



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO DE INVESTIGACION DE DERRABES DE CARBON

ANEJO III

**Algunas reglas de buena práctica minera respecto al arranque con
martillo picador, al avance de labores y al posteo con madera en
minas no mecanizadas**

Ingeniería, Proyectos y Obras, S.L.- Proyecto de derrabes de carbón



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01115

ALGUNAS REGLAS DE BUENA PRACTICA MINERA RESPECTO AL ARRANQUE CON MARTILLO PICADOR, AL AVANCE DE LABORES Y AL POSTEO CON MADERA EN MINAS NO MECANIZADAS

1. INTRODUCCION

2. ALCANCE DEL TRABAJO

3. ALGUNAS CUESTIONES GENERALES PREVIAS

4. LOS METODOS DE EXPLOTACION.

5. ESTUDIOS PREVIOS A LA MONTA DEL TALLER.

6. LABORES PREPARATORIAS

6.1. GALERIAS EN CARBON

6.1.1. TRAZADO DE LA GALERIA SUPERIOR

6.1.1.1. MODALIDADES

6.1.1.2. DISPOSICION DEL FRENTE DE LA GALERIA RESPECTO AL DEL TALLER.

6.1.1.3. SECCION DE LAS GALERIAS

**6.1.1.4. DISPOSICION DE LA GALERIA RESPECTO AL
PLANO DE LA CAPA.**

6.1.1.5. MACIZO DEL TALLER EN GALERIA SUPERIOR.

6.1.2. TRAZADO DE LA GALERIA INFERIOR

6.1.3. FORTIFICACION DE GALERIAS

6.1.3.1. ENTIBACION CON MADERA

6.1.3.1.1. Tipos de unión entre los elementos de un cuadro de madera

6.1.3.1.2. Unión Pies de Cuadro - Piso de Galería.

6.1.3.1.3. Cuñas y guarnecido.

6.1.3.1.4. Fortificacion con madera de galerias en carbón en capas inclinadas y verticales.

6.1.3.1.5. Refuerzo de galerías entibadas con madera.

6.1.3.1.6. Fortificacion con madera en galerias de capas potentes y tumbadas.

6.1.3.2. ENTIBACION CON CUADRO METALICO.

6.1.3.3. OTROS SISTEMAS DE FORTIFICACION.

6.1.4. METODOLOGIA DE AVANCE EN LAS GALERIAS EN CARBON.

6.1.4.1. AVANCE DE LA GALERIA SUPERIOR E INFERIOR EN VIRGEN.

6.1.4.1.1. Avance a plena sección en carbón.

6.1.4.1.2. Avance de galerias en carbón con potencias inferiores a 2 metros.

6.1.4.1.3. Avance de galerias en macizos influenciados por huecos y explotaciones.

6.1.4.2. RECUPERACION DE GALERIAS EN CARBON.

6.1.4.2.1. Consideraciones generales

6.1.4.2.2. Actuación ante avenidas continuas del frente a recuperar.

6.1.4.2.3. Actuación ante la existencia de aguas retenidas o colgadas.

6.2. TRAZADO DE LA CHIMENEA DE MONTA.

6.2.1. TRAZAJE POR LA MAXIMA PENDIENTE, EN CAPAS DE POTENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 0,5-1 M

6.2.2. TRAZAJE POR EL METODO COMBINADO DE MAXIMA PENDIENTE Y RAMPON.

6.2.3. TRAZAJE POR EL METODO DE RAMPON.

6.2.4.- OTRAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA TODOS LOS SISTEMAS DE TRAZAJE DE UNA CHIMENEA DE MONTA.

6.3.- COLADEROS Y POZOS DE CARGA.

6.4. RAMPONES SECUNDARIOS.

7.- EXPLOTACION POR TESTEROS.

7.1.- CAMPO DE APLICACION.

7.2.- DESCRIPCION DEL METODO.

7.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES.

7.4. DISPOSICION DEL FRENTE DE ARRANQUE

7.5.- ALGUNAS RELACIONES GEOMETRICAS DEL TALLER.

7.6.- DIMENSIONES DE LA SOBREGUIA.

7.7.- ARRANQUE DEL CARBON.

7.8.- SOSTENIMIENTO.

7.8.1.- SOSTENIMIENTO DEL FRENTE DE ARRANQUE.

7.8.2.- SOSTENIMIENTO DE PUNTOS PARTICULARES.

7.8.3.- SOSTENIMIENTO DE NIVELADURAS.

7.9.-TRATAMIENTO DEL POSTALLER

7.10.-INYECCION DE AGUA

7.11.- INFLUENCIA DE OTRAS CAPAS O MACIZOS PROXIMOS

8.- METODO DE EXPLOTACION POR BANCOS (TESTEROS INVERTIDOS)

8.1.- CAMPO DE APLICACION.

8.2.- DESCRIPCION DEL METODO.

8.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

8.4.- DISPOSICION DEL FRENTE DE ARRANQUE.

8.4.1. FRENTES RECTOS - POSTALLER CON RELLENO COLGADO.

8.4.2.- FRENTE LIGERAMENTE ABATIDO - POSTALLER CON RELLENO Y LLAVES.

8.5.- APLICACION DEL METODO DE BANCOS A CAPAS PROPENSAS A FENOMENOS GASEODINAMICOS.

9.- METODO DE EXPLOTACION POR RAMPONES.

9.1.- CAMPO DE APLICACION.

9.2.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

9.3.- DESCRIPCION DEL METODO.

9.4.- EJECUCION DE UN RAMPON PRIMARIO.

9.4.1.- AVANCE DEL FRENTE DE UN RAMPON PRIMARIO.

9.4.2.- SOSTENIMIENTO DE LOS RAMPONES PRIMARIOS.

9.5.- EJECUCION DE UN RAMPON SECUNDARIO.

9.5.1.- AVANCE DE RAMPONES SECUNDARIOS.

9.5.2.- SOSTENIMIENTO DE LOS RAMPONES SECUNDARIOS.

9.6.- HUNDIMIENTO DE LA LLAVE DE LOS RAMPONES SECUNDARIOS.

9.7.- HUNDIMIENTO DE LA LLAVE DEL RAMPON PRIMARIO.

9.8.- REFUERZO DEL CUADRO DEL TABLERO.

9.9.- ALGUNAS OBSERVACIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN EL METODO DE RAMPONES

10.- METODOS DE EXPLOTACION CON FORMACION DE MACIZOS DE CARBON QUE POSTERIORMENTE SE RECUPERAN.

10.1.- CAMPO DE APLICACION.

10.2.- DESCRIPCION DEL METODO.

10.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

10.4.- ARRANQUE.

10.4.1.- ARRANQUE EN MACIZOS.

10.5.- SOSTENIMIENTO.

10.5.1.- SOSTENIMIENTOS EN LOS POZOS.

10.5.2.- SOSTENIMIENTOS DE RAMPONES.

10.5.3.- SOSTENIMIENTO DE MACIZOS.

10.5.4.- TRATAMIENTO DEL POSTALLER.

11.- RECOMENDACIONES GENERALES DE SEGURIDAD FRENTE A LOS DERRABES DE CARBON.

12.- ALGUNAS SITUACIONES DE RIESGO POR DERRABES DE CARBON.

13.- CASOS REALES DE DERRABES DE CARBON.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo constituye el Anejo n° III del Proyecto de investigación de derrabes de carbón en capas de pendiente superior a 35°.

El Proyecto ha sido financiado por la **DIRECCION GENERAL DE MINAS Y DE LA CONSTRUCCION, LA CONSEJERIA DE ECONOMIA Y HACIENDA DE LA JUNTA DE CASTILLA-LEON, LA CONSEJERIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS Y OCICARBON.** La titularidad administrativa ha recaído sobre el **INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA.**

Este trabajo se refiere a **las principales reglas de buena práctica minera en las explotaciones de carbón en capas inclinadas, que utilizan métodos de arranque tradicionales y no mecanizados.** Aunque se repasan la mayor parte de las operaciones mineras en dichos tipos de explotaciones, se presta una mayor atención a lo referente a la **metodología de avance, arranque y sostenimiento.**

El trabajo se plantea, como consecuencia de lo importante que el Proyecto de Investigación de derrabes considera la difusión de estos sencillos, pero útiles, conocimientos para mejorar la seguridad en las minas españolas, desde la perspectiva de los derrabes.

Por otra parte, se proporciona una gran cantidad de información de base para realizar sencillos manuales o monográficos sobre diversos temas, que pueden servir para mejorar la formación de los mineros.

En la realización del trabajo ha participado la empresa **INGENIERIA, PROYECTOS Y OBRAS, S.L.** que ha prestado su apoyo al **EQUIPO TECNICO DEL PROYECTO DE DERRABES** a lo largo del mismo.

2. ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo que aquí se presenta pretende establecer y difundir los conocimientos básicos necesarios para realizar con las mayores garantías de seguridad, los trabajos más habituales en las explotaciones más tradicionales de las minas de carbón.

En estas explotaciones se presentan con más frecuencia que en otras, incidentes por derrabes de carbón, ligados fundamentalmente a los fallos operacionales, a la deficiente gestión y planificación y, en general, a aspectos ligados a la presencia directa del hombre en los frentes de arranque.

La disposición geométrica de las explotaciones tradicionales en capas con pendiente superior a los 35°, en las que la fuerza de la gravedad actúa negativamente, la irregularidad de las capas y la presencia de gas en el carbón, constituyen una importante fuente de riesgo.

A todo esto se suma el entorno hostil y agresivo, que conforma el escenario donde se realizan los trabajos. También se precisan unas aptitudes físicas y psicológicas del minero especiales y unos conocimientos básicos de cómo realizar los trabajos, teniendo en cuenta los condicionantes geomecánicos de la explotación.

De todo lo anterior se deduce el principal objetivo de este trabajo, que parece suficientemente justificado, si se tienen en cuenta las necesidades de una parte de la minería actual del carbón española de yacimientos inclinados.

De acuerdo con lo solicitado por el Proyecto de Investigación de Derrabes, el presente trabajo debe respetar las siguientes condiciones:

- * Debe ser claro, realista y responder a la realidad actual y futura, al menos a corto plazo, de una parte todavía significativa en la minería del carbón del norte de España.
- * Debe ser escrito con un lenguaje inteligible por vigilantes y mineros, pues a ellos va dirigido principalmente.

* Se debe huir de tecnicismos y complicaciones que puedan distraer la atención del lector. Ello sería ir en contra del espíritu del trabajo que se centra fundamentalmente en la **formación de mineros y mandos intermedios**. Se prefiere transmitir una idea que pueda ser asimilada de verdad, a lanzar muchas, sin que se aprovechen.

Por otra parte, en el Proyecto de derrabes se contemplan, en otros Anejos, cuestiones técnicas avanzadas, disponibles para quién tenga interés en acceder a ellas.

* Aún reconociendo la **importancia fundamental del gas**, se pretenden dar **metodologías de trabajo y modos operatorios de aplicación generalizable a las capas sin gas o con poco contenido en grisú**.

Podría darse el caso de que en **explotaciones con riesgo de derrabes gaseados u otros fenómenos dinámicos**, las recomendaciones que aquí se presentan no sean suficientes. Esto es muy importante y se analiza suficientemente en otras partes del Proyecto de derrabes, del que este trabajo es un Anejo.

* El trabajo debe tener un importante soporte gráfico con dibujos y figuras, de fácil comprensión.

* Se deben analizar las situaciones y plantear los problemas más habituales.

Con estas premisas se ha realizado el trabajo, esperando haber podido alcanzar la mayor parte de los objetivos. Se estima, no obstante, que en este sentido se puede realizar una labor de gran utilidad si se le dedican más medios y esfuerzo.

Los esfuerzos deberían encaminarse a **aislar e ilustrar situaciones o elementos de discusión basados en hechos reales o ficticios**, pero que se pueden dar, **para presentarlos a los mineros con claridad**. Esta podría ser una excelente forma de lograr impartir una formación eficaz y efectiva, al nivel al que se refiere este trabajo.

No se han tratado los métodos de explotación mecanizados, que se analizan en el Anejo II del Proyecto de derrabes, del que este documento constituye el Anejo III.

Principalmente se estudian los aspectos prácticos de ejecución, el trazado, sostenimiento, arranque, medidas de seguridad, problemática habitual, etc., relacionados con:

- * **Las labores de preparación, monta del taller y pozos auxiliares.**
- * **El método de explotación de testeros.**
- * **El método de explotación de pozos y rampones.**
- * **El método de bancos y frente invertido.**
- * **Métodos mixtos tradicionales con formación de macizos.**

De todos ellos, se analiza la problemática, se dan recomendaciones sencillas de trabajo (pero con fundamento técnico) y, al final, se relacionan diversas situaciones que pueden ser constitutivas de riesgo de derrabe de carbón y se presentan algunos ejemplos reales.

3. ALGUNAS CUESTIONES GENERALES PREVIAS

Según un estudio, realizado al amparo del Proyecto de derrabes, sobre reservas de carbón accesibles en los próximos 15-18 años, teniendo en cuenta los métodos de explotación que previsiblemente se utilizarán, **más del 60% de las reservas se encuentra en capas cuyas pendientes superan los 35°**. La parte más importante de éstas, está localizada en capas cuyas potencias oscilan entre 0,9 y 2m, lo que unido al alto grado de tectonificación y la irregularidad de los yacimientos españoles conduce a que **la mecanización generalizada presente dificultades**, tanto tecnológicas como económicas. Sin profundizar en estas cuestiones, que no entran en el alcance del estudio, se puede pensar que los métodos tradicionales de explotación: Testeros, Bancos, Rampones, Pozos y Rampones, Macizos y Sobreguías, etc., quizá sigan utilizándose en algunas partes, al menos, en un futuro próximo.

El concepto de capa inclinada tiene distintas interpretaciones, según las costumbres de cada Cuenca Minera, las cuales varían en función de las características de los yacimientos explotados.

Aquellos países que tradicionalmente han explotado yacimientos cuyas capas eran prácticamente horizontales, caso de Gran Bretaña, denominan capas inclinadas a las que tienen una pendiente comprendida entre 15° y 17°, y capas muy inclinadas a las que tienen entre 28° y 45° de pendiente.

En Alemania, donde se explotaron con más intensidad capas inclinadas y verticales, la denominación por pendientes, expresadas en grados centesimales (gons) es la siguiente:

De 0° - 20° ... Capas horizontales.

De 21° - 40° ... Capas ligeramente inclinadas.

De 41° - 60° ... Capas muy inclinadas.

De 61° - 90° ... Capas verticales.

Esta misma clasificación referida a la URSS, toma los siguientes valores:

De 0° - 18° ... Capas tumbadas.

De 19° - 35° ... Capas semipendientes.

De 36° - 55° ... Capas inclinadas.

De 56° - 90° ... Capas verticales.

En España, la clasificación más tradicionalmente aceptada es la que se indica a continuación:

De 0° - 20° ...Capas tumbadas.

De 20° - 35° ... Capas semipendientes.

De 35° - 60° ... Capas semiverticales o inclinadas.

De 60° - 90° ... Capas verticales.

En base a esta última clasificación, y como se ha dicho, el presente trabajo realiza un estudio de los métodos de explotación en capas inclinadas y verticales, es decir, **las de más de 35° , donde se puede realizar el transporte del carbón por gravedad y donde los fenómenos de derrabes de carbón son potencialmente más peligrosos y frecuentes.**

4. LOS METODOS DE EXPLOTACION.

Las características geológicas de los yacimientos de carbón del norte de España son variadas, existiendo diferencias muy importantes de unos a otros, ya sea por la inclinación y potencia de las capas, por las propiedades físicas y resistentes del carbón, por su contenido en grisú, etc. Todo ello ha conducido a que se utilicen distintos métodos de explotación, según las circunstancias. Todos ellos tratan de adaptarse lo mejor posible a la disposición y características del yacimiento, aunque a veces intervienen factores económicos o la costumbre en cada zona. Esto último se sale del objetivo del presente estudio, pero se sugiere una revisión objetiva sobre la idoneidad de ciertos métodos y en algunos casos.

El Proyecto de Derrabes se centra en las capas de carbón de pendiente superior a 35°. En la explotación de este tipo de capas, se suelen utilizar los siguientes métodos de explotación (se agrupan según se rellene el hueco abierto al extraer el carbón o se hunda de una forma controlada el hueco, lo cual es un criterio razonable):

Sistemas de explotación con relleno del hueco.

Se suelen aplicar para la explotación de capas inclinadas y verticales, con potencias comprendidas entre 0,6m y 3m. Normalmente se utilizan en pendientes superiores a los 45°, donde el relleno pueda "recorrer" por gravedad, sin la ayuda de riego con agua:

- * Testeros.
- * Testeros invertidos (bancos).
- * Frente invertido con relleno colgado.
- * Algunos tajos integralmente mecanizados (Asturfalia).

Sistemas de explotación con hundimiento del techo.

Los métodos de explotación con hundimiento controlado del techo para rellenar el hueco deshullado (a veces con colocación de llaves de madera intermedias), se suelen utilizar en capas cuyas potencias son superiores a los 3m. También se utilizan en aquellas en que, aun siendo de potencias menores, no existen en la explotación los medios suficientes para colocar en calidad y cantidad adecuadas el relleno. En estos casos, los hastiales deben hundir bien y no existir problemas de transferir movimientos a superficie.

Los más utilizados en España son:

- * Niveles y sobreguías.
- * Pozos, rampones y macizos.
- * Macizos.
- * Rampones.
- * Subniveles o plantas horizontales con sutiraje.
- * Métodos de arranque descendente mecanizado (Anscha).

En ambos casos se conocen otros métodos de explotación, pero necesitan unas condiciones de aplicación que en la actualidad no reúnen los yacimientos españoles.

A modo de ejemplo, se puede citar el tajo ascendente con relleno hidráulico empleado en la cuenca de Lorraine (Francia), que requiere regularidad y potencia superior a los 3m. En los países del Este se utilizan métodos de explotación por tajo largo en pendiente (KGU, 1MKT, AKD2, AMCK y AK3).

5. ESTUDIOS PREVIOS A LA MONTA DEL TALLER.

Antes de iniciar la monta de un taller, debe realizarse un estudio del yacimiento, que contemple el número de capas que componen el paquete, su disposición, las características geomecánicas del macizo rocoso donde se ubica el yacimiento y, por extensión, todos los factores que puedan tener influencia en la explotación futura.

Todo esto ayudará a definir la disposición más adecuada de las galerías de base y cabeza, que delimitan la explotación y la secuencia idónea de explotación en el caso de que existan varias capas explotables.

La influencia de otras explotaciones, fallas, macizos, etc., debe ser evaluada por los responsables técnicos que disponen de los conocimientos necesarios para, al menos cualitativamente, estimar tal influencia.

6. LABORES PREPARATORIAS

En este trabajo, se denominan labores preparatorias, aquellas que son necesarias para acceder directamente al carbón y montar la explotación según las necesidades de cada método. En general, salvo algunos tramos de las galerías de acompañamiento o de pequeños recortes de acceso a las capas, **son labores en carbón.**

Estas labores pueden clasificarse en:

Labores de Acompañamiento:

- Galería de cabeza.
- Galería de base.

Labores de acceso al taller:

- Pozos.
- Contraataques.

Labores de monta del taller

Labores Auxiliares en el taller

- Pocillos.
- Rampones.

Por ser estas labores prácticamente comunes a los métodos de arranque, se tratarán en primer lugar, para atender posteriormente a particularidades exclusivas de cada método de explotación.

6.1. GALERIAS EN CARBON

En este capítulo se analizan las distintas modalidades y disposiciones de las galerías y se analizan los sistemas operativos más adecuados en cada caso.

6.1.1. TRAZADO DE LA GALERIA SUPERIOR

Los aspectos más destacables son los siguientes:

6.1.1.1. MODALIDADES

Existen varias modalidades posibles; dependiendo de si se aprovecha la galería antigua que en su momento fue galería de base, o de si está trazada en estéril o en carbón.

Infraestructura antigua y galerías en estéril.

Para avances diarios de taller no superiores al metro, es el sistema a seguir en capas con buzamiento entre 40° y 60° . Se traza la estéril en las proximidades de la capa, se dan contraataques a ella desde el taller y se sitúan macizos en él, a fin de proteger la galería. Esta disposición facilita la introducción de rellenos.

Para pendientes inferiores a 40° , situación en la que se prescinde de rellenos, es más conveniente trazar estéril al muro de los minados y dar recortes, desde ella a la capa, cada 15 ó 20 metros.

Infraestructura antigua y recuperación de minados.

Sistema a seguir en yacimientos con pendientes superiores a 60° , en los que por ser numerosas las esterilidades o existir gran altura entre plantas, no son de esperar avances diarios de taller superiores a 1 metro. En secciones de galería de 7 m² pueden lograrse rendimientos de avance en minados que oscilen entre 20cm y 40cm por jornal.

Con estas pendientes, son totalmente desaconsejables galerías en estéril al techo y contraataques desde el taller, pues éstos son de gran longitud y la galería resulta muy difícil de conservar, aún con una cuidadosa distribución del relleno en

la parte superior.

Infraestructura antigua y galería en virgen.

Sólo es posible esta solución cuando los niveles superiores se han explotado trazando la galería inferior al muro de la capa y accediendo a ésta con contraataques.

Infraestructura antigua, planos inclinados de acceso a la capa y subnivel de cabeza en virgen.

Sistema adecuado cuando se prevén avances diarios bastante superiores al metro, yacimiento de pendiente superior a 40° y los problemas de agua no son de consideración.

Infraestructura nueva y galería en virgen.

Sistema a adoptar cuando se prevean afluencias de agua de niveles superiores.

Debe fijarse, según criterios técnicos, una altura de los macizos de protección. La elección del sistema obliga, en cierto modo, a la preparación, como mínimo, de dos plantas para su explotación simultánea.

6.1.1.2. DISPOSICION DEL FRENTE DE LA GALERIA RESPECTO AL DEL TALLER.

Es función, principalmente, del sistema de rellenos empleado y admite tres variantes:

Galería de rasgado.

La galería se lleva retrasada aproximadamente entre 0 y 6m de la serie trasera. El sistema es aconsejable cuando se presentan las siguientes condiciones:

+ Relleno con tierra de preparación no calibrada.

- + Por encima de 45° de pendiente, límite por debajo del cual el frente de la galería falsea excesivamente, haciendo difícil el avance.
- + Potencias de capa superiores a 2,5m, pues, al no existir asiento del cuadro sobre los hastiales, se hace peligroso el paso de las unidades de escombro a través del rasgado del taller.

Galería en avance.

Dadas sus ventajas, el sistema no admite discusión cuando se cumpla una cualquiera de estas condiciones:

- * Pendientes de capa inferior a 45° .
- * Existencia de relleno calibrado.
- * Empleo de basculadores laterales.

Galería en retirada.

Sistema ideal, sólo posible cuando los medios de preparación lo permitan. En todo caso, es casi obligado para potencias superiores a 2,5m, posteo con cuadro metálico y el relleno de que se dispone es calibrado e introducido por medio de tolvas de bascule lateral.

6.1.1.3. SECCION DE LAS GALERIAS

Además de por las necesidades de servicio, que requieren un gálibo mínimo y de los factores que controlan la conservación de la galería (directamente relacionados con la fortificación, el tiempo que deben mantenerse y las características de los terrenos), la sección viene definida por el buzamiento y la potencia de la capa.

Con empleo de cuadro metálico, la sección de 9m viene únicamente obligada por la necesidad de apoyar convenientemente los pies de los cuadros. Puede establecerse como norma general que es la sección mínima en los siguientes casos:

- a) Cualquiera que sea la inclinación de la capa para potencias superiores a 2,25m.

b) Para potencias superiores a 1,75m, cuando la pendiente sea inferior a 60°.

6.1.1.4. DISPOSICION DE LA GALERIA RESPECTO AL PLANO DE LA CAPA.

El franqueo de los hastiales para colocar la entibación puede afectar sólo a uno de ellos, techo o muro, o bien a ambos. El criterio a seguir depende, en primer lugar, del tipo de entibación elegido y, después, de la mayor o menor estabilidad de los hastiales, el buzamiento de la capa y el sistema de relleno empleado.

Franqueo del techo.

Suele franquearse el techo en talleres con pendiente entre 40° y 60°, en los que sea preciso bascular el relleno con basculador de cuna.

Las galerías avanzadas en estas condiciones son de muy difícil conservación, ya que uno de los pies del cuadro tiene que reposar sobre el propio relleno, por lo que es frecuente dejar macizos de protección.

Franqueo del muro.

Se suele emplear con entibación de madera y es comúnmente utilizado en talleres con pendiente inferior a 40°, donde no es preciso introducir rellenos.

Franqueo del techo y muro.

En general, debe ser el sistema a adoptar con entibación metálica, ya que, para pendientes superiores a 60°, ambos pies del cuadro descansan sobre roca firme.

6.1.1.5. MACIZO DEL TALLER EN GALERIA SUPERIOR.

Sólo son recomendables con pendientes de capa inferiores a 45°, pues con valores mayores, acaban derrabándose, por bien que se haya efectuado el relleno del taller.

Tomando estos datos con la lógica prudencia derivada de que cada caso requiere una atención especial, se pueden dar estas recomendaciones generales:

Pendiente entre 0 y 45°: Se pueden dejar macizos de unos 5m como protección de la galería.

Pendientes entre 45° y 60°: Depende de la dureza y potencia de la capa.

Pendiente superior a 60°: No debe dejarse macizo; el taller debe ir de rasgado.

Solamente en el caso de abundante circulación de agua por la galería superior (si no está canalizada), es aconsejable dejar un macizo de protección contra las aguas.

6.1.2. TRAZADO DE LA GALERIA INFERIOR

Generalmente, la galería inferior se realiza en una planta nueva, en virgen, lo cual significa que es aplicable a esta situación, todo lo indicado en el apartado 6.1.1.1., respecto a "infraestructura nueva y galería en virgen". Hay que tener en cuenta, no obstante, que **las presiones y el contenido en grisú tienen una incidencia más negativa al aumentar la profundidad.**

La galería inferior puede trazarse sobre capa o en estéril. Es muy importante la ubicación de la misma, que depende de diversos factores por lo que puede ser peligroso dar recomendaciones generales.

En una primera reflexión, se puede destacar que una galería en capa, si se puede mantener estable a lo largo de su vida de servicio, es más económica y no requiere dar recortes de acceso a la capa. El problema surge cuando las presiones o la posible manifestación de fenómenos gasodinámicos impiden ubicar la galería en capa para realizar la explotación del taller con eficacia y seguridad. En este caso la galería debe colocarse en estéril.

La separación de la galería a la capa, cuando se realiza en estéril, depende de los terrenos situados en el medio, de la potencia de la capa, de las presiones de los terrenos y del gas, entre otros factores. **No se deben dar reglas generales, pues los técnicos son los que deben diseñar la posición en cada caso.**

Solamente hay que decir que cuanto más alejada esté la galería de la capa, menos influencia negativa, en la estabilidad, tendrá la explotación, aunque será más costoso el acceso a la capa. En caso de sospecha de **fenómenos gasodinámicos**, (dicho con la lógica prudencia), si se puede desde el punto de vista de la estabilidad, la galería se debe **situar lo más cerca posible** (se insiste, siempre que los hastiales lo permitan y quede al menos un **tapón de roca firme** equivalente a 2 pegas para acceder a la capa). Se busca con esto un efecto de relajación del macizo de carbón.

Tras esta breve visión general de la problemática se pasan a analizar los distintos casos:

*** Galería sobre capa**

Para pendientes superiores a 45° y entibación metálica, el franqueo se realiza a los dos hastiales con el fin de facilitar la colocación de las bocarrampas de cargue.

Al no ser necesaria esta precaución para pendientes inferiores a 45° , no debe franquearse nunca el techo en este caso.

*** Galería en estéril con contraataques de acceso**

La galería en estéril es casi obligada para capas verticales cuando el volumen de producción de los talleres justifica el transporte por medio de cintas, y se desea simultanear este tipo de transporte con locomotoras. Cuando se puede prescindir de este último medio de transporte, es preferible la guía sobre capa, siempre que sea posible mantenerla durante su vida de servicio.

Se utiliza también frecuentemente cuando se quiere que, al explotar en el futuro el macizo inferior de carbón, se pueda trazar en virgen su galería de cabeza, aprovechando al mismo tiempo toda la infraestructura de los niveles actuales.

Para adoptar esta solución es preciso que las pendientes sean inferiores a 75° , ya que por encima de este límite los contraataques a la capa son muy largos.

6.1.3. FORTIFICACION DE GALERIAS

Los empujes que debe soportar la **galería de cabeza** vienen, principalmente, del techo, especialmente en pendientes superiores a 60° , donde no se suelen dejar macizos de carbón.

Para la **galería de base**, con franqueo al muro, los empujes se presentan en dirección perpendicular a los pies de la entibación. Esto es claramente observable, incluso en capas verticales, siendo su origen el "arrastre" del muro que ocurre siempre a la vez que avanza el rasgado del taller.

Los macizos de protección pueden limitar estos empujes laterales, aunque pueden crear problemas en las capas fácilmente incendiables. En estos casos, con avances de taller superiores a 1m al día, puede ser recomendable retirada del macizo. Para avances inferiores y siempre que no exista peligro de incendio, puede ser preferible conservar macizos de protección en las galerías de base.

Se analizan a continuación los distintos tipos de entibación empleados.

6.1.3.1. ENTIBACION CON MADERA

La sección disparada, si el posteo se realiza con madera, es normalmente un 20% superior a la necesaria cuando el posteo es con cuadro metálico, que además permite cargas tres o cuatro veces superiores al de madera. Según esto, la fortificación con madera, al margen de cuestiones económicas poco claras con los precios actuales y la flexibilidad de la misma, tanto desde un punto de vista resistente como de adaptación a cualquier sección, parece no ofrecer ninguna ventaja. Sin embargo es frecuente su uso en la galería de cabeza, obedeciendo esta frecuencia, principalmente, a dos causas bien determinadas:

- a) La recuperación de minados presupone generalmente evitar voladuras, por lo que el trazado de la galería a recuperar, debe coincidir lo máximo posible con la sección de la galería primitiva, realizada muchas veces cuando el uso de la madera estaba generalizado.

b) En determinadas ocasiones se pretende conservar sin franqueo el techo de la capa en la galería de cabeza, lo que se consigue únicamente con posteo de madera.

En la actualidad, y principalmente en atención a criterios realistas y prácticos, la madera parece ser más conveniente solamente en aquellas capas en las que, por su potencia y buzamiento, no sea posible balsear los cuadros metálicos en roca firme. Se justifica porque **en la práctica, la madera permite más flexibilidad para adaptarse a secciones poco habituales.**

6.1.3.1.1. Tipos de unión entre los elementos de un cuadro de madera

Los elementos que componen un cuadro de madera para galería pueden unirse de distintas formas:

- * Unión en Boca de Lobo.
- * Unión mediante Entalla Simple.
- * Unión mediante Entalla Doble.

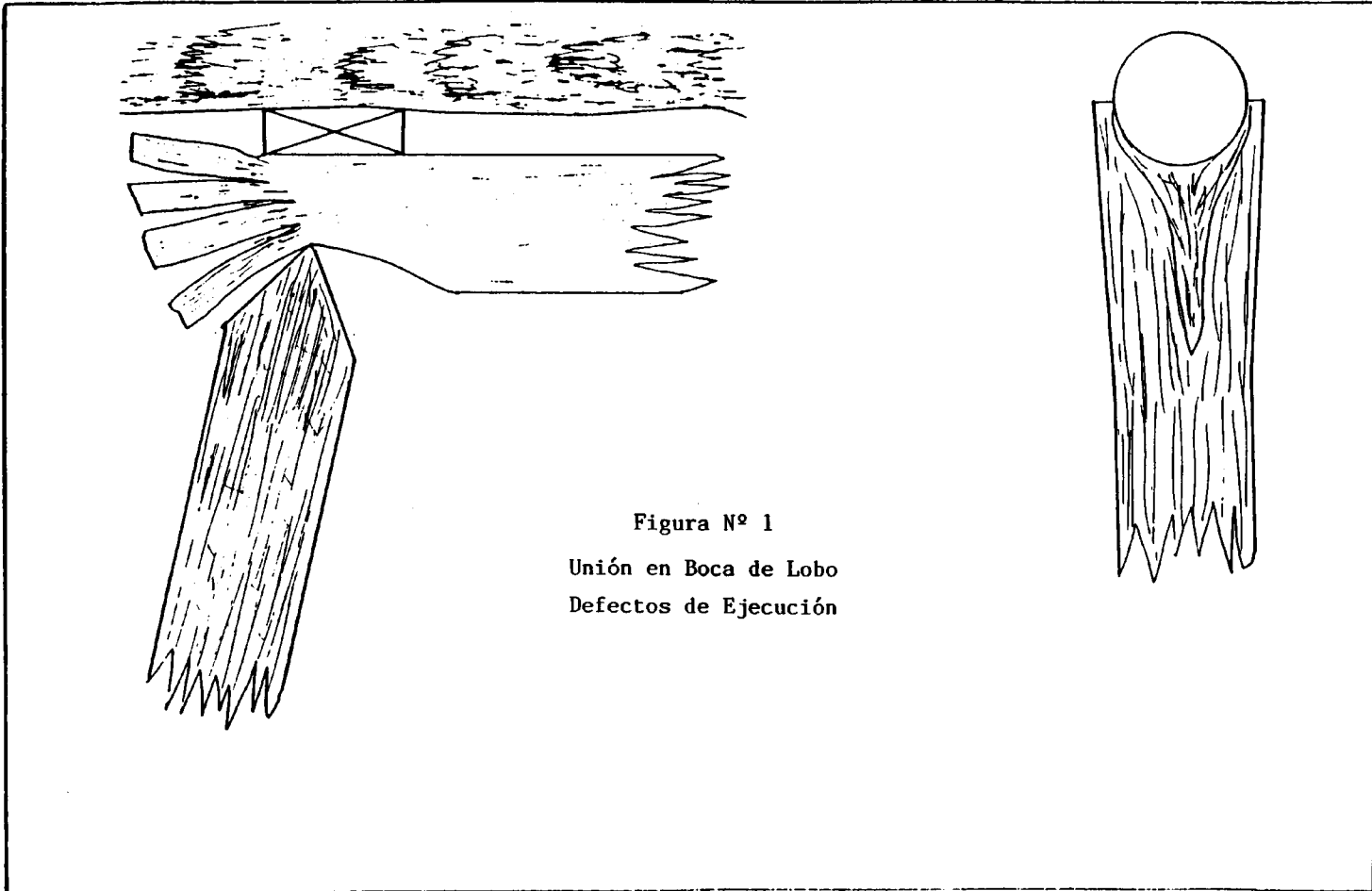
En cualquiera de los casos **debe buscarse el máximo contacto entre las superficies de unión**, por lo que es aconsejable la máxima similitud entre diámetros de trabancas y pies de cuadros, o entre puntalas y bastidores en el caso de cuadros para talleres de arranque.

Unión en Boca de Lobo.

Esta unión, (fig. nº1) es la más simple y por tanto la más utilizada habitualmente, ya que sólo es necesario labrar en forma semicircular uno de los extremos de la pieza de madera, mientras que la trabanca o el bastidor reposan sobre esta moldura conservando intactas sus propiedades resistentes.

Para que la unión esté bien hecha deben cumplirse las siguientes condiciones:

- 1ª.- No labrar en punta, para evitar la rotura de la trabanca por cizallamiento, cuando entre en carga.



2ª.- Redondear el fondo de la boca de lobo acorde con la sección de la trabanca o bastidor, para evitar una boca demasiado profunda que influiría negativamente sobre las características resistentes de la madera.

3ª.- No hacer una boca demasiado plana, que podría facilitar el rodamiento de la trabanca o bastidor.

4ª.- Hacer la boca en la mitad de la sección, para que las dos orejas sean iguales.

La unión en Boca de Lobo **resiste bien a los esfuerzos verticales**, pero se comporta **mal ante los esfuerzos laterales**, por lo que solamente debe utilizarse cuando las sollicitaciones esperadas sean del primer tipo.

Unión mediante Entalla Simple.

Cuando se emplea la entalla simple (fig.nº 2), deben respetarse algunos criterios de realización encaminados a mantener las características resistentes de la madera, a saber:

1ª.- No hacer la entalla demasiado profunda, para evitar el debilitamiento de la trabanca.

2ª.- Las dos caras de la entalla deben formar un ángulo ligeramente superior a los 90º.

3ª.- Las aristas de la entalla realizada en la trabanca, deben ser paralelas a las realizadas en el pie de cuadro.

Esta unión **resiste bien a las presiones verticales** y se comporta **mejor que la unión boca de lobo ante empujes laterales**.

Unión mediante Entalla Doble.

En este tipo de unión (fig. nº3), la entalla se realiza tanto sobre la trabanca como sobre el pie de cuadro.

Esta unión **es la más conveniente para oponerse a los esfuerzos laterales**.

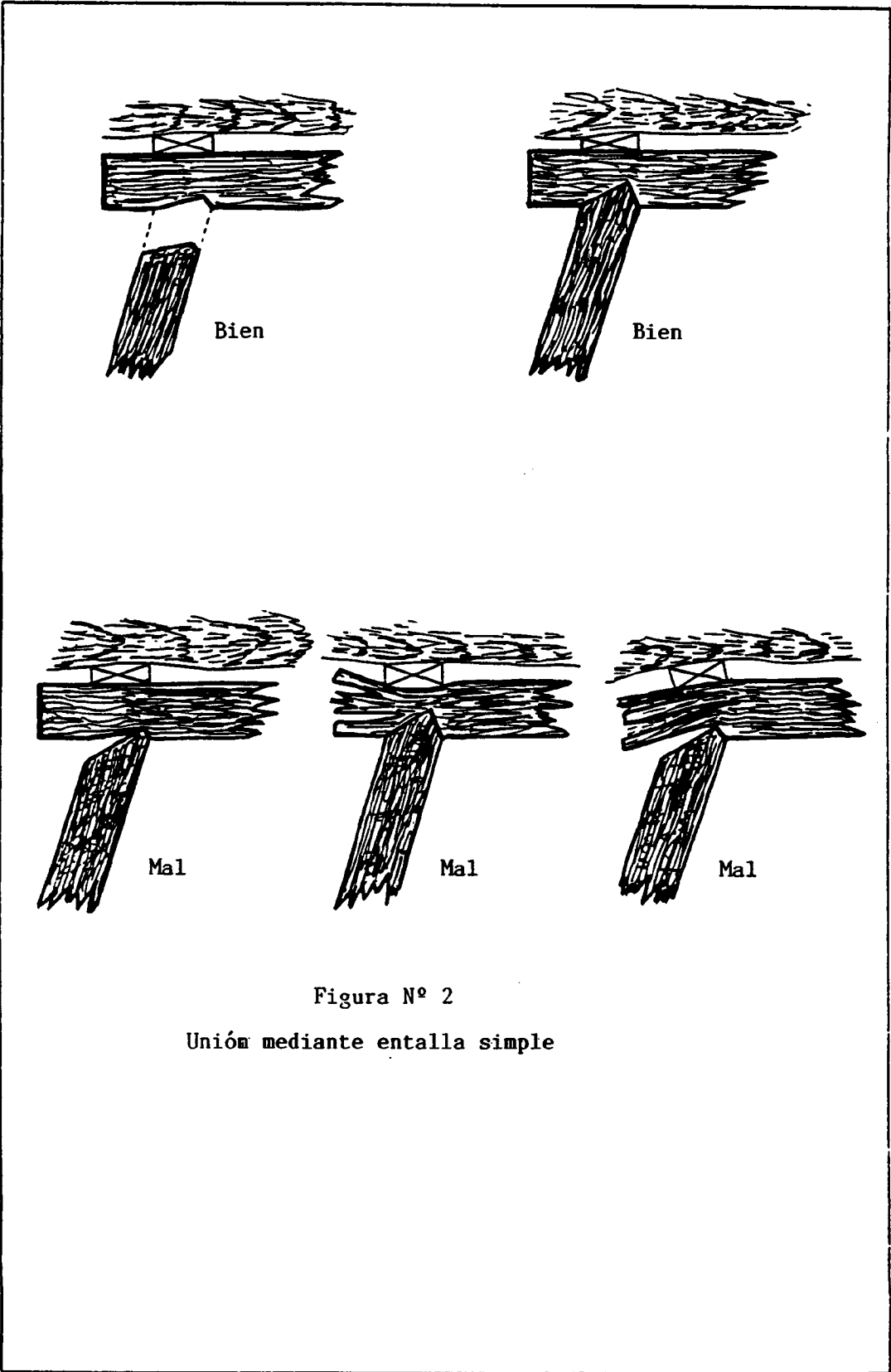
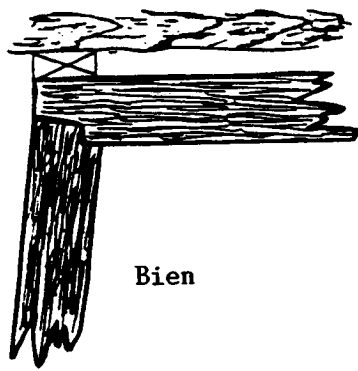
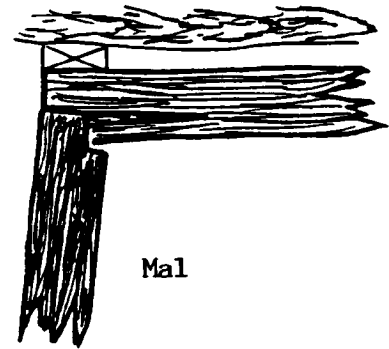


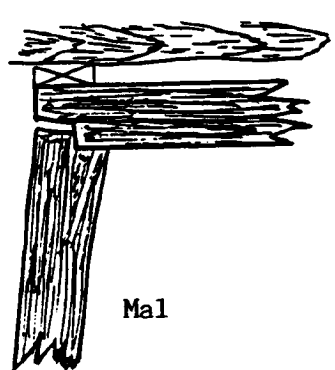
Figura N° 2
Unión mediante entalla simple



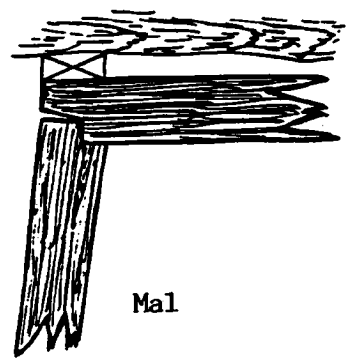
Bien



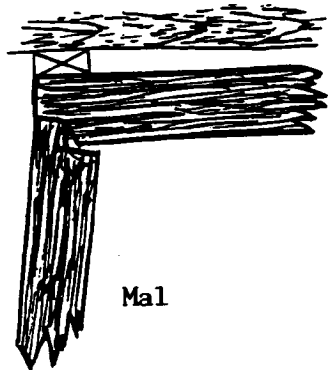
Mal



Mal



Mal



Mal

Figura N° 3

Unión mediante entalla doble

Para su correcto funcionamiento deben respetarse la longitud y profundidad de las entallas realizadas y conseguir un perfecto acoplamiento entre piezas.

6.1.3.1.2. Unión Pies de Cuadro - Piso de Galería.

El anclaje del pie de cuadro (fig. nº4), al piso de la galería o al muro de un taller de arranque, ya que de esta unión depende el reparto de cargas en una zona muy problemática.

Pueden emplearse las siguientes uniones:

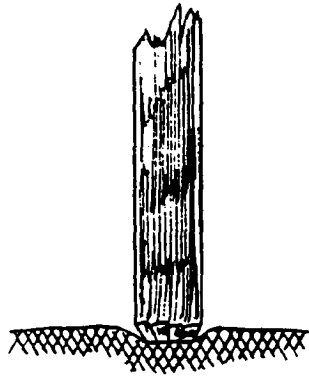
- 1ª.- Base de pie de cuadro biselado y pequeña balsa en el piso o muro, aconsejable cuando éstos son de resistencia media-alta.
- 2ª.- Base de pie de cuadro en punta y balsa profunda, cuando el muro es resistente y el pie de cuadro debe absorber esfuerzos verticales.
- 3ª.- Base de pie de cuadro plana, para muros blandos.
- 4ª.- Base de pie de cuadro biselada y unida a una solera, para caso de pies o muros muy poco resistentes.

6.1.3.1.3. Cuñas y guarnecido.

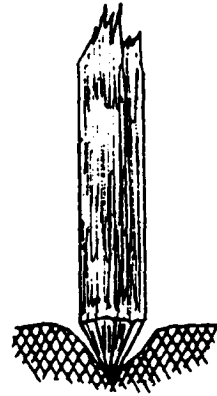
A veces y debido a las sobreexcavaciones que se producen en el terreno, no es posible establecer una **correcta unión entre cuadros y paramentos**, lo cual es muy importante. En estos casos, la unión solidaria entre cuadros debe realizarse a través de elementos auxiliares, siendo las cuñas y el guarnecido los más usuales. En la minería más tradicional las cuñas son de madera y el guarnecido se realiza con madera o escombros de mina.

Cuñas

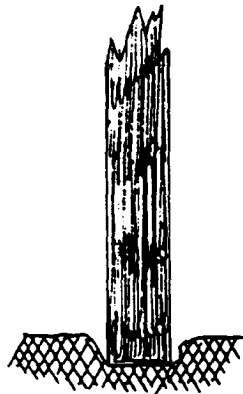
Las cuñas deben colocarse entre las trabancas y el techo, pero nunca entre la oreja de la misma y el techo, ya que en ese caso se produciría la rotura prematura de la trabanca por cizallamiento (fig.n º5).



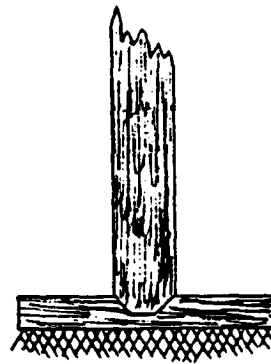
Muro Bueno



Muro muy Bueno



Muro Malo



Muro muy Malo

Figura N° 4.

Unión Piés de Cuadro - Piso de Galeria

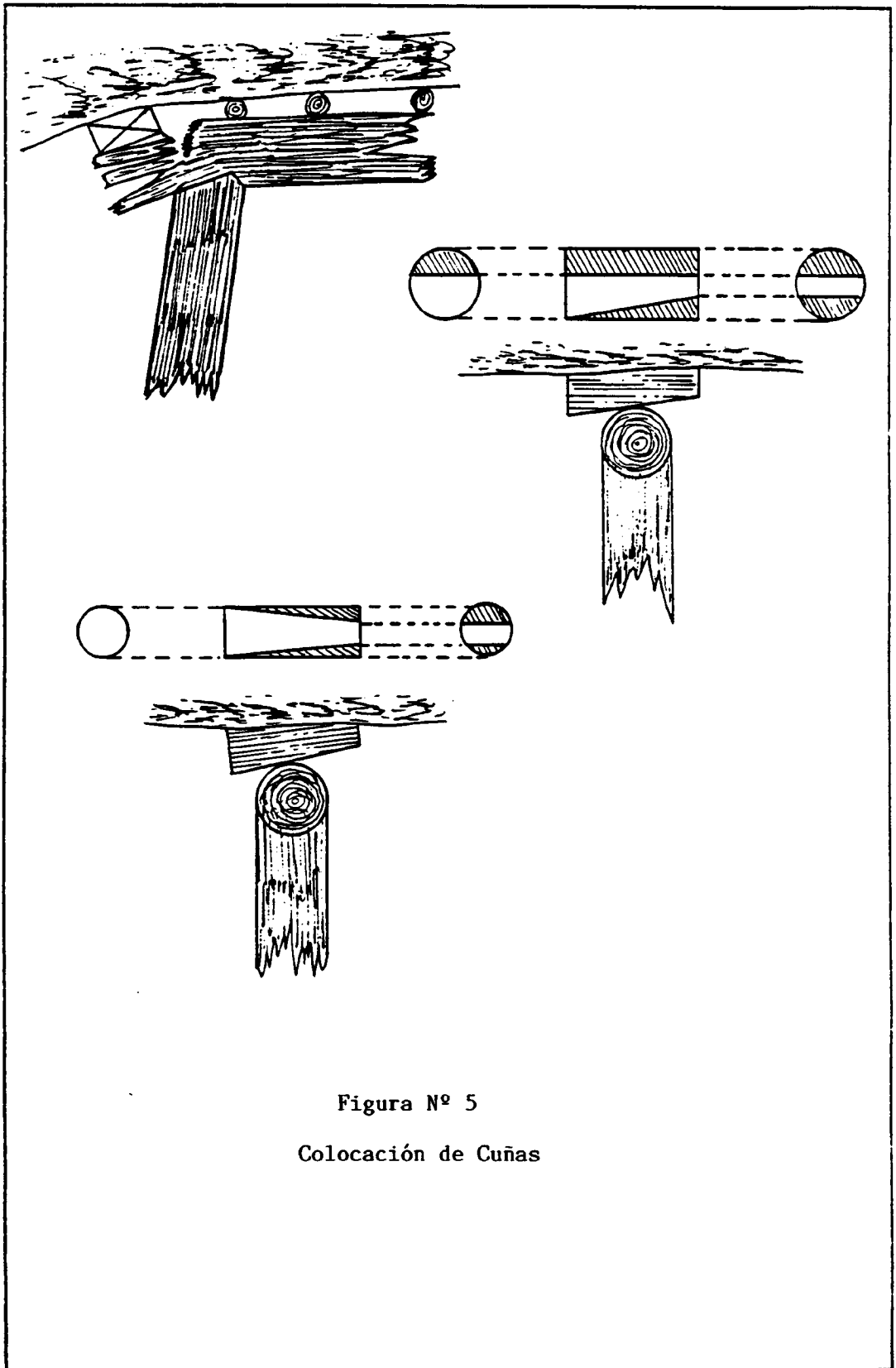


Figura N° 5
Colocación de Cuñas

Las cuñas deben ser suficientemente largas y anchas para poder repartir mejor las presiones que reciben. Cuando sea necesario introducir una cuña por caída de estratos del techo, **nunca se colocará una de sección circular**, ya que podría existir posibilidad de rodamiento. Se deben colocar cuñas con base plana.

