y DOS POSTES. LOS POSTES SON COLOCADOS VERTICALMENTE. PARA COMPLETAR EL SOSTENIMIENTO SE ENCRIBA EL TECHO Y SE ENREJA EN LOS HASTIALES.



SE UTILIZA TAMBIÉN EN CRUCEROS Y GALERÍAS, DONDE UNA DE LAS CAJAS ES COMPETENTE. LOS CUADROS COJOS DEBEN ADECUARSE A LA FORMA DE LA EXCAVACIÓN.



LOS CONJUNTOS DE CUADROS ESTÁN ASOCIADOS AL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DENOMINADO SQUARE SET, DONDE EL MINADO ES SELECTIVO.

ÉSTE ES UN MÉTODO COSTOSO CON BAJA PRODUCTIVIDAD Y SOLO ES UTILIZADO EN LA EXPLOTACIÓN DE MINERALES DE ALTA LEY. ESTE SISTEMA DE SOSTENIMIENTO CONSISTE EN COLOCAR POSTES, SOMBREROS Y TIRANTES, SISTEMÁTICAMENTE ARMADOS, EN LO POSIBLE ALINEANDO LOS CUADROS DE MADERA CON LA DIRECCIÓN DEL MÁXIMO ESFUERZO.



INGENIERO, TAMBIÉN USAN RELLENO HIDRÁULICO CEMENTADO, RELLENO EN PASTA,...

...Y DETRÍTICO.

¡CLARO!, EL USO DE CADA UNO DE DICHSO RELLENOS VA A DEPENDER DE LA NECESIDAD DEL SOSTENIMIENTO Y DEL MÉTODO DE MINADO.

LOS RELLENOS CONVENCIONALES O NO CEMENTADOS, SON: EL RELLENO MECÁNICO CON DETRITOS, CON DESMONTE O CON RELAVES SECOS Y EL RELLENO HIDRÁULICO CON RELAVES. LOS RELLENOS CEMENTADOS MÁS UTILIZADOS, SON: EL RELLENO HIDRÁULICO CEMENTADO, EL RELLENO CON AGREGADOS CEMENTADOS, EL RELLENO ROCOSO CEMENTADO Y EL RELLENO EN PASTA.



¿DE QUÉ MANERA ACTÚA?

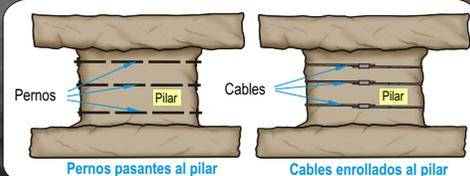
SÍ. EL RELLENO TAMBIÉN ES UN TIPO DE SOSTENIMIENTO.

AQUÍ VAN A RELLENAR.

EL RELLENO IMPIDE EL DESPLAZAMIENTO DE LOS BLOQUES ROCOSOS DE LAS PAREDES, ACTÚA COMO SOPORTE DE LAS PAREDES DEL TAJEO, Y CUANDO ESTÁ CONFINADO, ACTÚA COMO SOSTENIMIENTO DE TODA LA MINA.



QUÉ INTERESANTE INGENIERO. HEMOS TENIDO LA OPORTUNIDAD DE VER LOS DIVERSOS TIPOS DE SOSTENIMIENTO.



CLARO.

EN EFECTO, PERO HAY OTRAS TÉCNICAS DE SOSTENIMIENTO ESPECIALES.

ALGUNAS DE ESTAS TÉCNICAS SON: EL REFORZAMIENTO DE PILARES CON PERNOS O CABLES, ASÍ COMO EL EMPLEO DEL CONCRETO ARMADO, PARA EL REVESTIMIENTO DE LABORES PERMANENTES Y PARA CONSTRUIR MUROS DE SOSTENIMIENTO Y LOSAS EN LOS TAJEOS. EN AMBIENTES DE ALTOS ESFUERZOS TAMBIÉN SE PUEDE USAR CABLES ENLAZADOS, ADEMÁS DE LOS PERNOS Y LA MALLA.



ME DA GUSTO QUE CON ESTA INDUCCIÓN,
USTEDES HAYAN COMPLEMENTADO SU
EXPERIENCIA PERSONAL. ESTO CONTRIBUIRÁ
A REALIZAR UN TRABAJO SEGURO.

ASÍ ES INGENIERO,
CONOCIENDO LOS DIVERSOS
TIPOS DE SOSTENIMIENTO Y
SUS PROCEDIMIENTOS DE
INSTALACIÓN, CONTROLAREMOS
MEJOR LA ESTABILIDAD DE LAS
EXCAVACIONES.

AHORA CONOZCO MEJOR LA FINALIDAD
DEL USO DEL SOSTENIMIENTO.

ES IMPORTANTE QUE TODO EL PERSONAL DE LA MINA CONOZCA LOS DIFERENTES TIPOS DE SOSTENIMIENTO, EL POR QUÉ DE SU UTILIZACIÓN, LOS PROCEDIMIENTOS DE SU INSTALACIÓN Y DARSE CUENTA CUANDO ES NECESARIO HACER AJUSTES Y CAMBIOS PARA HACER MÁS SEGURAS LAS LABORES MINERAS.