Guarnecido

Las cuñas no transmiten la reacción del sostenimiento más que en puntos aislados; por el contrario, el **guarnecido reparte esta reacción** y sirve de protección contra posibles caídas de costeros.

Su colocación se hará de acuerdo con las características del terreno, aunque es preferible colocarlos paralelamente al eje de la galería.

6.1.3.1.4. Fortificación con madera de galerías en carbón en capas inclinadas y verticales.

La madera como elemento de sostenimiento para galerías en carbón puede utilizarse, entre otros casos, en el de capas de potencias medias o reducidas (2 m) inclinadas y explotadas en toda su altura ("rasgao"). En esta situación, la unión entre la trabanca y los pies de cuadro debe realizarse con simple o doble entalla, debiendo quedar el cuadro solidariamente unido al terreno, lo que se logra mediante el empleo del guarnecido necesario y de las cuñas que sean precisas.

El pie de cuadro correspondiente al techo, siempre que sea posible, reposará sobre roca firme, nunca sobre carbón.

En función de la pendiente de la capa pueden adoptarse los sistemas de sostenimiento que se relacionan a continuación:

En capas de pendiente inferior a 55°

Si el techo y el muro de la capa, son de calidad media, no debe franquearse en exceso ni uno ni otro. Se abrirá únicamente la sección necesaria para la colocación del cuadro y se adoptará éste al hueco abierto, introduciendo cuantos elementos sean necesarios en el guarnecido para conseguir una unión perfecta entre terreno y cuadro.

En la fig.nº 6, se representa un ejemplo de este sostenimiento.

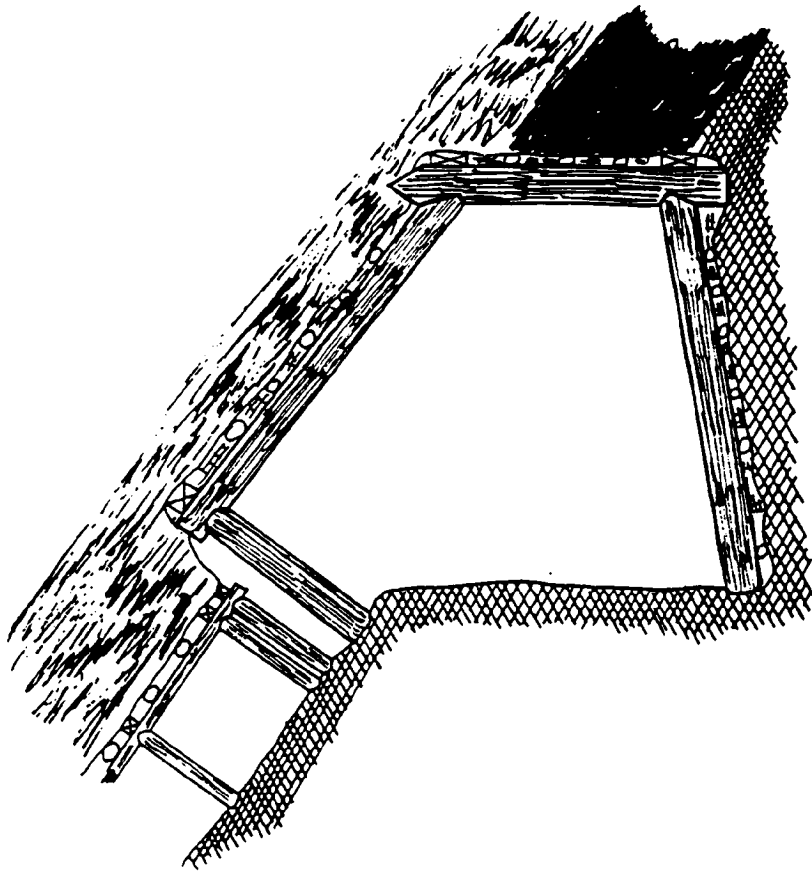


Figura N° 6

Sostenimiento de Galeria de Cabeza
en capas de media pendiente, menos
de 55°, explotadas íntegramente y
hastiales de calidad media.

El pie de muro debe balsearse sobre el piso firme del nivel. El pie de techo estará compuesto por dos piezas, la primera unida a la trabanca por una entalla algo más profunda que en el caso de entibación normal, colocada paralelamente a la pendiente de la estratificación y apoyada sobre una pequeña hendidura en el techo de la capa. La segunda pieza se colocará perpendicularmente a la estratificación, apoyándose por un extremo en el muro de la capa (o sobre un bastidor, si el muro es flojo) y por el otro, en el propio pie de techo.

Cuando se tienen presiones procedentes del techo del nivel, puede colocarse un sostenimiento ligeramente más fuerte, fig.nº 7, en el cual la unión entre las dos piezas del pie de techo se realiza a través de una longarina y el cabeceado correspondiente de ambas piezas. Este sostenimiento solidariza, en cierto modo, a las trabancas de los distintos cuadros, haciendo que trabajen mejor ante los esfuerzos a soportar.

Si el muro es muy bueno, y con el fin de disminuir la sección del hueco abierto, puede adoptarse un sostenimiento como el representado en la fig. nº 8.

En capas de pendiente superior a 55°

En este tipo de capas, debe evitarse siempre que sea posible, franquear el techo de la misma, a fin de no provocar posibles desplomes y deslizamientos de estratos.

El pie de cuadro correspondiente al muro debe embalsarse en el piso de la galería. Por el contrario, el pie de cuadro correspondiente al techo no puede ni debe embalsarse sobre el mismo piso. La forma de realizar su embalsamiento dependerá de la potencia de la capa. Así, para potencias pequeñas puede adoptarse la solución que se representa en la fig. nº 9. Puede hacerse balsa en techo y muro si son de buena calidad, o colocar bastidores o cuñas para recibir a la solera en caso de hastiales débiles.

Las soleras deben colocarse, preferentemente, durante el avance del frente, en lugar de durante el paso del taller.

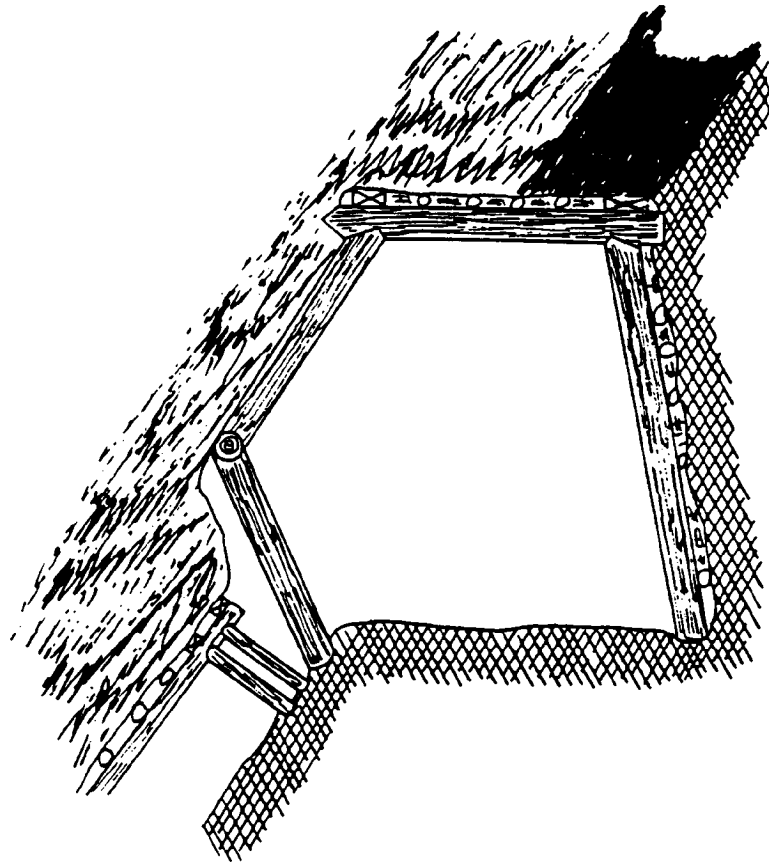


Figura N° 7

Sostenimiento de Galeria de Cabeza
en capas de media pendiente, menos
de 55°, hastiales de calidad media
y existencia de presiones prove--
nientes del techo.

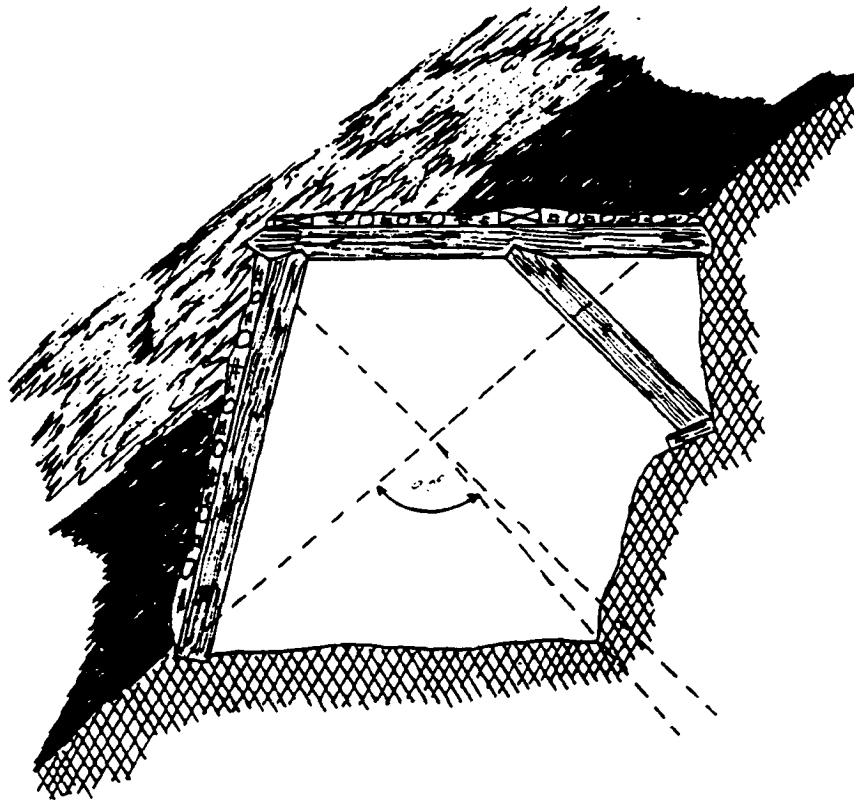


Figura N° 8

Sostenimiento de Galeria de Cabeza
en capas de media pendiente, menos
de 55°, muro muy bueno.

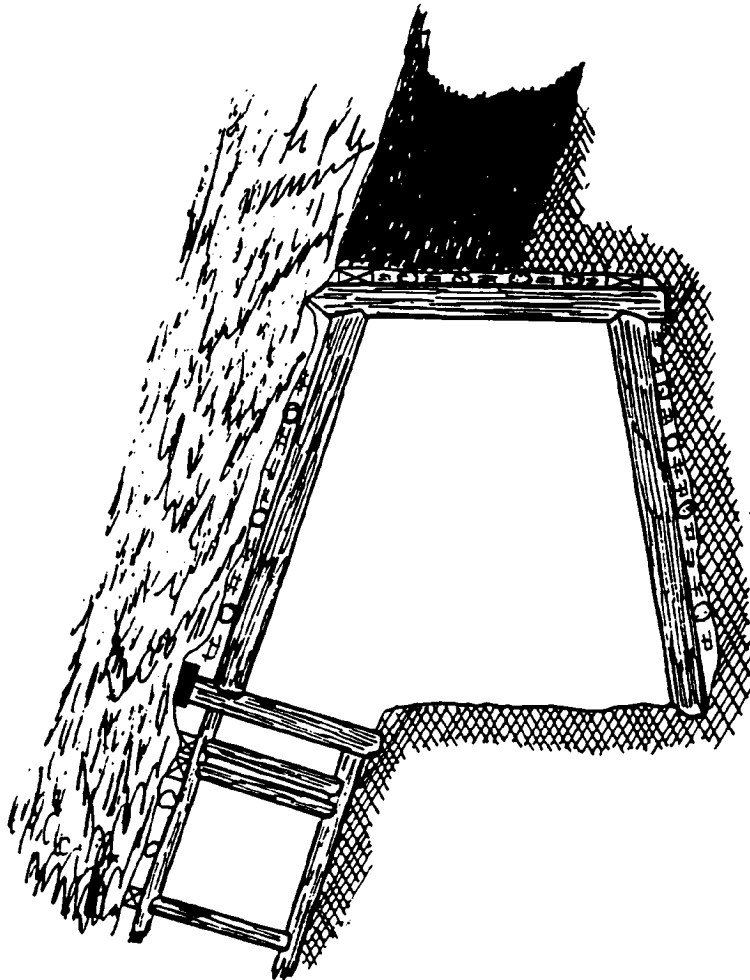


Figura N° 9

Sostenimiento de Galeria de Cabeza en capas de fuerte pendiente, más de 55°, potencias menores de 1,5 m explotadas íntegramente y con hastiales de calidad media.

Cuando la potencia de la capa es de media a grande, debe adoptarse un sostenimiento como el representado en la fig.nº 10, debiendo tener en cuenta que durante el paso del tajo habrán de colocarse soleras suplementarias para aguantar el pie de cuadro y las soleras iniciales, conjunto que una vez pasado el tajo, descansará sobre el relleno.

Si la potencia de la capa es de media a grande y su inclinación de 90º, es aconsejable la utilización de un sostenimiento tal y como se representa en la fig.nº 11.

No debe olvidarse que en definitiva será la calidad de los terrenos la que dictamine, tanto el tipo de sostenimiento a emplear como la distancia de posteo aconsejable.

6.1.3.1.5. Refuerzo de galerías entibadas con madera.

Cuando la presión ejercida por los terrenos que rodean al hueco abierto en un macizo rocoso supera las características resistentes de los elementos que componen la entibación, es necesario recurrir a un reforzamiento de la misma para evitar el colapso del hueco abierto.

Los esfuerzos suplementarios que ha de resistir la entibación pueden proceder de:

- Presión de la corona.
- Presión de los hastiales.
- Presiones combinadas de corona y hastiales.

Para contrarrestar las presiones que la corona de la guía ejerce sobre el sostenimiento, pueden adoptarse varias soluciones:

- A.- Colocación de un puntal entre trabanca y piso de galería, fig.nº 12. Esta solución sólo es aconsejable cuando el refuerzo es provisional, hasta la sustitución del cuadro o la galería esté fuera de servicios.
- B.- Colocación de tirantes o arriostramiento entre trabanca y pies. Esta solución representada en la fig.nº 13, presenta la ventaja de que los esfuerzos de flexión que ha de soportar la trabanca son absorbidos por los tirantes y repartidos entre

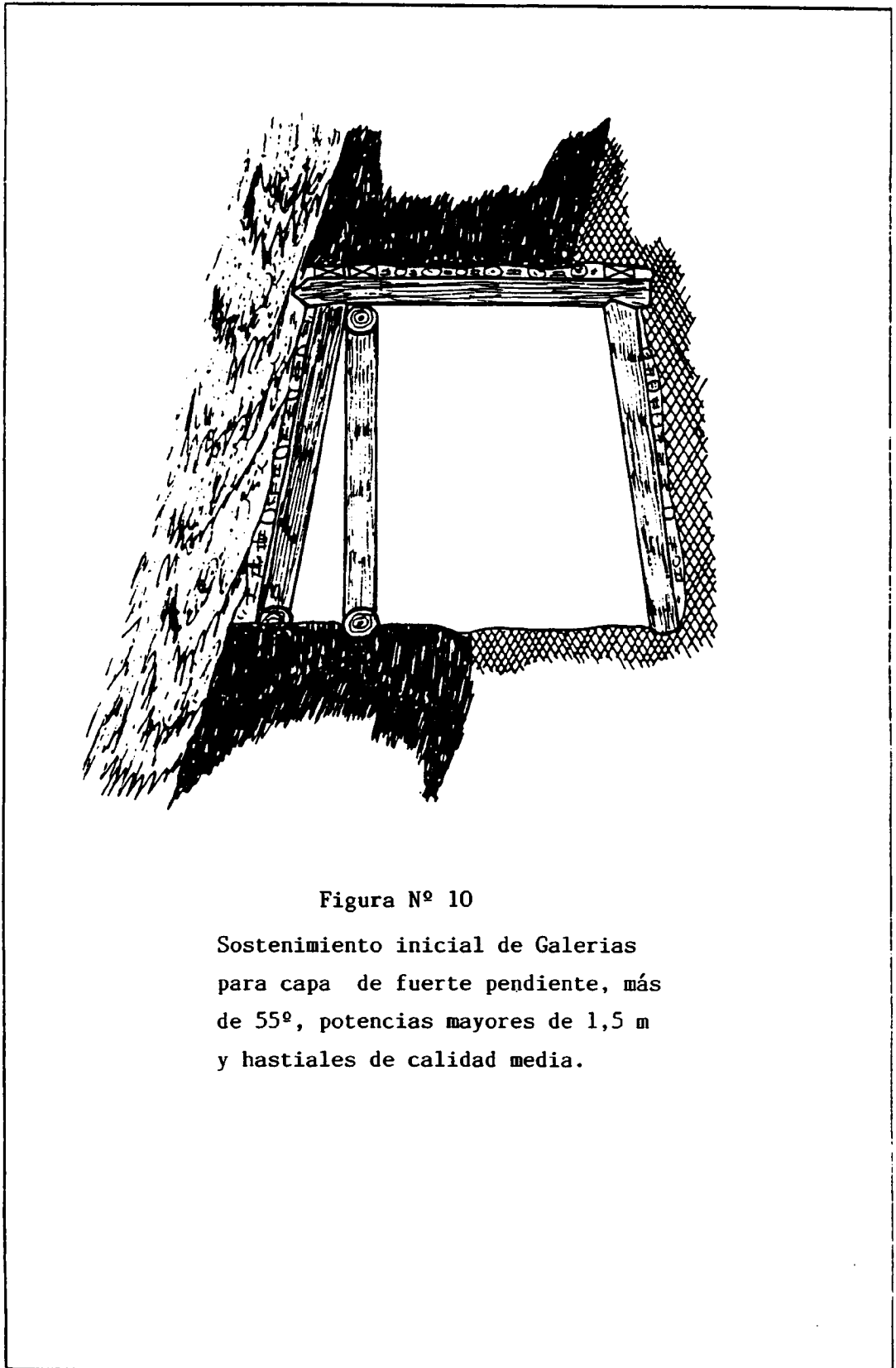


Figura N° 10

Sostenimiento inicial de Galerias
para capa de fuerte pendiente, más
de 55° , potencias mayores de 1,5 m
y hastiales de calidad media.

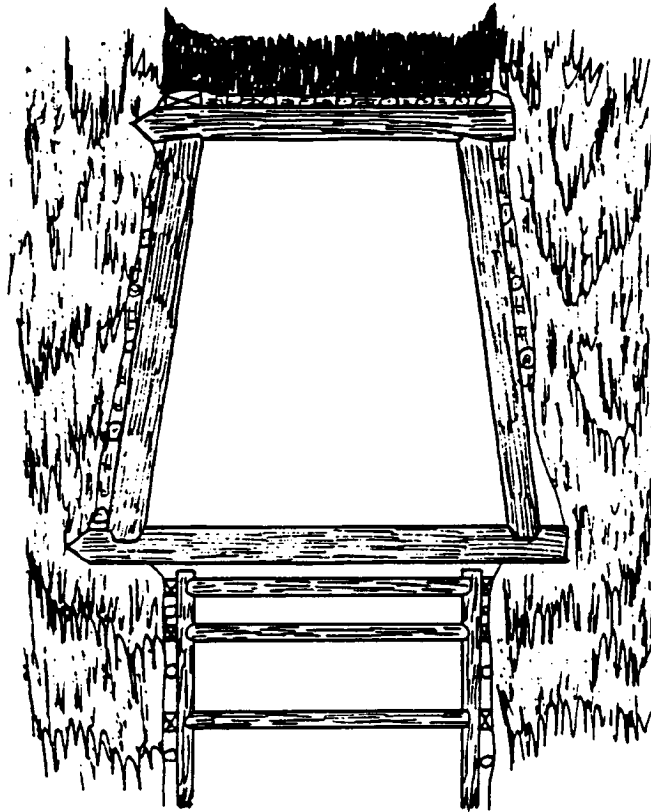


Figura N^o 11

Sostenimiento de Galeria de Cabeza
capas de 90^o, potencias mayores de
1,5 m, explotadas integramente y
hastiales de calidad media.

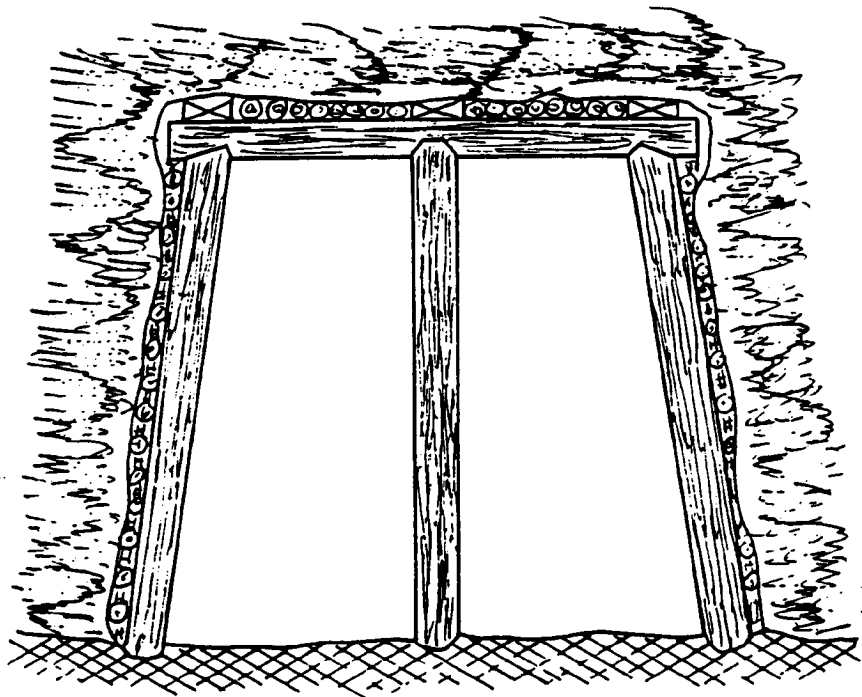


Figura N° 12

Refuerzo del sostenimiento, puntal
entre trabanca y piso de galeria.

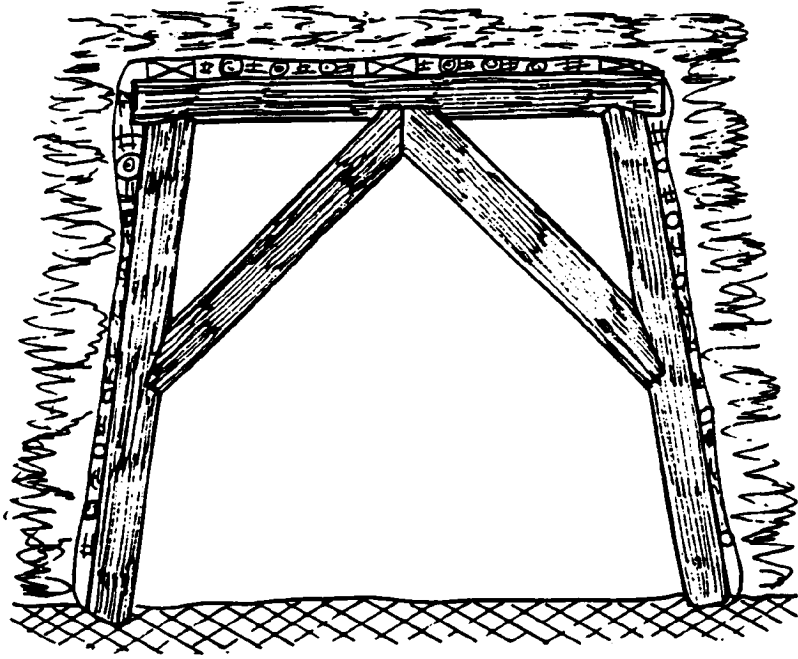


Figura N° 13

Refuerzo del sostenimiento, arriostro-
miento entre trabanca y piés de cuadro.

los pies de cuadro. Por otro lado, apenas se disminuye la sección de la galería. Debe tenerse cuidado a la hora de realizar las entallas para no disminuir excesivamente las características resistentes de trabanca y pies.

C.- Si las presiones se manifiestan por una rotura de los pies de cuadro debe recurrirse al doblaje de los mismos. Fig.nº 14.

Si la presión que se ejerce sobre el sostenimiento proviene de los hastiales de la galería y el sostenimiento tiende a debilitarse en la cabeza del cuadro (unión pie-trabanca), la misma debe realizarse mediante simple o doble entalla. Igualmente, puede colocarse un tresillón de refuerzo bajo la trabanca, como muestra la fig.nº 15.

Cuando las galerías tienen altura suficiente, puede colocarse un puntal horizontal que une los pies de cuadro, y que se opone a la flexión y al pandeo de los mismos. (Fig.nº 16).

Cuando las galerías discurren por terrenos muy descompuestos o con gran parte de su sección en carbón, es necesario reforzar el sostenimiento, lo que puede realizarse disminuyendo la distancia de posteo o recurriendo a sostenimientos más resistentes y complejos, como los cuadros cruzados o el enmaderamiento en ángulo con el empleo de longarinas.

El refuerzo del sostenimiento provisional mediante el enmaderamiento en ángulo, puede efectuarse de distintas formas según los resultados que se pretenden obtener.

En el enmaderamiento en ángulo con una sola longarina (fig.nº 17), ésta debe situarse bajo las trabancas, en contacto con ellas y ligadas con los pies de cuadro mediante dos puntales. La unión puntal-longarina se realiza en boca de lobo.

Cuando el ancho de la galería lo permita, el enmaderamiento en ángulo debe hacerse con el empleo de tres longarinas o de cuatro (figs.nº 18 y 19), si la galería está equipada con doble vía y es de sección grande.

En el caso de **pisos de galerías propensos a hinchamientos** puede utilizarse un refuerzo en ángulo con seis longarinas (cuadro cerrado) (fig.nº 20), ya que su resistencia es superior al empleo de un sostenimiento apoyado sobre soleras.

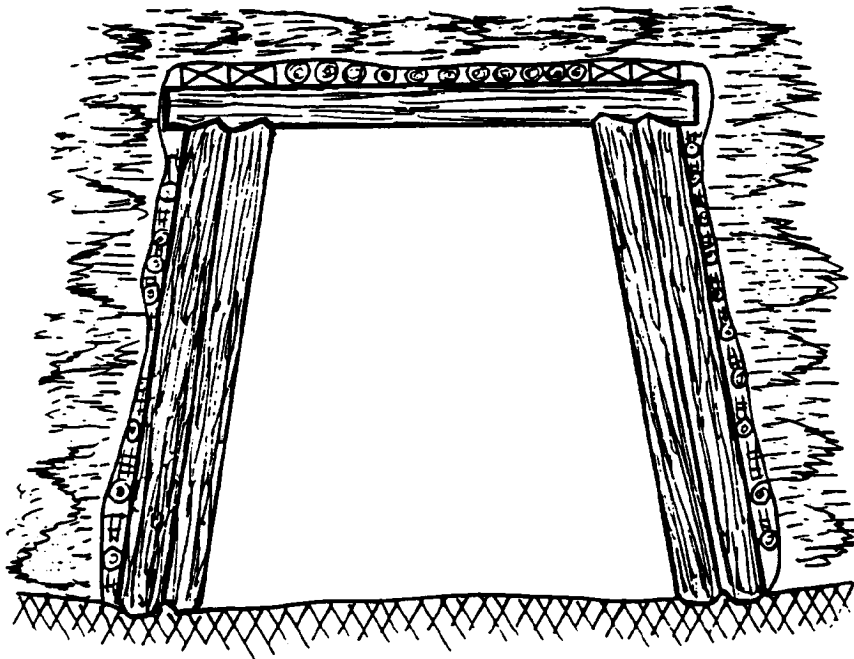


Figura Nº 14

Refuerzo del sostenimiento, doblaje
de los piés de cuadro.

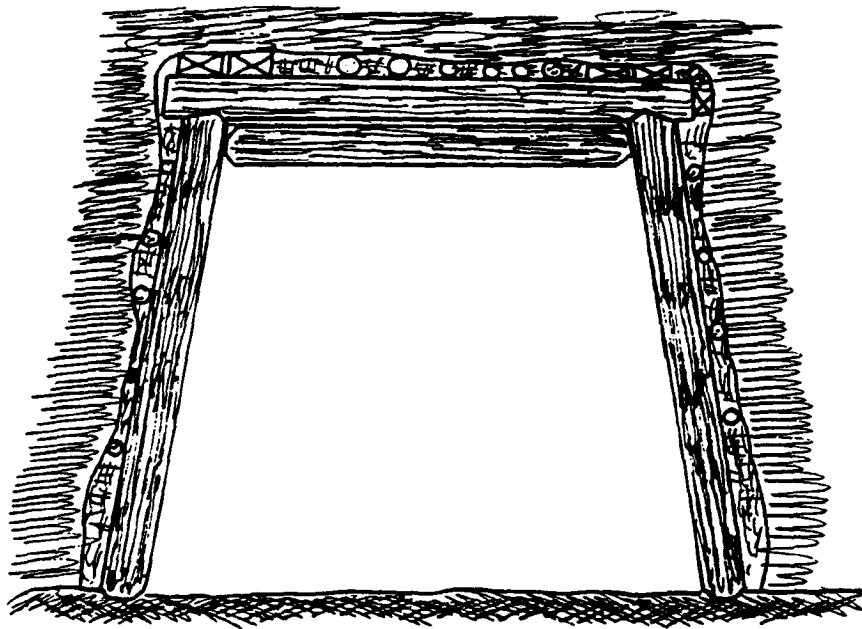


Figura N^o. 15

Refuerzo del sostenimiento, doblaje
de la trabanca.

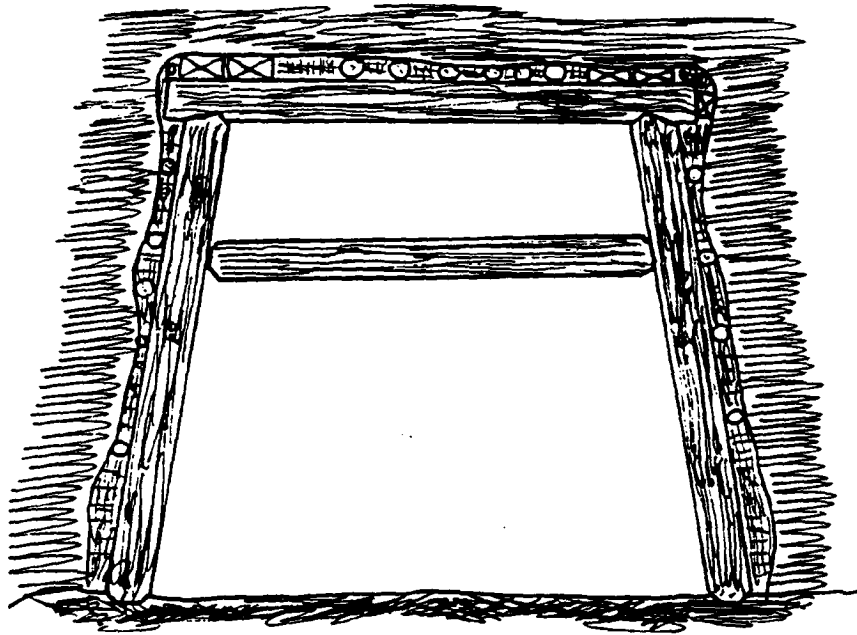


Figura N° 16
Refuerzo del sostenimiento, puntal
entre piés de cuadro.

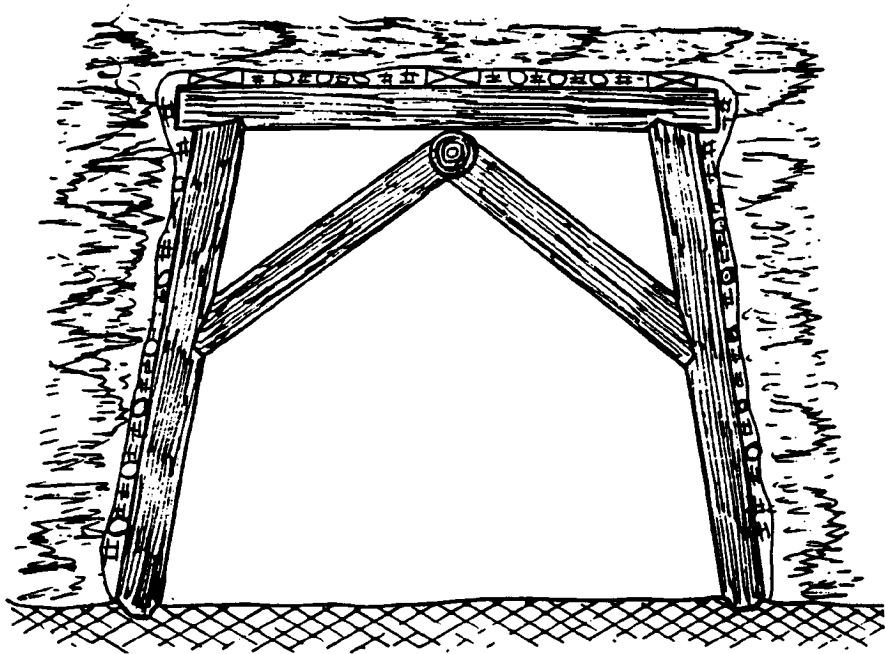


Figura Nº 17

Refuerzo del sostenimiento, enmaderamiento en ángulo con una longarina.

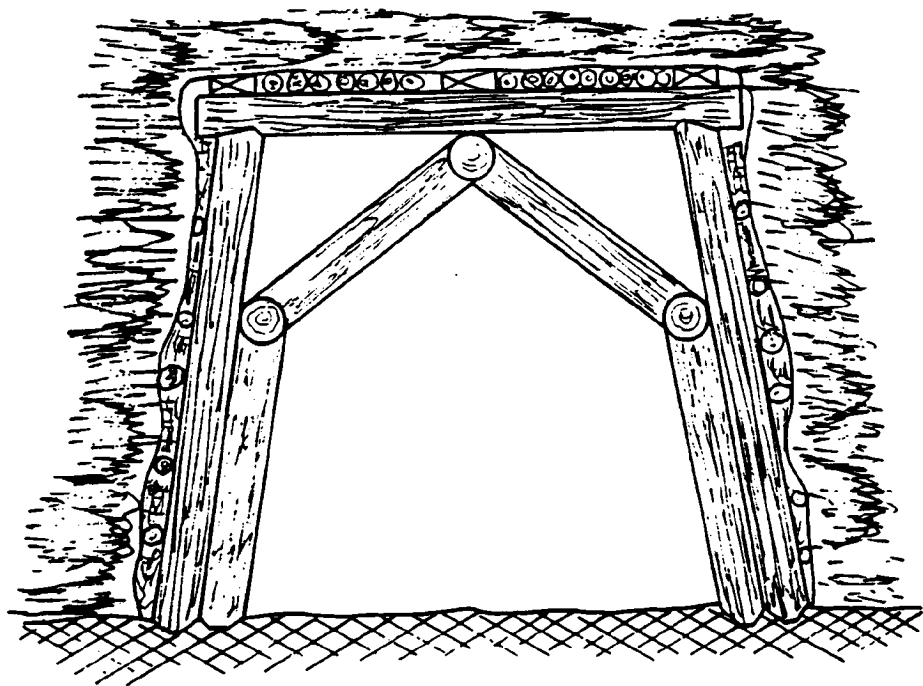


Figura N° 18

Refuerzo del sostenimiento, en maderamiento en ángulo con tres longarinas.

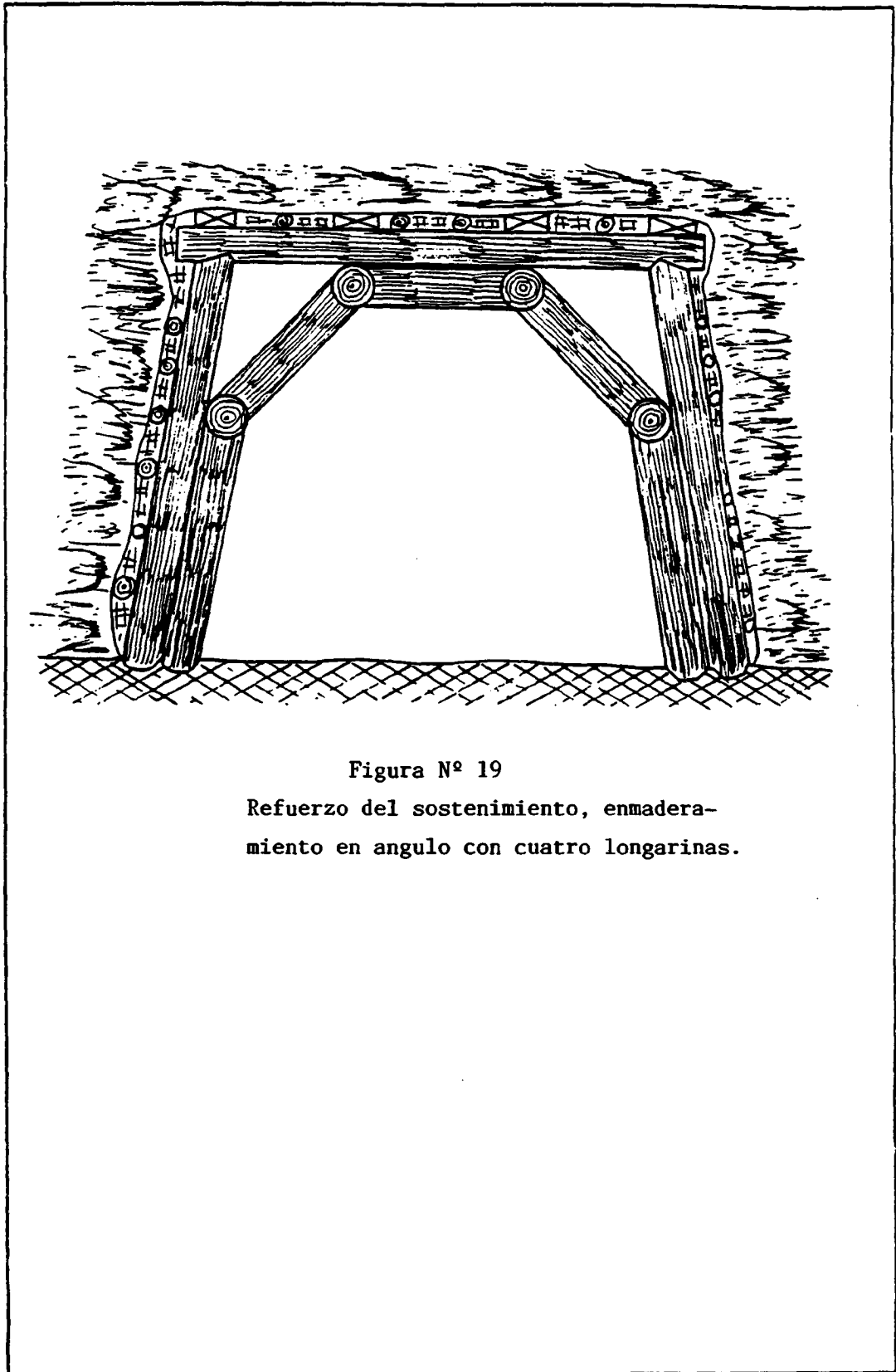


Figura Nº 19

Refuerzo del sostenimiento, enmaderamiento en angulo con cuatro longarinas.

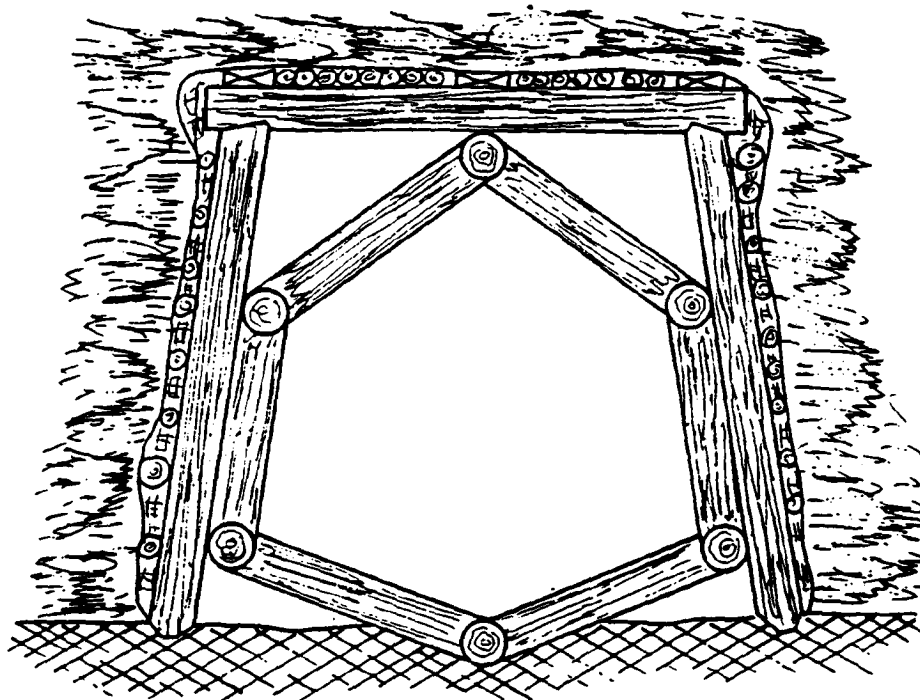


Figura N° 20

Refuerzo del sostenimiento, en maderamiento en ángulo con seis longarinas.

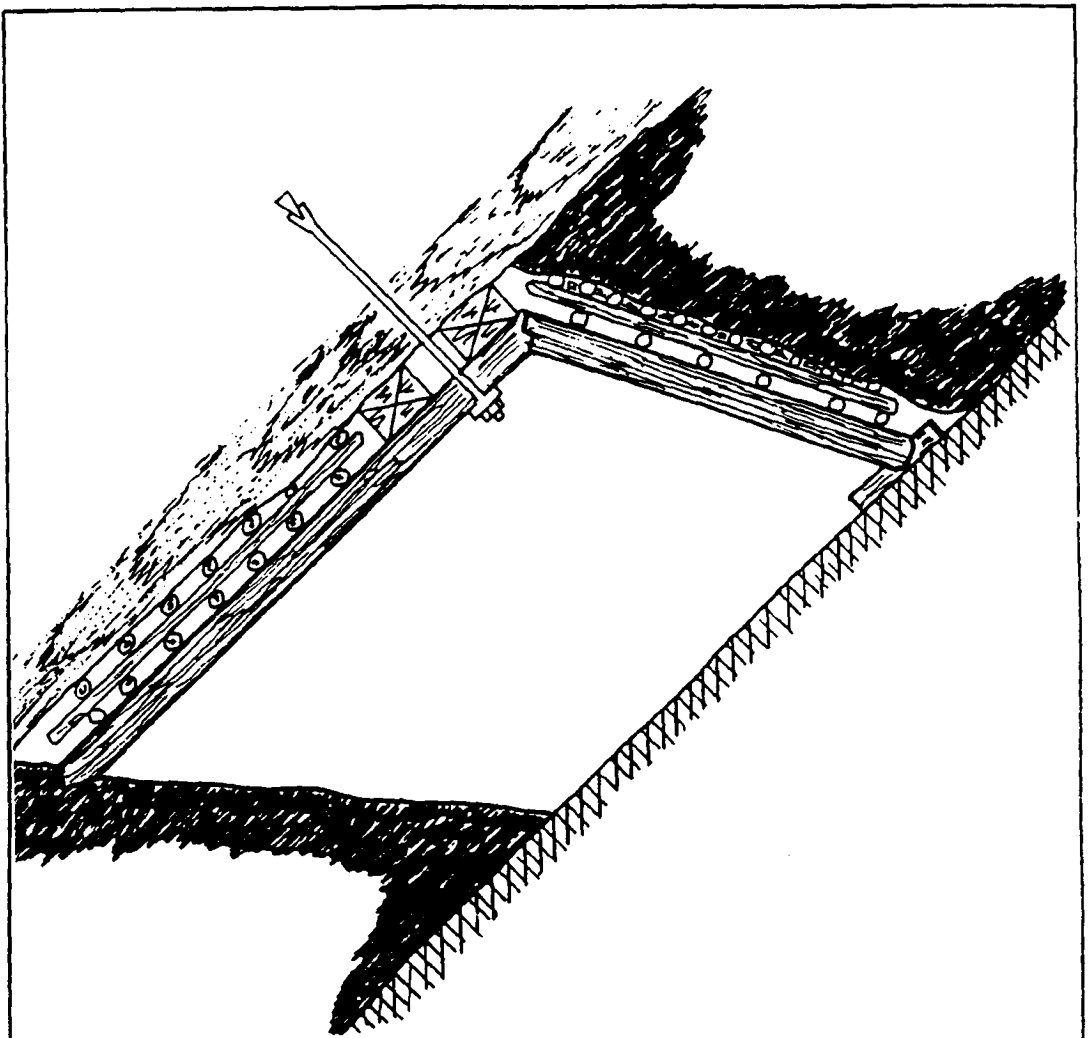


Figura Nº 22

Sostenimiento de galerías de preparación en capas potentes, pendientes menores de 35° y presiones en la zona de techo.

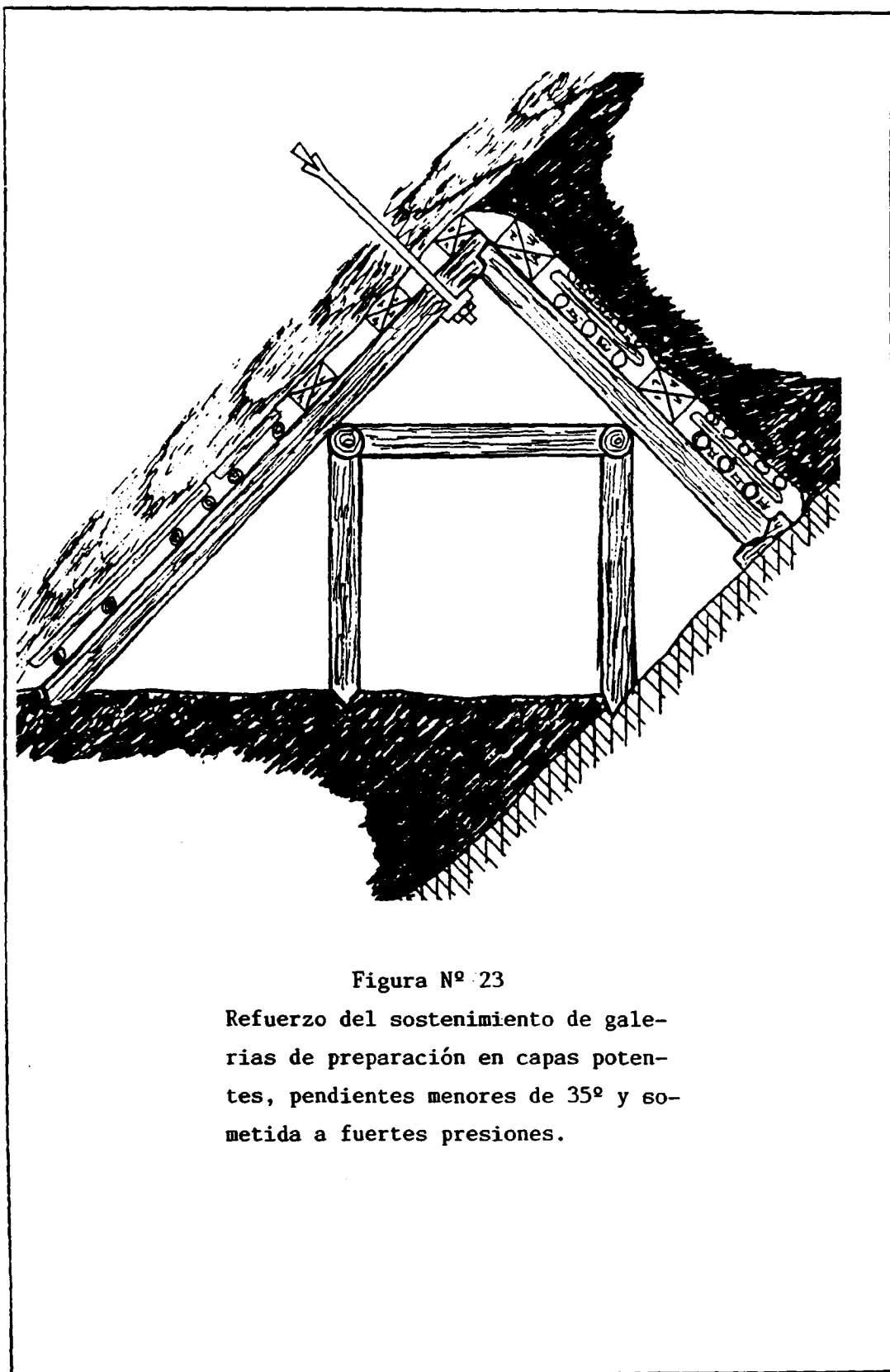


Figura N^o 23

Refuerzo del sostenimiento de galerías de preparación en capas potentes, pendientes menores de 35° y sometida a fuertes presiones.

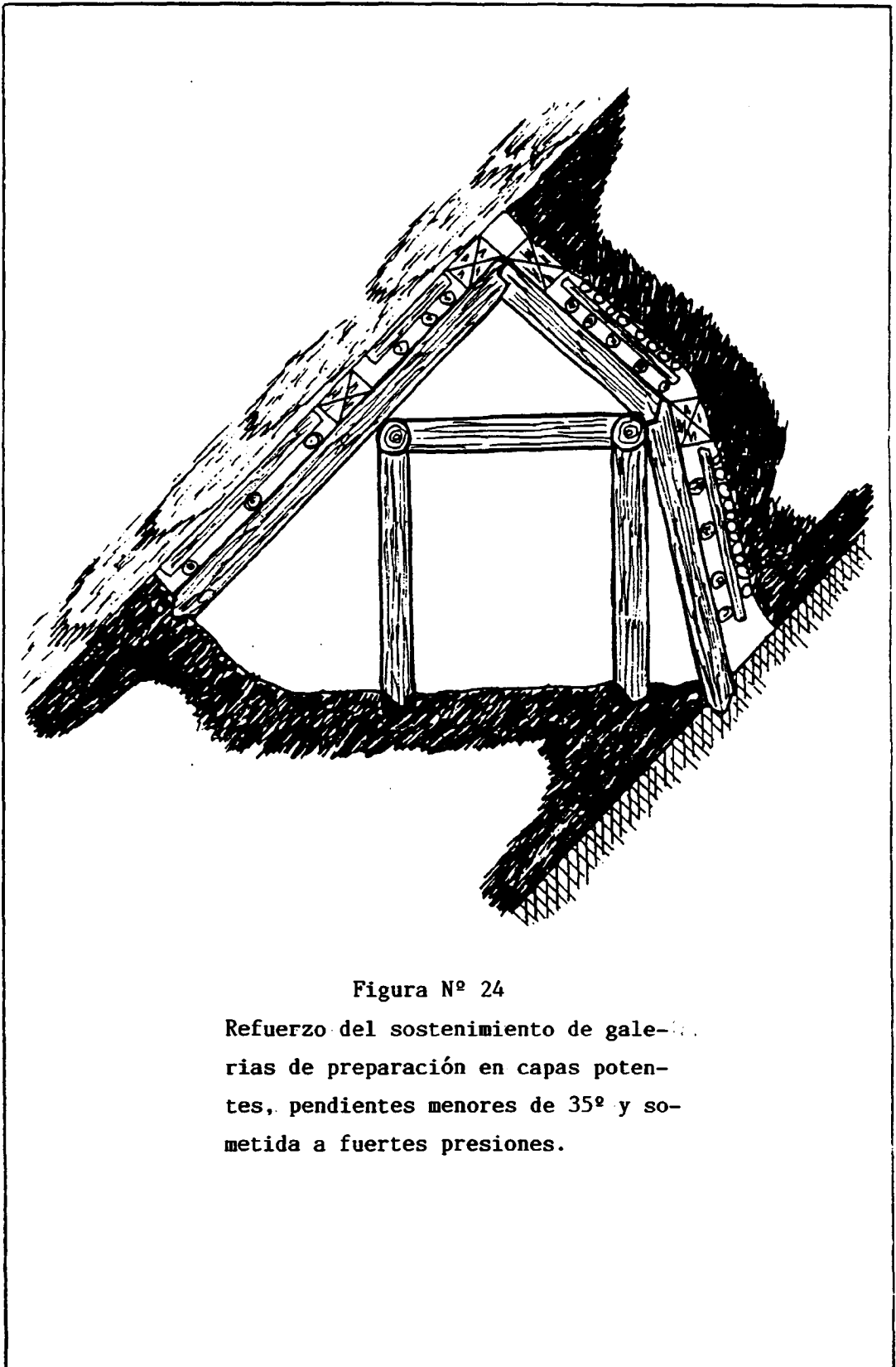


Figura N^o 24

Refuerzo del sostenimiento de galerías de preparación en capas potentes, pendientes menores de 35° y sometida a fuertes presiones.

Sección de las galerías

En general, es la vida media previsible de las galerías la que debe decidir la sección a adoptar. **Los técnicos deben diseñar la sección de acuerdo con los cálculos y previsiones que realicen en función de sus necesidades.**

La elección de una sección amplia, en previsión de presiones que puedan reducirla con el tiempo, tiene la ventaja de evitar estajas. Puede parecer, en principio, ésta una práctica poco acertada, ya que lo correcto sería propiciar las condiciones previas que eviten la pérdida de sección. No obstante, aunque esto último sea preferible, no hay que perder de vista que la práctica parece confirmar que a veces es mejor llevar mayores secciones en galerías de larga duración.

Perfil

El perfil más comúnmente empleado es el de TH de 16,5 kg/m, tanto para secciones de 7m^2 (1UF) como de 9m^2 (2UA).

Teniendo en cuenta la vida media más usual de las galerías en carbón, debe tenderse en secciones de 9m^2 , al empleo de perfiles de 21kg/m y, en ciertas condiciones, hasta de 29kg/m. Los perfiles de 16,5kg/m en estas galerías y a la profundidades actuales quizás resulten, a la larga, más caros si la galería debe mantenerse durante un espacio prolongado de tiempo.

Fortificación auxiliar.

Se entiende como tal, la necesaria entre dos cuadros metálicos contiguos.

Normalmente se realiza con tresillones de arriostramiento entre cuadros y sobre ellos piquetes pasantes con piezas de eucalipto de 3" y 4". Teniendo en cuenta la duración de la galería, es procedente ir a piezas de 5", al menos en la superficie próxima a la corona de la galería.

6.1.3.3. OTROS SISTEMAS DE FORTIFICACION.

Se han realizado intentos de fortificación de galerías en carbón con bulones de anclaje repartido. En el caso más simple, el bulonaje realiza un "cosido" o anclaje de un banco de roca a los próximos de mayor consistencia y aumenta la cohesión del macizo en su radio de influencia. Hasta la fecha, se ha intentado utilizarlo en carbón con mayor o menor éxito, y los resultados no son generalizables.

Es galerías en carbón, constituye una alternativa importante como elemento de refuerzo, en un sistema mixto que combine el bulonaje con otros elementos de sostenimiento. En terrenos trastornados, fisurados por el agua y cuarteados por presiones, no parece poder pensarse en el uso exclusivo de bulones.

Puede considerarse el emplazar bulones en la galería superior, sujetando el techo. También se pueden colocar dentro del taller, en el rasgado de la serie trasera, por debajo del nivel de la galería y en las proximidades de ésta.

Igualmente, en la galería inferior, cuando se lleve el taller de rasgado, puede realizarse el bulonado del muro, dentro del taller por encima de las trabancas, al objeto de fijarlo y evitar presiones laterales sobre los cuadros.

En ambos casos la disposición y densidad del bulonaje debe ser definida de acuerdo con las características de cada labor y su entorno.

Otros sistemas, como el hormigón proyectado, de utilización en galerías de infraestructura, en las condiciones actuales no parecen constituirse en alternativas operativa ni económicamente rentables en las galerías en carbón.

6.1.4. METODOLOGÍA DE AVANCE EN LAS GALERIAS EN CARBON.

A continuación se presentan las cuestiones prácticas más importantes, en relación con el avance de las galerías en carbón. La seguridad en la operación es el principal aspecto que se tiene en cuenta.

6.1.4.1. AVANCE DE LA GALERIA SUPERIOR E INFERIOR EN VIRGEN.

En este apartado solo se considerarán el trazaje de galerías en carbón, saliéndose del objetivo del proyecto aquellas galerías que aunque de acompañamiento, discurren en estéril.

Es muy importante destacar que todo lo que se plantea en este y otros apartados del presente trabajo **se refiere a labores en capas sin gas, o con cantidades que no influyen sensiblemente en el comportamiento del macizo.** Todas las reglas y recomendaciones de buena práctica minera que se dan **son aplicables en todos los casos, aunque en capas que pueden presentar derrabes gaseados u otros fenómenos gasodinámicos, puede que no sean suficientes estas medidas.** En estos casos, más complejos de tratar, se requieren medidas que no se pueden generalizar, por lo que la dirección técnica de la mina es quien debe dar y hacer llevar a cabo las directrices más adecuadas en cada caso.

Para el estudio general que aquí se presenta, se dividen las galerías en tres grupos:

- Avance a plena sección en carbón.
- Avance mediante regadura de la capa y arranque del estéril con perforación y voladura.
- Avance de niveles.

6.1.4.1.1. Avance a plena sección en carbón.

En condiciones normales, a profundidades moderadas puede controlarse la estabilidad de las galerías en carbón realizadas a plena sección en capas potentes, si se respetan unas cuantas reglas de operación.

Los criterios de diseño (sostenimiento, dimensiones, etc.) deben ser dictados por los técnicos, que tendrán en cuenta las necesidades de servicio en cada caso, las características del carbón y del entorno, la influencia de otras labores y, en general, las tensiones a las que va a ser sometida la galería durante su vida útil.

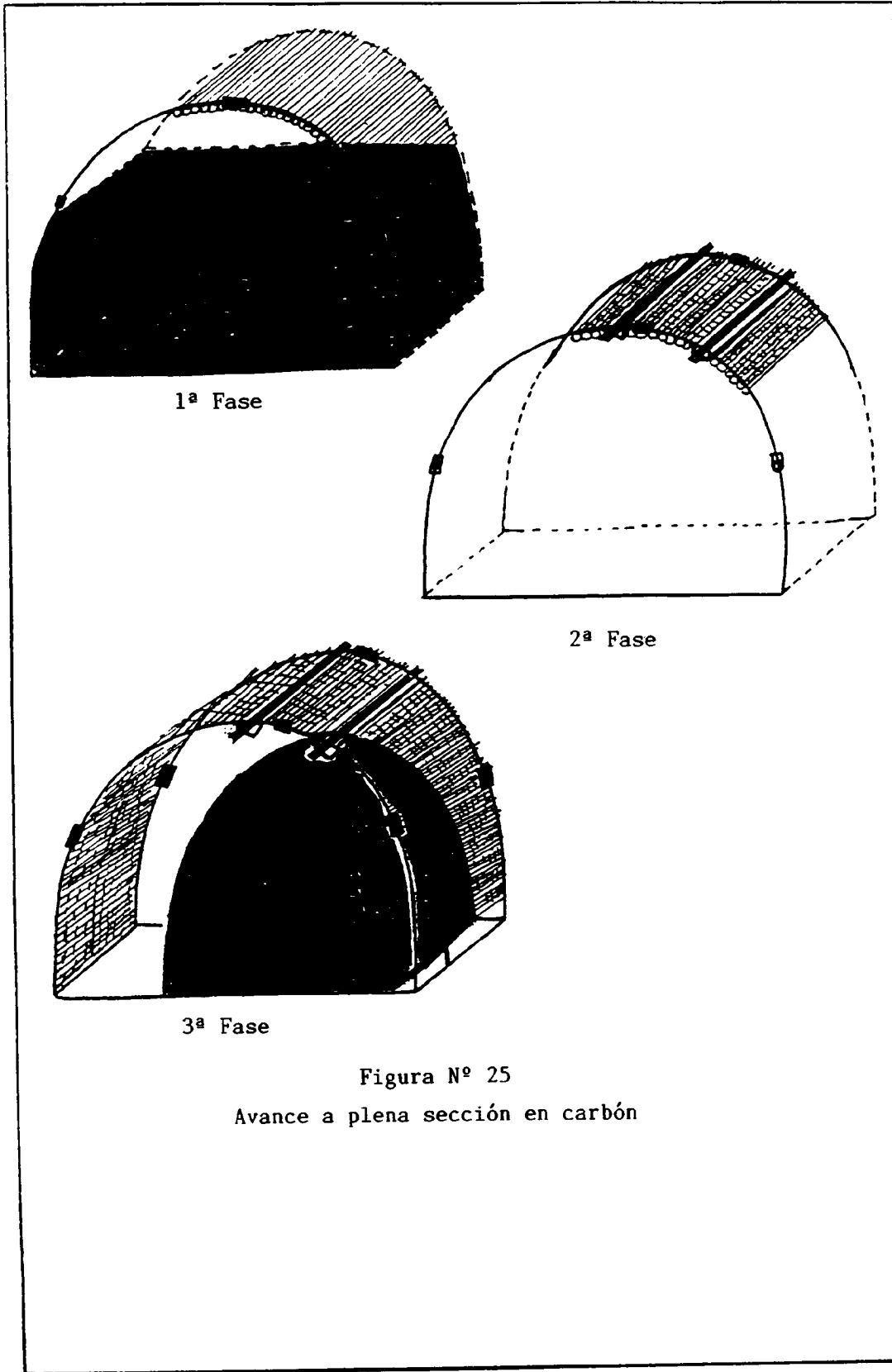
El avance puede realizarse con martillos picadores, con explosivos o con minadores. El presente trabajo se centra en las condiciones más habituales de las minas más tradicionales españolas, en las que los avances no son mecanizados. Hay que recordar que este documento va dirigido a los trabajadores que realizan los avances y a los vigilantes.

Modo operativo.

El avance en carbón y a plena sección, debe realizarse siguiendo unas pautas previamente establecidas, ya que es una labor no exenta de riesgo de derrambes y que debe ser ejecutada por personal cualificado.

Un ciclo de avance en este tipo de galerías debe comprender al menos las siguientes fases (fig.nº 25):

- 1ª.- Obsevación detallada del frente de avance.
- 2ª.- Saneo del frente.
- 3ª.- Realización de la corona.
- 4ª.- Embastonado completo de la corona.
- 5ª.- Colocación de alargaderas metálicas.
- 6ª.- Colocación de la trabanca.
- 7ª.- Franqueo de hastiales en carbón, y guarnecido de los mismos.
- 8ª.- Colocación de piés de cuadro.
- 9ª.- Colocación de tresillones entre cuadros.
- 10ª.- Acuñar los cuadros al terreno.
- 11ª.- Arranque del carbón del replé.
- 12ª.- Repetición del ciclo.



1ª Fase

2ª Fase

3ª Fase

Figura Nº 25

Avance a plena sección en carbón

Aún respetando el criterio operativo expuesto, puede producirse un derrabe de carbón proveniente de la corona del frente (más raramente de los hastiales). Este suele tener su origen en cuñas o bloques, que se producen en la zona superior del frente de avance, debido a la existencia de trastornos geológicos, fundamentalmente a lo que se conoce en términos mineros como "bizcortas" (familias de diaclasas que se cortan en un punto común). Si el peso de ese volumen de carbón suelto no puede ser aguantado por el sostenimiento provisional (empiquetadura) se produce el derrabe. En estos casos, es conveniente apuntalar la embastonada.

De este modo, además de reforzar el frente de avance, en caso de riesgo de incidente, los operarios disponen de dos ventajas adicionales desde el punto de vista de la seguridad: por un lado, la empiquetadura, suele avisar de la presión que está recibiendo, antes de romper, y por otro, el carbón no invadiría las proximidades del frente bruscamente, ya que la misma corona del macizo que queda por arrancar le serviría de contención.

Por tanto y como medida fundamental en prevención de los accidentes que se producen por este tipo de derrabes, hay que decir, que **nunca debe procederse al arranque del carbón sin tener previamente saneada y asegurada la corona y los hastiales.**

Como medida secundaria, pero igualmente importante debe citarse **la limpieza y orden en el frente de avance. Durante los trabajos deben ser retirados los vagones, piezas de hierro y madera, pala cargadora o cualquier otro elemento que pueda impedir una rápida evacuación del mismo.**

En cuanto a las quiebras que pueden producirse y se producen por detrás de los frentes de avance, la solución está en un mantenimiento-adeecuado del sostenimiento y del guarnecido, un control de la convergencia y el refuerzo y/o sustitución de los materiales que constituyen el sostenimiento.

Otras medidas que mejoran la seguridad:

Como medidas complementarias, que aumentan la seguridad de la labor a realizar, deben tenerse presentes las siguientes:

Saneo y preparacion de la labor.

- * Reconocimiento de atmósfera de trabajo.
- * Revisión y saneo de la zona afectada.
- * Fortificación provisional por delante del primer cuadro, si es necesario.

Materiales necesarios.

- * Barrillas de saneo.
- * Cuadros, grapas, tresillones, piquetes, etc.

Operacion:

- * No introducirse en vagones para colocar piquetes o sanear corona.
- * No utilizar la pala cargadora para sanear.
- * Realizar el saneo con barra apropiada y desde lugar seguro.

6.1.4.1.2. Avance de galerías en carbón con potencias inferiores a 2 metros.

En este apartado, se trata el avance de galerías sobre capas de potencias inferiores a los 2 m, de cualquier inclinación. El carbón en estos casos se suele arrancar con martillo picador o con explosivos, pero lo normal es que se realice la "regadura".

El avance de este tipo de galería, se realiza en dos fases bien diferenciadas:

- 1) Regadura de la vena de carbón.
- 2) Perforación y voladura del estéril.

En condiciones normales, la regadura de la vena de carbón, no debe ser causa de incidentes si se adoptan unas elementales medidas de seguridad. En caso contrario pueden producirse derrabes en capas inclinadas y caídas o arrastres de costeros provenientes de los hastiales.

En las visitas efectuadas a distintas explotaciones, se ha podido apreciar que la regadura de la vena de carbón, se realiza siguiendo las siguientes pautas; que no son siempre las más recomendables.

- * Arranque de la vena de carbón en toda su potencia si no existe diferencia en la dureza de los distintos estratos carbonosos.
- * Comienzo del arranque por la zona central de la vena, dejando parte del carbón colgado en la corona, sin ningún tipo de sostenimiento y confiando en la autoportancia del mismo.
- * Profundidad de avance, comprendida entre 0,5 y 1 m. Si las condiciones del carbón lo permiten, se avanza la regadura en su totalidad, por la parte central, para posteriormente picar la corona y por último el repié.
- * Cuando el carbón presenta problemas de derrabe, se disminuyen las longitudes de avance, pero en contadas ocasiones se utiliza sostenimiento provisional.
- * Cuando la vena de carbón, presenta un estrato carbonoso de menos dureza, la regadura se realiza comenzando por él, con independencia de su situación a techo o muro. A continuación se abate sobre el hueco creado, el resto del carbón. Tampoco en este caso se ha observado que se adopten algún tipo de medidas preventivas contra el derrabe de carbón.

Método operativo recomendable.

Teniendo en cuenta lo anterior, y que la regadura puede introducir una componente de riesgo, se propone la siguiente metodología de trabajo (Fig.nº 26):

- Regadura por el techo, en capas propensas a derrabes.
- Realización de la corona.
- Empiquetado de la misma, y colocación de freno.

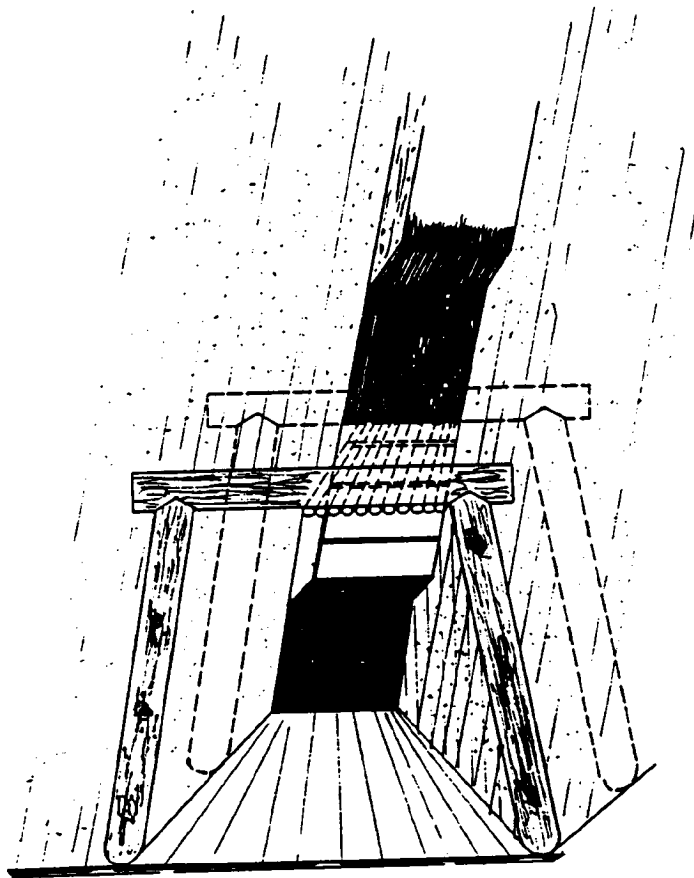


Figura Nº 26

Avance de galeria en guia con rea-
lización de regadura en capa.

- Arranque de 0,5 m. de carbón en profundidad.
- Sostenimiento provisional de la zona deshullada.
- Arranque del carbón hasta la profundidad total de la regadura (1-1,2 m).
- Entablillado de techo y muro (si son malos o hay agua).
- Llavar cualquier bóveda o sobreexcavación que pueda producirse.

6.1.4.1.3. Avance de galerías en macizos influenciados por huecos y explotaciones.

Determinar la distancia óptima entre el frente de avance de la galería y el frente de avance de la explotación, exige tener que conjugar factores tales como, seguridad en la realización de la labor y el coste de mantenimiento de la misma.

Cuando se avanzan galerías en zonas próximas a macizos u otras explotaciones, **se suma esta influencia a la de la propia explotación.**

La estimación de estas tensiones es un problema tridimensional, cuya solución depende de muchos factores: distancias, geometría de las explotaciones, tipos de terreno existente entre la galería y las labores que pueden influir, etc.. No obstante hay que tener en cuenta todo esto para tratar, si es posible, de **situar las galerías en zonas no sobretensionadas.** En caso de no ser posible, el diseño del sostenimiento debe realizarse para soportar un nivel tensional superior al normal, en los tramos situados en la zona de influencia.

La influencia de la propia explotación, principalmente en la galería de base, recomienda llevar la galería avanzada por delante de la sobreguía, de modo que no se noten excesivamente los efectos de la onda de sobrepresión que se genera. Cuando se trata de capas peligrosas desde un punto de vista gaseodinámico el problema se complica, pues el aumento de la tensión puede producir, en los carbones con gas y propensos a estos fenómenos, desorciones bruscas en el macizo fisurado, con resultados catastróficos.

Por lo expuesto, parece lógico pensar, que cuanto más alejado estuviera el frente de avance de la galería del frente de avance de la explotación, más seguras deberían ser las operaciones a realizar, al contar con un sostenimiento correcto y un macizo rocoso más competente.

Por otra parte, si se lleva una galería en carbón, **excesivamente adelantada** con respecto a los frentes de avance de las explotaciones, supone que la misma, a lo largo del tiempo, **se verá sometida a considerables deformaciones**. En esta situación si se necesita relizar "estajas" puede ocurrir que el carbón esté fisurado y se genere una situación de riesgo superior al que se quería evitar.

Cada galería puede tener una **distancia de posicionamiento óptima diferente**, que será función tanto de las características geomecánicas del macizo rocoso, como de las características mecánicas del carbón y del método de explotación.

Para potencias de unos 1,5-2 m, en las condiciones habituales, el adelanto en la preparación de unos 30 m puede ser suficiente, y se puede mantener una correcta ventilación. Desgraciadamente, en algunos casos, no siempre se dispone de esta "holgura" en la preparación. En algunos casos puede ser conveniente llevar la galería prácticamente a la par que el taller.

Igualmente, la existencia de galerías próximas a la que se está trazando, supone un aumento del riesgo de derrabe, como consecuencia de sumarse los picos de presiones que la apertura de huecos generan un macizo rocoso.

6.1.4.2. RECUPERACION DE GALERIAS EN CARBON.

Con frecuencia se aprovecha como galería de cabeza la que en otro tiempo fué galería de base para la explotación de la misma capa en un nivel superior.

6.1.4.2.1. Consideraciones generales

Cuando la galería no presenta la sección necesaria para su utilización o las condiciones de seguridad no son suficientes, se opta por rehacer o recuperar la galería (figs nº 27 y 28). Esta tarea es potencialmente peligrosa si no se adoptan las medidas adecuadas. Los accidentes más frecuentes en este tipo de labores, son los ocasionados por:

- Caídas de costeros.
- Derrabes de carbón.
- Avenidas súbitas del frente de avance.

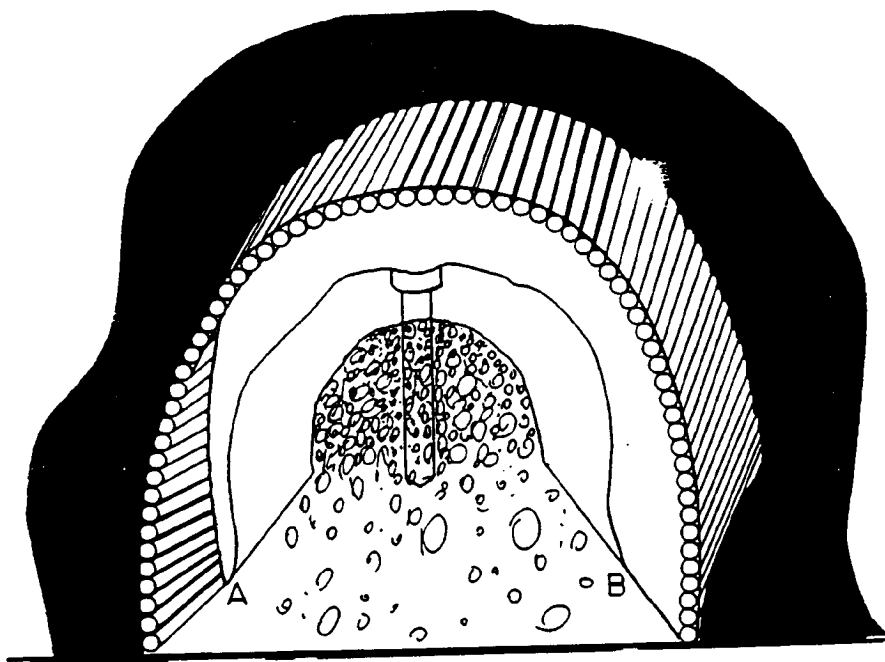


Figura N^o. 27

Recuperación de galería con cuadro metálico.

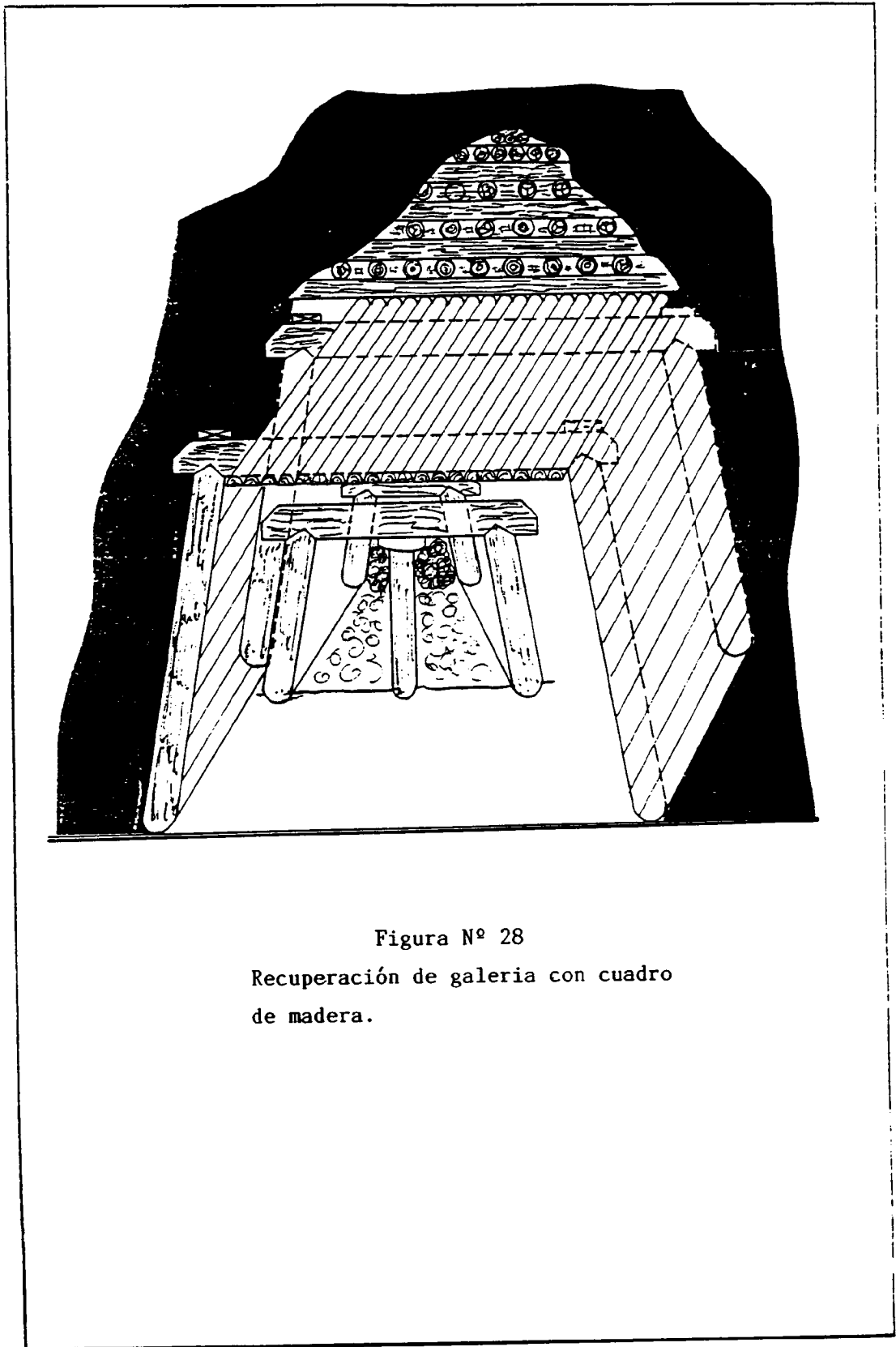


Figura Nº 28

Recuperación de galería con cuadro de madera.

- Existencia de aguas retenidas o colgadas.

Para hacer frente a estos problemas, es necesario antes de comenzar la labor, establecer una metodología de avance clara y definida, advirtiendo al personal del comportamiento a seguir durante la realización de la misma.

Modo operativo recomendable en la recuperación de galerías.

La secuencia de operación en la recuperación de una galería debe seguir al menos las siguientes fases:

1ª.- Designación del personal adecuado.

En este tipo de labores son frecuentes las formaciones de bóvedas y deslizamiento de costeros; por ello es necesario que sean ejecutadas por personal experto con capacidad de reacción ante situaciones imprevistas y los suficientes conocimientos y práctica minera para poder solucionarlos.

2ª.- Disponer de los medios materiales necesarios.

Para evitar improvisaciones debe aproximarse al punto de la labor los materiales que van a ser necesarios y que entre otros pueden ser:

*** Barras metálicas para saneo y reconocimiento de hastiales.**

A fin de facilitar su manejo estas barras deben tener las siguientes características:

- Longitud, 0,8 m menor que la altura de la labor donde se va a emplear.
- Diámetro, aproximadamente 32 mm exterior y 28 mm interior.
- Material, aleación ligera y resistente.

Deben llevar acopladas dos útiles especiales, uno a cada extremo del tubo, destinados a reconocimiento de costeros dudosos y abatimiento de los mismos si fuera necesario.

* Piquetes, tablas y madera para llaves.

Estos elementos deben estar presentes siempre en las proximidades de los frentes. No debe permitirse que por su ausencia se realicen labores incompletas y por tanto peligrosas.

* Cuadros para el sostenimiento inmediato de la labor.

La ausencia o escatimación de cuadros, degenera en la realización de avances demasiado largos, e incluso hace que el personal del avance permanezca o se sitúe sobre zonas sin fortificar durante un tiempo excesivo. Normalmente esta escatimación resulta siempre cara en el futuro.

* Elementos para el guarnecido (parrillas, piquetes, tablas, etc.)

Con independencia del tipo de sostenimiento a realizar (metálico o madera) debe disponerse del suficiente número de elementos para realizar el guarnecido completo de los cuadros. Para garantizar un perfecto ensamblaje del sostenimiento se deben de colocar los tresillones que sean necesarios.

* Picos y palas.

A veces se presentan determinadas situaciones de riesgo donde el uso del martillo picador puede ser contraproducente por las vibraciones que produce pudiendo provocar las mismas pequeños derrabes de carbón e incluso caídas de costeros. En estas situaciones es preferible actuar con la pica de mano, aún en detrimento del avance que pueda conseguirse.

3ª.- Ejecución de labor propiamente dicha.

Una labor de recuperación debe siempre comenzarse por la zona que presumiblemente se considere sana, nunca desde el mismo frente hundido. No hay que olvidar que probablemente las proximidades estarán afectadas y el terreno roto, por lo que la caída de costeros y el peligro de derrabes aumentan considerablemente en esa zona.

Por tanto, el proceso de recuperación debe seguir los siguientes pasos:

- 1º- Colocación de cuadros en la zona sana, rehaciendo la sección de la galería hasta conseguir la definitiva.
- 2º- Retirada del primer cuadro a recuperar, teniendo en cuenta que se está en la zona peligrosa.

En general, se deben tomar las siguientes precauciones:

- * Observar y sanear la labor.
- * Cargar el escombros o carbón que estorbe (no se pasará nunca del último cuadro sano).
- * Colocar trabanca.
- * Colocar los pies de cuadro.
- * Retirar cuadro recuperado.
- * Cargar el resto del escombros y carbón.

Todas estas operaciones se detallan a continuación:

Observación y saneo de la labor:

Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Estado del cuadro y del guarnecido a recuperar. No se retirará ningún tipo de enraconada hasta comprobar que no sirven de sostenimiento a posibles costeros, bloques o masas sueltas de carbón.
- Deben tantearse con la barrilla metálica, los bloques de carbón y los costeros que ofrezcan duda sobre su estabilidad, procediendo a su abatimiento en caso de signos de inestabilidad. Si esto no es posible, se empleará un sostenimiento provisional hasta su derribo o sostenimiento definitivo.

- Las operaciones de observación y saneo se deben realizar tanto al comienzo del relevo como durante el mismo; no debe olvidarse que **un costero aparentemente sano no ofrece una garantía de seguridad superior a los 10 minutos.**
- No se deben realizar las labores de sanco desde el interior de vagones u otros elementos que puedan evitar una rápida huida si fuese necesario. En general se debe mantener la zona de trabajo limpia y despejada.
- No retirar del cielo del labor, ni de los hastiales, mas material del necesario. Tampoco se debe realizar el sanco con la pala cargadora

Carga de escombros y carbón

Antes de colocar la trabanca y después de saneados techos y hastiales, se debe revisar la posición del montón de escombros y carbón que pueda existir. Se debe dejar de tal forma que no se produzcan inestabilidades mientras se realizan los trabajos. Para ello es conveniente:

- Sanear la parte alta de la pila de escombros-carbón desde un lugar seguro mediante barras metálicas.
- Apuntalar provisionalmente, si no se han retirado, cualquier bloque o costero que pueda ser inestable.
- Utilizar tableros de retención, si es preciso.
- No pasar nunca del último cuadro sano.

Colocación de trabanca.

La colocación de la trabanca del cuadro nuevo, exige la realización de los siguientes trabajos previos:

- Preparación de la corona de la labor.

- Realizar un empiquetado (embastonado) completo por delante del cuadro. Los piquetes de corona deben pasar por encima de la trabanca del último cuadro sano, estar perfectamente acuñados y, si es necesario, apuntalados para que puedan resistir una posible avenida de escombros o carbón.
- No deben dejarse huecos en la empiquetadura, pues el derrabe de carbón es un fenómeno que se autoalimenta.
- Colocación de alargaderas metálicas.

Siempre que sea posible debe utilizarse la alargadera metálica tanto en los trabajos de recuperación como en los de avance. Este sistema aporta seguridad y comodidad. Una vez colocada la alargadera, se sitúa la trabanca sobre ella y se acuña de forma provisional. Con lo que el resto de los trabajos se realizarán bajo protección.

Colocación de los pies de cuadros.

- Esta labor debe comenzarse siempre por el hastial que se considere en mejores condiciones de seguridad.
- A medida que se vaya abriendo el hueco necesario, debe irse empiquetando.
- Si por necesidad, es necesario embalsar en carbón o en terreno muy flojo, es aconsejable utilizar soleras.
- Una vez armado el cuadro, se acuñará y atresillonará, colocando posteriormente el guarnecido definitivo.

Retirada del cuadro recuperado.

- Si la operación se ha desarrollado con normalidad, el cuadro debe quedar suelto y su retirada no presentará problema alguno.

Para evitar esfuerzos innecesarios, la retirada de los patucos debe realizarse con cabrestante y desde lugares seguros.

Cargar resto de escombros y carbón.

- Cuando se ha colocado el nuevo cuadro, se cargará el resto de escombros y carbón, sin pasar más allá de la zona protegida por el último cuadro colocado. Posteriormente se retirará del frente la pala cargadora, vagones y cualquier elemento que pueda estorbar.

Cuando no se utilice alargadera metálica el proceso de recuperación debe incluir las siguientes fases de trabajo:

1. Observar y sanear la labor.
2. Carga del escombros y carbón que estorbe.
3. Empiquetado de la corona.
4. Colocación de pies de cuadros.
5. Colocación de trabanca.
6. Retirada del cuadro recuperado.

que como se ve requiere empiquetar la corona y colocar los pies del cuadro antes que colocar la trabanca, a diferencia de cuando se utiliza la alargadera.

Otras medidas de seguridad en la recuperación de galerías.

Además de lo descrito, es aconsejable tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- * Realizar avances cortos y cuadros al corte.
- * En labores de recuperación, el empiquetado (embastonado) debe ser completo.
- * Para asegurar el trabajo de los piquetes, éstos deben de acunarse al cielo y hastiales de la labor.

- * En zonas muy descompuestas reforzar la entibación y apuntalar si es necesario.
- * Acuñar los cuadros, y no permitir que queden al aire sin que exista una ligazón entre ellos y el terreno.
- * Prohibir la utilización de cuadros a pié de puente en las labores de recuperación.
- * Rellenar bóvedas y sobreexcavaciones en hastiales.
- * Correcta colocación de los operarios en el frente de trabajo. No deben situarse nunca debajo del punto a sanear ni en la trayectoria de caída de carbón o costeros.
- * Apuntalar las trabancas de los cuadros a recuperar tanto si es necesario cortar patucos como si no.
- * No retirar el cuadro recuperado y su apuntalamiento mientras esa zona no esté protegida por un cuadro nuevo.

6.1.4.2.2. Actuación ante avenidas continuas del frente a recuperar.

Las condiciones más desfavorables se presentan cuando coinciden los siguientes factores:

- * Estratificación inclinada (40° - 55°).
- * Existencia de macizos de protección.
- * Hastiales bastante rígidos.
- * Circulación de aguas por minados superiores.
- * Largo tiempo de inactividad.

Debe tenerse en cuenta que con una estratificación de este tipo y la natural convergencia de los paramentos, los macizos de carbón, obligados por la presión que reciben de los hastiales, se fisuran y tienden a ocupar el hueco de la galería abierta. El espacio libre que acoge el carbón esponjado limita la cantidad de carbón

que puede invadir la galería. En esta situación una parte del carbón que conforma el macizo de protección, quedará roto y suspendido por encima de la corona de la galería, constituyendo un riesgo de derrabes.

Por otra parte, el buzamiento de este tipo de estratificación facilita el despegue de estratos e incluso el deslizamiento de unos sobre otros, originándose grandes bloques de roca que necesariamente volcarán sobre el hueco y descansarán inicialmente sobre el carbón fisurado de los macizos de protección.

Tras un largo periodo de inactividad, la zona se puede encontrar en equilibrio inestable, que se rompe fácilmente cuando se inicia una labor de recuperación, por lo que necesariamente deben tomarse precauciones y cambiar en algunos puntos el método operativo de un caso normal de recuperación.

Cuando se inicia la recuperación de una galería hundida es posible que no se pueda contener el frente a recuperar porque el mismo se autoalimenta continuamente por el carbón y los costeros existentes en la corona. No debe pensarse en estas condiciones en que si se retira todo el material existente en el hueco deshullado sería posible continuar el avance. Se corre el riesgo de que se desprendan grandes bloques de la zona alta del hueco que derriben la entibación colocada, provocando nuevamente el hundimiento en el tramo recuperado.

Ante una situación de este tipo parece aconsejable junto a todas las medidas descritas en el epígrafe anterior, adoptar el **siguiente método operativo**:

- 1º.- Embastonado completo del frente a recuperar mediante la realización de un paraguas metálico.
- 2º.- Utilización obligatoria de guladeras metálicas.
- 3º.- Reducir la distancia de posteo y utilizar cuadros metálicos.
- 4º.- Realizar avances cortos (0,5 m).
- 5º.- Atresillonar obligatoriamente los cuadros.
- 6º.- Realizar el avance a media sección y utilizar tableros de contención.

Como medida excepcional, aunque no siempre posible, sería aconsejable proceder a la consolidación de los bloques sueltos mediante la inyección de resinas especiales o lechadas de cemento y no avanzar más allá de la zona consolidada (Fig nº 29).

6.1.4.2.3. Actuación ante la existencia de aguas retenidas o colgadas.

A veces en la recuperación de galerías, se observan determinados signos que pueden hacer suponer la existencia de aguas colgadas, o retenidas por detrás del frente a recuperar.

Como signos premonitores de la posibilidad de aguas colgadas pueden considerarse:

- Presencia de carbón húmedo.
- Presencia de carbón rojizo (repasado).

En uno u otro caso deben adoptarse medidas de seguridad tendentes a evitar una invasión brusca de una gran masa de agua sobre el punto de trabajo.

Si se detecta algún signo premonitorio o es evidente la circulación de agua, los trabajos deberán suspenderse inmediatamente y poner la anomalía en conocimiento de la Dirección Técnica de la Mina.

Una vez confirmada la posibilidad de existencia de aguas colgadas, deben realizarse sondeos tendentes a detectar la procedencia de las mismas y su consiguiente eliminación.

Cuando la fluencia de aguas disminuya o se extinga, **el avance de la galería a recuperar no debe ir más allá de la zona protegida por los sondeos realizados**, debiendo ejecutarse desde el final de esta zona, nuevos sondeos, que permitirán detectar la presencia o no de aguas colgadas. El avance de la galería solo deberá reanudarse cuando se haya confirmado la inexistencia de estas aguas.

En caso de existencia de aguas retenidas por delante del frente a recuperar, estas suelen presentarse formando balsas, localizadas cada ciertos tramos de galería, normalmente entre zonas hundidas y tramos levantados. Estas aguas no suelen presentar grandes problemas ya que su eliminación se produce gradualmente y por gravedad; no obstante es aconsejable realizar algunos trabajos para conducirías por el lugar adecuado y evitar futuros problemas.

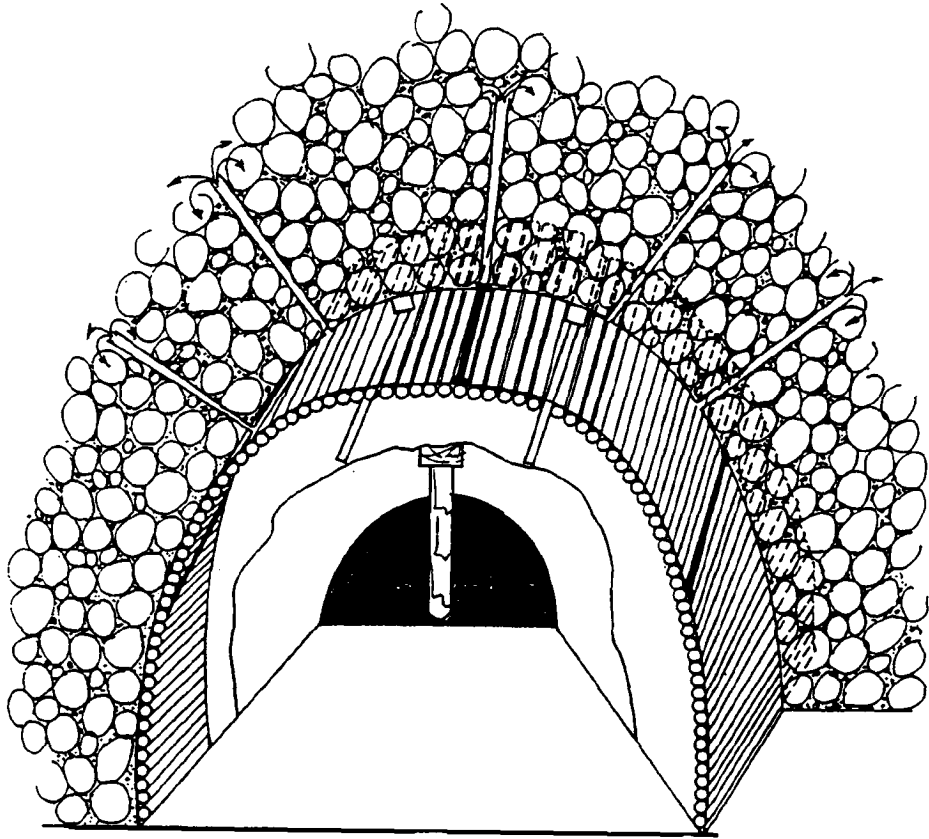


Figura Nº 29

Recuperación de galería mediante
consolidación del hundimiento.

Si la capa de carbón ocupa por su potencia todo el frente de la galería, es aconsejable encauzar el agua a través de tubos y llevar el desagüe lejos de las futuras zonas de explotación. De esta forma se evitarán posibles circulaciones de agua a techo o muro de la capa, que pueden ser causa de derrabes en futuras explotaciones que se realicen en niveles inferiores.

Cuando la capa no abarque todo el frente que se recupera y si no se realiza el entubado del agua, deberán realizarse cunetas en el hastial no ocupado por el carbón, aunque hay que insistir en la conveniencia de realizar el mencionado entubado.

En resumen y cuando se presume la existencia de aguas colgadas o retenidas es aconsejable seguir las siguientes pautas de comportamiento:

- * Observar la existencia de signos premonitorios.
- * Paralización de los trabajos.
- * Dar conocimiento a la Dirección de la Mina.
- * Realizar sondeos de detección y desagüe.
- * No avanzar más allá de la zona protegida por los sondeos de desagüe.
- * Entubar las aguas retenidas.

6.2. TRAZADO DE LA CHIMENEA DE MONTA.

Una vez que se han trazado las galerías de base y cabeza y cuando éstas tienen una longitud determinada, se comienza el trazaje de la chimenea de monta.

Las chimeneas de monta pueden ejecutarse de tres formas diferentes:

- * **Por la máxima pendiente.**
- * **De rampón.**
- * **Combinación entre ambas.**

La elección del método adecuado, ha de tener en cuenta principalmente la pendiente, potencia y tipo de carbón y hastiales.

La dirección de las chimeneas puede ser única desde su iniciación o ser cambiada en su trazado. Cuando se monta el taller para avanzar en un sólo sentido, la dirección única es favorable por la rapidez de monta. Normalmente se monta para que avance en los dos sentidos (avance y retroceso) y se pierde esta ventaja. También tiene su interés montar en una única dirección cuando se realiza la tira de madera por canoa o se quiere colocar tubería para bajar la madera en la monta del taller.

La pendiente de trazado de las chimeneas sobre la capa debe ser como máximo de 45° , pues con esta pendiente los desprendimientos de carbón del frente son más difíciles y en cualquier caso, pueden ser controlados más fácilmente. Desde el punto de vista del derrabe de carbón, la pendiente de la chimenea de monta tiene un papel decisivo (se recuerda que este trabajo no se refiere a los casos en los que el gas tiene un papel preponderante, en los que se complica todo. Lo que aquí se dice puede servir, pero no ser suficiente).

Por un lado se puede pensar que cuanto menor sea la pendiente, menor será el riesgo de derrabe por una menor influencia de la gravedad. Sin embargo debe existir un compromiso, ya que una chimenea de muy poca pendiente será larga y se tendría un taller largo, de pequeños avances y dificultoso mantenimiento.

Con pendientes inferiores a 45° , se puede pensar, en circunstancias normales y en ausencia de fenómenos dinámicos, que los derrabes que se produzcan serán pequeños y relativamente fáciles de parar con un correcto sostenimiento.

A continuación se analizan los distintos casos.

6.2.1. TRAZAJE POR LA MAXIMA PENDIENTE, EN CAPAS DE POTENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 0,5-1 M

El trazaje de la chimenea de monta, cuando la capa tiene potencia inferior a 1 m, suele realizarse por la línea de máxima pendiente, cuando ésta es inferior a 50° . Se utiliza el método mixto, (la máxima pendiente y rampón) cuando la pendiente es superior a los 50° .

En función de la naturaleza del carbón y de la regularidad de la capa, el arranque del carbón se realiza con martillo picador, con explosivos o mediante otros procedimientos mecánicos.

Sistema de operación

* Si la capa tiene una apreciable regularidad, y el carbón es consistente, la chimenea de monta puede trazarse mediante el empleo de procedimientos mecánicos, para lo cual se seguirán las siguientes fases:

- 1ª.- Determinación topográfica de la labor a realizar.
- 2ª.- Ejecución de un sondeo guía (200 mm) entre galería de base y cabeza.
- 3ª.- Ampliación del sondeo guía, mediante escariador, al diámetro final.
- 4ª.- Formación del frente de arranque en sentido descendente.

* Cuando no es posible la utilización de elementos mecánicos, la sistemática de operación podría ser:

- 1ª.- Definir el número de calles que compondrán la chimenea.
- 2ª.- Avance diario a realizar.
- 3ª.- Sistema de posteo a utilizar.
- 4ª.- Actuación ante imprevistos.

Es preciso asegurar la evacuación de los productos arrancados y un paso suficiente para personal y materiales, sin que en ningún momento puedan interferirse entre sí. Estos factores son los que definen el número de calles necesarias, que evidentemente son, al menos dos, debidamente posteadas y separadas por tableros.

El avance diario a realizar será aquel que permita la **realización completa** de la labor en condiciones de seguridad. Esto implica que el avance efectuado vaya acompañado de un **posteo al corte**.

El sistema de posteo vendrá determinado por la naturaleza del carbón y de los hastiales, debiendo ser los mandos quienes determinen el sistema idóneo para cada circunstancia.

En la fig.nº 30 se muestra un esquema de este trazaje.

6.2.2. TRAZAJE POR EL METODO COMBINADO DE MAXIMA PENDIENTE Y RAMPON.

Quando el carbón es flojo o de potencia superior a 1m y la pendiente de la capa es próxima o superior a 50°, se deben extremar las precauciones, ir de rampón en algunos tramos o guardar algunas normas de seguridad, entre las que se destacan:

- 1ª.- No subir la chimenea completa por la línea de máxima pendiente (a plomo). Es conveniente realizar tramos en rampón y pequeñas sobreguías. La longitud máxima de los tramos debe ser unos 5m. y pueden servir para descansar y dejar la madera u otros materiales.
- 2ª.- Establecer un tablero divisorio entre el frente de arranque y la calle de personal, para que en caso de derrabe, el tablero sirva de guía al carbón hacia la calle de arrastre.
- 3ª.- Si se encuentra una zona de la capa donde el carbón se desprenda con facilidad y el avance se haga difícil, es aconsejable utilizar cuadro cerrado como sistema de posteo. También se puede desviar la dirección de la chimenea e intentar el "ahorque" de esa zona mediante un rampón (deben evitarse en estos casos las labores horizontales por su mayor dificultad en la evacuación del carbón y presentar mayor riesgo de sepultamiento).
- 4ª.- Al finalizar la labor, el posteo debe quedar al corte y si el carbón tiene tendencia a derrabarse, se debe dejar entablillado e incluso frenado.
- 5ª.- Si se realiza una operación de entablillado del corte, el desentablillado se debe realizar por la corona y zona de techo, nunca por el repié o zona de muro.

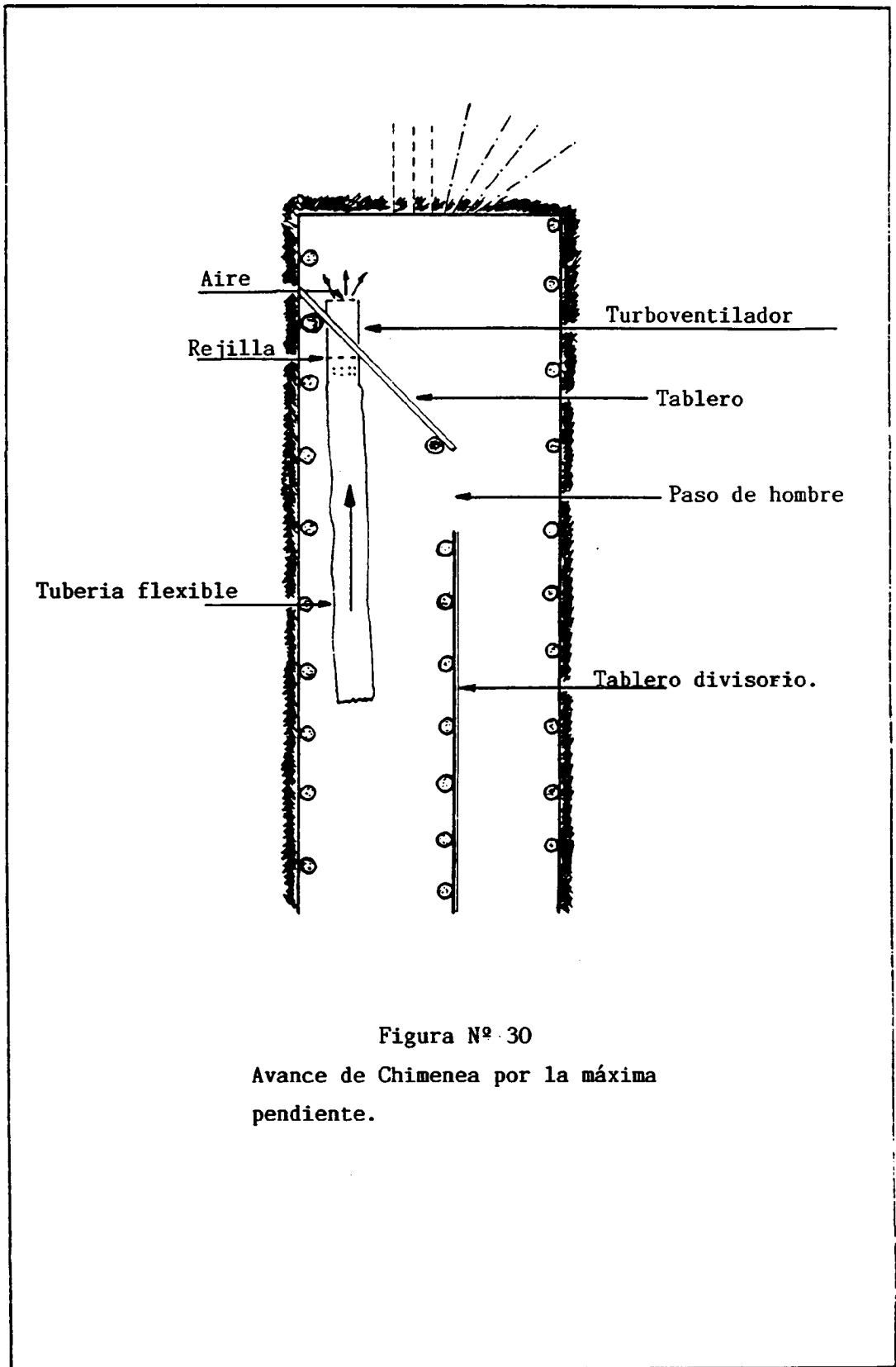


Figura N° 30

Avance de Chimenea por la máxima pendiente.

6ª.- Si el avance de la chimenea se realiza mediante explosivos debe prestarse especial atención al tipo de cuele a realizar y a la carga específica, para evitar tirar madera y formar cuñas inestables de carbón. Se debe sanear el frente antes de iniciar una nueva perforación.

En al fig.nº 31 se muestra un esquema de éste trazaje.

6.2.3. TRAZAJE POR EL METODO DE RAMPON.

Aunque el rampón puede trazarse en cualquier tipo de capa, con independencia de su potencia y pendiente, su utilización como sistema único de monta, parece aconsejable cuando aparezcan uno de los siguientes factores:

- 1.- Potencias superiores a los 2m y pendientes mayores de 45°.
- 2.- Carbón muy derrabable.
- 3.- Hastiales inconsistentes.
- 4.- Fluencia de agua a techo o muro.
- 5.- Potencia menor de 2m y existencia de (2) (3) ó (4).

En esencia el rampón es una galería ascendente en capa con una disposición en la que el carbón desconsolidado por las presiones y la apertura del hueco, tiende a derrabarse por gravedad.

Trazado del rampón

La forma de avanzar el rampón depende del tipo de carbón, hastiales, potencia y pendiente de la capa.

* Cuando la potencia de la capa sea menor a 2m y el carbón sea consistente no es necesario dejar "repié", pero debe tratar de no perderse el muro en el trazado. En estas condiciones, el avance puede realizarse a plena sección, con la condición de frenar la niveladura superior y realizar un esmerado posteo.

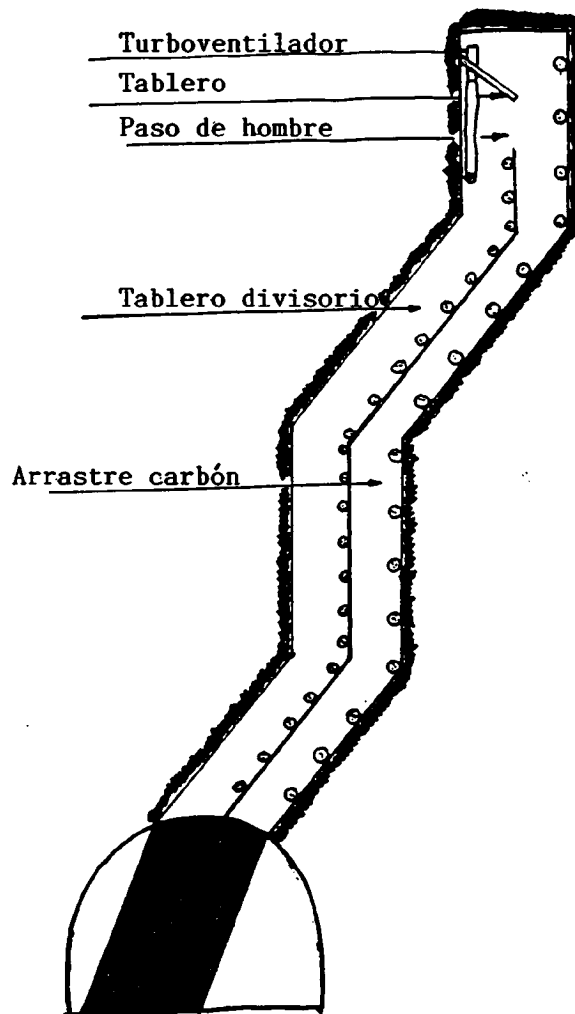


Figura N° 31

Avance de chimenea por tajos y rampones.

* Si la potencia de la capa es superior a 2m y el carbón derrabable es aconsejable efectuar el avance utilizando cuadro de galería, con la siguiente metodología:

1º.- Realización de la corona y empiquetado de la misma.

2º.- Apuntalar la empiquetadura, con un puntal sobre una solera en carbón.

3º.- Franqueo de hastiales en carbón y empiquetado de los mismos.

4º.- Colocación de pies de cuadro y trabancas.

5º.- Arranque del carbón.

* Si las condiciones del frente y el sistema de posteo utilizado lo permiten, tras apuntalar la empiquetadura se puede colocar la trabanca para realizar el resto de los trabajos estando protegidos de las caídas de carbón de la corona.

* Cuando el carbón es muy derrabable se aconseja utilizar puertas de contención provisionales.

En las figs n° 32 y 33, se muestra el modo de avanzar rampones en carbones blandos y duros.

6.2.4.- OTRAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA TODOS LOS SISTEMAS DE TRAZAJE DE UNA CHIMENEA DE MONTA.

Aparte de los sistemas de avance descritos y los métodos de posteo señalados, deben respetarse un conjunto de normas de correcta práctica minera que redundarán en la seguridad. Entre otras se pueden destacar las siguientes:

1ª- **Reconocimiento exhaustivo** de la zona de la galería superior donde va a calar la chimenea de monta, reforzándola y asegurándola. Bajo ningún concepto se permitirá la existencia de bolsas de agua retenidas en las proximidades.

2ª- **Mantener la sección** en toda la altura de la chimenea una vez que se ha alcanzado la definitiva.

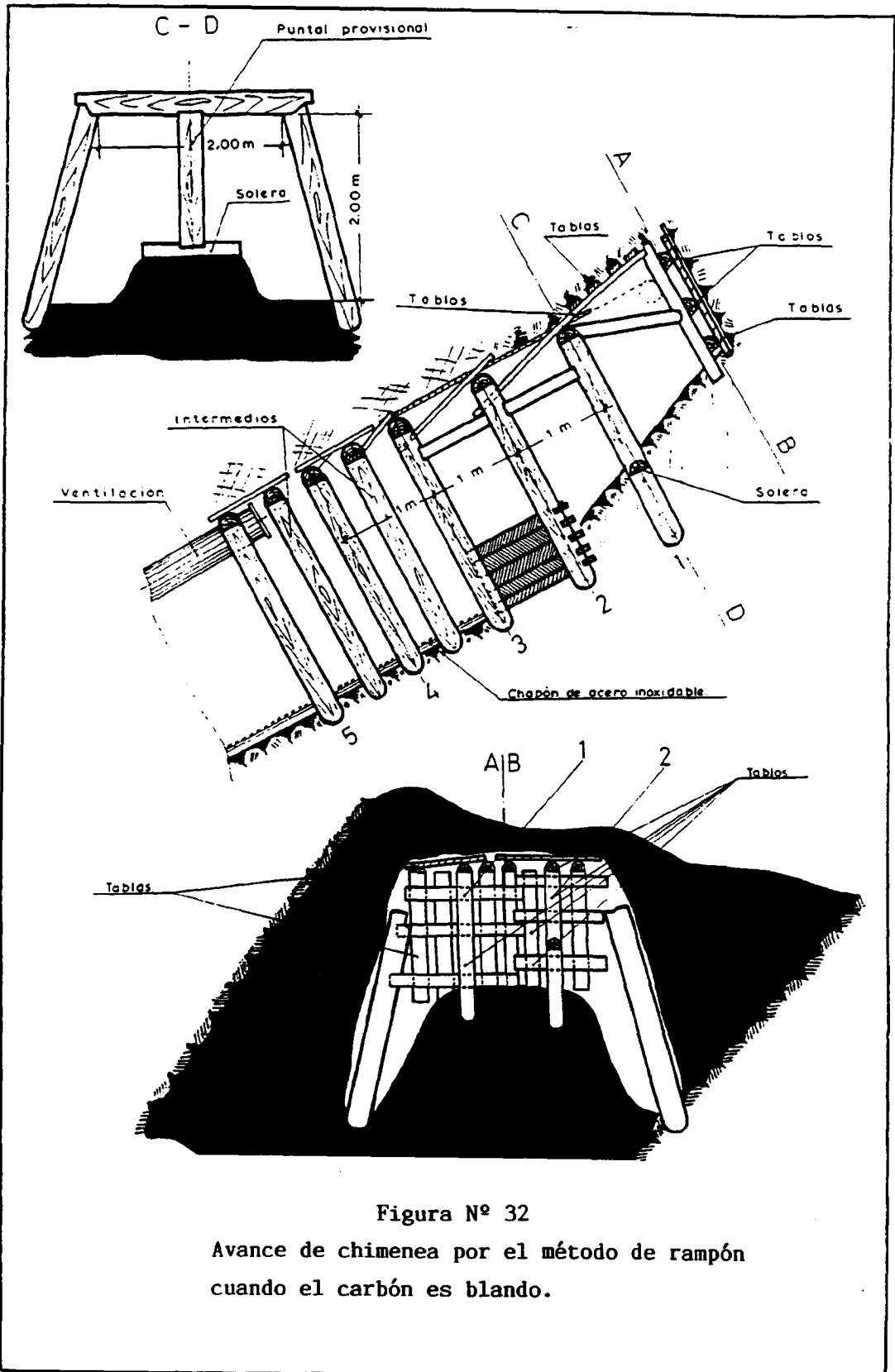


Figura Nº 32

Avance de chimenea por el método de rampón cuando el carbón es blando.

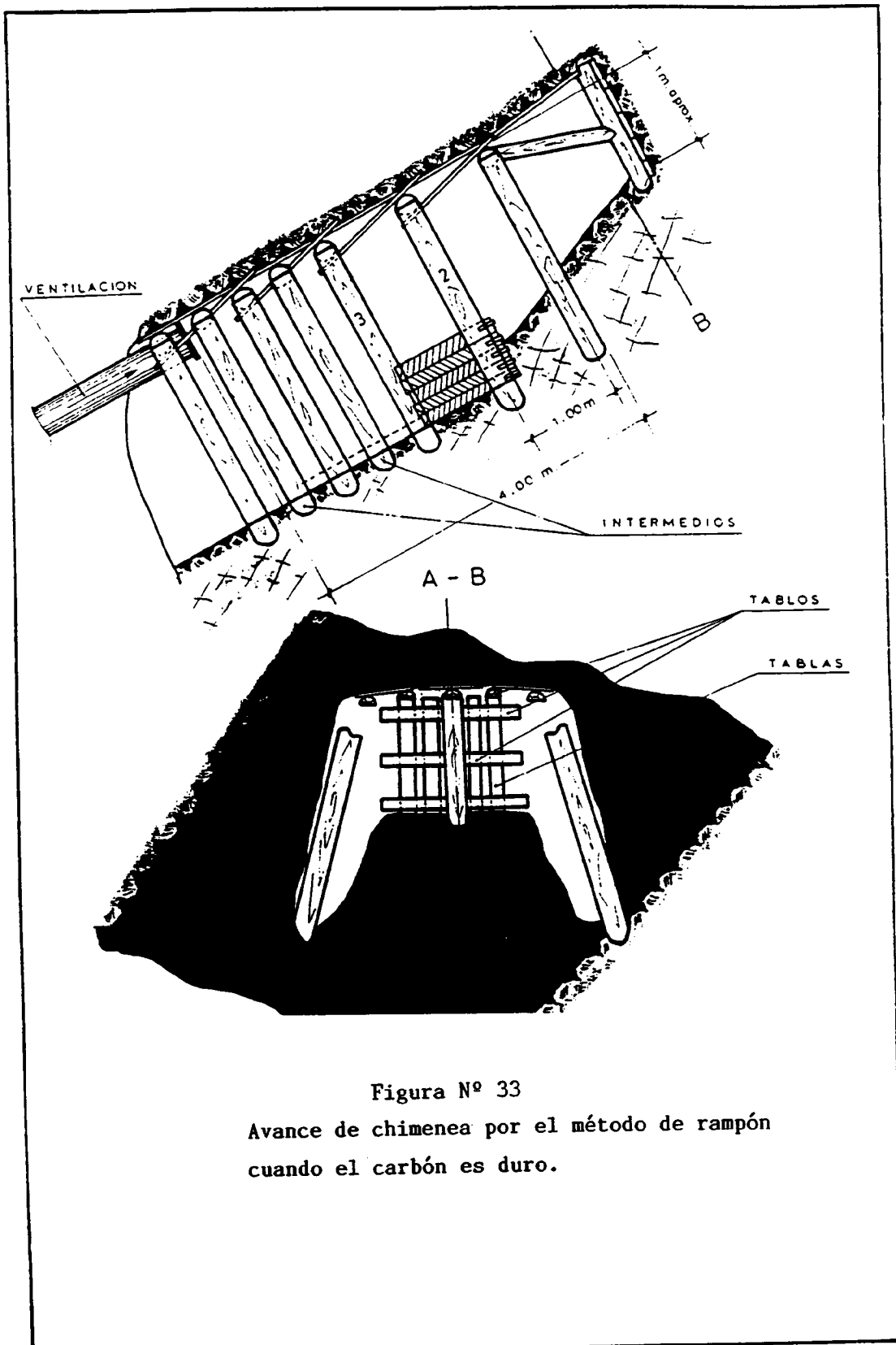


Figura N° 33
Avance de chimenea por el método de rampón
cuando el carbón es duro.

- 3^a- **Reducir la distancia de posteo en zonas sospechosas de ser propensas a derrabarse.**
- 4^a- **La ventilación secundaria debe mantenerse constantemente al frente y no se debe cortar nunca, aunque se paralice la labor durante unos días.**
- 5^a- **Revisar frecuentemente la fortificación, e intermediar o reforzar si es necesario, el sostenimiento roto o en mal estado.**

6.3.- COLADEROS Y POZOS DE CARGA.

Se denominan coladeros a aquellas labores en carbón, normalmente realizadas sobre la máxima pendiente, para comunicar otras dos.

Generalmente, y ello es un problema, deben realizarse en **zonas sometidas a fuertes presiones o afectadas por las explotaciones u otras labores**. En estas condiciones el **riesgo de derrabes es grande**.

Lo mismo sucede con los pozos de carga en la galería de base. Una metodología de trabajo adecuada podría consistir en realizar la mayor parte de éstos, antes de que el macizo de carbón se vea afectado. Si, por falta de preparación, esto no se puede realizar se harán a dos calles perfectamente divididas y se realizará el cale desde el coladero a la sobreguía.

Se puede decir lo mismo en cuanto a la realización de coladeros, dentro de la propia explotación. En caso de atravesar zonas muy trastornadas o carbón muy derrabable, se debe postear utilizando cuadros cerrados y en toda la potencia de la capa, según se muestra en la figura n^o 34.

Previamente al cale, debe revisarse cuidadosamente la zona elegida para ello, ya que si está mal, puede ser interesante calar en sentido descendente, para evitar un posible derrabe.

6.4. RAMPONES SECUNDARIOS.

En el trazaje de estas labores auxiliares se producen **muchos incidentes, principalmente en capas con alto contenido en gas**. Son labores que se realizan, a veces, para calar a un pozo o a la sobreguía.

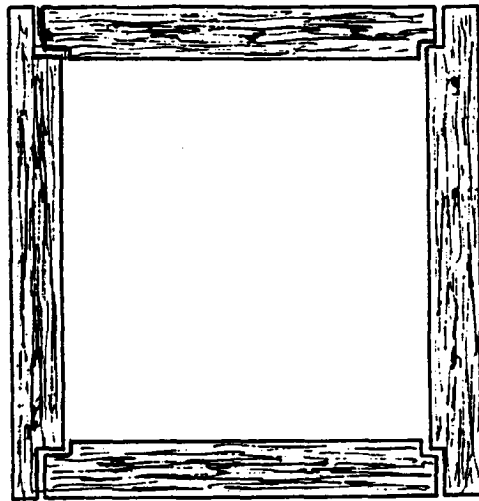


Figura N° 34
Cuadro cerrado

Desde un punto de vista de los derrabes hay que tener en cuenta tres circunstancias que suelen ser negativas:

- 1.- Se suelen realizar en zonas sobrepresionadas.
- 2.- Son labores inclinadas, lo que favorece al derrabe.
- 3.- Si el rampón parte de un contrataque en roca, el macizo de carbón estará probablemente afectado vibraciones de las voladuras.

Por tanto en la ejecución de rampones deben tomarse medidas preventivas que afecten tanto a la forma de avance, como al sostenimiento, y que han sido descritas en apartados anteriores.

7.- EXPLOTACION POR TESTEROS.

El método de explotación por testers ha sido tradicionalmente utilizado en la minería del carbón para el arranque de aquellas capas cuyas pendientes superan los 35°. En la actualidad **el método está en discusión por su disposición geométrica, que no es adecuada desde un punto de vista geomecánico y por la exigencia de mano de obra especializada** física y psicológicamente preparada, para realizar un trabajo duro y peligroso. Sin embargo, tiene la **ventaja de adaptarse a los yacimientos irregulares** y de pequeña o media potencia, difícilmente mecanizables o explotables por otros métodos más racionales y menos obsoletos.

La **evolución del método ha sido muy pequeña**, siendo de destacar como principales avances, la **inversión del frente**, le mejora en el **control del relleno**, la **inyección de agua** para reducir el polvo, la mejora de la **ventilación** y el uso de **herramientas más ligeras**.

En el Proyecto de investigación de derrabes, del que este documento forma parte, se analizan las perspectivas futuras de los métodos de explotación en España. El método de testers está en regresión, aunque hay que reconocer que en algunas ocasiones, siendo realistas y desde el conocimiento del estado actual de la minería del carbón en este país, difícilmente se extraerán rentablemente una parte importante de las reservas con otros métodos distintos de los testers o **alguna variante más evolucionada y mejor concebida**.

En España se utilizan principalmente en Castilla y León y el Principado de Asturias, llegando en algunas zonas, como en Palencia a suponer más de un 75% de las explotaciones.

Sin entrar en discusiones sobre la idoneidad del método, en este capítulo se trata de proporcionar a los trabajadores una visión práctica (aunque basada en conceptos científicos que no se incluyen) que les permita, mientras se mantengan este tipo de explotaciones, trabajar en las mejores condiciones de seguridad. Debido a la disposición de los yacimientos españoles, pese a la coyuntura actual, parece que este tipo de explotaciones, en recesión, no desaparecerán totalmente a corto plazo.

7.1.- CAMPO DE APLICACION.

El método de testeros se suele aplicar en capas pequeña y mediana potencia (de 0,7 - 2,5 m) con inclinaciones comprendidas entre 35° y 90°, ubicadas en yacimientos irregulares. Estos yacimientos suelen estar afectados por trastornos geológicos: (fallas, microfallas, plegamientos, etc) que hacen inviable la utilización en condiciones adecuadas de sistemas de arranque mecanizados, ya que raramente pueden disponerse de paneles de explotación con las longitudes y alturas necesarias para hacer frente a las fuertes inversiones iniciales que un proceso de mecanización exige.

En la Cuenca Carbonífera del Norte de España y en los yacimientos donde este método se aplica, sólo el 30% aproximadamente de los talleres pueden considerarse uniformes. Del 70% restante, el 29% de los talleres presenta fuertes variaciones de potencia, el 13% están afectados por fallas, que esterilizan a una parte de los mismos y el 28% de los talleres se ven afectados tanto por fallas como por variaciones de potencia en la capa. (ITGE, 1987).

Por tanto, es en cierto modo comprensible el uso del método, principalmente por su versatilidad y escasas inversiones. Por ello se justifica este trabajo o cualquier otro que contribuya a la mejor utilización del mismo.

7.2.- DESCRIPCION DEL METODO.

El método es sobradamente conocido por las personas a las que va dirigido este trabajo. Consiste en trazar un frente de arranque escalonado entre la galería de base y la de cabeza.

El frente de arranque toma el aspecto de una escalera invertida. Cada peldaño de esta escalera es lo que se llama un testero, lugar donde trabaja el picador que realiza el arranque.

Cada testero está compuesto de un frente de arranque y de una Niveladora o Corona.

La altura del testero viene determinada por el número de tajos que compongan el mismo. Normalmente se entiende como tajo tipo, aquel cuya altura es de 2,5 m. Cuando un testero tiene más de un tajo, el frente de arranque se denomina "serie" y la longitud de la serie debe ser normalmente un múltiplo de 2,5m (tajo tipo) que es la longitud del bastidor que sirve para armar el elemento de la entibación (jugada).

La niveladura, sirve de protección al picador, contra la caída de piedras, carbón, madera, etc, procedente de los testers superiores. Su longitud debe de estar acorde con la longitud del testero para conseguir una correcta geometría en el frente de explotación.

El arranque del carbón se realiza en función de la dureza del mismo, pudiendose utilizar: picas de mano, martillos picadores de aire comprimido de 5 a 9 Kg. de peso o explosivos. Los picadores se sostienen sobre andamios que deben permitir el paso de la corriente de ventilación, o en el muro de la capa, según sea la pendiente de la misma.

El carbón cae por gravedad deslizándose sobre el talud del relleno hasta los pozos de carga situados en la galería de base.

En función de la pendiente de la capa, el control del postaller puede realizarse de distintas formas:

- a)- Cuando la inclinación de la capa es inferior a 50° , el control de hueco deshullado es difícil realizarlo mediante relleno (a no ser que sea hidráulico, cuya instalación es costosa y requiere una importante inversión), ya que éste corre mal por el muro de la capa, siendo más aconsejable, en este caso, utilizar llaves de madera o proceder al hundimiento controlado del techo.
- b)- Cuando la inclinación de la capa es mayor de 50° , el control del postaller se suele realizar con relleno, siendo preferible la utilización de relleno calibrado a utilizar relleno en forma de todo uno. El relleno puede proceder de los frentes de avance de las galerías en preparación, de escombros exteriores, de lavadero, etc.

Para mantener la estabilidad del hueco abierto, es condición fundamental disponer de un **postaller perfectamente relleno y a la mínima distancia posible del frente, siempre que se permita el paso de ventilación, personal y materiales.** Esto tiene gran importancia desde un punto de vista geomecánico y psicológico en el personal, que hará el trabajo más seguro y con mayores rendimientos.

El relleno debe de seguir la línea de cresta de los testeros, por tanto será el talud del relleno quien fije la relación existente entre las longitudes de las niveladuras y tajos.

En algunas ocasiones la niveladura es más corta en cuyo caso hay que contener el relleno mediante el empleo de tableros.

En cuanto al sostenimiento del taller, el elemento generalizado de la entibación es la jugada (fig. n° 35), la cual está compuesta de un bastidor de 2,5 m de longitud, sobre el que apoyan tres piezas de madera, normalmente denominadas "mampostas" (según las zonas reciben una u otra denominación, por ejemplo "tijeras"). (En este trabajo se tratará de utilizar las denominaciones más extendidas)

Las jugadas se colocan siguiendo la línea de máxima pendiente, siendo fundamental que exista un correcto encadenado entre los cuadros que componen las distintas jugadas (fig. n° 36) para evitar posibles arrastres de techo o muro.

El elemento esencial de sostenimiento en las niveladuras es el "freno", que puede ser de distintos tipos, según las pendientes y potencias de capa.

Más adelante se detallan los distintos tipos de posteo más usuales en las circunstancias habituales.

7.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Ventajas:

El método de explotación por testeros presenta algunas ventajas:

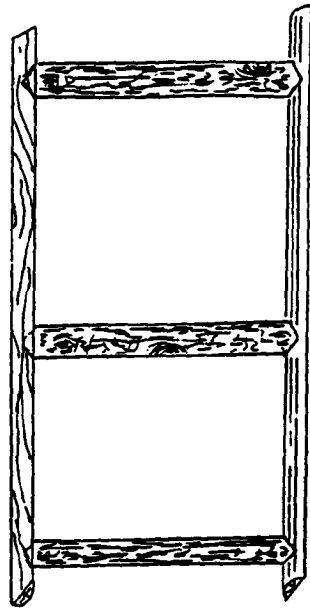


Figura N° 35
Jugada

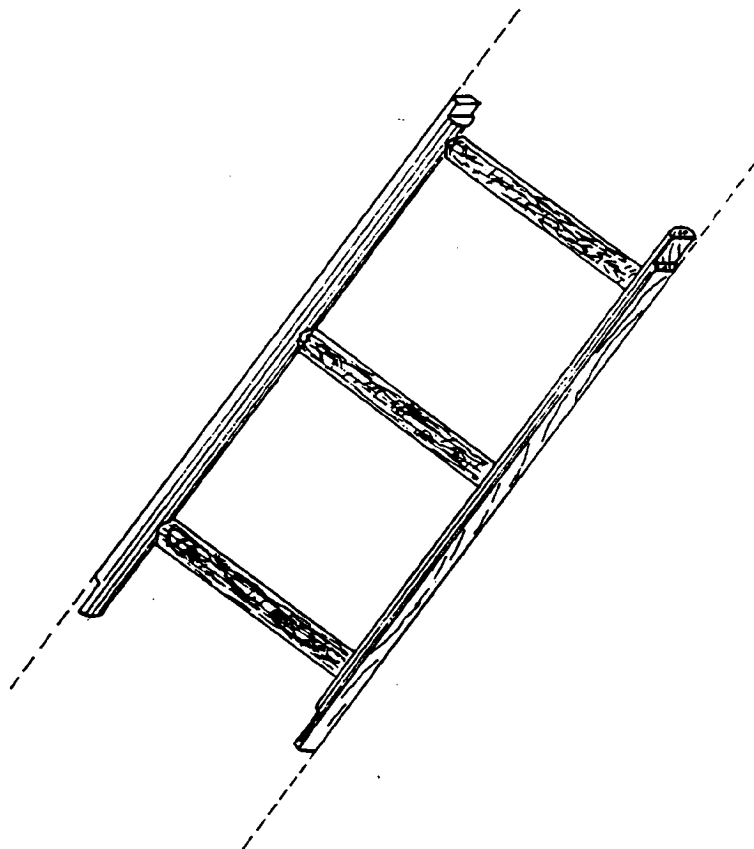


Figura N° 36

Talla en bastidores para encadenamientos de cuadros.

- * **Es adaptable a cualquier tipo de irregularidad** que pueda presentarse durante la explotación de una capa de carbón, principalmente en aquellos puntos del taller donde la capa esteriliza, inconveniente que puede salvarse montando un nuevo taller por delante o " ahorcando " la zona afectada. En ninguno de los casos se pierde la producción totalmente.
- * El método, por su sencillez, puede ser aplicado a capas de escasa potencia y muy arrosariadas, donde no sería posible una explotación racional por cualquier otro procedimiento.
- * **Se aprovecha la gravedad** para evacuar el carbón y no es necesario parar el arranque mientras tanto.

Inconvenientes:

Por el contrario presenta bastantes inconvenientes, entre los que se pueden destacar:

- * **Peligro de derrabes:** Los picadores realizan su trabajo bajo un macizo de carbón debilitado, de baja cohesión y sometido a tensiones, el cual se mantiene por un sostenimiento de madera.
- * **No aplicable a capas propensas a fenómenos gaseodinámicos:** La inversión del frente, con un correcto tratamiento del postaller es, en el estado actual de conocimientos, imprescindible. Se pueden aplicar otras medidas de defensa (sondeos de relajación y desgasificación, inyección de agua a presión, tiros de conmoción, explotación previa de otras capas, etc.), pero la efectividad real y psicológica de la eliminación del método de testers y la realización de frentes o bancos invertidos está fuera de toda duda.
- * **Difícil ventilación en todas las zonas:** Es difícil llegar a ventilar bien todas las esquinas. Si el relleno está muy atrasado o no existe, la ventilación puede ser escasa. Las niveladuras inclinadas y una adecuada ventilación soplante contribuyen a que el aire barra bien el frente.

- * **Presencia de polvo en el taller:** La propia concepción del método, con la caída del carbón hasta la zona inferior del taller hacen que se genere polvo, que con la ventilación ascendente puede ponerse en suspensión. La inyección de agua en vena mejora este problema.
- * **Exige mano de obra muy cualificada:** Cada vez más escasa. La seguridad de las personas presentes en el taller depende muchas veces de la calidad del trabajo realizado por todos ellos: picar, postear, inyectar, rellenar, etc, siendo suficiente para que se genere un incidente, que uno falle.

7.4. DISPOSICION DEL FRENTE DE ARRANQUE

La disposición geométrica de un taller de testers es función de la pendiente de la capa, de su potencia, de la naturaleza del carbón y hastiales y de la disposición de los planos de debilidad y de crucero presentes en el carbón (a veces difíciles de ver). En función de estos factores, y algún otro, el frente de arranque puede adoptar distintas disposiciones:

A) Frentes largos y niveladuras cortas horizontales.

Esta disposición geométrica, representada en la figura nº 37, está indicada cuando la **pendiente de la capa está comprendida entre 35°-45° y potencias inferiores a 1,5 m**, condiciones en las que se hace difícil la evacuación del carbón y la introducción del relleno.

Las longitudes de los tajos deben oscilar entre los 7,5 m y 10 m y las longitudes de las niveladuras entre los 2 y 2,5m. Se utilizan niveladuras cortas y horizontales para reducir el desarrollo del taller, y para lograr que tanto el carbón como el relleno puedan correr bien por la línea de máxima pendiente.

Cuando las pendientes de capa están comprendidas entre 35° y 45° y las potencias son superiores a 1,5m, es aconsejable para reducir el riesgo de derrabes que las niveladuras estén inclinadas entre 15° y 30°. Esto significa que hay que aumentar su longitud y reducir la del frente de arranque.

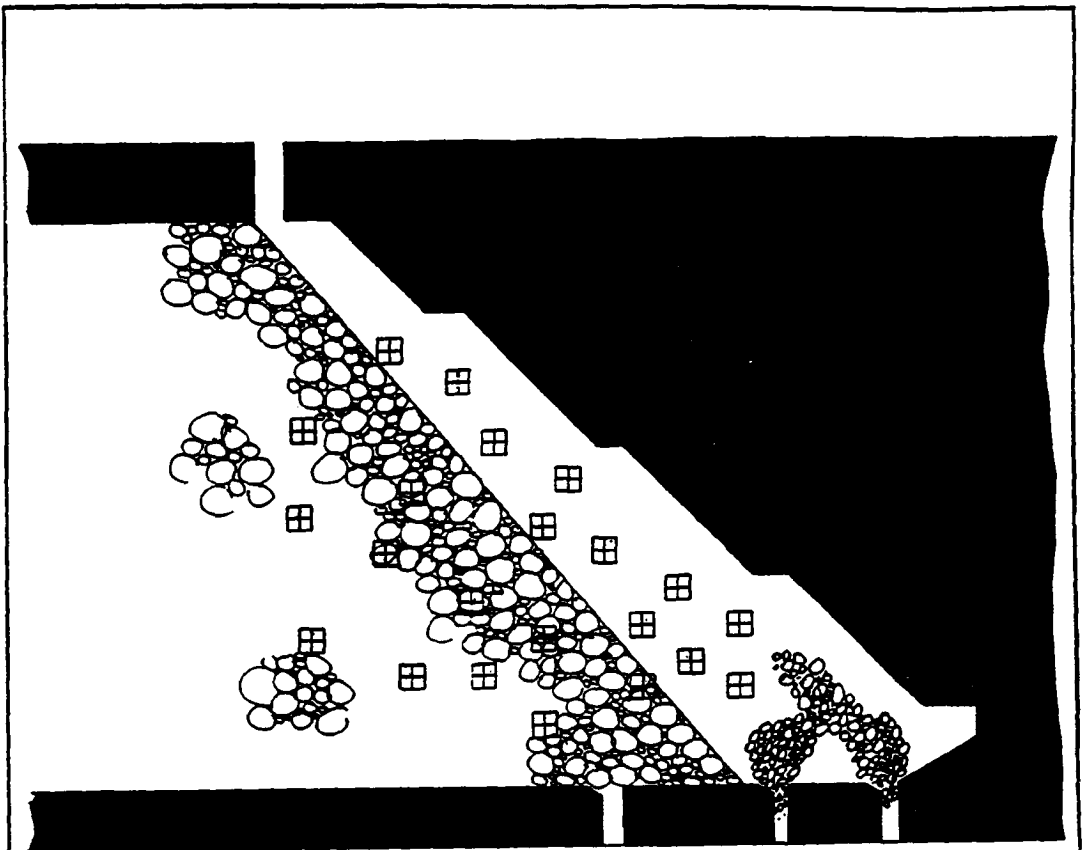


Figura N° 37

Frentes largos, niveladuras cortas
y horizontales.

B) Frentes cortos rectos y niveladuras horizontales

Esta es la disposición típica y más conocida del método de testeros, aunque no siempre es la más adecuada. Es la más usual en capas de **pendientes comprendidas entre 45° y 90°, potencias inferiores a 1,5m y carbón no derrabable**. Es el esquema que mejor se adapta a cualquier trastorno del yacimiento. (fig nº 38).

Para evitar un desarrollo del taller que facilite una concentración excesiva de tensiones en determinados puntos del mismo, es aconsejable respetar una relación geométrica entre las dimensiones de la niveladura y altura de tajo. La relación más usual en los talleres españoles es 2/3, aunque hay que entenderlo con la lógica prudencia ya que cada caso puede ser distinto. Esto significa utilizar bastidores de 3m y series de 3, 6 ó 9 m.

C) Frentes rectos y niveladuras inclinadas.

Esta disposición geométrica es aconsejable utilizarla para **pendientes superiores a los 60° y potencias mayores de 1,5 m, principalmente en carbones con grisú y fácilmente derrabables**.

Las inclinación de las niveladuras suele ser de 15 a 30° (fig nº 39).

Esta disposición facilita la ventilación de todos los puntos del frente y disminuye la cantidad de carbón " colgado " por encima de los trabajadores. No obstante, exige una mayor pericia y habilidad para realizar el posteo, que se complica ligeramente al ser más difícil de "cuadrar" los tajos.

Esta disposición geométrica ha sido puesta como prescripción de obligado cumplimiento por distintas Jefaturas de Minas, tras analizar derrabes ocurridos, en capas con potencias superiores a 1,5 m y pendientes mayores de 60°, donde tradicionalmente se utilizaba niveladura horizontal.

D) Tajo oblicuo

Es una disposición con niveladuras largas inclinadas y frentes cortos. Se puede aplicar en **cualquier tipo de capa y pendiente**, pero es fundamental que el frente se mantenga paralelo al talud del relleno.

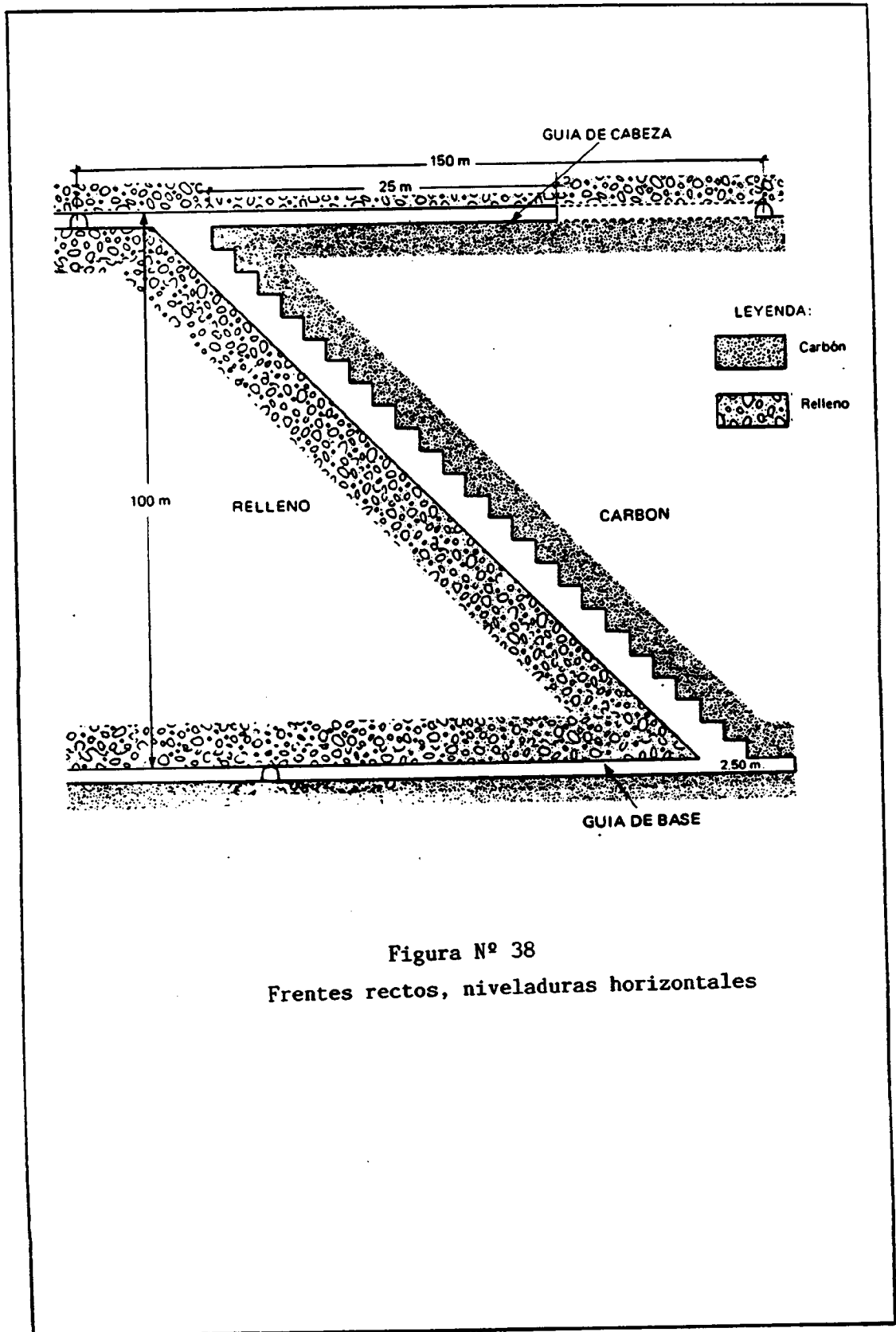


Figura Nº 38
 Frentes rectos, niveladuras horizontales

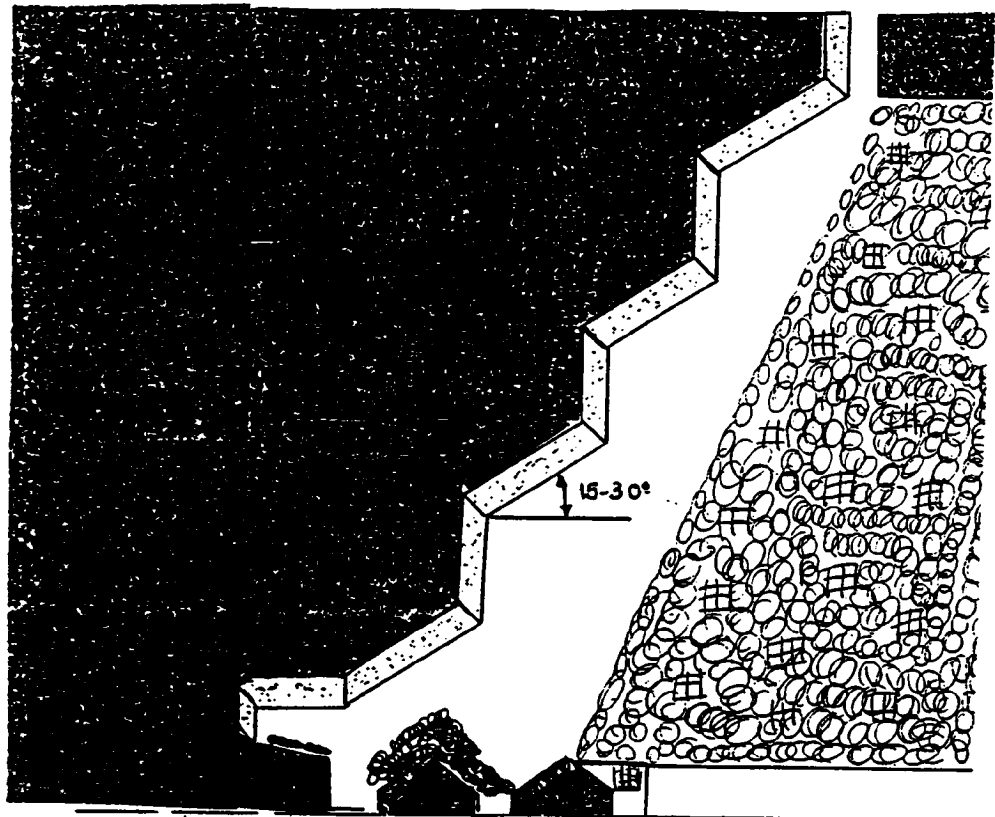


Figura N° 39
Frentes rectos, niveladuras inclinadas.

Este frente, oblicuo respecto a la línea de máxima pendiente, se puede ver representado en la figura n° 40.

En la base y cabeza del taller el frente es vertical. Se utilizan tajos de 1-2 m de altura y niveladuras inclinadas entre 30° y 32°.

7.5.- ALGUNAS RELACIONES GEOMETRICAS DEL TALLER.

Las dimensiones de las series y la longitud de la niveladura son los parámetros que determinan el desarrollo del taller y teóricamente deben conformar un taller en el que la línea de las crestas de los testeros se mantenga paralela a la línea de talud del relleno (siempre inferior a 10m). Además la altura de la serie debe ser múltiplo de la longitud del bastidor.

Entre otros factores, la geometría de un testero depende del comportamiento y tratamiento del postaller, del buzamiento de la capa y de su potencia. También interviene, en la práctica, en mayor medida de lo deseable, la disponibilidad de los materiales de posteo y otros factores ligados a la producción

El mantener el paralelismo entre crestas de los testeros y el relleno exige, respetar unas dimensiones aproximadas. A continuación se presentan algunas **dimensiones utilizadas en la práctica**, calculadas a partir de las relaciones teóricas (son datos indicativos, que a veces deben ser ajustados) (Relación entre longitud de la niveladura y la altura de la serie)

* Pendientes entre 65° y 90°.

Relación 1 : 1.- altura y niveladura de igual longitud. No es recomendable realizar niveladuras de más de 6m

* Pendientes entre 60° y 65°.

Relación 4 : 5.- bastidor de 2,5 m y series de 2,5 o 5m de altura . En talleres seguros y con relleno próximo se puede ir a 7,5 m de altura de serie.

* Pendientes entre 48° y 60°.

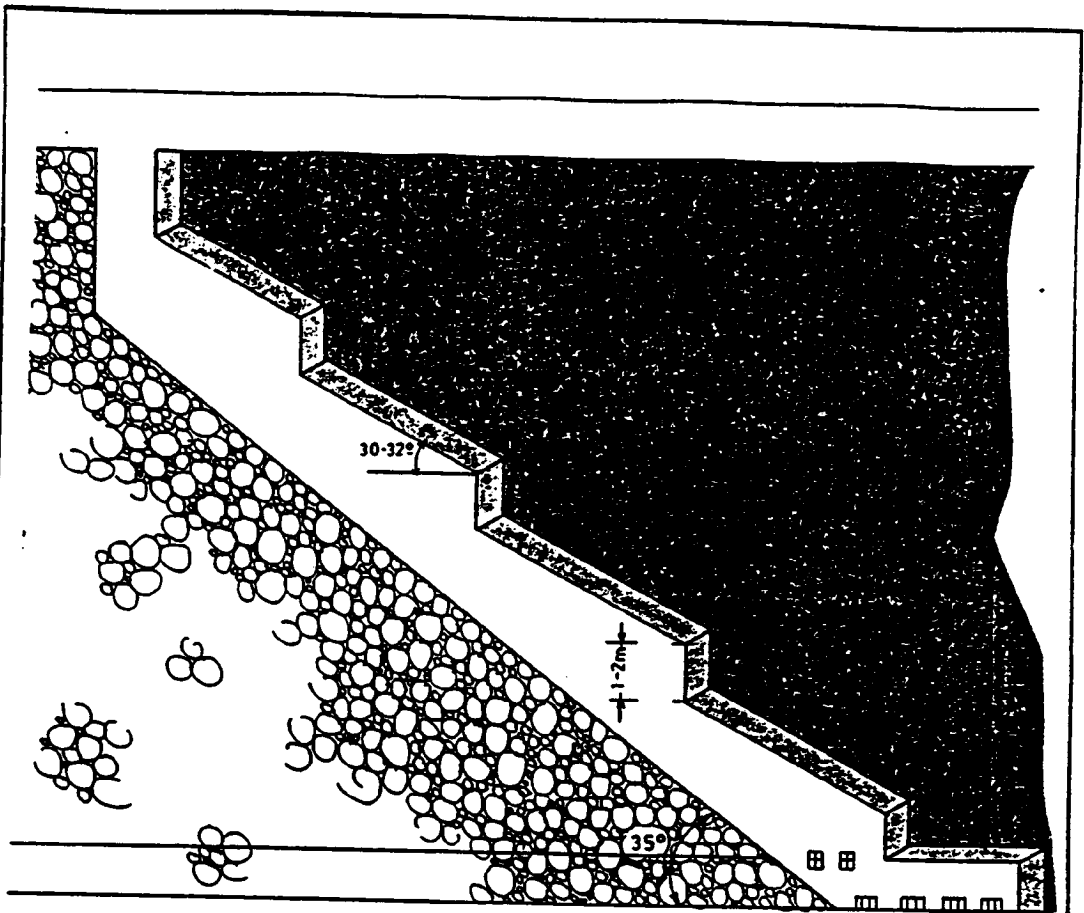


Figura N° 40
Tajos oblicuos

Relación 2 : 3.- bastidor de 3 m y series de 3, 6 o 9m de altura.

*** Pendientes entre 45° y 48°.**

Relación 1 : 3.- bastidor de 3m y series de 3, 6, 9 o 12m de altura.

Cuando la pendiente es inferior a 45° se suele optar por una disposición de frente único en vez de utilizar los testeros.

Todo lo indicado se refiere a recomendaciones teóricas, que pueden ser modificadas, en cada caso por los responsables técnicos que son los que deben conocer las circunstancias particulares de cada explotación.

Se sabe que no todos los rellenos adoptan un talud de equilibrio de 45° e igualmente no siempre se postea a 1 m de distancia, pero lo que se quiere resaltar, es que para cada caso particular existe un desarrollo teórico al que debe intentar ajustarse con el uso de las longitudes más idóneas de bastidor y altura de serie. En la elección de ambas, además de los factores indicados intervendrá el grado de saturación que se desea alcanzar en el taller.

7.6.- DIMENSIONES DE LA SOBREGUÍA.

La sobreguía es la parte más baja del taller de testeros, es también la zona más avanzada de la explotación y la que soporta una **mayor concentración de tensiones**, siendo por tanto, una zona de **alto riesgo** de derrabes.

Esta zona suele servir de tolva de almacenamiento y regulación del carbón arrancado, y que debe ser evacuado por la galería de base.

Requiere pues, unas dimensiones mínimas, que deben conjugarse adecuadamente con los problemas geomecánicos que puede plantear:

* Si se disminuyen las dimensiones de la sobreguía se pierde capacidad de almacenamiento. En algunos casos esto trata de compensarse atrasando el relleno o reteniéndolo en la parte baja del taller. Esto es peligroso pues se pueden formar calderas y concentraciones de tensiones. Parece que una altura de unos 7.5m debe ser respetada siempre en la sobreguía.

* Por otra parte, se debe reducir la longitud de la sobreguía hasta lo indispensable, principalmente en los carbones con gas. Los frentes de la sobreguía muy avanzados son muy peligrosos, pues además de presentar problemas de ventilación, están situados en las zonas de mayor concentración de tensiones.

7.7.- ARRANQUE DEL CARBÓN.

En este capítulo se trata de presentar con detalle cómo debe realizarse el arranque del carbón y el avance del taller en distintas situaciones que pueden presentarse.

Se hace referencia solamente al arranque con martillo picador por ser el medio más usualmente utilizado en la minería tradicional española de capas inclinadas y verticales. A veces, cuando existen intercalaciones de estéril se recurre al empleo de explosivos.

En el "argot" minero se hace referencia a dos modalidades de picar: de "salón" y "derrabando". Desde el punto de vista del derrabe de carbón la modalidad de "picar derrabando" debe ser rechazada por el buen hacer minero, pese a que pueda ser cómoda para dar la producción.

Las dos modalidades de picar tienen en común que no se empieza a postear hasta que ha finalizado el arranque de las series. Estos sistemas se basan en la necesidad de "encadenar" los bastidores y mantener la alineación de las jugadas, lo cual se realiza más fácilmente de abajo hacia arriba. Sin embargo, entraña un cierto peligro, por el espacio de tiempo que transcurre entre el arranque y el posteo, por lo que es aconsejable la utilización de un sostenimiento provisional hasta la colocación del definitivo.

Normalmente, cuando el arranque se realiza con martillo picador, se comienza por las venas más blandas (regadura) para posteriormente abatir el resto del carbón sobre el hueco creado.

Este modo de proceder se emplea, a veces, sin tener en cuenta una serie de condicionantes que pueden ser decisivos a la hora de generarse un derrabe de carbón. Entre los factores que condicionan el orden de arranque, deben citarse:

- * Cierres en cuña.
- * Intercalación de venas estériles en la capa.
- * Superficies de despegue entre venas (pastión, arcilla, etc.)
- * Existencia de planos de cruce en el carbón.
- * Naturaleza del carbón.
- * Trastornos geológicos y minados próximos.

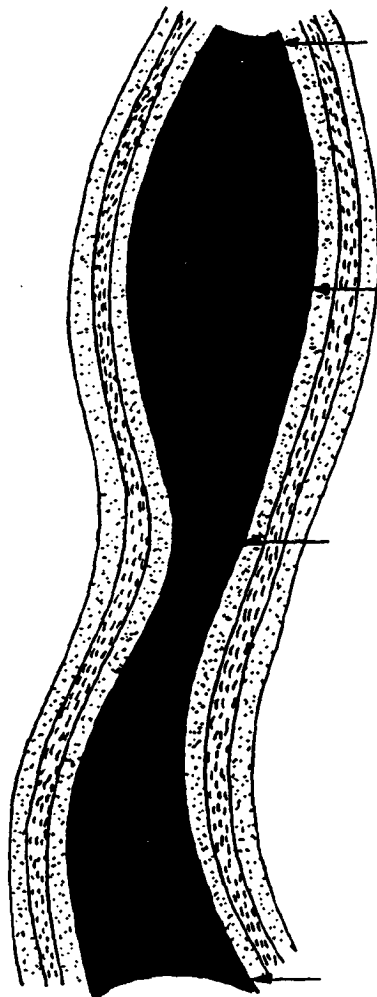
La forma en que estos factores condicionan el arranque se analizan a continuación:

Cierres en cuña

Cuando la capa presenta tendencia al cierre en cuña (fig.nº 41), tanto en el sentido ascendente del tajo en explotación como en el avance del mismo, deben tomarse precauciones en lo concerniente al arranque, posteo y posicionamiento de los trabajadores en la explotación. Los cierres son una señal inequívoca de que se pueden generar cuñas de carbón, que pueden caer por efecto de la gravedad si la adherencia entre carbón y hastiales es baja.

El arranque cuando el cierre es en sentido ascendente se realizará siguiendo las siguientes normas:

- * Comenzar la labor picando de salón, hasta realizar la niveladura.
- * Utilizar niveladuras inclinadas en vez de horizontales.
- * Empleo obligatorio de frenos intermedios y guarnecido completo de la niveladura.
- * Arranque en sentido descendente.
- * No realizar arranque simultáneo en el tajo inmediatamente superior o inferior al que presenta el cierre en cuña.
- * No utilizar explosivos en las proximidades de estos tajos.



Zona de alto riesgo
de derrabes.

Zona de riesgo
de derrabes.

Zona de alto riesgo
de derrabes.

Figura N° 41
Cierres de la capa en cuñas

Cuando el cierre en cuña se presenta en la dirección del frente de avance, debe tenerse en cuenta que la magnitud del posible derrabe puede alcanzar grandes proporciones. Es aconsejable en este caso, siempre que se detecte o presuma la anomalía, cambiar el orden de explotación y recurrir en estos tramos a la explotación por bancos, para evitar un desplome total de la zona afectada por el acuífamiento.

Intercalaciones de venas de estéril en la capa de carbón

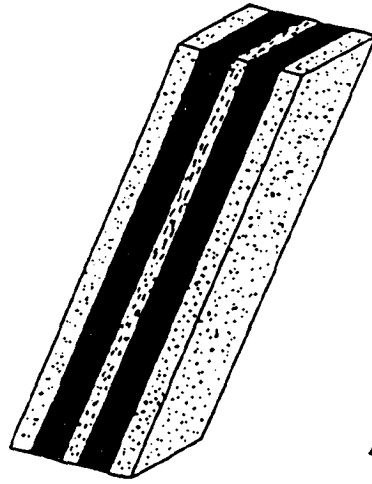
Cuando la capa que se explota presenta intercalaciones de estériles con considerable espesor (fig. n° 42), debe tenerse en cuenta que las superficies de contacto entre el carbón y el estéril tienen una adherencia generalmente baja, por lo que fácilmente puede producirse un desprendimiento del macizo. La secuencia de arranque debe realizarse por fases:

- 1ª.- Arranque de la vena de techo y posteo provisional.
- 2ª.- Arranque de la vena de esteril en la misma profundidad y posteo provisional.
- 3ª.- Arranque de la vena de muro y posteo definitivo.

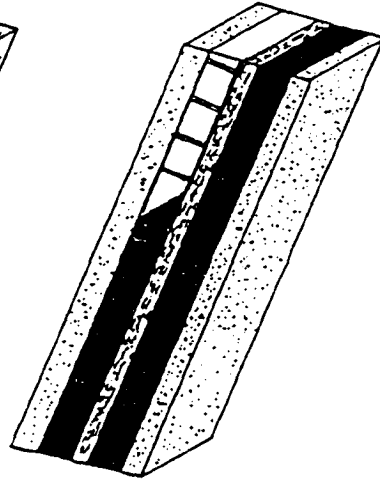
Debe considerarse que aunque la vena de muro sea más blanda, la seguridad de la labor frente a desprendimientos de costeros y derrabes de carbón, aconsejan seguir el método operatorio propuesto. También se tendrá la ventaja adicional de que el todo-uno arrancado será más limpio y el escombros de la vena de estéril puede aportarse al relleno de la explotación.

Superficies de despegue entre venas de carbón.

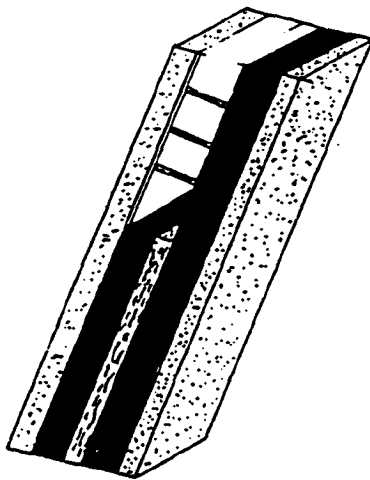
Cuando las intercalaciones existentes entre las distintas venas de carbón que componen la capa, son de pequeño espesor (pastión, espato callizo, venas terrosas etc.) o existen nódulos de estéril intercalados en la misma, debe entenderse que la superficie de arranque constituye un todo uno muy heterogéneo y con múltiples superficies de despegue. En estos casos es muy fácil que el macizo se comporte como un material suelto, con riesgo alto de derrabes, que incluso pueden ser desencadenados por las vibraciones del martillo picador.



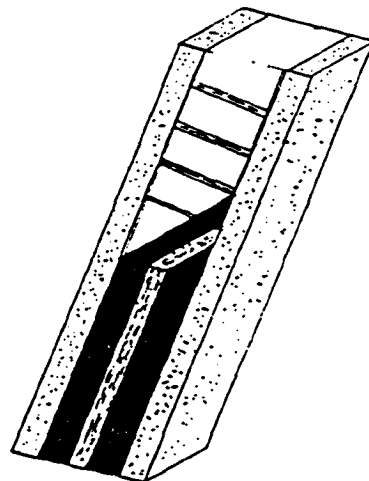
Estado inicial.



1ª Fase de arranque.



2ª Fase de arranque.



3ª Fase de arranque.

Figura N° 42

Secuencia de arranque en capas con
intercalaciones de estratos esteriles.

El método operativo en estos casos debe seguir al menos las siguientes fases:

- 1ª.-Realización de la corona (niveladura) en una profundidad acorde con la naturaleza del carbón.
- 2ª.-Posteo y embastonado preventivo de la niveladura, si es necesario.
- 3ª.-Regadura por el techo, con independencia de la posición que ocupe la vena más blanda.
- 4ª.-Arranque en sentido descendente.
- 5ª.-Posteo preventivo de la zona parcialmente deshullada si es necesario, principalmente si hay "migueo" de carbón en el frente de arranque o los hastiales están degradados.
- 6ª.- Cuadre del tajo y posteo definitivo.

Existencia de planos de crucero en el carbón

La existencia de planos de crucero en una capa de carbón es uno de los factores que pueden condicionar tanto la orientación de los frentes, como el orden de arranque en los mismos.

Es quizás en los carbones duros y capas con pendientes comprendidas entre 25° y 45°, donde se producen más accidentes o incidentes que tienen su origen en los planos de crucero y en la fracturación perpendicular que siempre acompaña a la estratificación. Probablemente, este hecho sea debido al desconocimiento de la existencia de esa microfracturación y planos de debilidad, a veces difíciles de detectar.

La forma de actuar en estos casos debe incluir al menos las siguientes operaciones:

- 1ª.- Realización de la corona (niveladura).
- 2ª.- Posteo y guarnecido de la misma.

3ª.- Arranque en sentido descendente.

4ª.- Cuadre y posteo del tajo.

Si los techos presentan fisuración, debe colocarse un posteo provisional.

Naturaleza del carbón.

La dureza del carbón condiciona en la mayor parte (en carbones con poco grisú) de los casos la facilidad de arranque y la tendencia al derrabe. No hay que confundir, no obstante, dureza y resistencia mecánica con un cierto " apelmazamiento " del carbón, que le da " in situ ", un aspecto de dureza que luego no es tal.

Un carbón duro, normalmente estratificado, es de los que se consideran que tiene poca aptitud al derrabe. Por el contrario, un carbón apelmazado con superficies de laminación (espejos de carbón) puede ser inicialmente duro de picar, pero cuando se le proporciona una salida (regadura) pierde cohesión rápidamente y se vuelve muy derrabable. Es en este tipo de carbones donde deben adoptarse una metodología de arranque que al menos comprendan las siguientes fases:

1ª.- Realización de la corona y empquetado cerrado de la misma.

2ª.- Utilizar niveladuras inclinadas para potencias superiores a los 1,5 m.

3ª.- Regadura por el techo.

4ª.- Arranque en sentido descendente.

5ª.- Dejar entablillado el frente, cuando el carbón tenga tendencia a desprendimiento.

Trastornos geológicos y minados próximos.

A veces, tanto el techo como el muro de la capa se ven afectados por trastornos geológicos, cuyas manifestaciones más representativas son los denominados "repuclgos". La existencia de estos trastornos, ligada a la historia del carbón y a los movimientos tectónicos, lleva implícita una debilidad o superficie de despegue, a través de la cual la masa de carbón puede desprenderse fácilmente, si el

arranque se acomete inadecuadamente. Por tanto, es aconsejable, cuando se presenta esta circunstancia adoptar una metodología de arranque que al menos comprenda las siguientes fases:

- 1.- Iniciar el arranque por la zona del techo y parte superior del repuelgo.
- 2.- Apuntalar provisionalmente la zona del repuelgo.
- 3.- No posicionarse bajo la superficie de despegue.
- 4.- Ir posteando conforme se vaya descubriendo el trastorno.
- 5.- Reforzar el posteo en zonas próximas a fallas.

Si en las proximidades de fallas, trastornos geológicos o minados antiguos, el carbón sufre un cambio sustancial en sus características mecánicas, deben adoptarse medidas especiales de seguridad, que pueden extenderse hasta cambiar el método o abandonar la explotación en esa zona.

7.8.- SOSTENIMIENTO.

En los yacimientos en pendiente el sostenimiento debe colocarse lo antes posible y convenientemente adaptado al terreno.

7.8.1.- SOSTENIMIENTO DEL FRENTE DE ARRANQUE.

Normalmente el sostenimiento de los talleres de testers se realiza con madera y se postea de balsa o chulana, según sea la calidad de los hastiales.

La unidad elemental del sostenimiento es la jugada, constituida por un bastidor y al menos tres mampostas, enlazados entre sí por una unión en boca de lobo. El ensamblaje del sostenimiento con el terreno, cuando sea preciso, debe realizarse a través de cuñas y un correcto guarnecido.

Los bastidores deben encadenarse entre sí, para oponerse a posibles deslizamientos del techo o muro.

Cuando la explotación se realiza **sin macizos** de protección en las galerías, **el bastidor del tajo inferior debe apoyar sobre el sostenimiento de la galería**. Este apoyo puede realizarse de tres formas distintas, tal y como se representa en la fig. n° 43:

- a)- Apoyo directo sobre la trabanca del cuadro.
- b)- Apoyo sobre el guarnecido de la galería a través de un rollizo.
- c)- Apoyo sobre la trabanca de cuadro, a través de un rollizo cuando el cuadro y el bastidor están desplazados.

7.8.2.- SOSTENIMIENTO DE PUNTOS PARTICULARES.

En algunas ocasiones es necesario adaptar el posteo a las características particulares de la capa o de los hastiales en determinados puntos de la explotación. Los casos que más frecuentemente se presentan, se relacionan a continuación:

*** Pie de taller en explotaciones "de rasgao" :**

Cuando la explotación de la capa se realiza " de rasgao " en capas con pendientes comprendidas entre 35° y 45° y se utiliza y se utiliza relleno para el tratamiento del postaller, el sostenimiento del borde inferior del taller, debe reforzarse para evitar el corrimiento del mismo.

El relleno debe ser retenido por tableros especiales, los cuales estarán sostenidos por una embastonadura que debe apoyar sobre las mampostas del bastidor de la siguiente línea del sostenimiento. La embastonadura se retiene mediante mampostas fuertemente acuñadas a techo y muro, pudiendo aumentarse el refuerzo con el apuntalamiento de estas mampostas al cuadro de la galería (fig.n° 44).

Cuando la pendiente de la capa es superior a 45° o la potencia aumenta considerablemente, es aconsejable, utilizar refuerzo a base de longarina y torna puntas (fig. n°45).

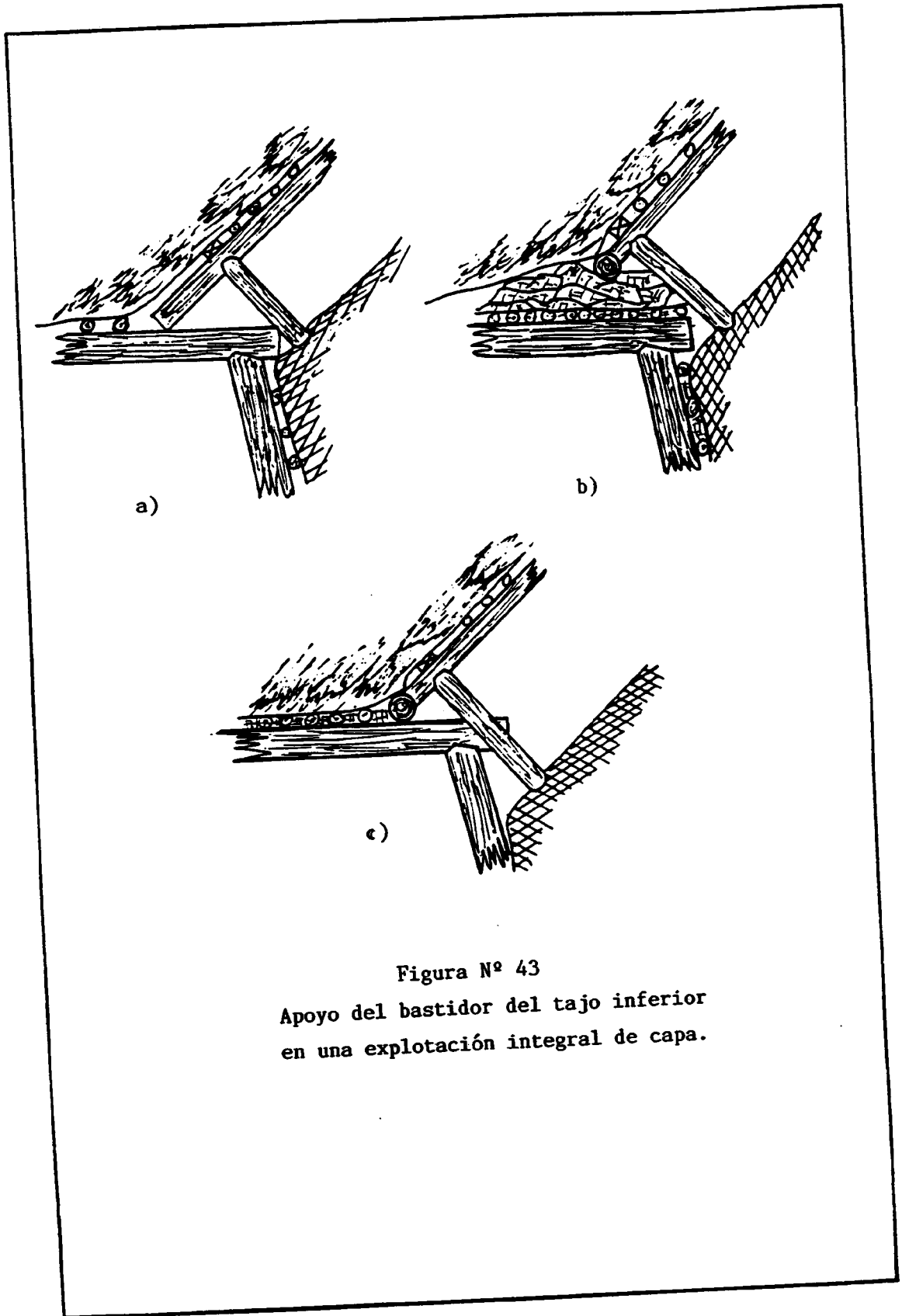


Figura N° 43
Apoyo del bastidor del tajo inferior
en una explotación integral de capa.

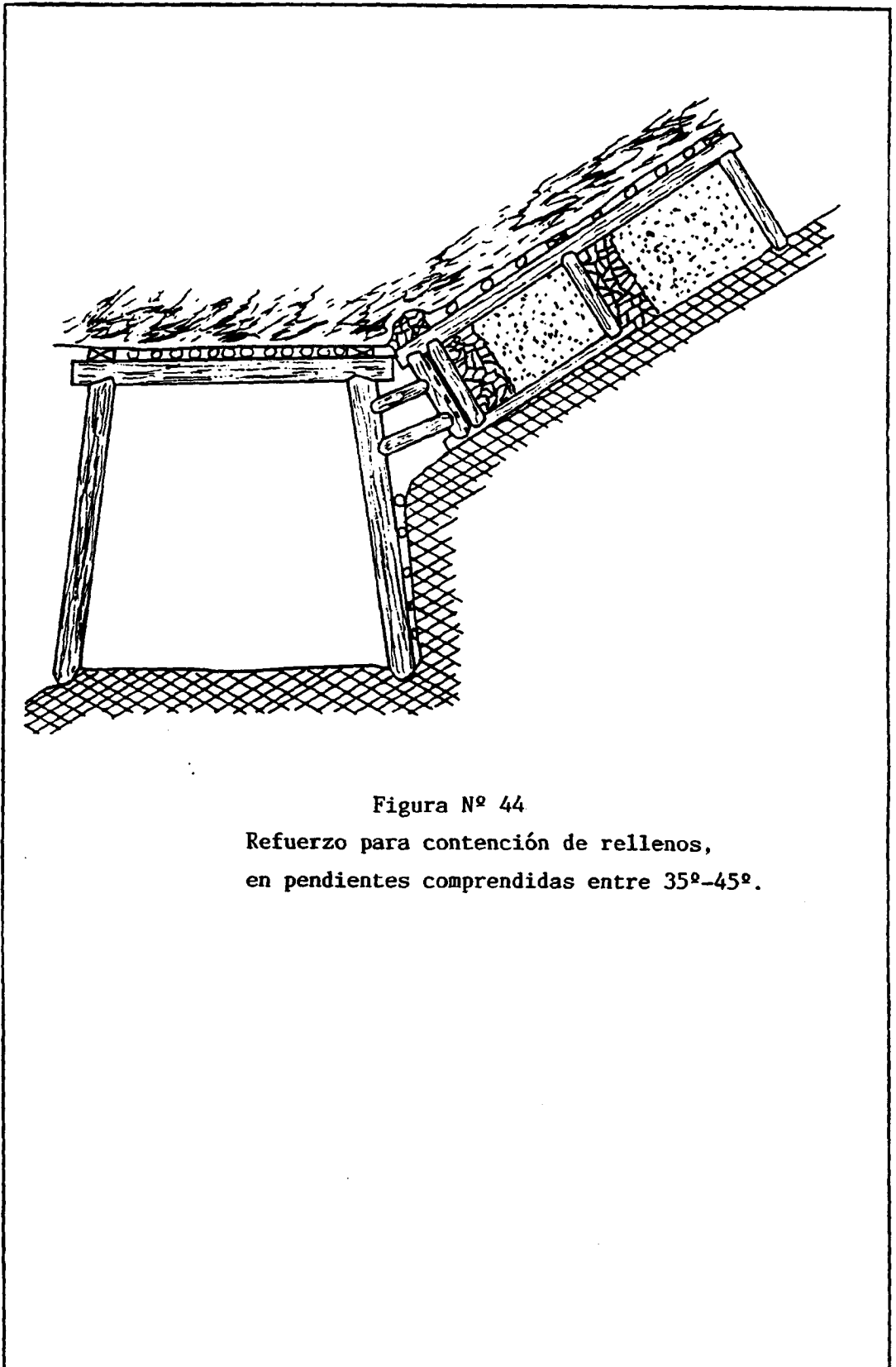


Figura N^o 44

Refuerzo para contención de rellenos,
en pendientes comprendidas entre 35°-45°.

Cuando aparece un resalto a techo de capas poco potentes y si los hastiales son buenos, el bastidor que ha de colocarse en la zona superior del resalto, debe apoyarse sobre una mamposta de diámetro superior al que normalmente se utilice. Se debe balsear a muro y apretarla fuértemente al techo. el tiempo, debe doblarse al posteo a ambos lados del resalto.

Cuando los hastiales son de mala calidad y las potencias de capa superiores a 1,5 m, debe utilizarse una longarina sostenida por tornapuntas, al mismo tiempo que se refuerza el posteo a ambos lados del resalto (fig.nº 46).

*** Zonas con repuelgos, saltos de capa y esterilizaciones.**

Ya sean en el techo, muro o ambos a la vez, debe abandonarse el posteo normal y adaptarlo a la singularidad de cada caso. Los bastidores deben colocarse paralelamente a la superficie del repuelgo y las mampostas perpendiculares a dichas superficies o ligeramente altas de cabeza para impedir el movimiento de los mismos. En función de la calidad de los hastiales, se puede postear a balsa o de chulana.

En las figuras nº 47a, b, c y d, se muestran diversos tipos de posteo para diferentes formas de repuelgos.

*** Cabeza de taller.**

Cuando la explotación se realiza de "rasgao" y se introduce relleno por medio de basculadores, es aconsejable reforzar el sostenimiento de las zonas donde se instala el basculador. En las figuras 48a, b, c y d, se muestran algunas formas de realizar este refuerzo.

7.8.3.- SOSTENIMIENTO DE NIVELADURAS.

Las niveladuras, representan en los talleres de testers una de las zonas de máxima atención en el posteo.

Se debe tener como principio fundamental el que "un tajo no debe ser picado mientras no se haya realizado y posteoado correctamente su niveladura".



Figura N° 45
Refuerzo para contención de rellenos,
en pendientes superiores a 45°.

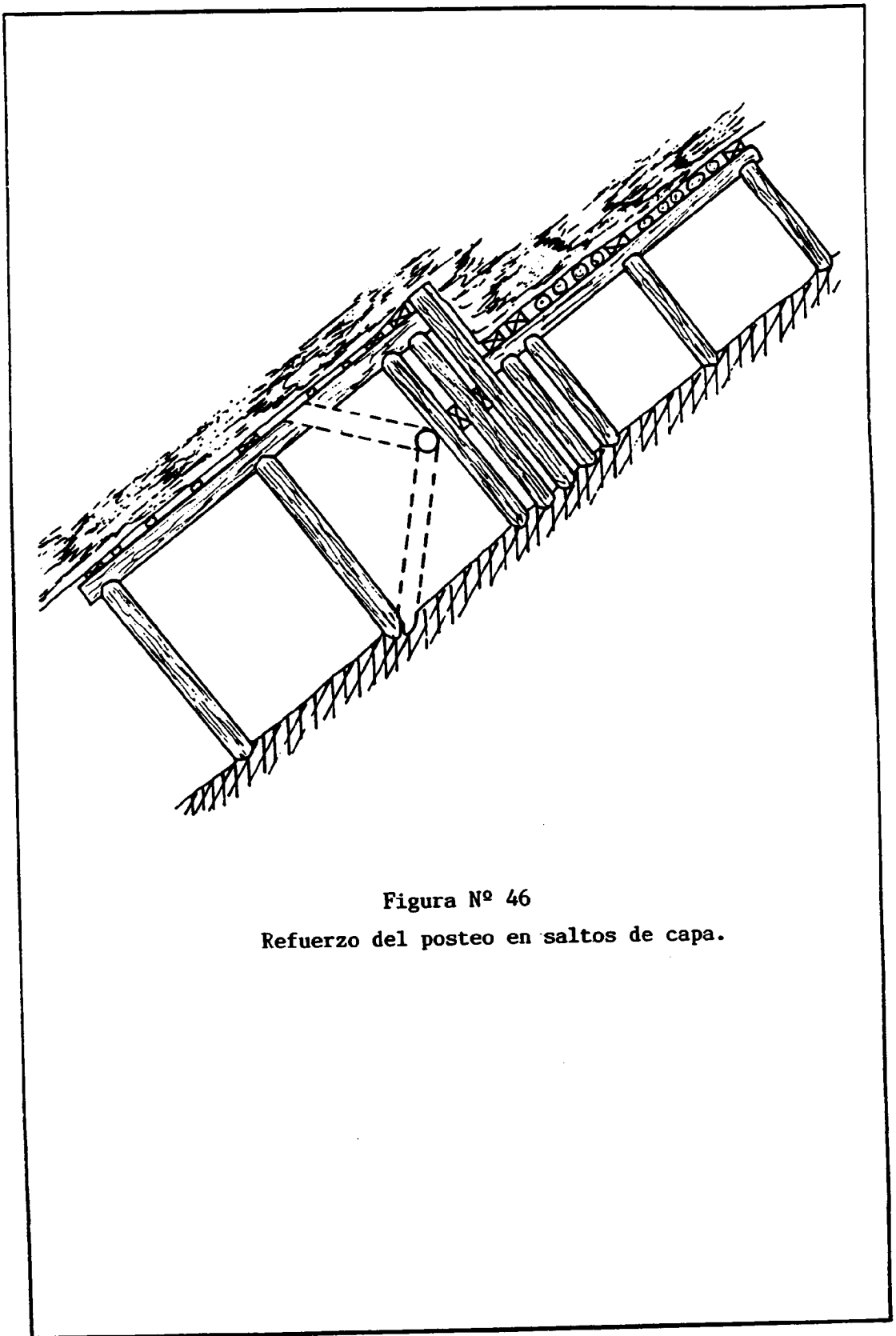


Figura N° 46

Refuerzo del posteo en saltos de capa.

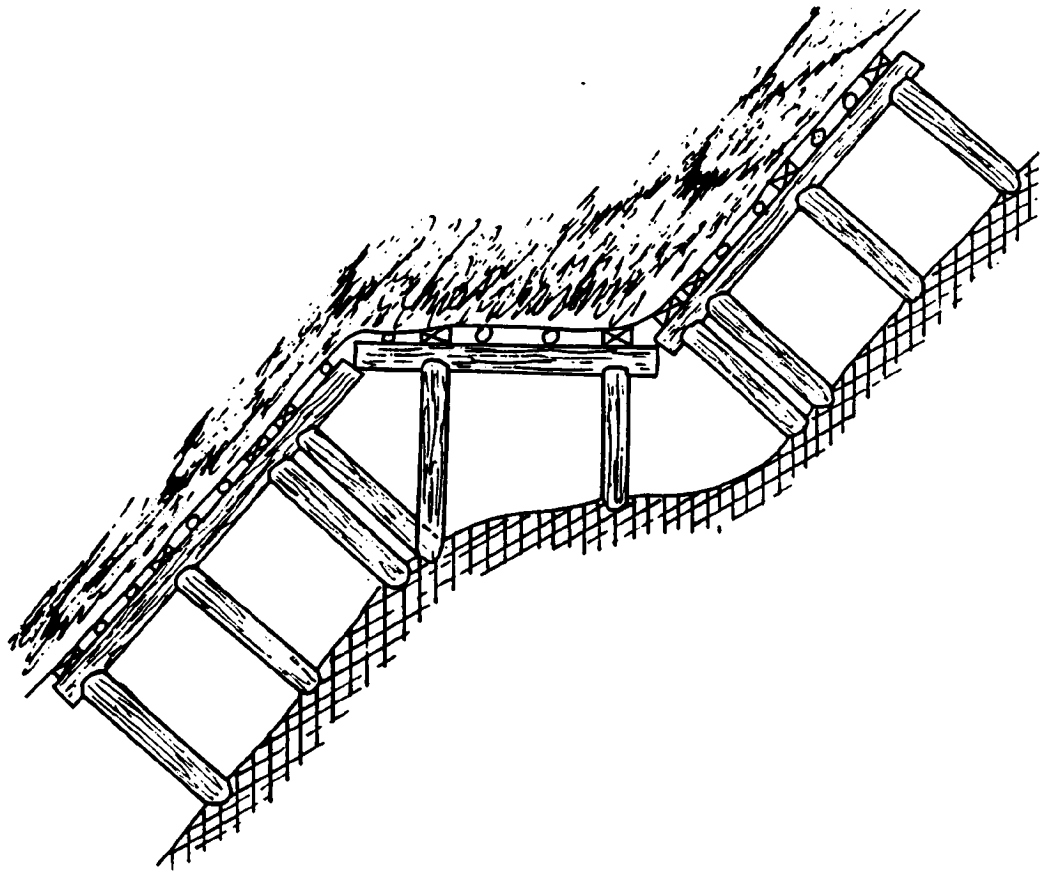


Figura 47- a
Sostenimiento de repuelgos.

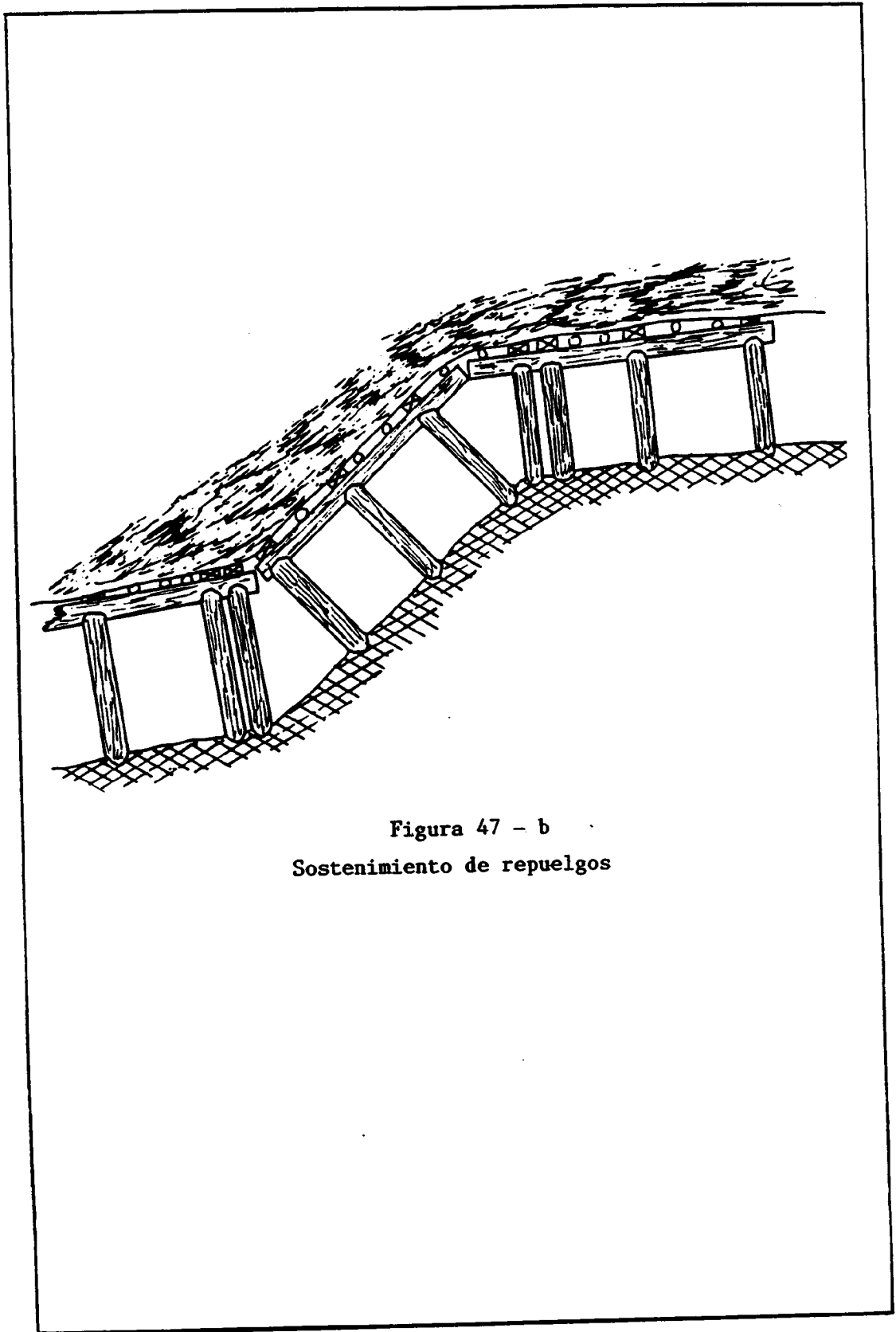


Figura 47 - b
Sostenimiento de repuelgos

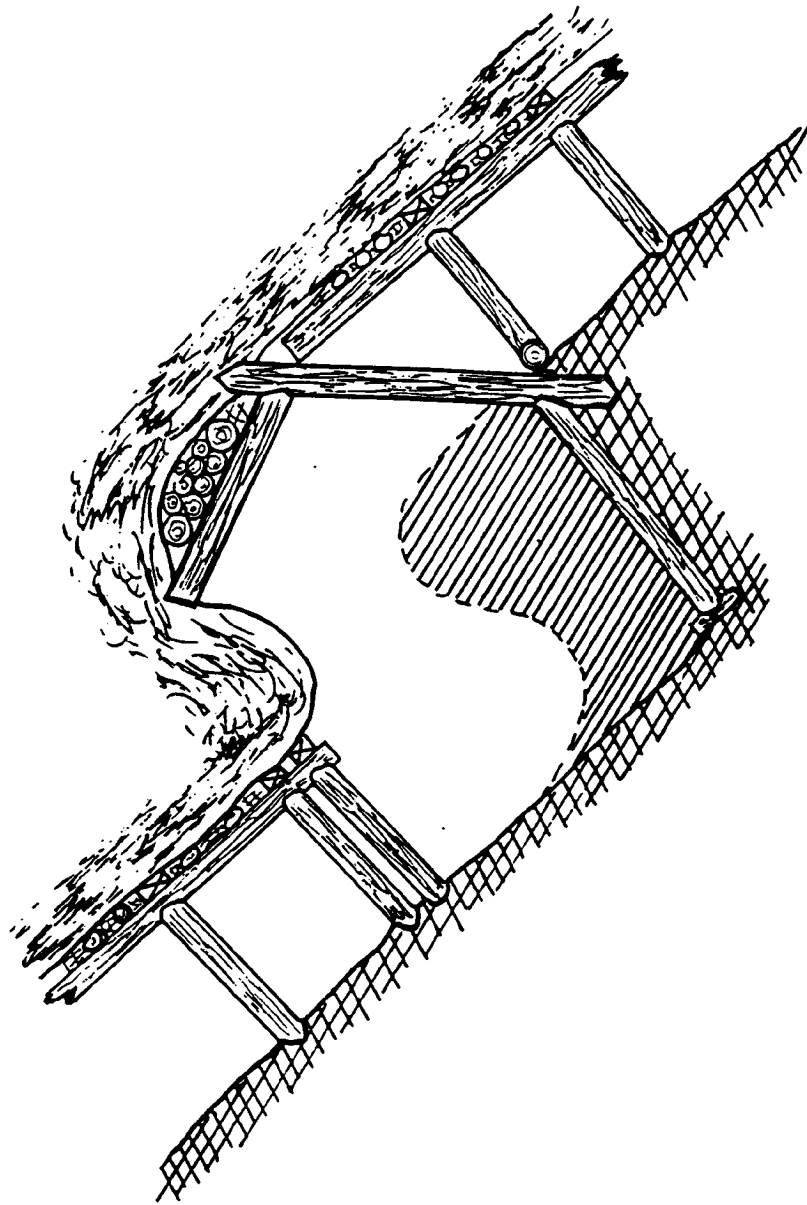


Figura 47- c
Sostenimiento de repueigos.

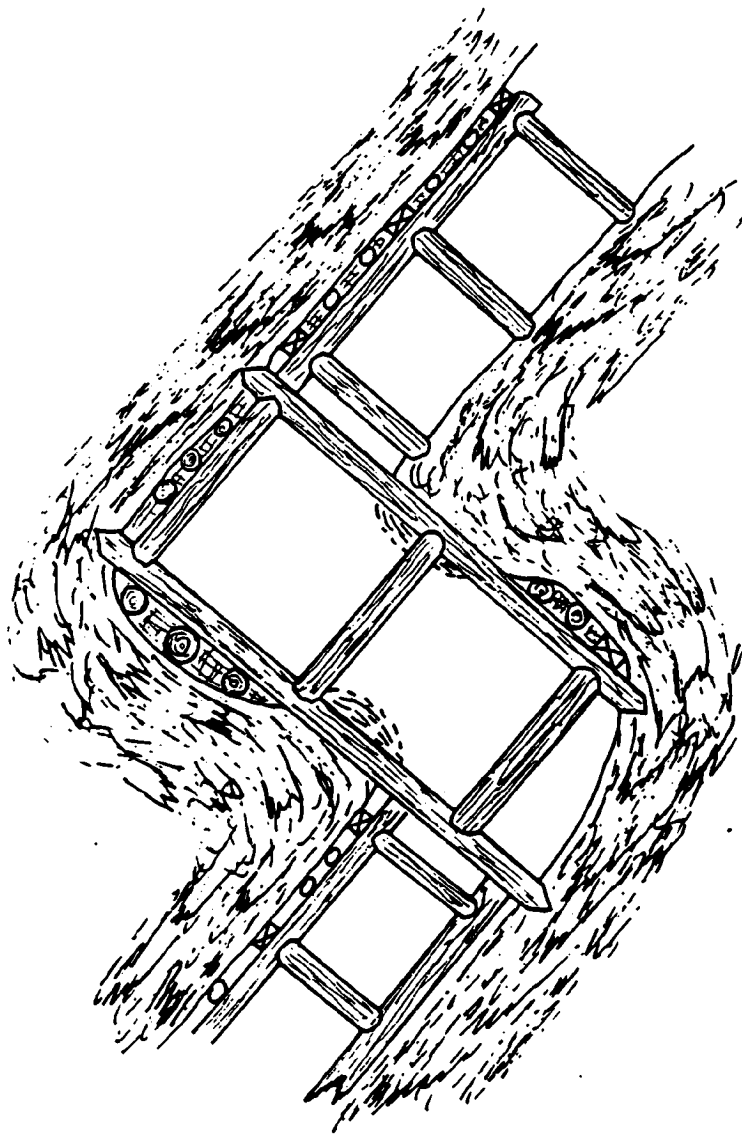


Figura 47- d
Sostenimiento de repueigos.

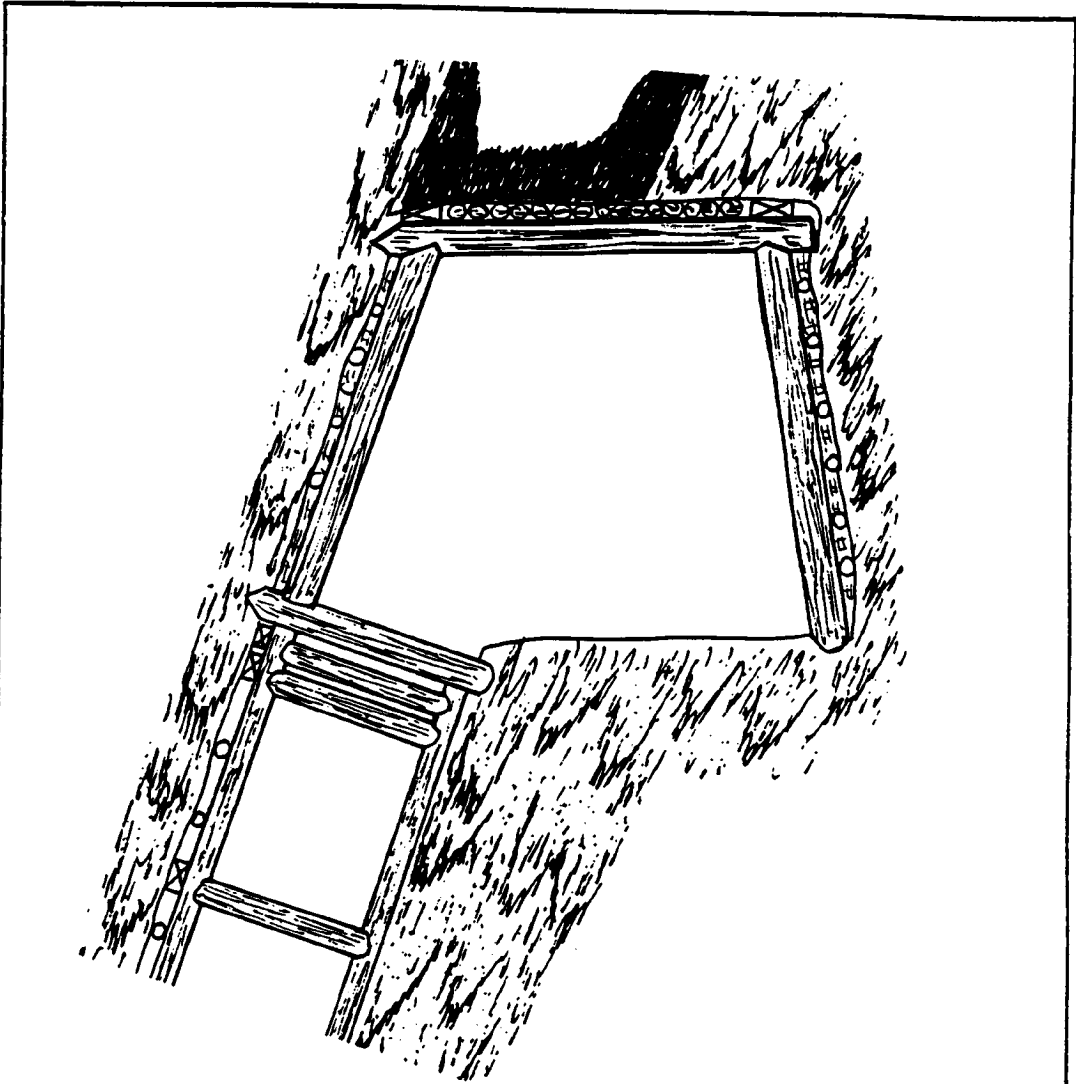


Figura 48- a
Refuerzo del sostenimiento en la
cabeza del taller.

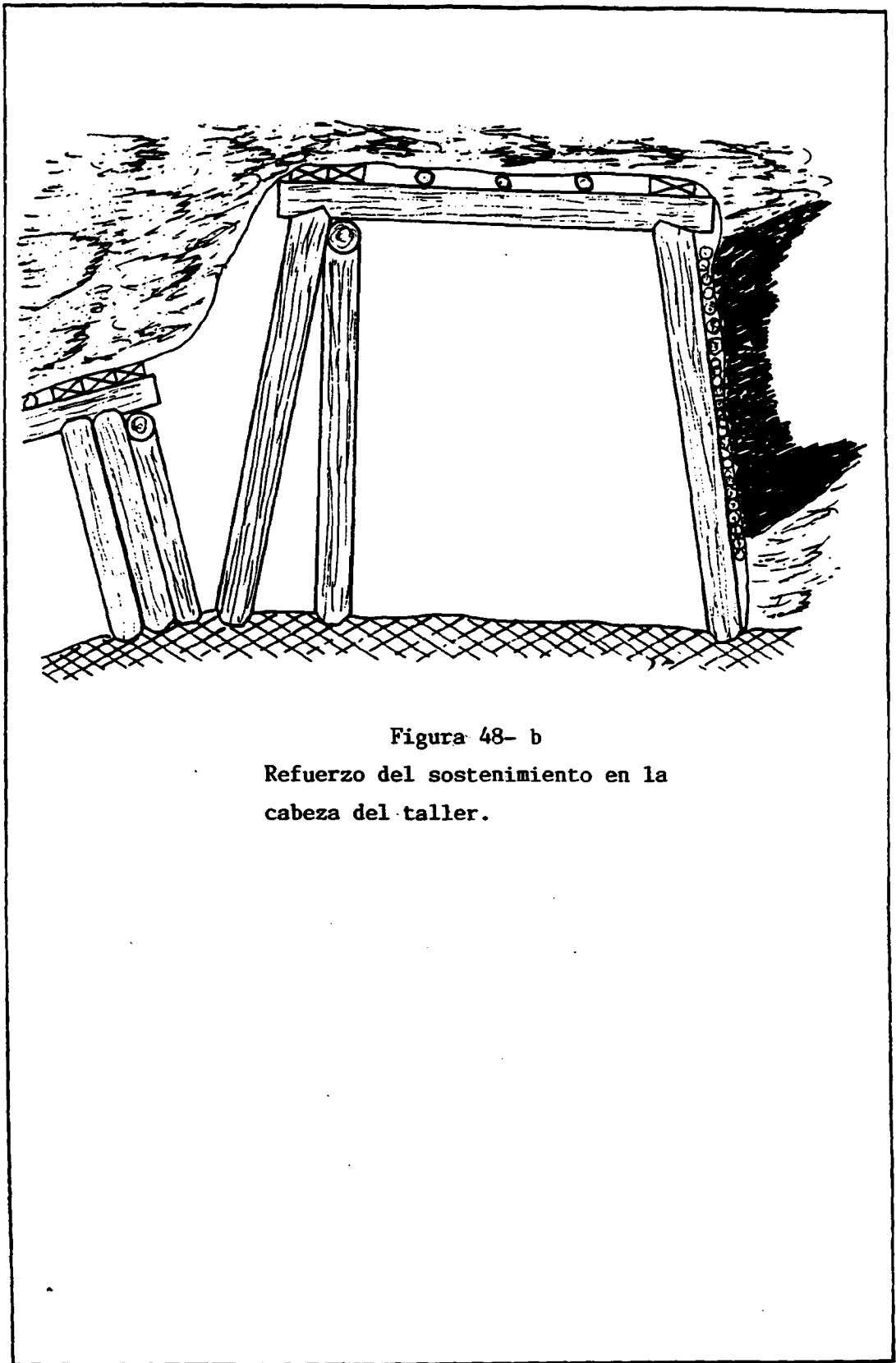


Figura 48- b

Refuerzo del sostenimiento en la
cabeza del taller.

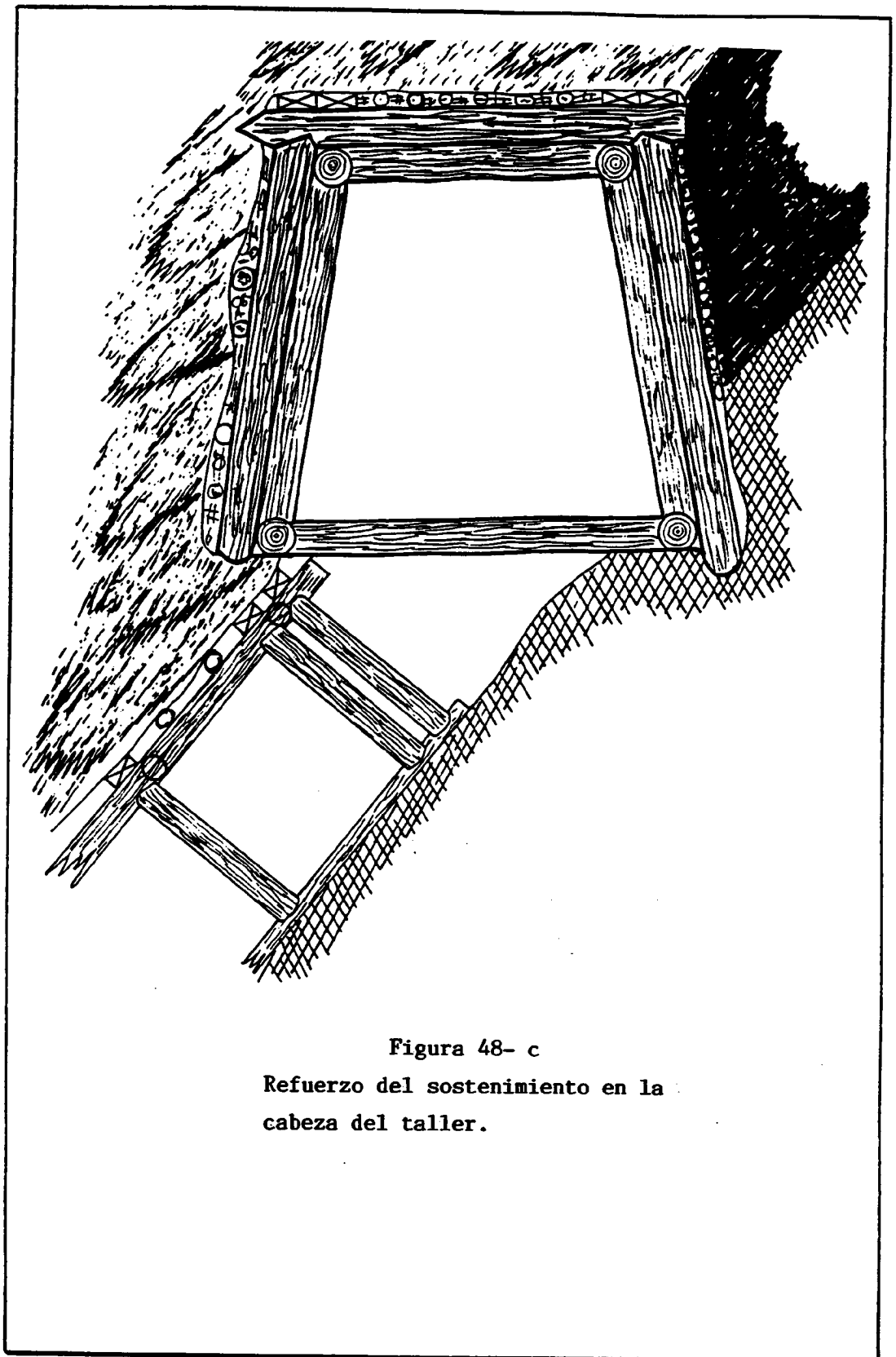


Figura 48- c
Refuerzo del sostenimiento en la
cabeza del taller.

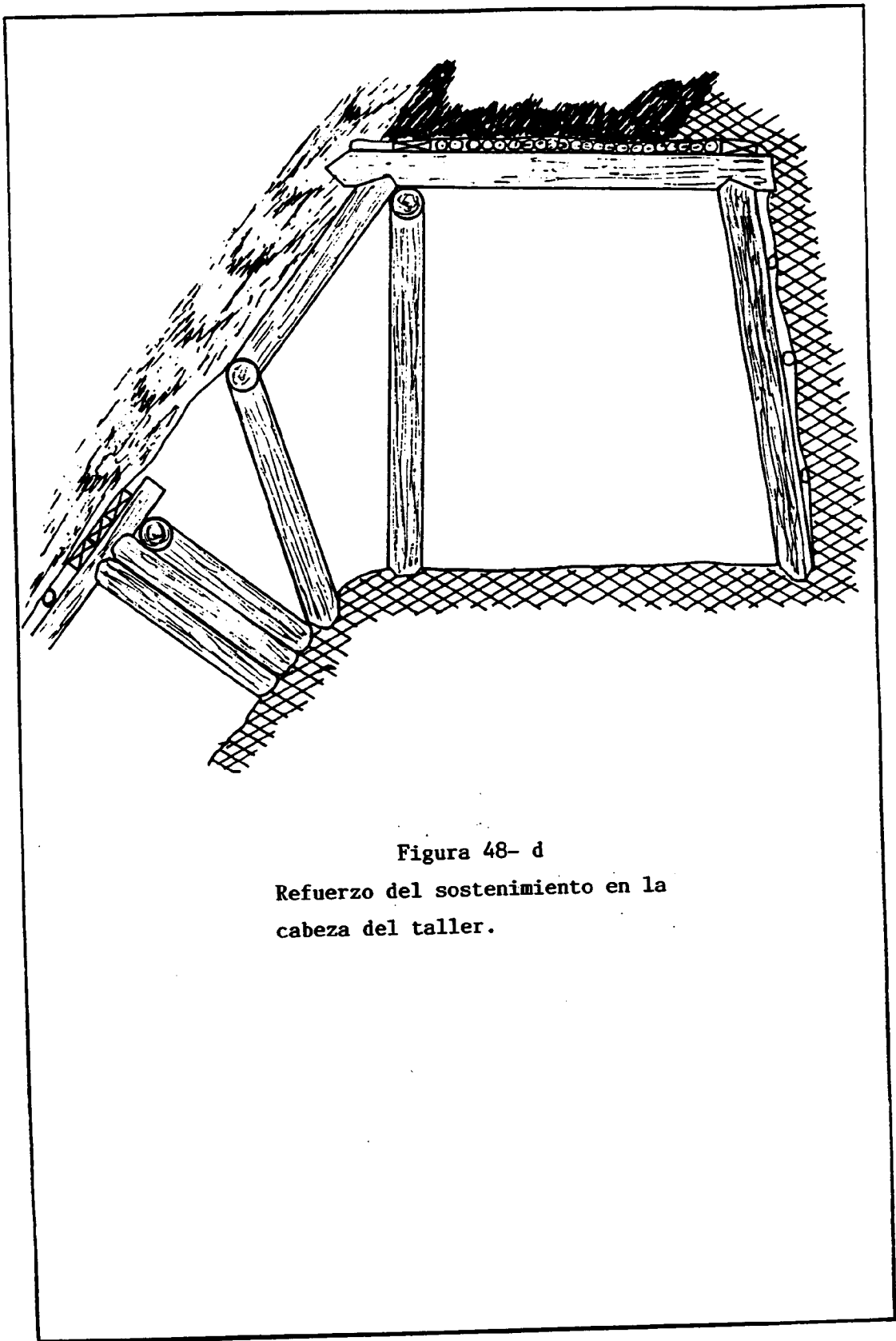


Figura 48- d
Refuerzo del sostenimiento en la
cabeza del taller.

Los distintos grados de protección que pueden aplicarse a las niveladuras se detallan a continuación.

a) Frenos normales.

La protección de la niveladura se reduce a que la primera mamposta de la jugada superior haga de freno (fig n° 49).

El sistema es adecuado para capas con **pendientes inferiores a 40° y carbón consistente**. Si el techo y el muro son de buena calidad puede utilizarse bastidor al techo y balsa a muro. Si son de mala calidad se utilizará posteo de chulana (bastidor a techo o muro).

Este sistema de protección para niveladuras, no debe aplicarse cuando las pendientes sean superiores a 40°.

La niveladura debe forrarse totalmente, para que no quede superficie alguna de carbón al descubierto.

b) Frenos acotados o a vitola.

Cuando las pendientes de capa estén comprendidas **entre los 40°-60° y las potencias son inferiores a 1,5 m, y el carbón tiene consistencia**, pueden emplearse los frenos acotados o de vitola, figura n° 50. Estos necesariamente, implican la utilización de bastidor a techo y muro. En caso de techo y muro de escasa calidad, debe recurrirse a un entablillado de los mismos.

c) Frenos de doble oreja.

Es una **variante de los frenos acotados**. La primera mamposta de la jugada superior se encadena al bastidor de techo y al bastidor de muro, por medio de entallas realizadas tanto en la mamposta como en el bastidor. Su campo de aplicación es el mismo que el de los frenos acotados.

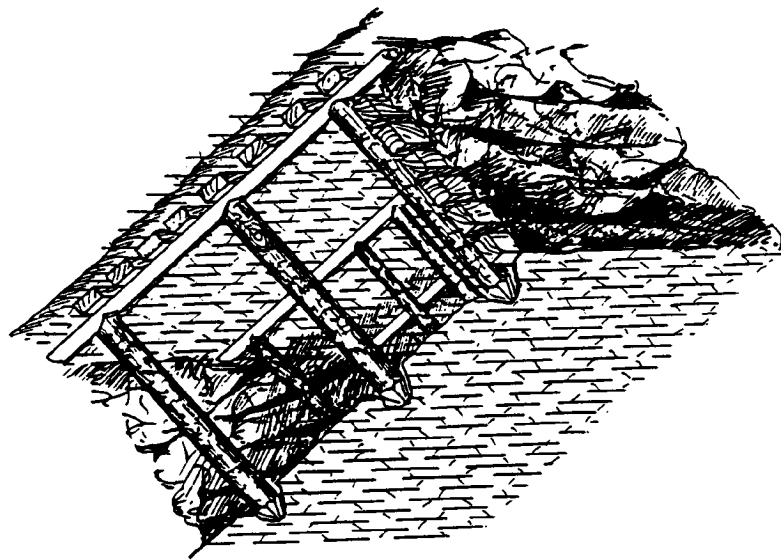


Figura N° 49
Sostenimiento de niveladuras
Freno normal.

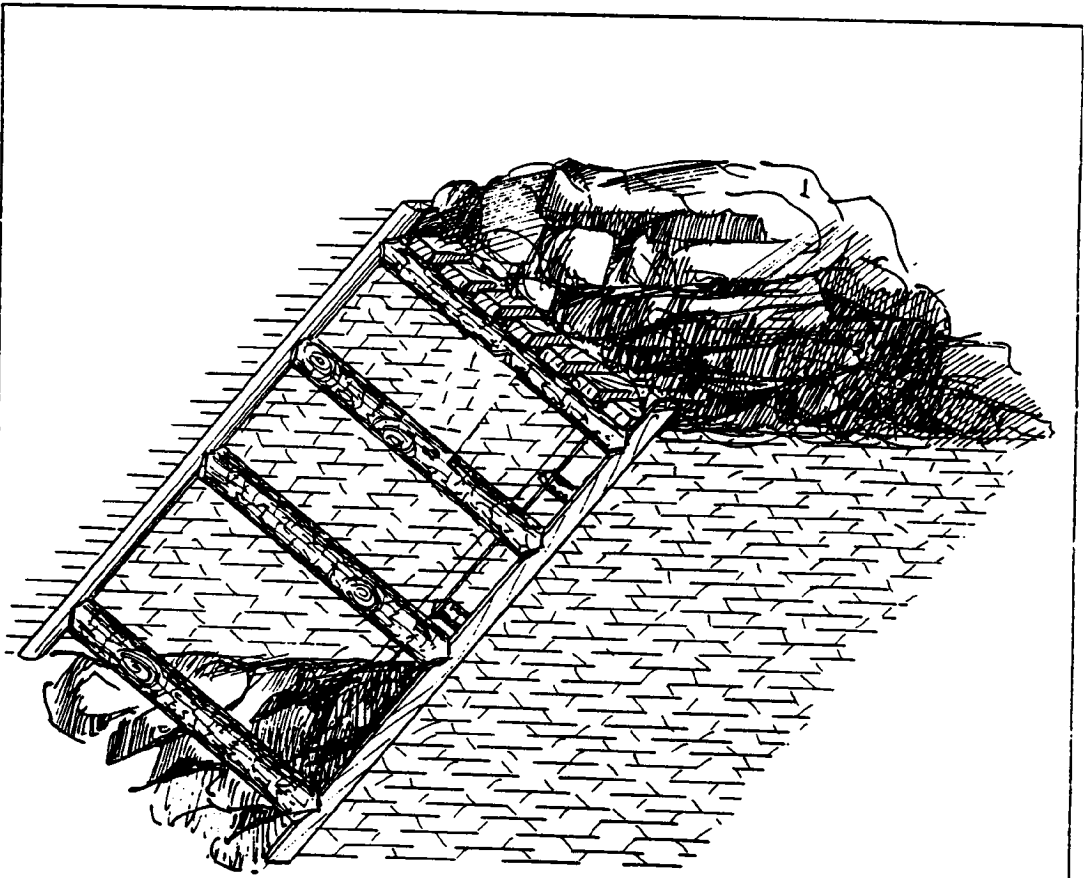


Figura N° 50
Sostenimiento de niveladuras
Freno acotado.

d) Puntal a la mamposta superior.

Cuando la pendiente de la capa está comprendida entre 40° y 60° y su potencia es superior a 1,5 m, debe reforzarse el sostenimiento de la niveladura. Esto se consigue mediante la utilización de una cuarta mamposta, llamada "mamposta de espalda" y un puntal que une la citada mamposta y el freno correspondiente (mamposta superior de la jugada). (fig.nº 51).

Si los hastiales son de mala calidad, se debe utilizar posteo de chulana, y frenos a vitola, entablillando los mismos y forrando completamente la niveladura.

e) Frenos intermedios.

En capas con pendientes superiores a los 60° es fundamental la colocación de frenos intermedios, para cualquier potencia de capa, (figura nº 52). Para inclinaciones comprendidas entre 40° y 60° sólo es necesario cuando no se apunte el freno normal.

Teniendo en cuenta que para pendientes superiores a los 35° debería ser obligatorio entrar de salón para picar la serie, es preciso colocar el freno intermedio una vez hecho el hueco necesario. De esta forma, se evita que el picador permanezca bajo la niveladura sin proteger, mientras pica el resto de la serie. El freno intermedio es el único sistema práctico de proteger la niveladura, siempre que su colocación sea previa al total deshulle y posteo de la serie.

Si los hastiales son consistentes puede embalsarse sobre ellos, pero en caso contrario deberán utilizarse soleras.

Es aconsejable que tras colocar el freno intermedio la niveladura se forre con cuantos piquetes sean necesarios, ya que de esa forma se crea un escudo protector y se evita un posible "migueo" de carbón que puede generar un derrabe.

f) Tornapuntas.

Representan el sistema más complejo y resistente de protección para las niveladuras. Son elementos de anclaje de los frenos a los hastiales.

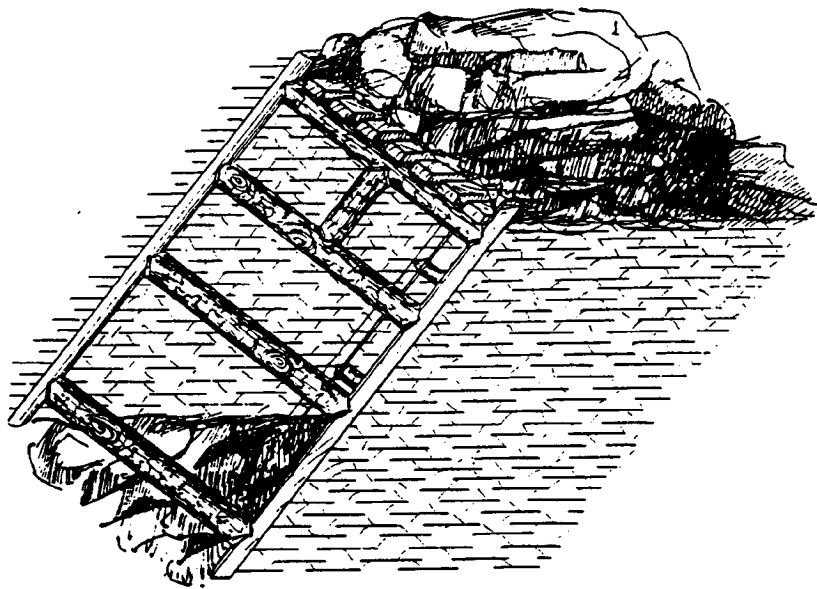


Figura Nº 51

Sostenimiento de niveladuras
Freno acotado y puntal a la
mamposta superior.

Su campo de utilización suele ser el constituido por capas de pendiente superior a los 60° y potencias mayores de 1,5 m .

Las tornapuntas conllevan la utilización de frenos de intermedio y tienen el inconveniente de que el refuerzo de la niveladura se produce con cierto retraso, ya que no pueden colocarse inmediatamente después de posteada la serie, pues impedirían el rasgado de la siguiente.

Su colocación, puede hacerse de varias formas diferentes:

* Bajo el freno de la jugada, y balseado en hastiales (fig. n° 53a).

* Bajo el freno de la jugada y balseado en la mamposta de espalada.
(fig.n° 53b).

* Bajo el freno intermedio y balseado en hastiales, con su variante de utilizar puntal del freno de la jugada a la mamposta de espalada
(fig.n° 53c).

g) Longarinas.

La fortificación de la niveladura con longarinas es una variante del sistema de tornapuntas, en donde se hacen solidarios longitudinalmente los refuerzos de varios frenos. (La longarina debe abarcar tres frenos) (fig. n° 54).

En función de la potencia, puede utilizarse, simple o doble longarina.

Este sistema encuentra su máximo interés en aquellos talleres cuyas potencias de capa superan los 1,5 m. y los 60° de pendiente, en los que necesariamente el avance es lento y las niveladuras deben sostenerse durante más tiempo.

Es aconsejable, revisar periódicamente el estado de este tipo de refuerzo cuando se utilice y efectuar las sustituciones que sean necesarias.

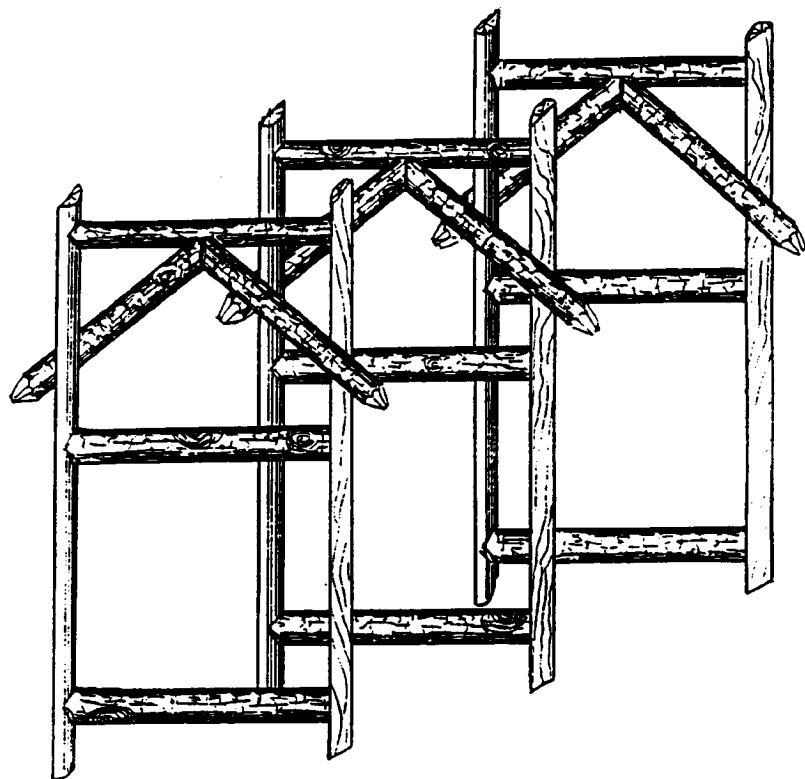


Figura N° 53- a
Sostenimiento de niveladuras.
Refuerzo con tornapuntas, bajo el freno de
la jugada y balseados en los hastiales.

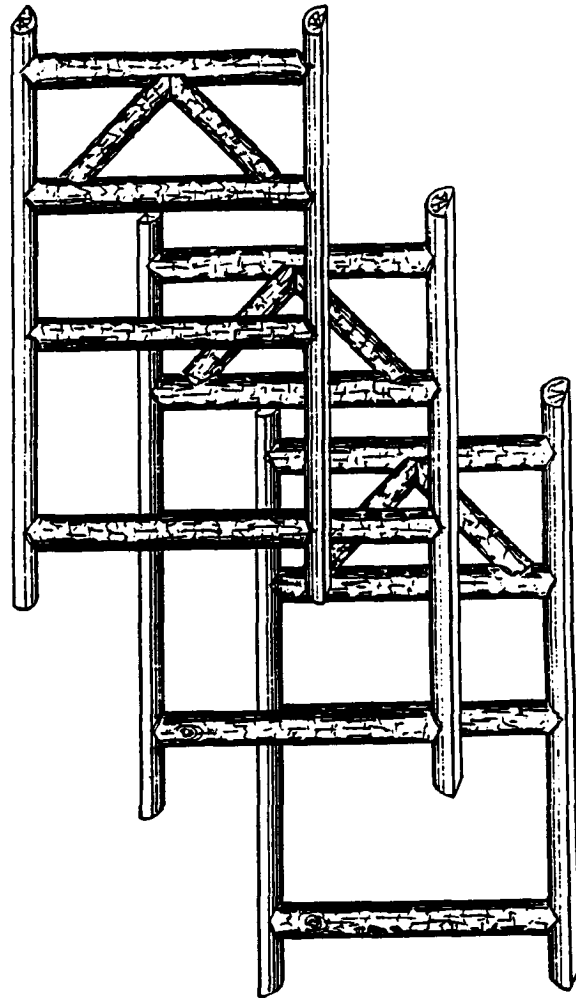


Figura N^o 53- b

Sostenimiento de niveladuras.

Refuerzo con tornapuntas, bajo el freno de la jugada y balseados en la mamposta de espalda.

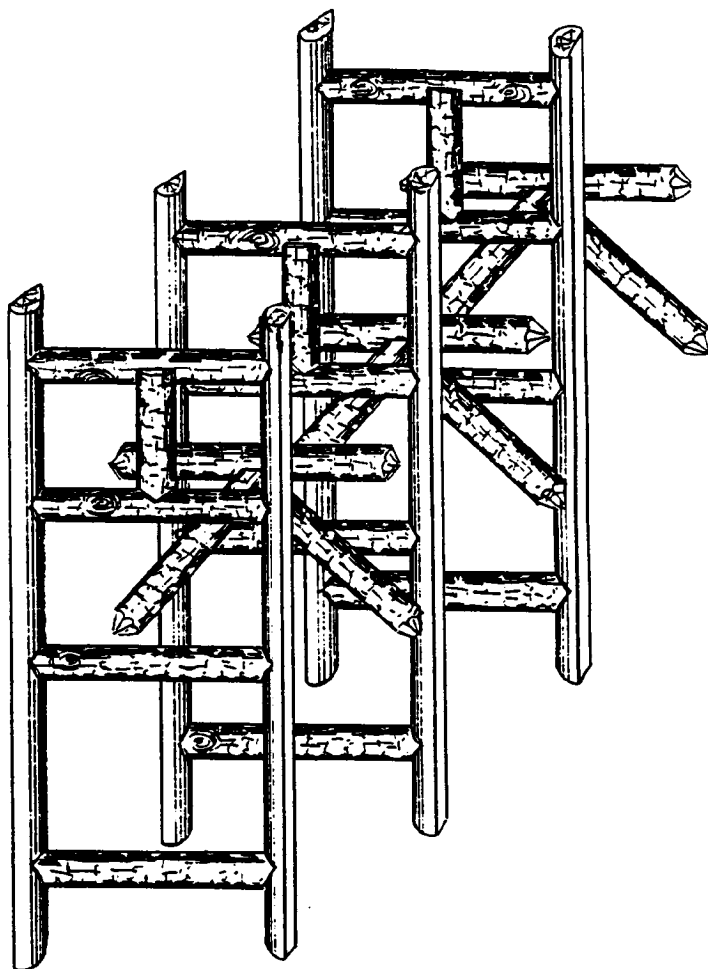


Figura N° 53- c

Sostenimiento de niveladuras.

Refuerzo con tornapuntas, bajo el freno intermedio, balseados en los hastiales y puntal del freno de la jugada a la mamposta de espalda.

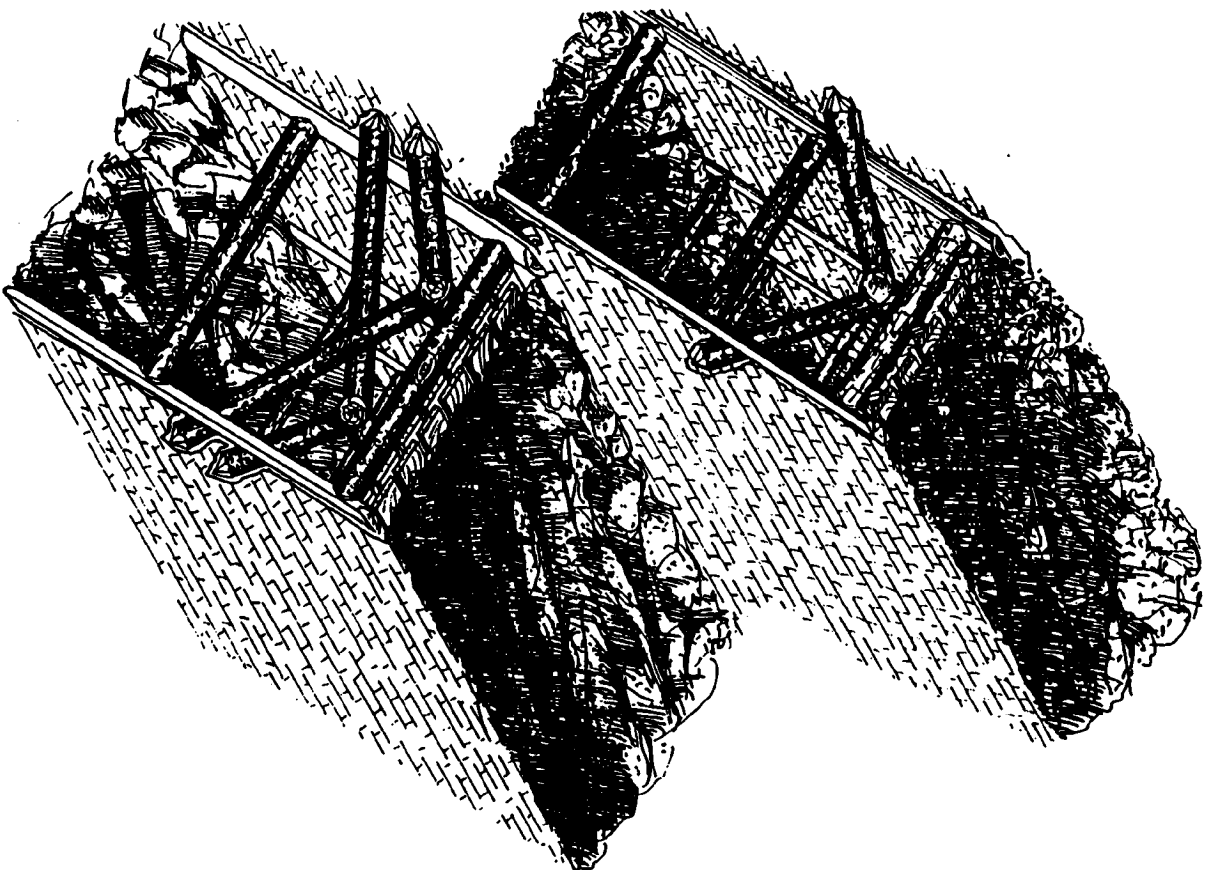


Figura № 54

Sostenimiento de niveladuras.

Refuerzo mediante simple ó doble longarina.

7.9.-TRATAMIENTO DEL POSTALLER

El tratamiento del postaller de un taller de testers condiciona en gran parte la estabilidad del mismo. Una explotación correctamente llevada en el frente, puede llegar a ser muy peligrosa a causa de un deficiente relleno o hundimiento del techo. Hay que tener en cuenta que las presiones en el frente están condicionadas en gran parte por la forma en que se comporta el hueco creado con el deshulle.

A lo largo de todo el capítulo se han hecho muchas referencias al tratamiento del postaller. Algunas cuestiones son o deben ser bien conocidas y otras se salen del alcance de este trabajo, que se refiere fundamentalmente al **arranque, sostenimiento y metodologías de avance de labores.**

En los talleres de testers, normalmente se utiliza el relleno, sobre todo en capas de más de 50ª de inclinación, donde el relleno corre por gravedad. En otros casos, se utilizan llaves de madera o sistemas mixtos. En los sistemas de explotación con el frente invertido se utiliza el relleno " colgado ", que debe ser contenido por telas metálicas.

Sin entrar en profundidades sobre el tema, destaca lo siguiente:

- * El relleno ha sido la **causa principal de muchos incidentes**
- * El relleno debe llevarse **próximo al frente** (asegurando el paso de la corriente de ventilación y del personal). De lo contrario se permite una convergencia excesiva de hastiales que acerca el pico de presión al frente del taller, con consecuencias muy negativas para su estabilidad.
- * El relleno debe ser **completo y calibrado** para lograr la uniformidad, compactación y cohesión adecuada. Una " **trampa** " en la **colocación del relleno puede ser la causa de un grave accidente.** Es mejor, en caso de no conseguir un relleno correcto, informar y registrar su posición, para tomar las medidas oportunas.
- * Para conseguir un buen relleno es preferible **evitar la utilización exclusiva de menudos y de materiales con componentes arcillosos.** También se debe **evitar utilizar grandes bloques** que se atranquen, y dejar huecos. Dos ó tres partes de escombros triturado, con aristas, una parte de estériles de menudo y un 10% de humedad puede ser una buena mezcla.

- * Se debe evitar la entrada excesiva de agua en el relleno, ya que puede producir los peligrosos arrastres.
- * Respecto a la utilización de madera u otros sistemas mixtos, se puede decir, que el tratamiento del postaller se debe ajustar a cada caso, y esto tiene muchísima importancia. No se debe diseñar esta operación minera solamente en base a que " así lo hacen otros y les va bien". Puede que tengan otros techos o condiciones de explotación diferentes.

7.10.-INYECCION DE AGUA

La inyección de agua es un operación que se ha venido realizando con éxito con objeto de disminuir el polvo en los talleres al arrancar el carbón. En la actualidad, sin perder esta perspectiva, se está utilizando, a veces, con otros objetivos: para la consolidación del macizo, para su fracturación a alta o media presión, para disminuir la desorción de gas, etc.

No es objeto de este trabajo presentar toda la problemática de la inyección de agua, que se estudia en otros documentos del Proyecto de derrabes, sin embargo se debe destacar lo siguiente:

- * La inyección de agua requiere un diseño específico para cada caso. Los parámetros que intervienen son, entre otros, la porosidad del macizo y la permeabilidad del agua en el mismo, el tipo de hastiales, la presencia de arcillas, etc.
- * La metodología de realización y el diseño de la misma, en base a los parámetros que la controlan (caudal, presión, tiempo y disposición geométrica), deben ser especificados por los responsables técnicos de las minas, e inexcusablemente puestos en práctica según se indique. La operación no debe ser diseñada " a ojo ", y debe realizarse con precaución y de un modo controlado hasta que ésta no se optimice y se ajusten los parámetros que la controlan.
- * Es evidente que la inyección debe realizarse empezando por la parte baja del taller y sin personal trabajando por debajo.
- * Existen diversas disposiciones típicas de los taladros de inyección y de drenaje, según la geometría del taller y las características de la capa y hastiales.

- * También existen **distintos tipos de inyección**: a baja, media, alta presión . También se puede inyectar a distintas profundidades, con varias cánulas, etc.. Cada tipo tiene su aplicación diferente en cada caso.

7.11.- INFLUENCIA DE OTRAS CAPAS O MACIZOS PROXIMOS

Se sabe que las explotaciones en otras capas o macizos próximos pueden tener influencia sobre una labor minera, en particular sobre los talleres de testers. Determinar " a priori " cómo influyen éstas es un problema tridimensional que depende, como siempre, de muchos factores: separación entre las labores, disposición del yacimiento, naturaleza, resistencia y rigidez de hastiales, inclinación de las capas, etc..

La influencia puede ser en sentido longitudinal o lateral, perpendicular los hastiales. **La influencia lateral es la más acusada** y se extiende tanto más lejos, cuanto menor es la pendiente en las capas inclinadas aunque su intensidad es menor que en capas horizontales. **Los efectos pueden ser positivos o negativos, según se esté situado en la zona de descompresión o de sobretensión generada por los talleres.** Respecto a los macizos, se puede decir que su influencia siempre suele ser negativa, pues son zonas que acumulan tensiones y las transmiten a las explotaciones situadas en otras capas próximas.

Así pues, se puede destacar:

- * Los macizos próximos, en la misma o en otra capa, son perjudiciales.
- * El frente de una explotación situado en una zona descomprimida por la explotación de una capa a techo o muro puede beneficiarse de este efecto, sobre todo en capas peligrosas por fenómenos gasodinámicos. Hay que tener, no obstante cuidado con las zonas de sombra.
- * Una explotación situada en la zona influida por la sobrepresión generada por el avance de otra explotación en otra capa próxima se verá afectada negativamente.
- * En cualquier caso, se debe por todos los medios, situar los frentes de avance en las mejores condiciones.

- * La influencia suele ser mayor desde el techo al muro, que desde el muro al techo.

A continuación se trata de dar unos cifras, **de referencia**, sobre las posiciones aproximadas recomendables, destacando que **no deben ser utilizadas en la práctica sin otras comprobaciones o estudios previos**, ya que están calculadas en base a los resultados de modelos numéricos (Ramírez, P.- ITGE/ETSIMM), referencias bibliográficas (Enchayan,M.;Dejean,M.) y la propia experiencia. En cualquier caso están calculadas para una capa más o menos típica española, de 1,5m de potencia, muy inclinada y con hastiales de pizarra de resistencia media.

Influencia de una explotación a techo

Una explotación situada a techo de la otra (es lo más usual), tiene un efecto negativo sobre ésta si el desfase entre ambas es tal que las presiones existentes superan a las que serían normales si no existiese esa explotación.

En las hipótesis señaladas, y con la lógica prudencia derivada del hecho de que cada caso debe ser estudiado específicamente, se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- * Para más de 30m de separación, en capas verticales la influencia lateral no es muy importante. Si se quiere aprovechar, no obstante, en la capa de muro, el efecto de descompresión generado por el taller de techo, es conveniente que éste se lleve adelantado unos 50m .
- * Para una separación de capas de 20-30m, es conveniente que si se puede, se lleve adelantado el taller de techo unos 15m, si no se quiere sufrir los efectos negativos de la sobrepresión inducida, y unos 40m si se quiere aprovechar la descompresión generada por el paso de la explotación de techo.
- * Para una separación entre capas de 10m el desfase debe ser de al menos unos 5m para no tener sobrepresiones y de 15m para aprovechar el efecto de descompresión.

Influencia de una explotación a muro

A veces, aunque no es lo usual, se llevan explotaciones en capas situadas a muro de otras que también se están explotando. Los efectos de las explotaciones de muro sobre las de techo, se dejan notar algo menos que en el caso contrario. Esto significa que:

- * La capa de muro requiere mayores desfases para proporcionar la misma protección respecto a las sobretensiones, que se obtiene con la capa de techo.
- * La descompresión en la capa de techo se obtiene, sin embargo, con desfases algo menores.

8.- METODO DE EXPLOTACION POR BANCOS (TESTEROS INVERTIDOS)

Desde el punto de vista de los derrabes, es un método que introduce seguridad, ya que el carbón nunca estará colgado sobre la cabeza de los operarios, y por tanto, difícilmente podrán ser sorprendidos por una caída súbita del frente de arranque. El problema surge con el relleno, que debe adquirir un talud inverso, y con las posibles caídas de costeros o madera. Sin embargo, este riesgo puede ser disminuido con la toma de determinadas medidas de seguridad, y en cualquier caso, siempre será mejor controlar lo que se pueda ver, a controlar el interior del macizo de carbón, que no se conoce.

8.1.- CAMPO DE APLICACION.

El método de bancos es aplicable en capas de pequeña y mediana potencia (0,7-3m aproximadamente), con inclinaciones comprendidas entre los 50° y 90°. Por el conocimiento y experiencia que se tiene sobre el mismo, su máximo interés de aplicación parece encontrarse en capas con tendencia al derrabe; principalmente, en los casos en que pueda haber riesgo de fenómenos gaseodinámicos.

Es necesario destacar, que este método ha sido impuesto por prescripción de la Autoridad Minera Competente, como único sistema válido de explotación, en algunas minas cuyas capas son susceptibles de provocar fenómenos gasodinámicos. En estos casos suele ser normal tomar también una serie de medidas preventivas, para el tratamiento del frente de arranque, las cuales suelen estar reguladas por Disposiciones Internas de Seguridad.

8.2.- DESCRIPCION DEL METODO.

El método de explotación por bancos, consiste en conformar un frente escalonado, de modo que cada peldaño sea un tajo. Cada tajo está compuesto de un frente de arranque y un repié.

El sistema de laboreo en una explotación por bancos ha de prever su disposición según la pendiente de la capa. Los bancos, pueden ir algo adelantados de cabeza (parte superior), para llevar el carbón ligeramente abatido hacia el corte, con lo que se disminuye la posibilidad de caída por efecto gravitacional.

La longitud de los bancos suele oscilar entre los 7,5 y 25m, dependiendo de la separación entre galerías de cabeza y pic, pendiente del taller y naturaleza del carbón. El desfase entre bancos (longitud del repié) puede oscilar entre 1 y 5m, siendo más bajo cuanto menor es la pendiente de la capa; siendo igualmente función de ésta, el ángulo inferior de la rasante. Se debe respetar la regla de que **a mayor pendiente de capa, corresponde un menor ángulo de la rasante, y a una menor pendiente, mayor ángulo. Por debajo de los 45°, el frente de arranque suele ser único.**

El arranque del carbón se realiza en función de su dureza, pudiendo utilizarse picas a mano, martillos picadores de aire comprimido o explosivos.

Los picadores se sostienen sobre andamios, realizados con bastidores, de modo que éstos tienen bajo ellos, el repié del tajo correspondiente. Cada andamio se apoya sobre las mampostas contiguas.

La separación y protección de los picadores, puede hacerse con tableros o con tarimas. El empleo de tarima como medio de protección y control del carbón picado, parece más aconsejable, ya que la evacuación del mismo se realizará siempre por el frente de arranque hasta los pozos de carga. Para ello se requiere una buena organización y sincronización. Cuando la potencia de la capa supera los 1,50 m, la tarima debe reforzarse con mamposta de espalda y puntal.

El control del postaller puede realizarse mediante relleno colgado, llaves de madera o un método mixto entre ambos. La naturaleza de los hastiales, longitud del hueco deshullado y la disponibilidad del relleno, determinarán el tratamiento adecuado del postaller.

En cuanto al sostenimiento del taller, al igual que en el método de testeros, el elemento generalizado de la entibación es la jugada, compuesta por un bastidor de 2,50m sobre el que se apoyan tres piezas de madera denominadas mampostas.

Las jugadas se colocan siguiendo la línea de máxima pendiente, siendo fundamental que exista un correcto encadenamiento entre los cuadros que componen las distintas jugadas.

A veces y cuando las presiones de los hastiales son muy fuertes, puede recurrirse a la utilización de cuadros cruzados en combinación con los cuadros en línea.

8.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Ventajas:

- 1º.-**No hay carbón situado encima del personal**, con lo que el riesgo de accidente por derrabe se reduce considerablemente.
- 2º.-**Al no tener que realizarse niveladuras**, la mano de obra puede ser menos cualificada a la hora de realizar el posteo del avance diario.
- 3º.-**El deshulle puede ser realizado por personal menos cualificado que el requerido en un taller de testers.**
- 4º.- **La saturación de los talleres es prácticamente total.**
- 5º.-**El posteo del frente, si las condiciones del carbón lo permiten, puede realizarse a relevo diferente, aunque por personal cualificado.**
- 6º.-**La tira de madera puede mecanizarse (cabrestante canoa) y por lo tanto realizarla con cualquier obrero de la mina y no necesariamente con el personal de deshulle-posteo.**
- 7º.-**Al tener los talleres menos desarrollo, las presiones del terreno, y los trabajos en general, pueden controlarse más fácilmente.**
- 8º.-**Se mejora considerablemente la resistencia que opone el taller al paso de la ventilación, ya que desaparecen los coladeros, contraataques, macizos, niveladuras, etc., con lo que las condiciones de trabajo serán más salubres para el personal de**

arranque. Sin embargo, hay que prestar atención a la ventilación en la parte superior del taller, si el relleno está atrasado. Quizás sea positiva una ventilación sopla descendente, en algunos casos.

9ª.-Al no bajar el carbón sobre el relleno, éste puede introducirse en la explotación al mismo tiempo que se realizan labores de arranque.

10ª.-El método de bancos (o frentes rectos invertidos), con las debidas medidas preventivas, **es recomendable en capas susceptibles de provocar fenómenos gaseo-dinámicos.**

Inconvenientes:

1ª.-Necesidad de **parar el arranque durante el tiempo de evacuación del carbón picado.**

2ª.- Rotura imprevista de alguna **tarima de contención.**

3ª.- Necesidad de personal cualificado en el caso de llevar **colgado el relleno.** Los puntos de contención de la tela metálica deben ser revisados con frecuencia.

4ª.- Consumo de **madera muy elevado,** si el tratamiento del postaller se realiza con llaves o castilletes.

8.4.- DISPOSICION DEL FRENTES DE ARRANQUE.

Aún contando con las ventajas que este método presenta frente a los derrabes de carbón, el tratamiento del postaller puede condicionar la disposición que el frente de arranque debe adoptar. Son usuales dos casos:

8.4.1. FRENTES RECTOS - POSTALLER CON RELLENO COLGADO.

La disposición del frente de arranque, constituida por varios tajos rectos (fig.nº 55) y utilización de relleno colgado para el tratamiento del postaller, implica necesariamente que parte de los picadores tengan que trabajar con el relleno situado

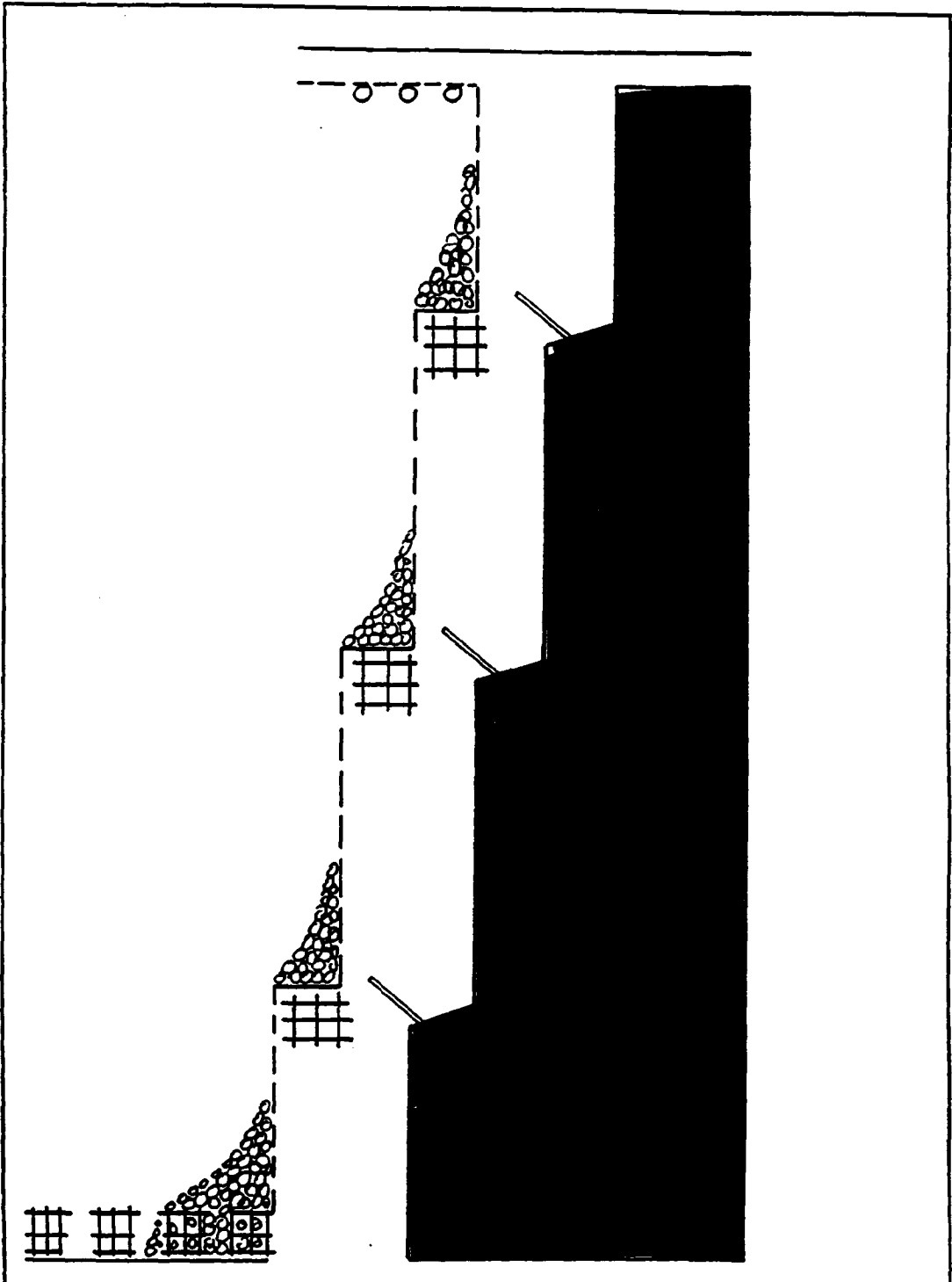


Figura Nº 55
Frentes rectos, postaller con
relleno colgado.

por encima de ellos. Esto exige extremar las medidas de seguridad en cuanto a vigilancia de las telas metálicas y de los puntos sobre los que la misma ha de apoyarse.

Cuando se utiliza relleno colgado, los puntos sobre los que apoyan la tela deben ser reforzados, adoptando como medidas de seguridad las siguientes:

1ª.-La superficie de apoyo de la tela es aconsejable que sea totalmente plana, por lo que si es necesario, se cambiarán las mampostas que impidan esta disposición.

2ª.-Para evitar la formación abombamientos y roturas de la tela que retiene el escombro, es aconsejable colocar sobre ella unos bastidores o piquetes.

3ª.-Como refuerzo de los puntos de apoyo del relleno pueden utilizarse llaves de madera debidamente acuñadas o longarinas ("kas" o "caballetes"). Necesariamente deben reforzarse todas las jugadas sobre las que se apoyarán las telas.

4ª.-**Bajo ningún concepto se dejarán tramos sin rellenar**, que puedan provocar golpes de techos y rotura de telas delanteras.

5ª.-La operación de colocación y sujeción de las telas debe ser realizado por personal cualificado.

6ª.-Los puntos de sujeción de la tela y relleno deben ser revisados diariamente por los responsables del taller, que ordenarán las medidas a tomar en caso de observar alguna anomalía

8.4.2.- FRENTE LIGERAMENTE ABATIDO - POSTALLER CON RELLENO Y LLAVES.

Esta disposición del método de bancos (fig.nº 56) es aconsejable cuando la distancia entre la galería de base y de cabeza no supere los 50 m., aproximadamente. En este caso, se puede llevar todo el frente en solamente dos bancos ligeramente abatidos. No es estrictamente necesario llevar el relleno colgado y la mano de obra para el tratamiento del postaller no tendría que ser tan cualificada como cuando se lleva el relleno a la cabeza.

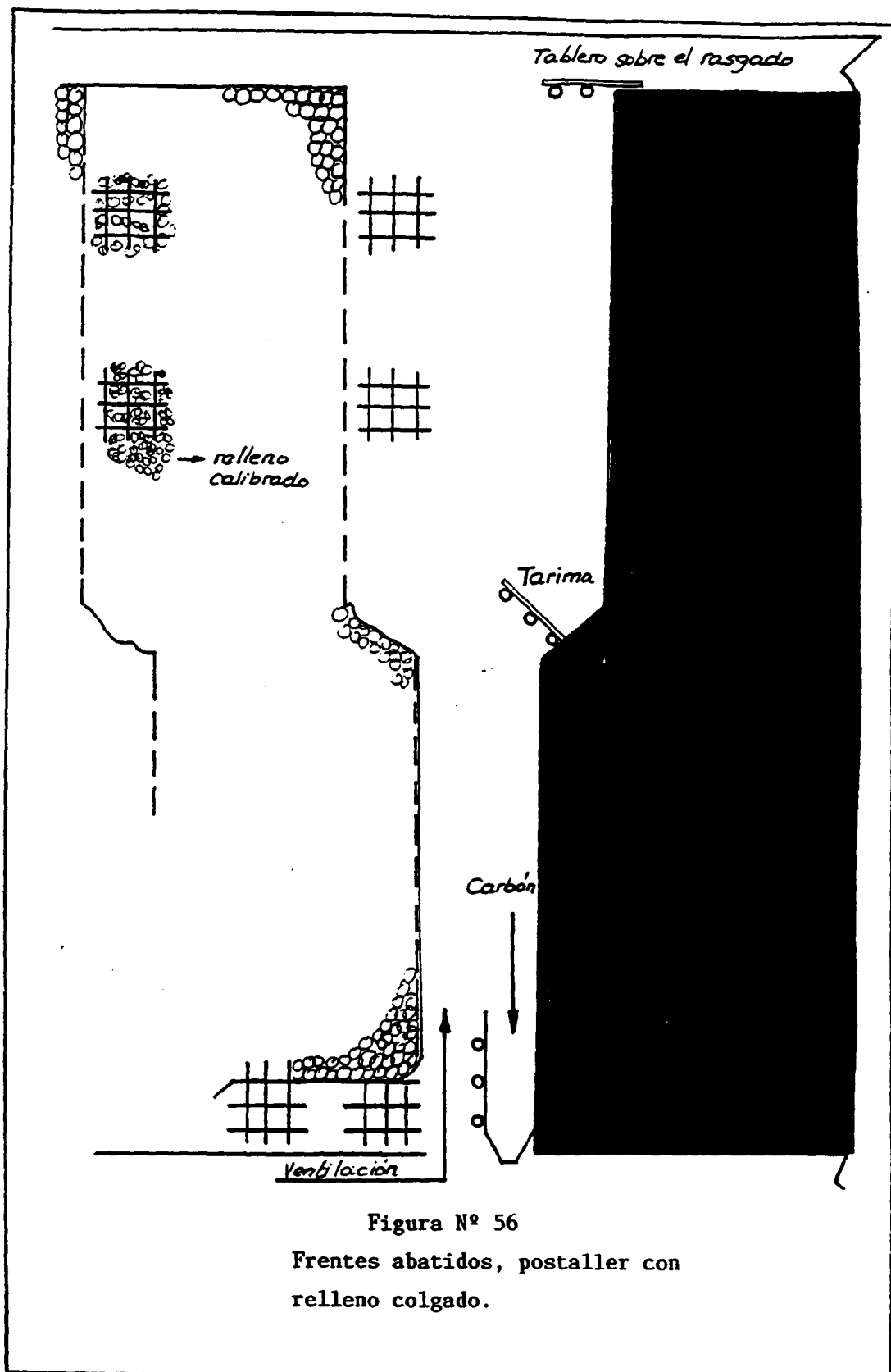


Figura Nº 56

Frentes abatidos, postaller con
relleno colgado.

Es aconsejable, con esta geometría del método de bancos, la utilización de **dos frentes de arranque como máximo**. De esta forma, el relleno por la parte inferior del taller podría ir a unos 5 m del corte y por la parte superior a unos 10 m. Es, no obstante, aconsejable, acortar en la parte superior la distancia libre entre relleno y frente, lo que se puede conseguir mediante la utilización de llaves de madera.

En la fig.nº 57, se representa la formación del frente de arranque a partir de la chimenea de monta, y en la fig.nº 58, el orden de colocación de telas metálicas para contención del relleno.

Es conveniente resaltar, que aunque se hable de frentes rectos, siempre se debe llevar ligeramente abatido en el sentido del avance, con lo que se evitará cualquier posibilidad de desplome del macizo de carbón.

8.5.- APLICACION DEL METODO DE BANCOS A CAPAS PROPENSAS A FENOMENOS GASEODINAMICOS.

Cuando el cambio de posición del frente de arranque (paso de testeros a bancos) es impuesto principalmente, para eliminar el riesgo de que se produzcan fenómenos gaseodinámicos, hay que tener en cuenta que esta posición del carbón (a los pies), aunque **psicológicamente es muy favorable, no anula por sí misma el problema en su totalidad**. Para intentar solucionarlo, el macizo de carbón deberá ser tratado con las medidas que escojan los responsables técnicos. Estas medidas son las ya conocidas:

- * Distensión de la capa.
- * Fracturación hidráulica.
- * Tiros de conmoción.
- * Sondeos de desgasificación, etc.

Estas medidas requieren una cuidadosa elección y se deben adaptar a cada caso particular.

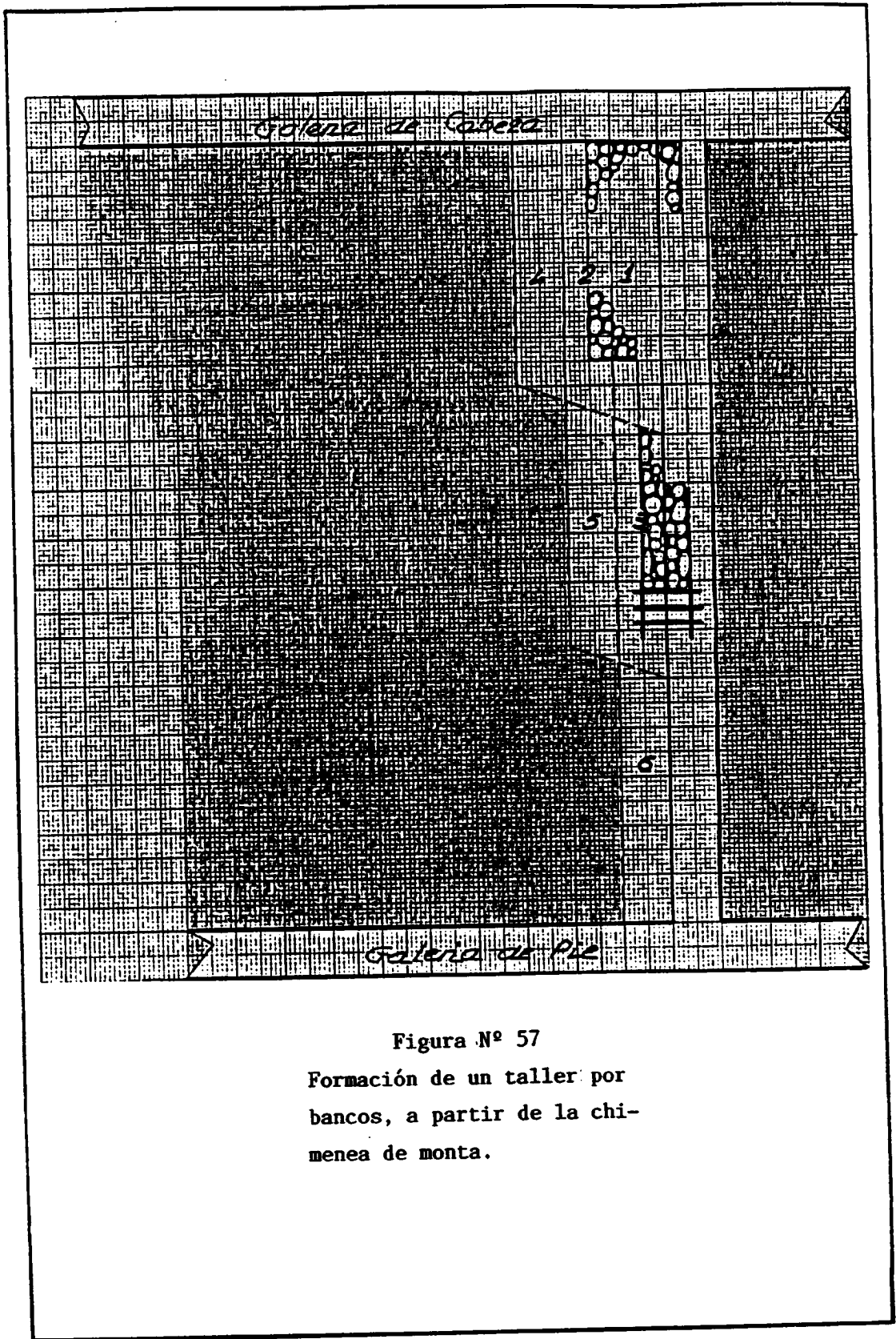


Figura Nº 57

Formación de un taller por
bancos, a partir de la chi-
menea de monta.

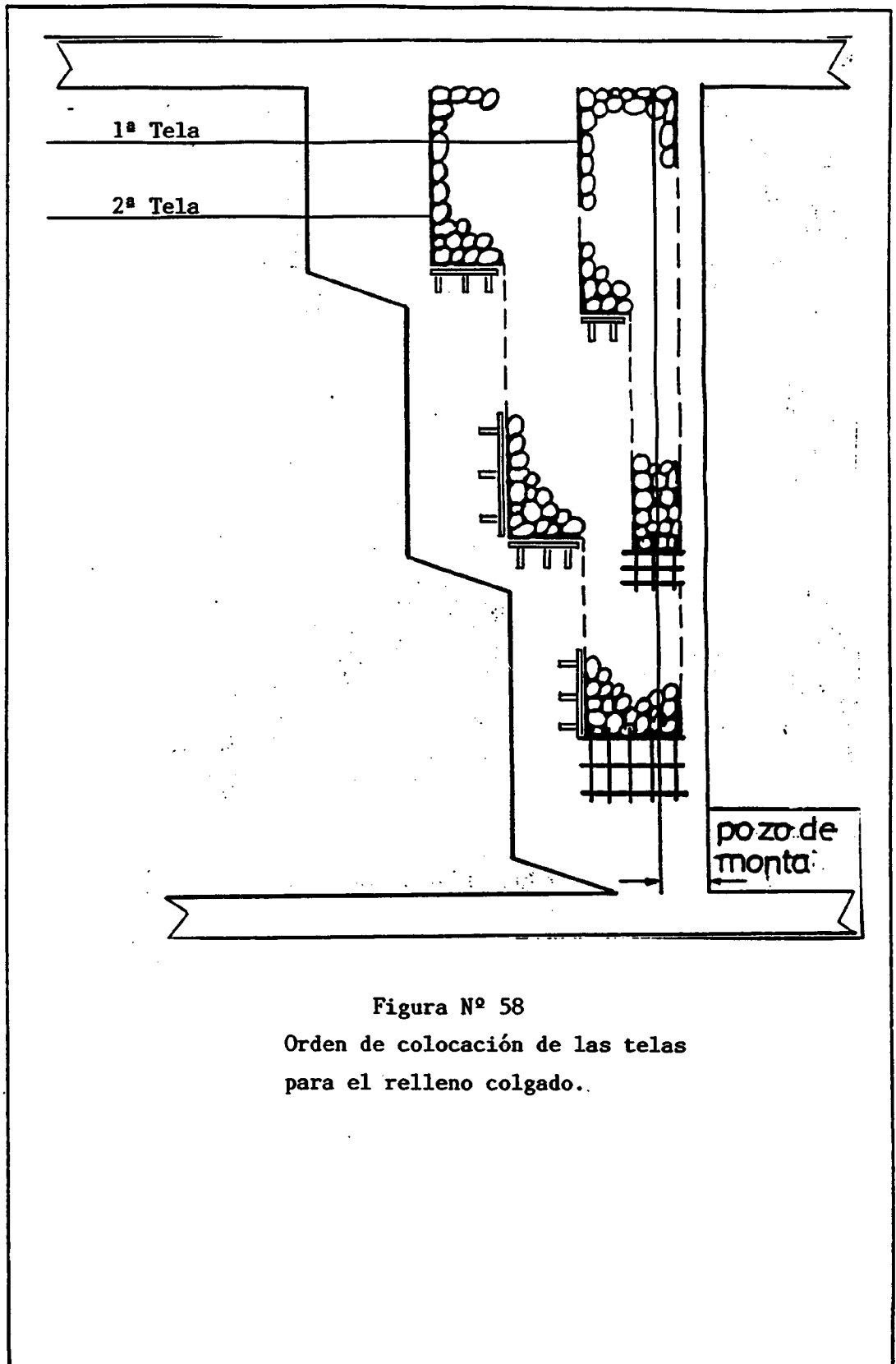


Figura Nº 58
Orden de colocación de las telas
para el relleno colgado..

9.- METODO DE EXPLOTACION POR RAMPONES.

Este sistema de explotación que se desarrolló en Francia en la década de los años 50, tiene la clara ventaja de aprovechar la fuerza de la gravedad para el transporte del carbón, aunque presenta numerosos riesgos e inconvenientes.

En España ha sido aplicado a capas de fuertes pendientes y potencias comprendidas entre 1 y 4,5m aproximadamente. Hoy en día está en regresión, al haber sido sustituido por métodos más adecuados y racionales geomecánicamente, como el de subniveles con sutiraje y otros, que aportan una mayor seguridad en el trabajo.

9.1.- CAMPO DE APLICACION.

El sistema de explotación por rampones, puede ser aplicado a capas cuyas potencias estén comprendidas entre 1 y 4,5m, aunque a partir de los 3m, es necesario dejar unos tramos de protección para poder mantener la recuperación.

Las mejores condiciones para que el hundimiento de la "llave" de carbón y del techo se realice correctamente se dan en capas de pendiente superior a los 50°.

La aparición de pequeñas fallas locales o repueigos en el techo no condicionan de forma importante los resultados del método.

Por contra, si el techo de la capa está constituido por estratos rígidos y de elevado espesor, existe el riesgo de que el hundimiento no se realice de forma correcta, pudiéndose producir en consecuencia, golpes de techo. Debe, por tanto, prestarse una especial atención al control del hundimiento del techo.

Aunque la dureza del carbón no es un factor condicionante del método, parece que, en condiciones normales, funciona mejor con carbones blandos y cohesivos, que con carbones duros o muy poco consistentes, que complican el trazado de los rampones.

9.2.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Ventajas:

El método de rampones **no presenta ventajas importantes** con relación a los inconvenientes que pueden presentarse, principalmente cuando se utiliza de una forma indiscriminada (" chivas ").

Salvo el **transporte del carbón por gravedad** y la posibilidad de aplicarlo para recuperar una parte del carbón, en capas donde no se puede recuperar de otra forma sin realizar grandes inversiones, no existen ventajas apreciables para aconsejar su utilización.

Inconvenientes:

Por el contrario existen varios inconvenientes:

*** Aguas:**

La presencia de **aguas colgadas**, o avenidas súbitas pueden complicar extraordinariamente la seguridad del método.

*** Peligro de derrabes:**

En este sistema de explotación el peligro de derrabes es grande, pues el picador debe hacer el avance de un frente inclinado unos 28°-30°.

En los rampones, **los derrabes de carbón son doblemente peligrosos**, pues dada la pendiente del mismo, el carbón que se derraba se desliza originando volúmenes importantes, que afectan a grandes tramos.

*** No aconsejable para capas propensas a fenómenos gaseodinámicos:**

Aunque la explotación se realiza por macizos descendentes, el hecho de realizar el trazaje en sentido ascendente, convierten el método en un sistema no apropiado en capas susceptibles de provocar fenómenos gaeodinámicos.

* Higiene ambiental:

Aunque el sistema de rampones permite la inyección de agua en los macizos, es prácticamente imposible la eliminación del polvo en la bajante de los primarios. Por otro lado, si los macizos en la zona de hundimiento no están bien impregnados de agua, en estas zonas se produce mucho polvo, al utilizar exclusivamente ventilación secundaria.

* Dificil control del hundimiento:

No se sabe con seguridad cual ha sido el comportamiento del techo ante el hundimiento. Pueden quedar grandes huecos sin rellenar, lo que supone un cierto riesgo de golpes súbitos de roca.

9.3.- DESCRIPCION DEL METODO.

En síntesis, el método consiste en el avance de un rampón por capa, denominado primario, con una inclinación comprendida entre los 28°-30° para que pueda correr fácilmente el carbón por chapa. Este rampón primario une el piso superior con el inferior y sirve para establecer la ventilación principal.

Desde el rampón primario se realizan otra serie de rampones denominados secundarios, con la misma inclinación que los anteriores, y cuya separación estará fijada de acuerdo con los criterios de explotación. Entre los rampones secundarios quedan unos macizos de carbón que posteriormente son recuperados.

El tamaño de los macizos depende, en cada caso, de los criterios de explotación, de la resistencia del carbón, de la rigidez de los hastiales, etc.

El avance de los rampones se realiza a martillo picador y la recuperación del macizo, con explosivos. La ventilación de los secundarios, por encontrarse en fondo de saco, se realiza con turbo-ventiladores.

El transporte del carbón se realiza por gravedad, auxiliándose con chapas de acero inoxidable.

Cuando las potencias de capa superan los 4,5m puede ser necesario recurrir al empleo de rampones terciarios, lo que implica seguir un orden determinado en la provocación de los hundimientos. En estos casos se debe hundir siempre en sentido descendente; es decir, terciarios sobre secundarios y éstos sobre el primario, empezando siempre el hundimiento por el macizo situado a cota más alta.

En la fig.nº 59, se muestra una disposición típica del método de rampones y el orden lógico de hundimientos.

9.4.- EJECUCION DE UN RAMPON PRIMARIO.

Las precauciones que deben tomarse a la hora de montar un rampón primario son las siguientes:

- * Reforzar la zona de monta, reduciendo la distancia de posteo entre cuadros.
- * Iniciar el rampón con una altura inferior a la definitiva.

En la fig.nº 61, se representa gráficamente la forma aconsejada para la monta del rampón primario.

9.4.1.- AVANCE DEL FRENTE DE UN RAMPON PRIMARIO.

El avance de frente debe realizarse siempre por el muro, siendo aconsejable no perder éste, para mantener la pendiente fijada en el plan de explotación, que oscilará entre los 28º-30º. Es aconsejable seguir la siguiente forma operativa para mantener la pendiente (Hay que tener en cuenta que normalmente se aplican en capas de más de 2,5m de potencia):

- 1.-Clavar una punta a unos 0,5m de la cabeza al primer cuadro que lleve 2,5m de poste.

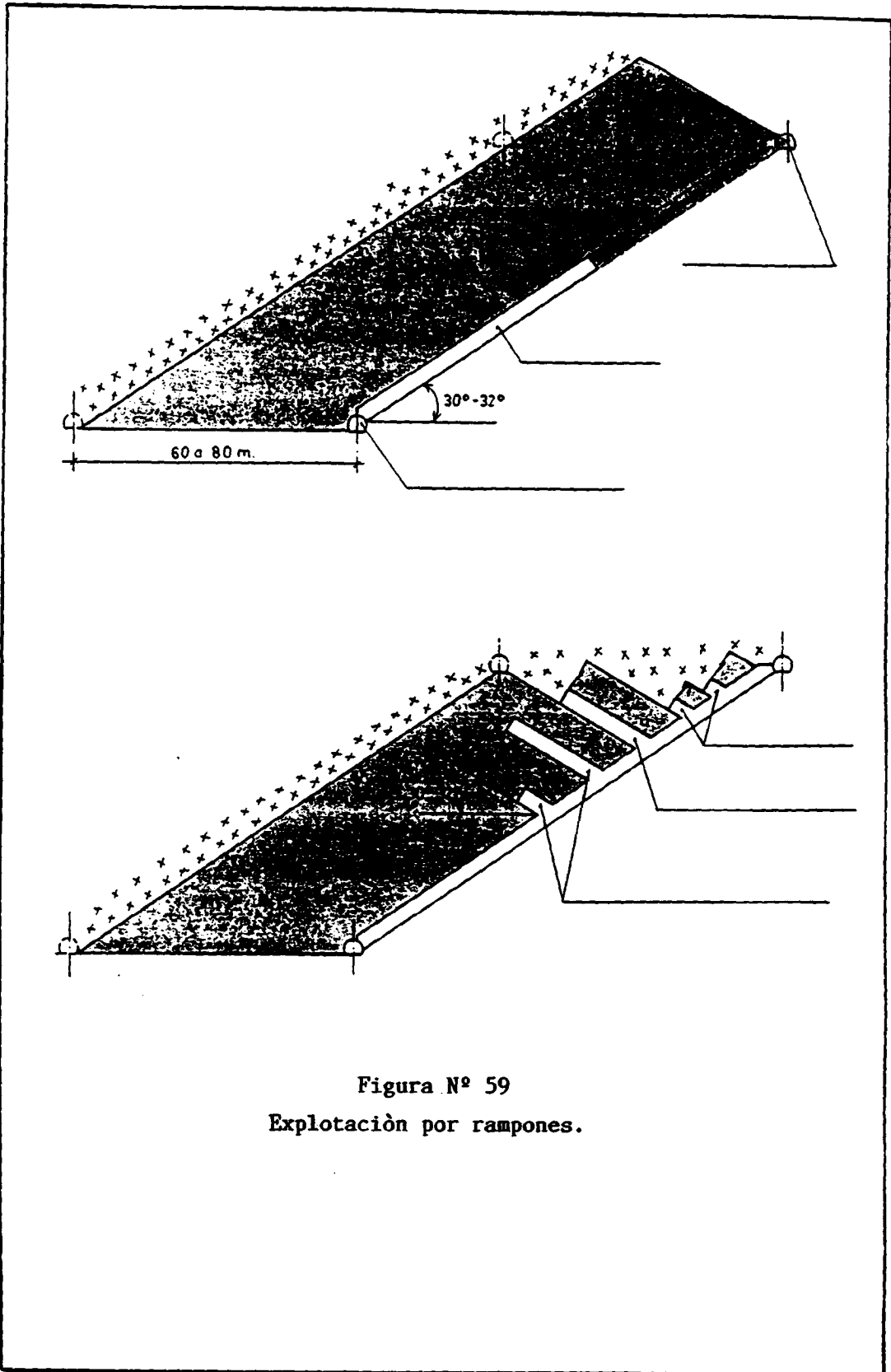


Figura Nº 59
Explotación por rampones.

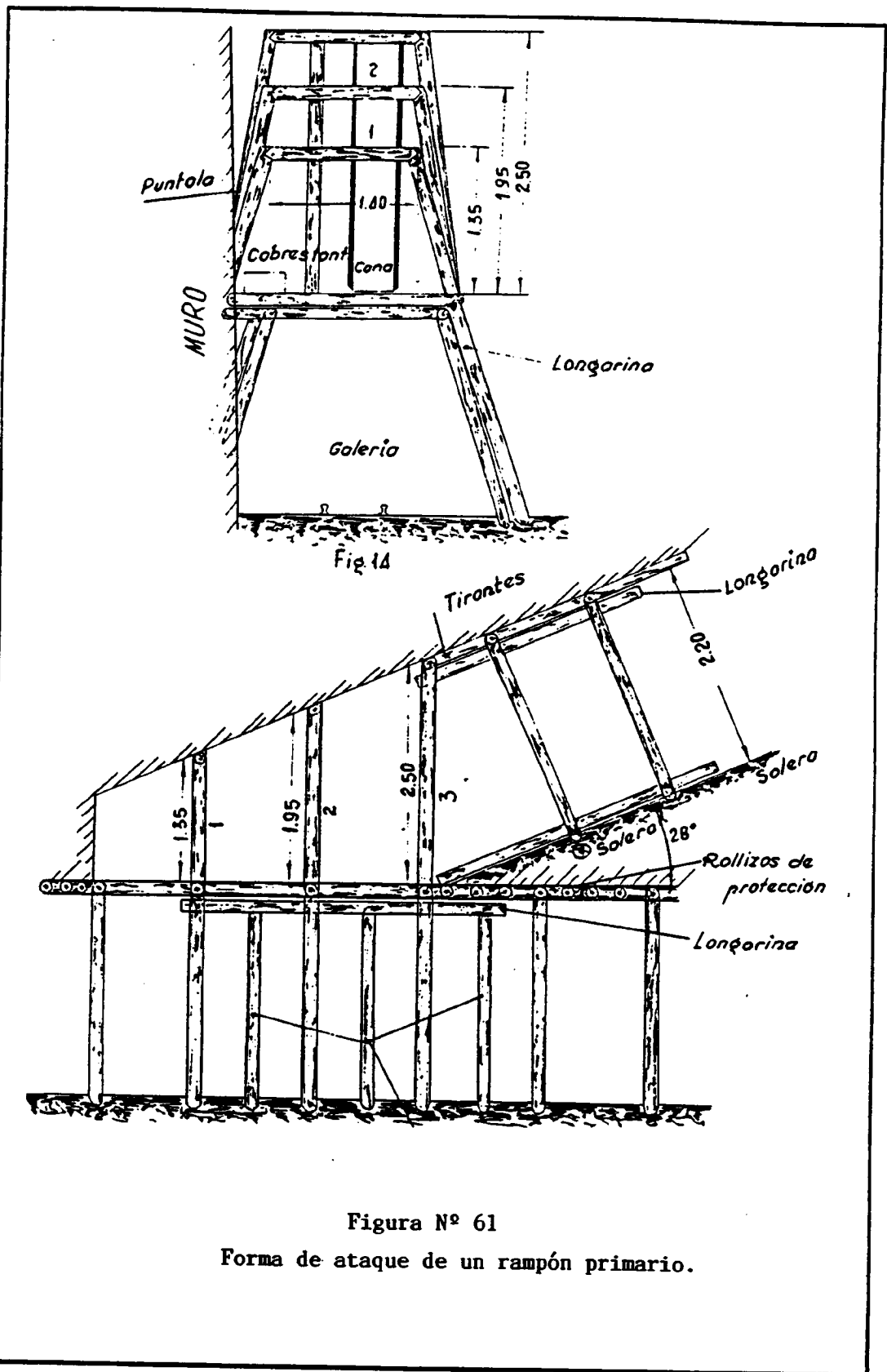


Figura N° 61

Forma de ataque de un rampón primario.

- 2.-Para colocar el siguiente cuadro, se pondrá el poste de muro y se situará la regla en la parte inferior de la punta mencionada y sobre el poste que se está colocando, de tal forma que la regla graduada marque los grados del rampón (28° - 30°).
- 3.-Tener en cuenta que la distancia de la regla a la cabeza del poste que se está colocando sea de 0,5m
- 4.-Cuando se hayan realizado las anteriores operaciones se clavará una nueva punta en el poste del cuadro del corte. Una vez colocado este poste deberá vigilarse que la trabanca quede horizontal.

Para comprobar la pendiente en los rampones, cuando techo y muro no van rectos, la regla debe colocarse en el centro de las trabancas, teniendo en cuenta que al hacer curvas se pierde pendiente en la parte exterior.

En las fig.n^o 60, se muestra la forma de tomar pendientes en rampones.

En cuanto al arranque del carbón del frente, es aconsejable seguir el mismo método operativo descrito para el avance de galerías en carbón a plena sección. Si la anchura del frente de avance es superior a 2m o el carbón es muy blando, es aconsejable dejar un repié de al menos dos cuadros.

Siempre que la anchura del corte supere los 2m es aconsejable utilizar puntalas dobles, los cuales irán retrasadas dos cuadros como máximo respecto al cuadro de corte, al igual que el repié.

9.4.2.- SOSTENIMIENTO DE LOS RAMPONES PRIMARIOS.

El sostenimiento de los rampones primarios está íntimamente relacionado con la potencia y pendiente de la capa, así como con la naturaleza de los hastiales.

Para potencias de capa comprendidas entre 0.5m y 2,5m pueden utilizarse, en función de la pendiente y calidad de hastiales, cuatro sistemas de posteo:

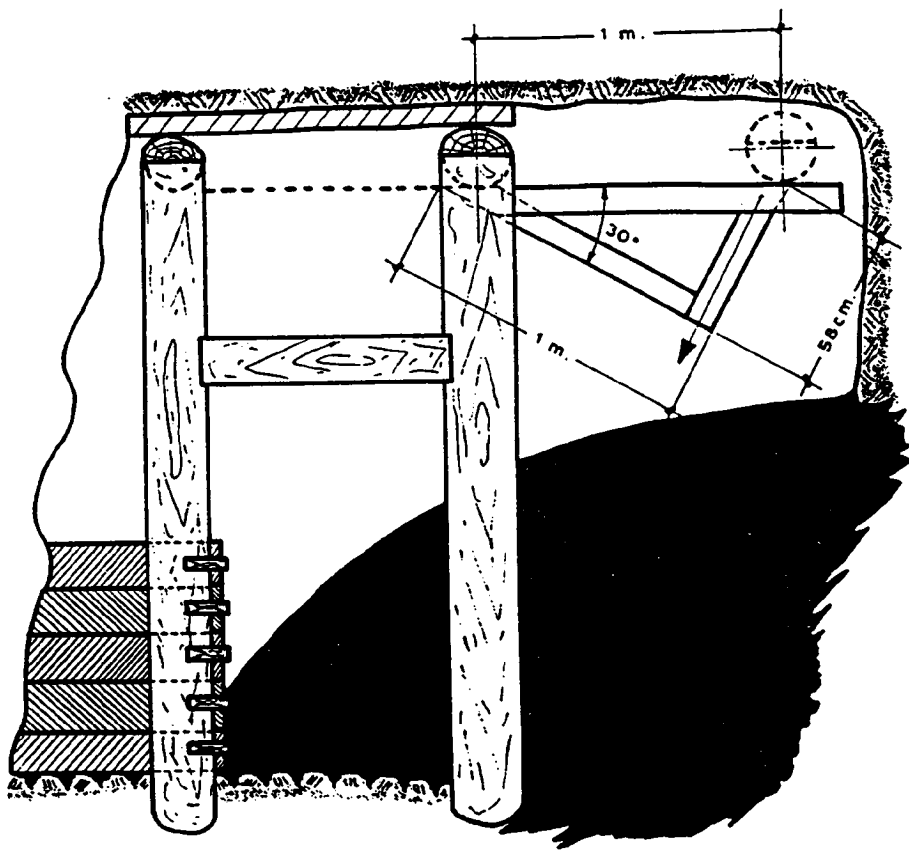


Figura N° 60
Toma de pendientes en rampones.

1°.- Pendiente inferior a 50° y muro malo.

Es aconsejable colocar bastidor a muro, puntala entre poste de techo y poste de muro y utilizar rachones para el guarnecido de corona y hastiales. Los postes deben unirse al techo, mediante cuñas. En la fig.n° 61a, se representa el sistema de posteo aconsejado.

2°.- Pendiente inferior a 50° y muro bueno.

Se utiliza el mismo sistema de posteo que en el caso anterior, con la salvedad de que la trabanca y puntala intermedia pueden embalsarse directamente sobre el muro. En la fig.n° 61b, se representa el sistema de posteo aconsejado.

3°.- Pendiente superior a 50° y muro malo.

En este caso es aconsejable utilizar como postes de techo y muro, rollizos de eucalipto y colocar puntala intermedia entre postes. La trabanca del cuadro se sitúa en el muro y se utilizan longarinas de refuerzo que abarquen dos cuadros al muro.

La corona debe guarnecerse con rachones y el poste debe estar en contacto con el techo a través de cuñas de madera.

En la fig n° 61c, se representa el sistema de posteo aconsejado para este caso.

4°.- Pendiente superior a 50° y muro bueno.

Puede utilizarse el mismo sistema que en el caso anterior, con la salvedad de que puntalas y trabancas pueden embalsarse directamente sobre el muro.

En la fig.n° 61d, se representa el sistema de posteo indicado.

Cuando la potencia de la capa es superior a los 2,50 m, con independencia de la pendiente y de la calidad de los hastiales, es aconsejable la utilización del sistema de posteo representado en la fig. n°61e.

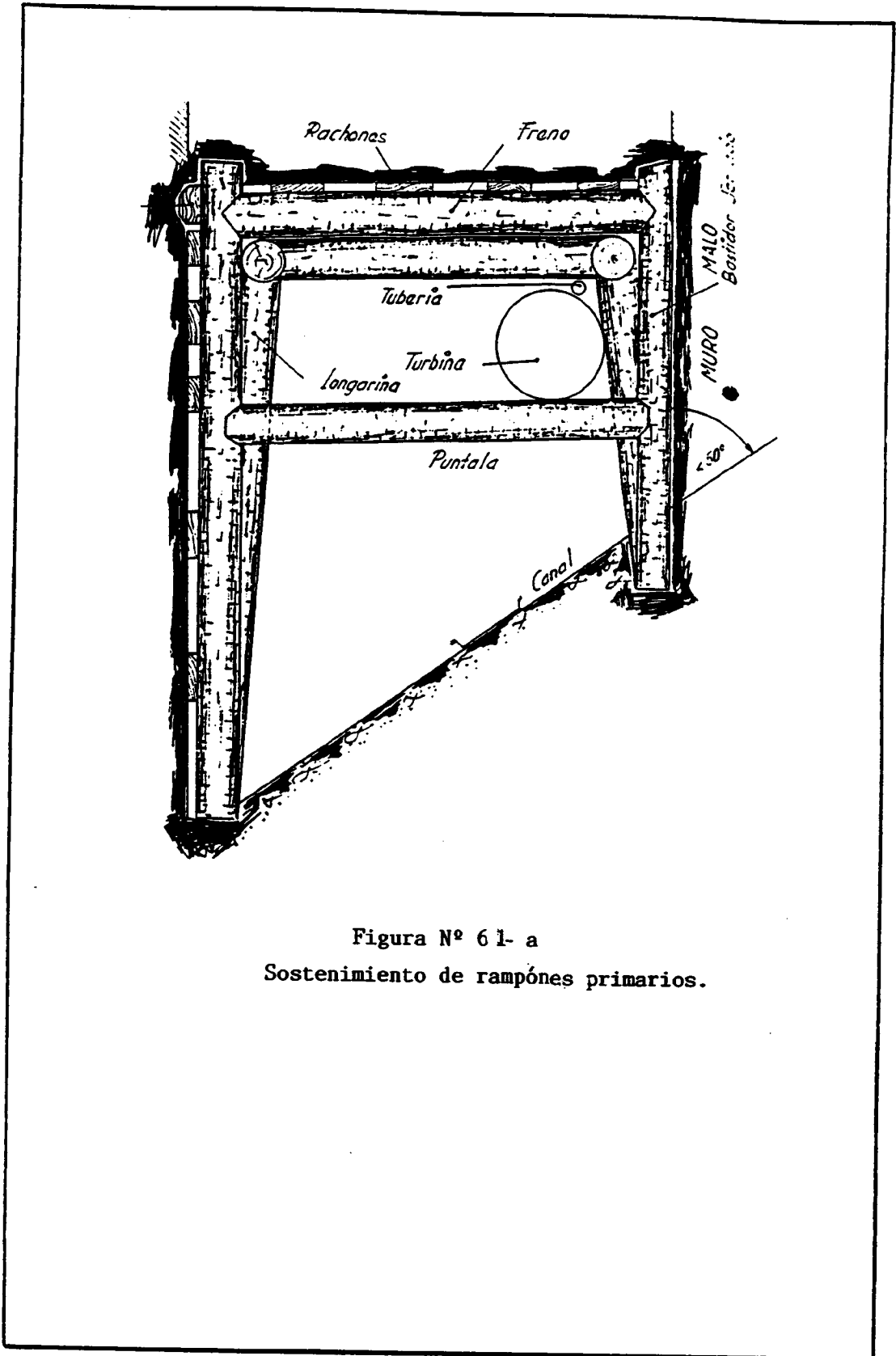


Figura N° 61- a
Sostenimiento de rampónes primarios.

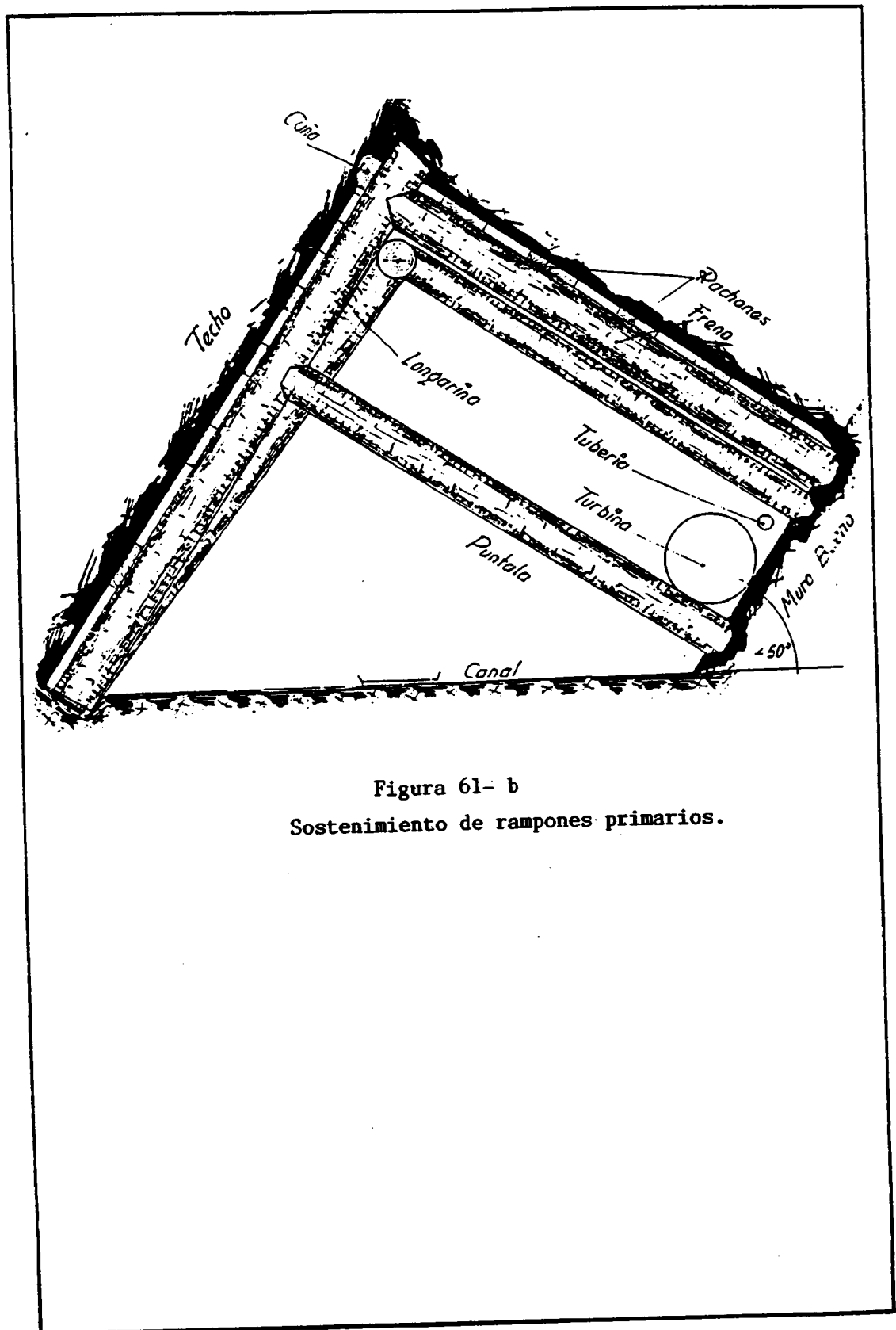


Figura 61- b
Sostenimiento de rampones primarios.

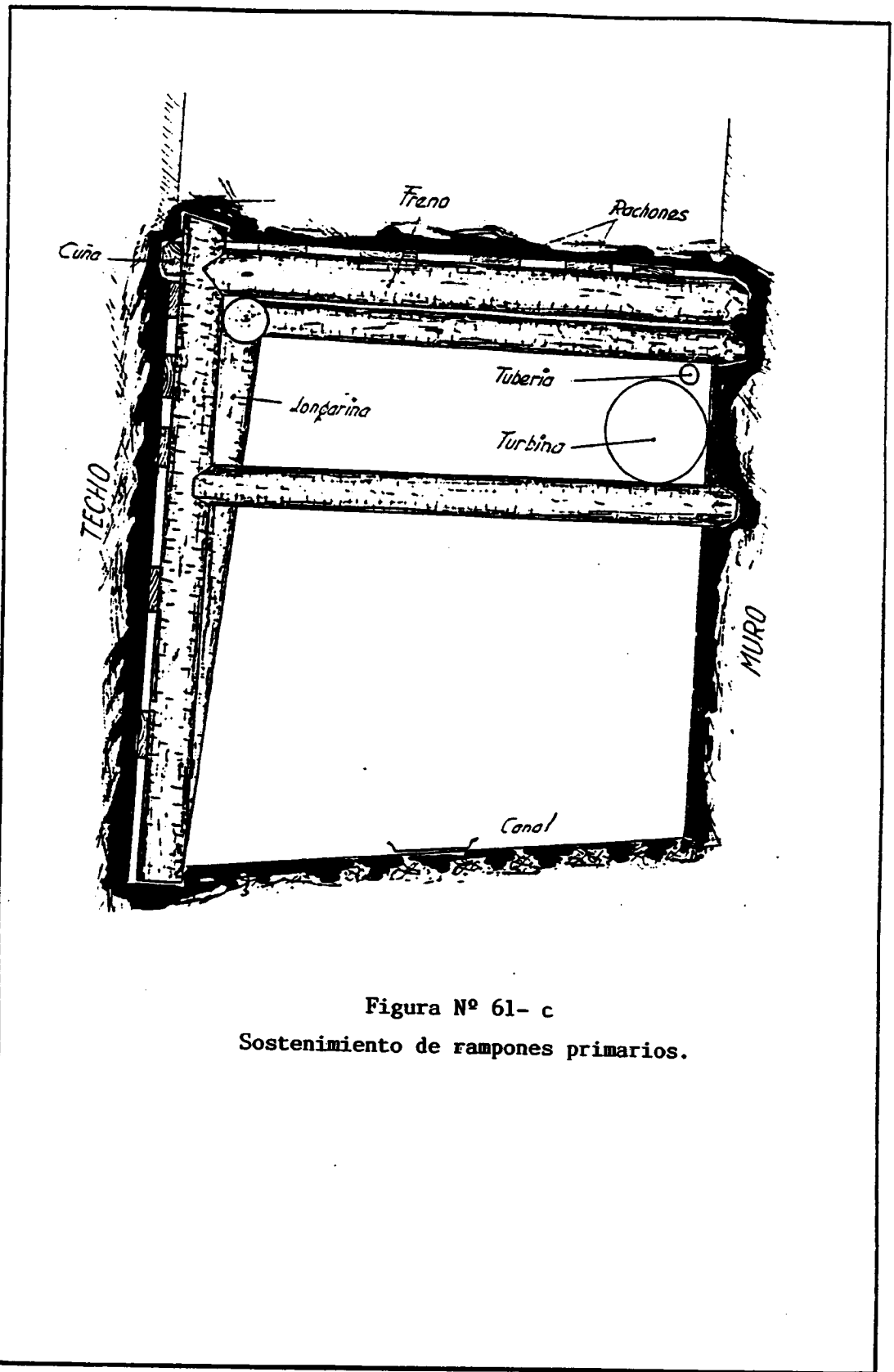


Figura Nº 61- c
Sostenimiento de rampones primarios.

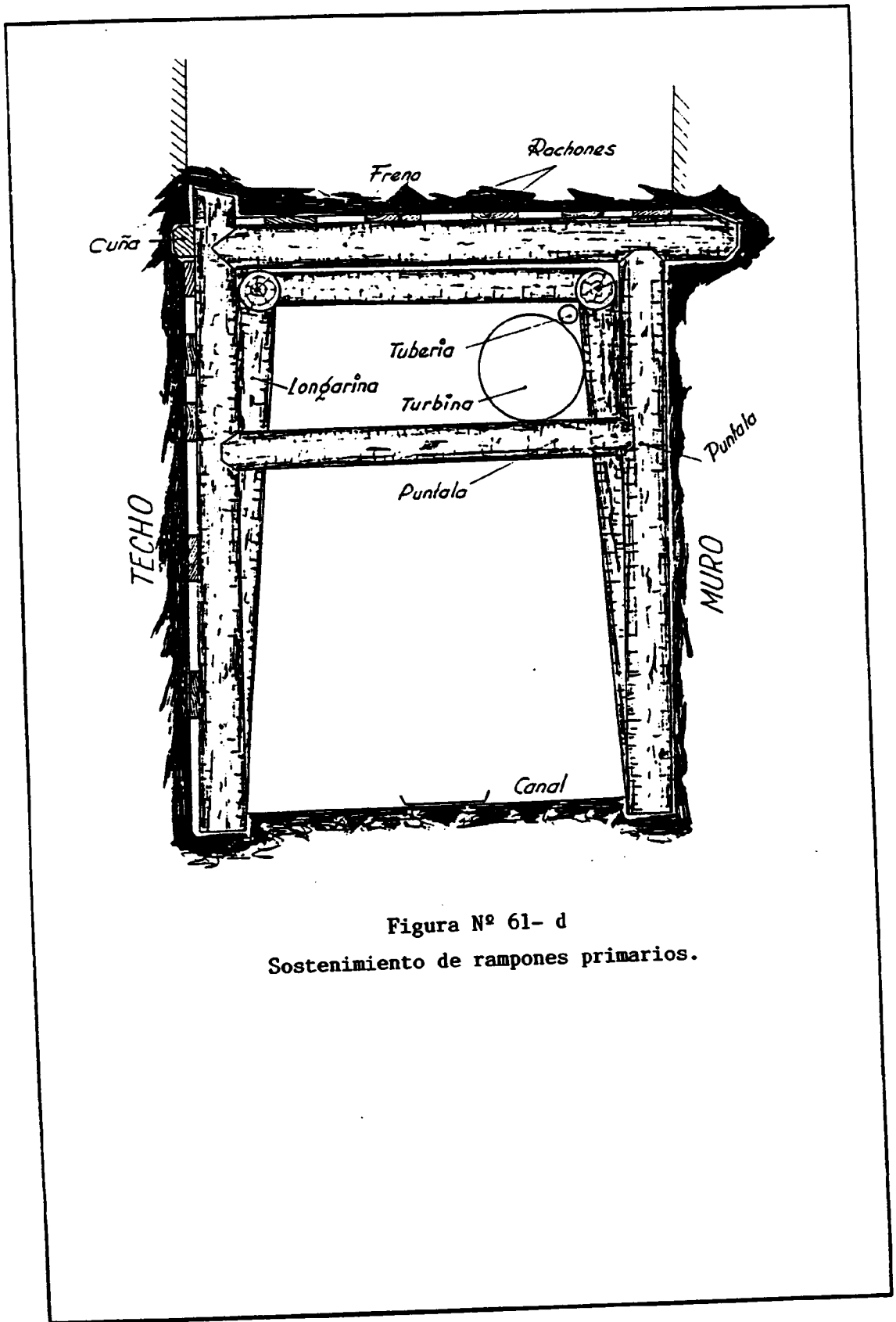


Figura N° 61- d
Sostenimiento de rampones primarios.

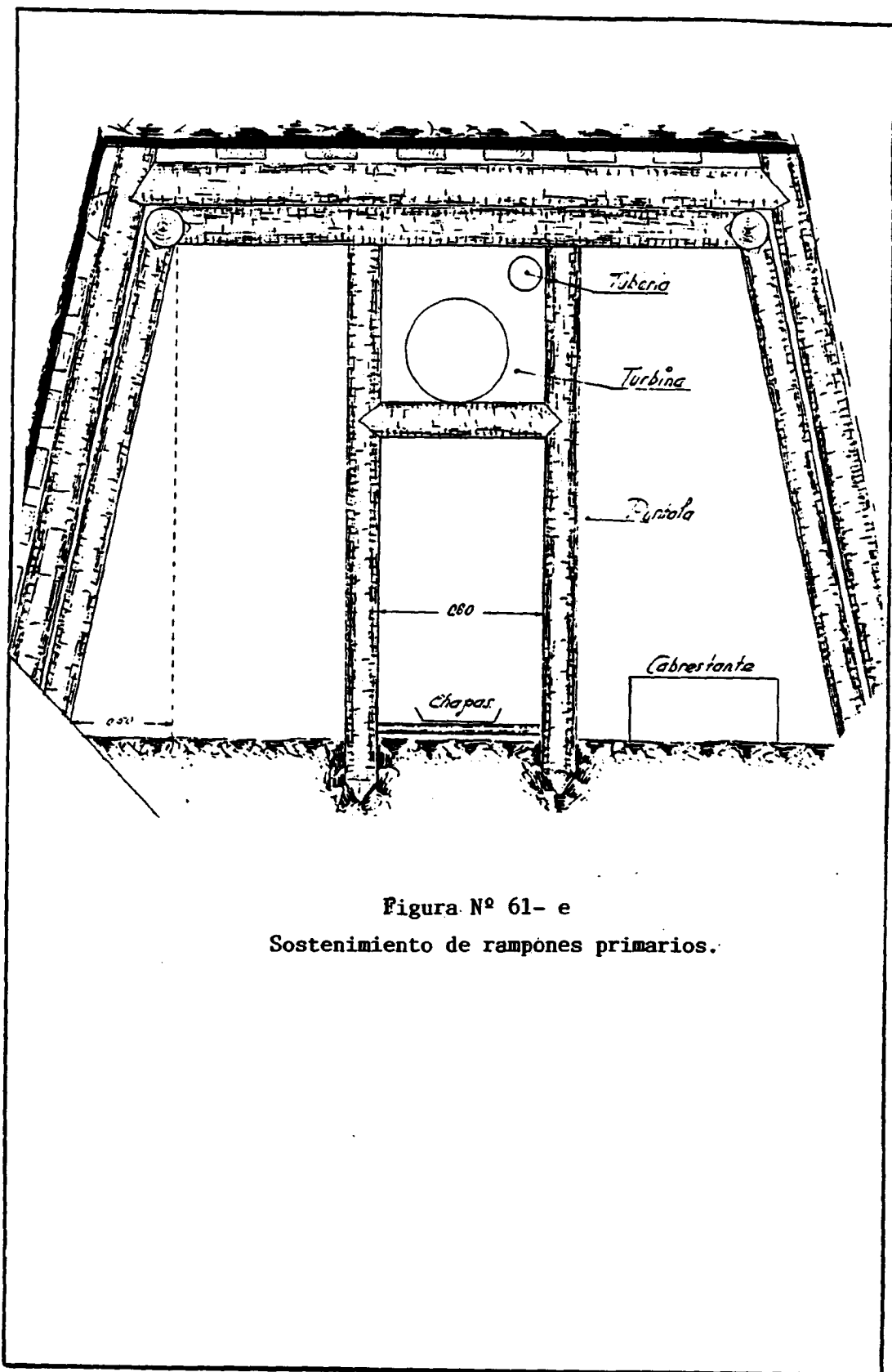


Figura Nº 61- e
Sostenimiento de rampones primarios.

9.5.- EJECUCION DE UN RAMPON SECUNDARIO.

En la fig.nº 62, se representa la forma de atacar un secundario, a partir de la corona del primario. No es conveniente abrir directamente sobre el muro y se debe reforzar el primario en esa zona.

Para el mantenimiento de la pendiente se observarán las reglas descritas para los primarios y se mantendrá el mismo método operativo para el avance.

9.5.1.- AVANCE DE RAMPONES SECUNDARIOS.

Se utilizará la misma técnica que para rampones primarios.

9.5.2.- SOSTENIMIENTO DE LOS RAMPONES SECUNDARIOS.

Al igual que en los rampones primarios el sostenimiento a utilizar estará en función de la potencia y pendiente de la capa, así como de la calidad de los hastiales.

Para potencias comprendidas entre 0,50m - 1,30m pueden utilizarse tres sistemas de posteo:

1º Pendientes inferiores a 50º y muro malo.

Es aconsejable colocar bastidor a muro, utilizar puntala de unión entre los pies de cuadro y atresillonar las trabancas y los pies de techo. Debe acuñarse correctamente el cuadro y guarnecer la corona y hastial de techo. En la fig.nº 62a, se representa el sistema de posteo descrito.

2º Pendientes superiores a 50º y muro malo.

Se utilizará el mismo sistema de posteo que en el caso anterior, pero es aconsejable sustituir el bastidor de muro por un rollizo de eucalipto, tal y como indica la fig.nº 62b.

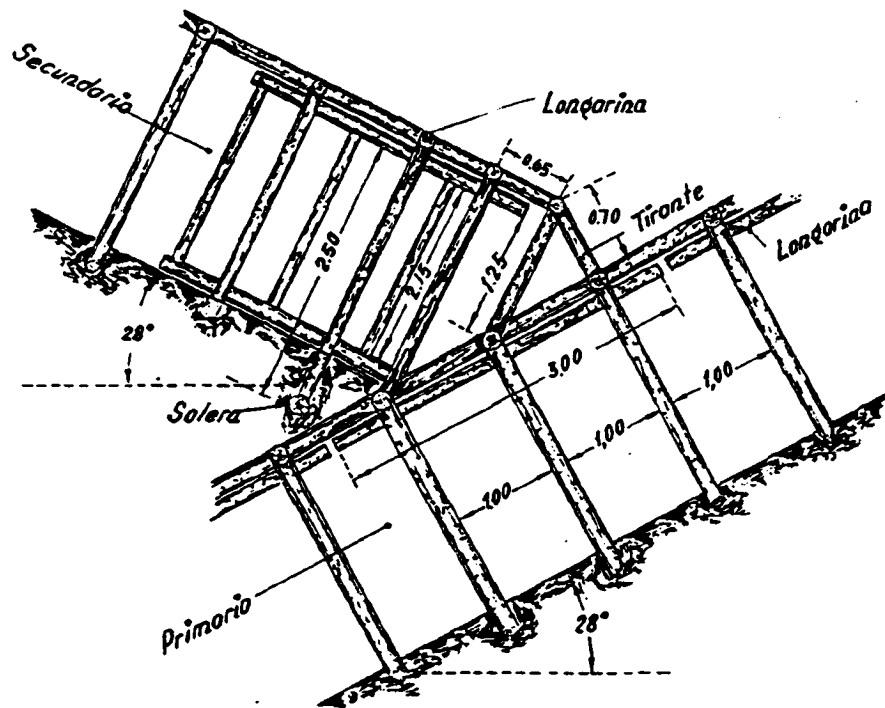


Figura N° 62

Forma de ataque de un rampón secundario desde la corona del primario.

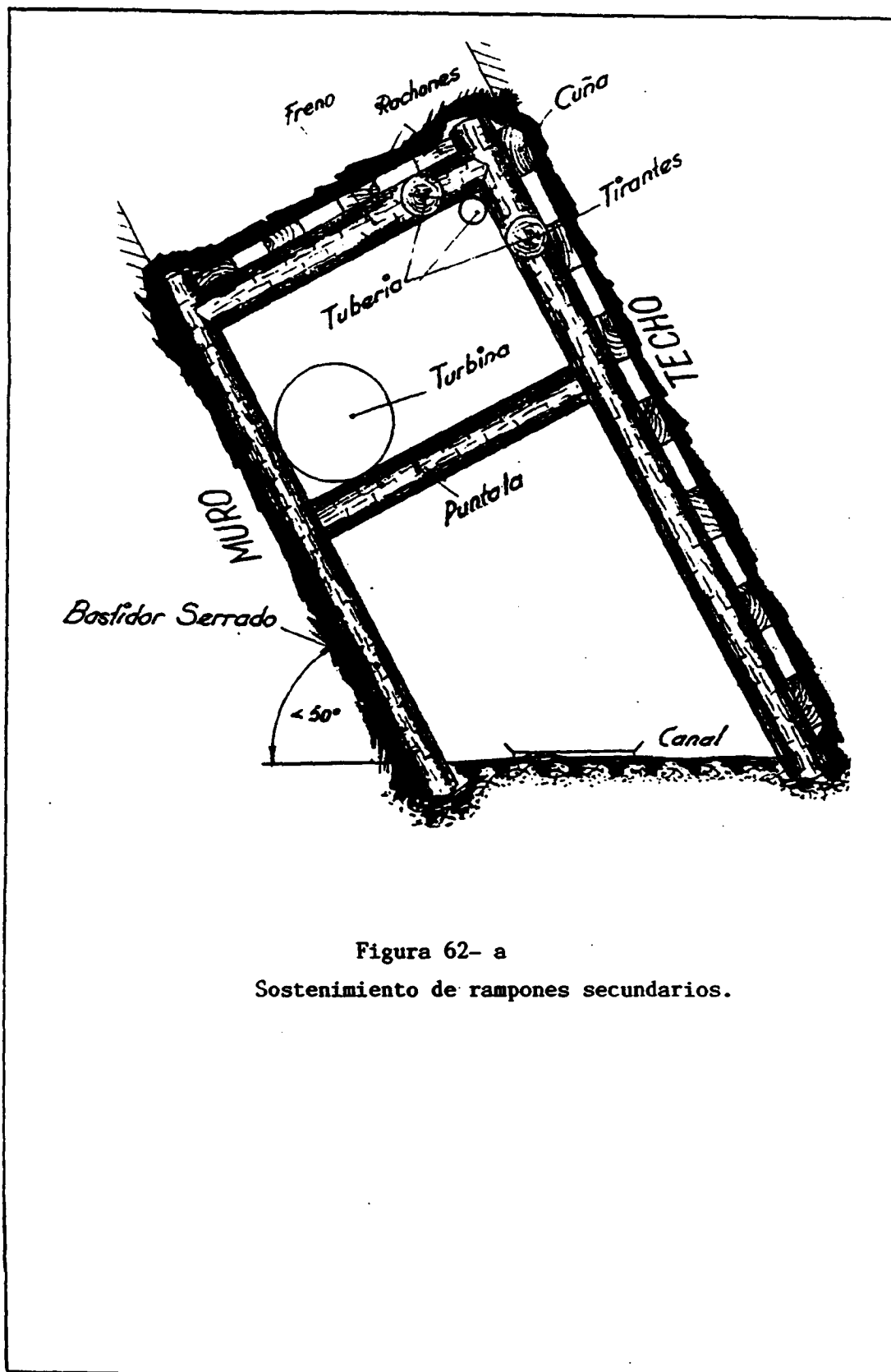


Figura 62- a
 Sostenimiento de rampones secundarios.

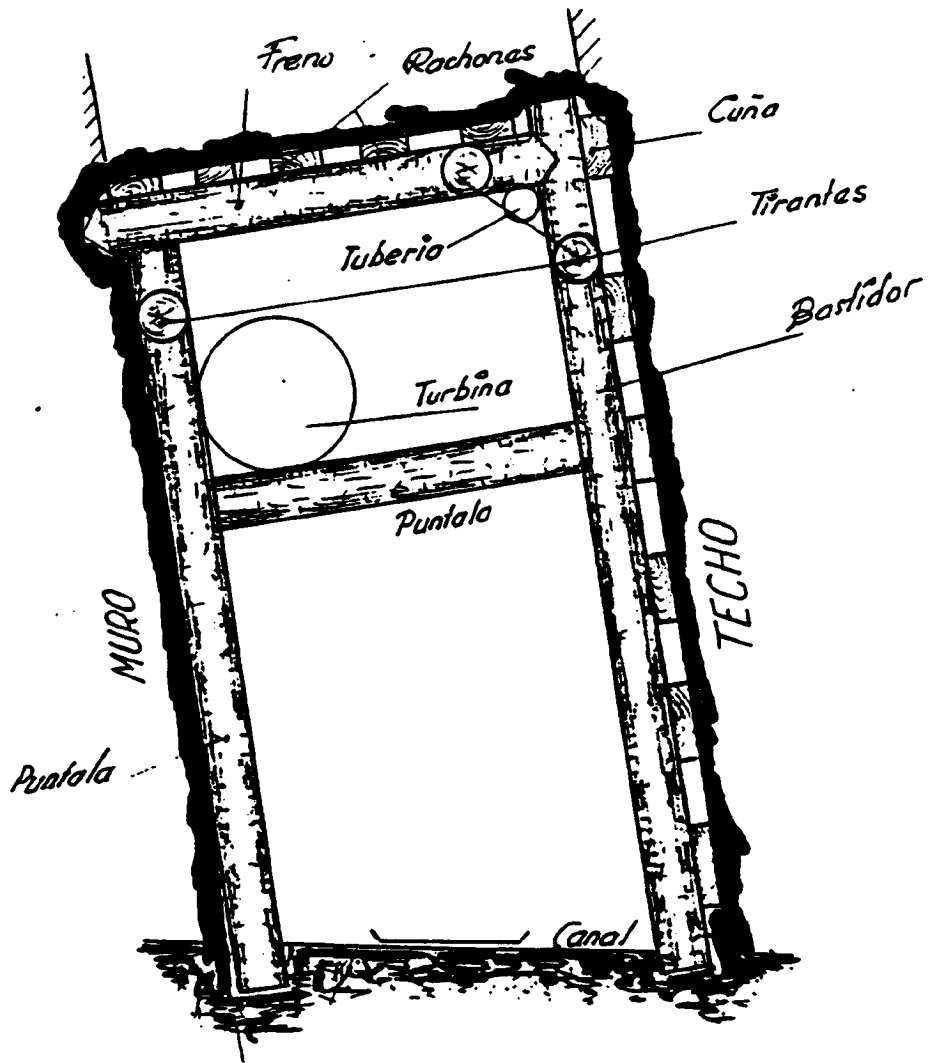


Figura 62- b
Sostenimiento de rampones secundarios.

3º Cualquier pendiente y muro bueno.

Cuando la pendiente sea superior o inferior a los 50º y el muro sea bueno, puede embalsarse directamente sobre éste, según se muestra en la fig.nº 62c.

Si la potencia de la capa esta comprendida entre 1,30m y 2,30m aproximadamente, con independencia de su pendiente y de la calidad de los hastiales, es aconsejable utilizar el sistema de posteo representado en la fig.nº 62d.

Cuando la potencia de la capa es superior a 2,30m, se utilizará el cuadro de galería como sistema de posteo reforzado con puntala y tresillones (tirantes), tal y como indica la fig.nº 62e.

9.6.- HUNDIMIENTO DE LA LLAVE DE LOS RAMPONES SECUNDARIOS.

La recuperación del carbón existente entre dos secundarios consecutivos se realiza mediante la perforación y posterior voladura del macizo de carbón, debiendo tenerse en cuenta que la realización de una buena perforación conduce a unos buenos resultados en la voladura. Para ello es aconsejable respetar los siguientes criterios:

- 1.- Con independencia de la potencia, pendiente de la capa y naturaleza del carbón, los tiros han de ir paralelos a techo y muro.
- 2.-Cualquiera que sea la altura del macizo entre secundarios, los tiros más largos han de ser 0,50m más cortos que la altura del macizo.
- 3.-La perforación es aconsejable orientarla hacia el hundimiento y la inclinación de los tiros debe ser determinada en cada caso, hasta optimizarla para cada explotación en particular.

El objetivo que debe perseguirse es el control de la caída del escombros, para que no se produzca antes o al mismo tiempo que el carbón.

- 4.- Los tiros de muro deben separarse de éste una distancia comprendida entre los 0,20-0,30m. Los tiros de techo han de separarse del mismo una distancia comprendida entre los 0,5-0,6m

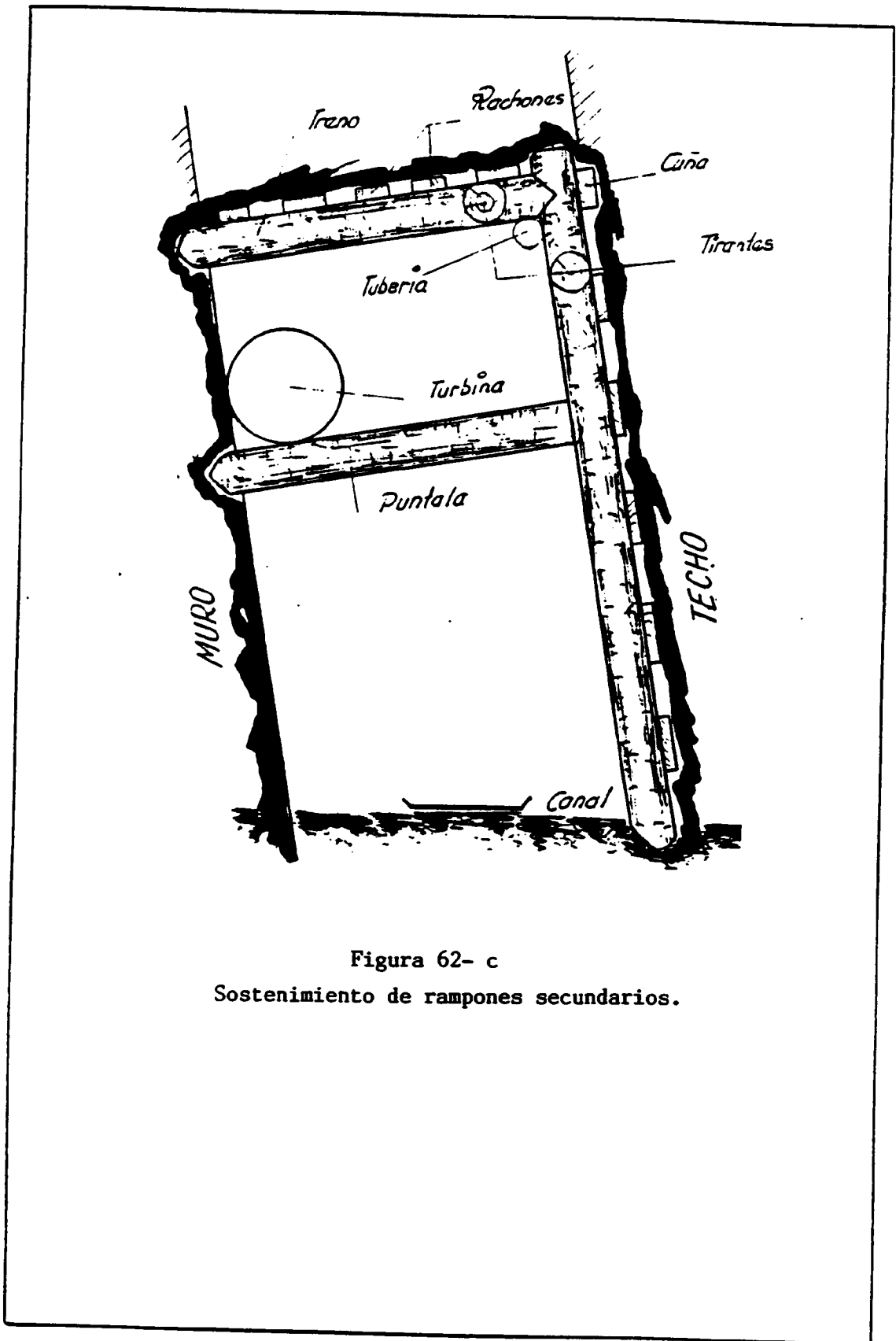


Figura 62- c
Sostenimiento de rampones secundarios.

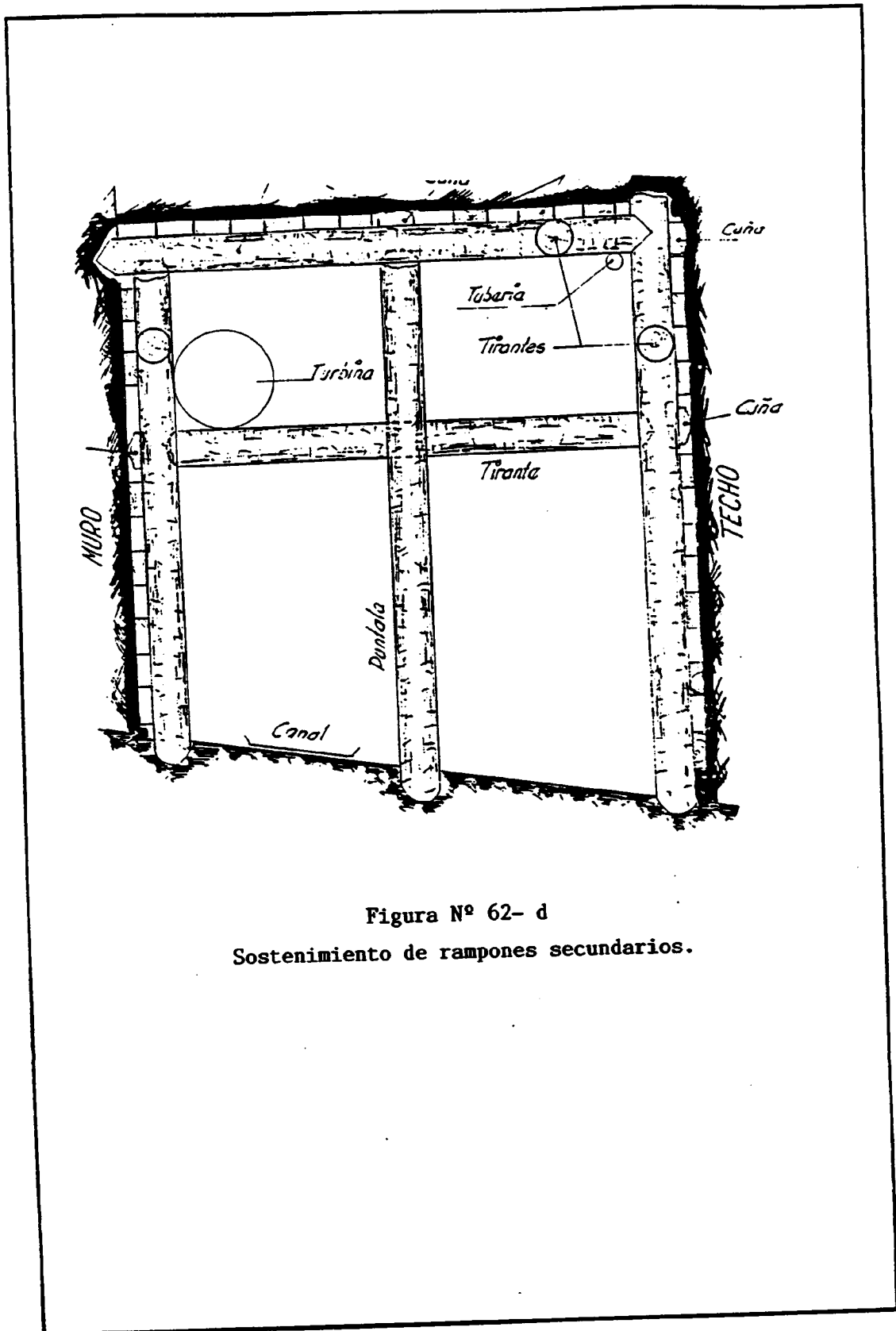


Figura N° 62- d
Sostenimiento de rampones secundarios.

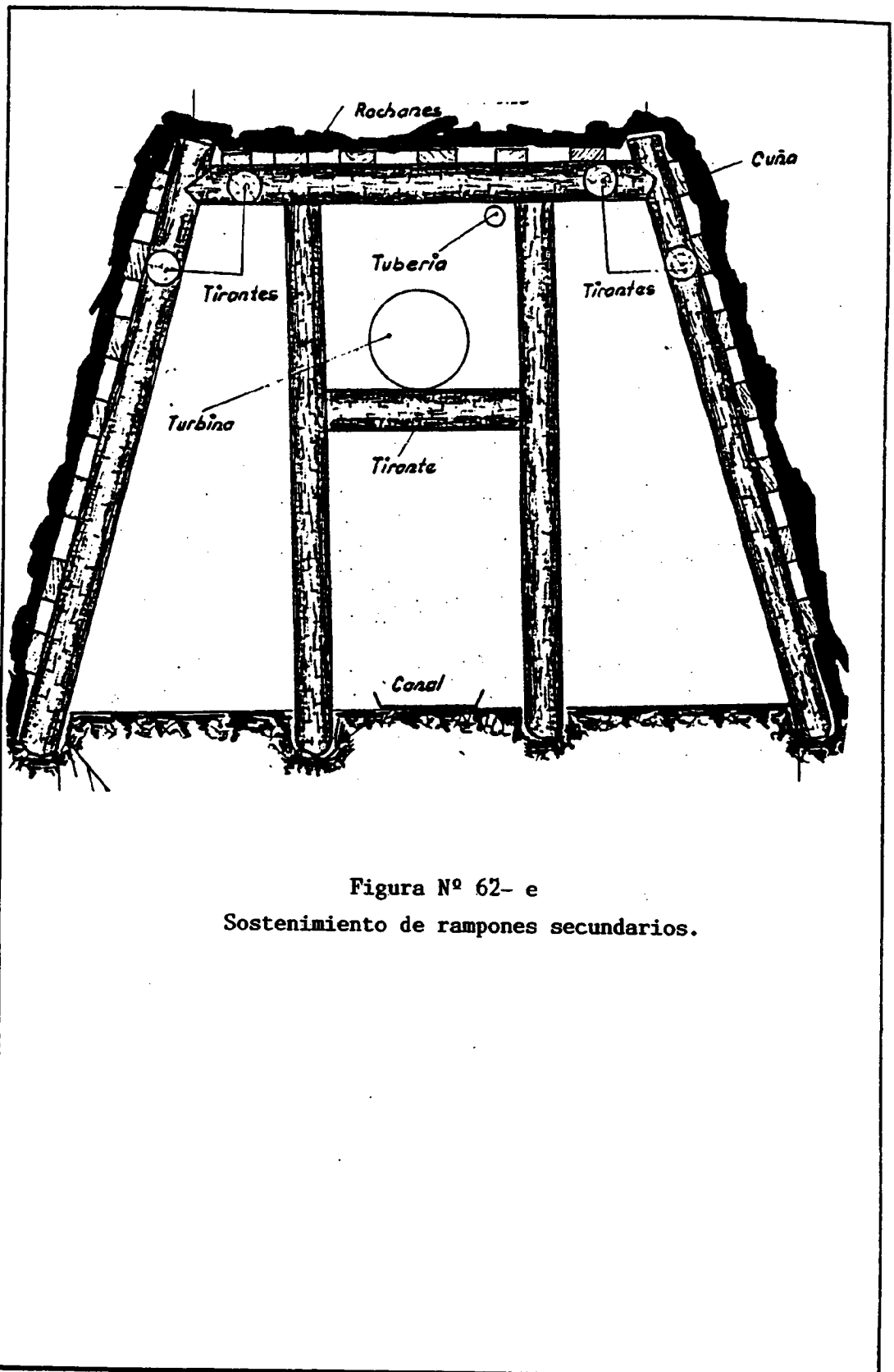


Figura Nº 62- e
Sostenimiento de rampones secundarios.

5.- En carbones duros, los tiros se perforarán a distintas alturas y la separación entre ellos oscilará entre 0,6-0,8m, aunque es aconsejable que para cada explotación se determine su esquema óptimo.

En la fig.nº63a, se muestra un plan de tiro para carbones blandos y en la fig.nº 63b, un plan de tiro para carbones duros.

9.7.- HUNDIMIENTO DE LA LLAVE DEL RAMPON PRIMARIO.

Para hundir las llaves del primario, ha de tenerse en cuenta su altura, ya que ésta es variable a consecuencia de los secundarios.

La forma de realizar el hundimiento se representa en la fig.nº 64.

Es decir, no se barrena en la primera tarea, por haber poca llave de carbón. En la segunda y tercera tarea se dan tiros cortos, que irán aumentando de longitud con relación a la altura del macizo. Al aproximarse al secundario inferior, es aconsejable disparar a tres tareas y realizar algunos tiros cortos que sirvan de apoyo a los tiros largos.

9.8.- REFUERZO DEL CUADRO DEL TABLERO.

El cuadro contra el que se realiza el hundimiento de la llave de carbón, se denomina "cuadro de tablero" y debe estar convenientemente reforzado para asegurar que no será desplazado durante el hundimiento.

Si las puntalas del cuadro, están en buenas condiciones, el cuadro se refuerza mediante dos tresillones (tirantes) colocados entre el cuadro del corte y la trabanca del cuadro inferior.

Si las puntalas están en malas condiciones (signos de rotura), es aconsejable poner junto a ellas otras nuevas. Sobre ellas se clavará el tablero, procurando una correcta unión entre tablas y dejando en el medio de la parte inferior el hueco necesario para la evacuación del carbón.

En la fig.nº 65, se representa la forma de asegurar el cuadro del tablero.

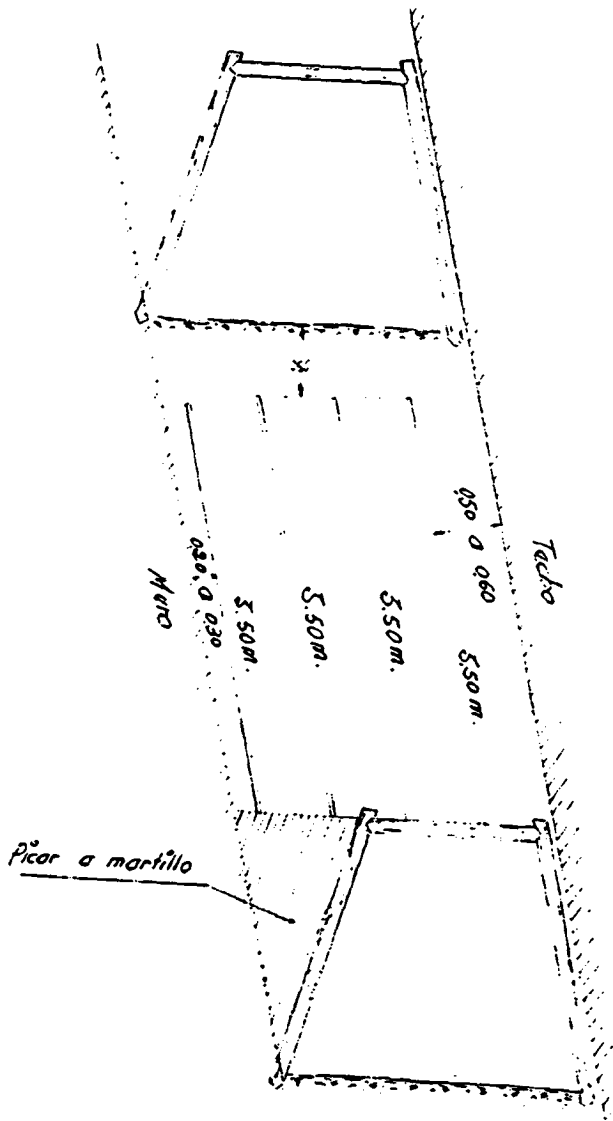


Figura N^o 63 - a
Esquema de tiro para carbones blandos.

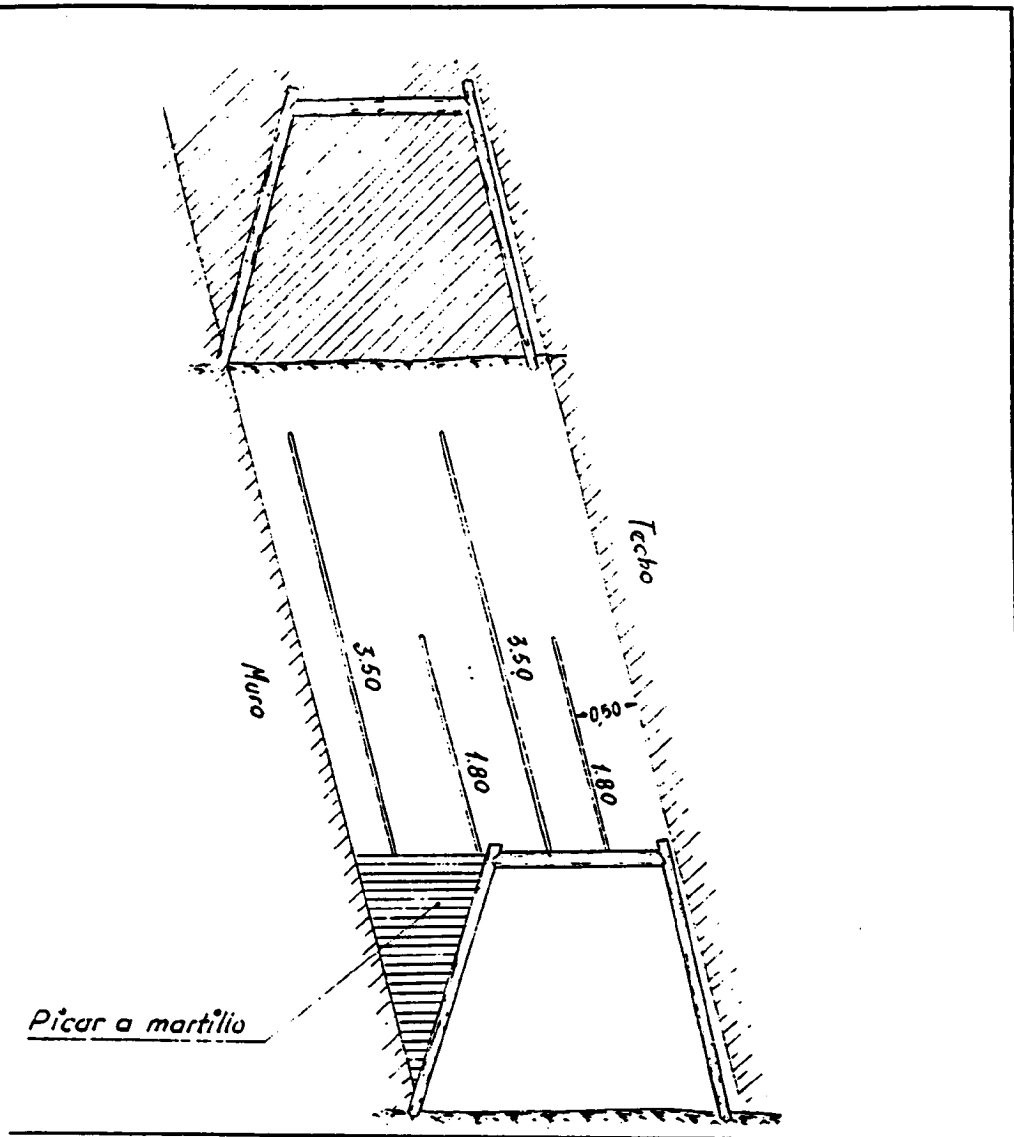


Figura N° 63- b
Esquema de tiro para carbones
duros.

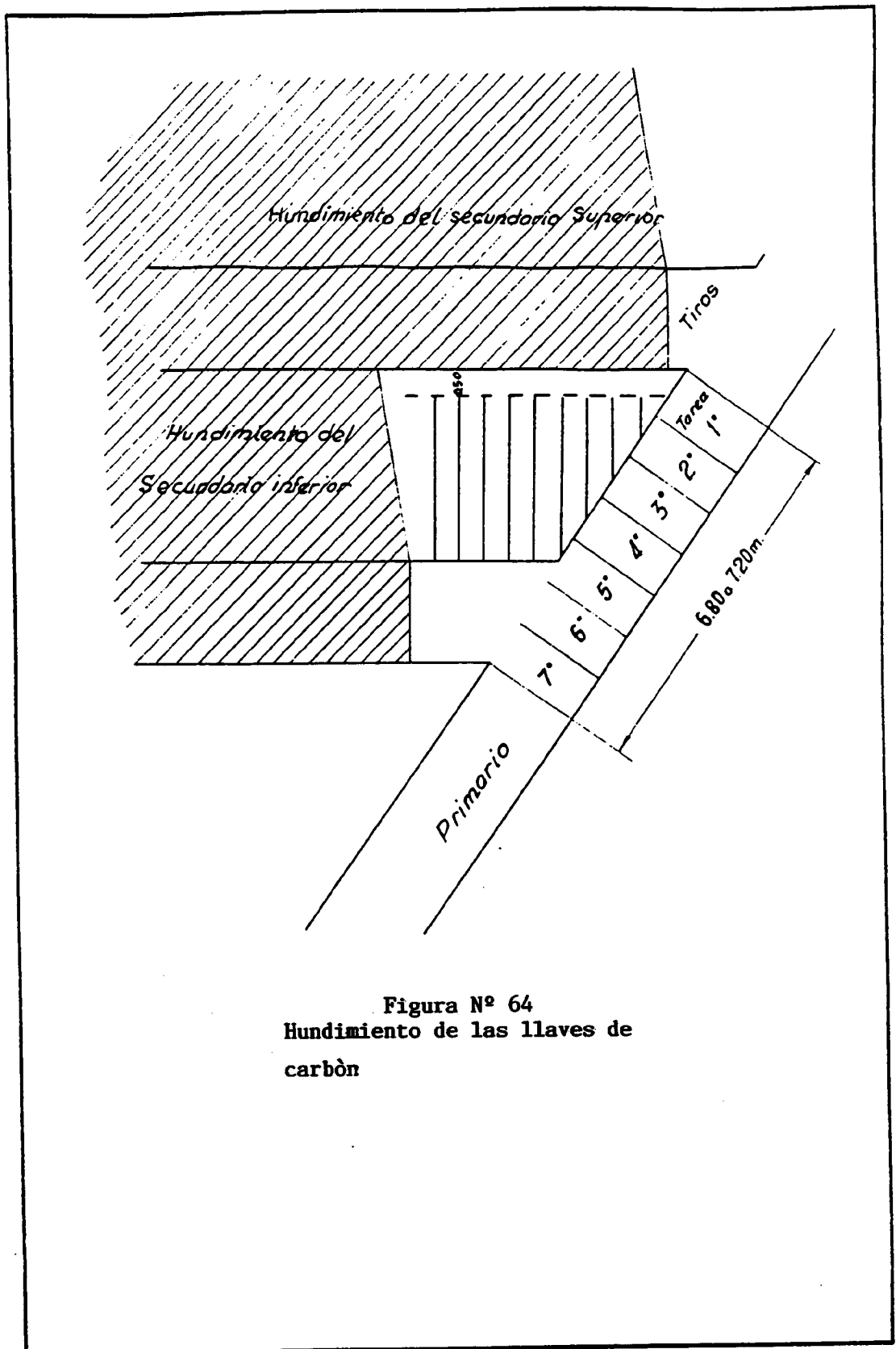


Figura Nº 64
 Hundimiento de las llaves de
 carbón

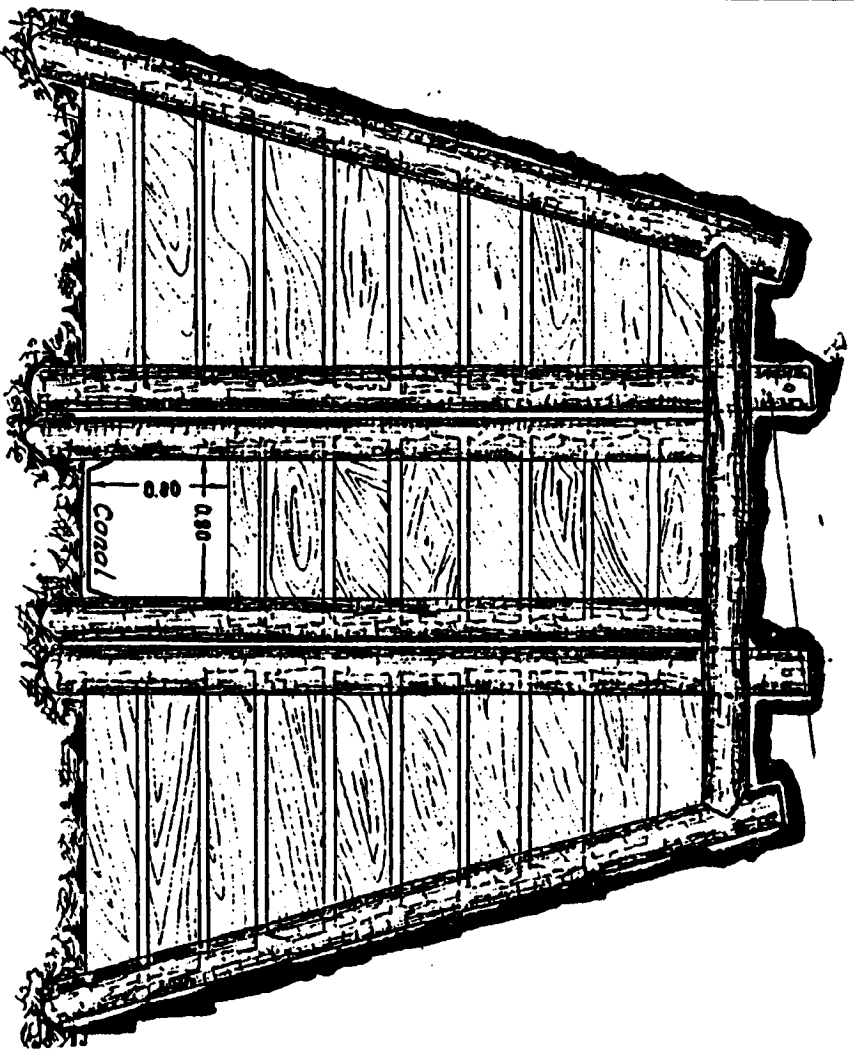


Figura № 65
Cuadro del tablero.

9.9.- ALGUNAS OBSERVACIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN EL METODO DE RAMPONES

En el método de rampones, por su propia concepción, deben adoptarse unas medidas de seguridad complementarias a las ya descritas para otros métodos:

- 1ª.- La **ventilación** de los rampones secundarios se efectuará mediante turboventiladores y ésta **no se debe cortar**.
- 2ª.- Debido a la pendiente automotora de los rampones, es aconsejable que la **limpieza** y orden de los frentes de arranque sea total, de forma que los obreros que operan en el frente puedan emprender una huida rápida en caso de necesidad, sin verse obstaculizados.
- 3ª.- Los **explosivos** a utilizar estarán de acuerdo con el tipo de la labor y las I.T.C. correspondientes.
- 4ª.- En capas grisuosas y antes de realizar la pega debe **comprobarse la concentración de gas** existente en la zona del disparo y atenerse a las disposiciones vigentes.
- 5ª.- A la hora de **evacuar el carbón**, debe asegurarse que **no existe tránsito de personas** por la zona de recorrido del mismo.

10.- METODOS DE EXPLOTACION CON FORMACION DE MACIZOS DE CARBON QUE POSTERIORMENTE SE RECUPERAN.

Este método de explotación, con diversas variantes, puede ser considerado como un método mixto que se basa en varios sistemas de arranque tradicionales. Se trata de crear unos macizos que inicialmente actúan como sostenimiento primario de la explotación y que posteriormente son subdivididos y recuperados, provocando normalmente el hundimiento del postaller que sirve para rellenar el hueco creado.

El método encuentra su máxima aplicación en aquellas explotaciones donde no se dispone del suficiente relleno para atender las necesidades de la explotación. Presenta también la ventaja de ser flexible y permite obtener una producción regular basada en la recuperación de los citados macizos.

En aquellas explotaciones donde la capa presenta abundantes trastornos, o cuando sólo se dispone de cierta cantidad de relleno, el método de pozos y rampones se ha utilizado en combinación con el método de testers o el método de bancos, rellenando la parte arrancada por testers y bancos y provocando el hundimiento o dejando macizos de protección en la zona explotada por el método de pozos y macizos.

Debe tenerse en cuenta que si existen capas a próximas, no es conveniente dejar macizos sin arrancar, ya que éstos transmitirán fuertes presiones hipotecando, de alguna manera, la seguridad de las explotaciones.

10.1.- CAMPO DE APLICACION.

El método de rampones y pozos con creación de macizos, fig. nº 67, así como la variante de pozos y sobreguías, fig. nº 66, es aplicable a capas cuyas potencias oscilen entre 1 y 2,5 m. y pendientes comprendidas entre los 35° y 50°, aunque con determinadas precauciones puede extenderse hasta los 60°.

La propia concepción del método permite la creación de macizos definitivos en aquellas zonas donde la capa esteriliza o el carbón disminuye considerablemente de calidad. Es, por tanto un método, adaptable a yacimientos trastornados.

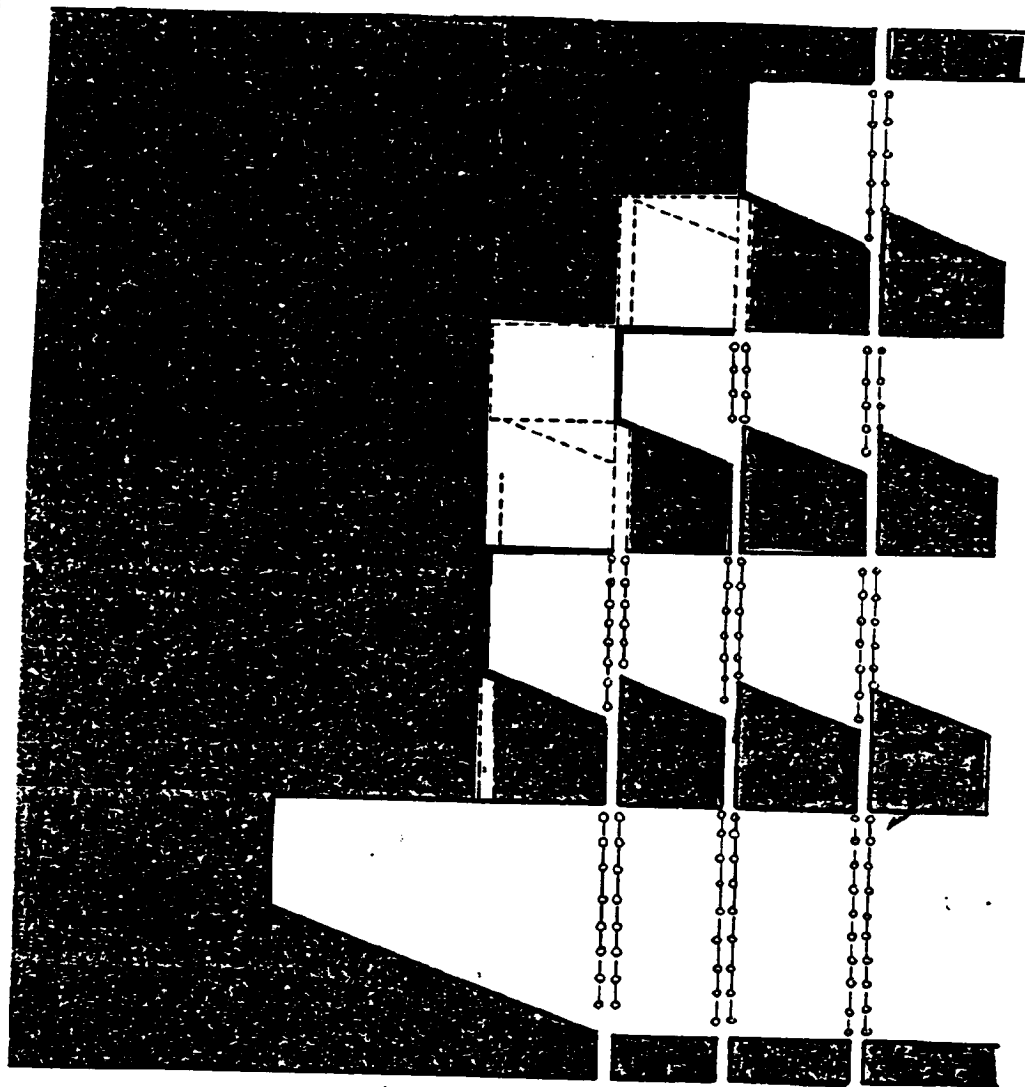


Figura N° 66
Macizos y sobreguias.

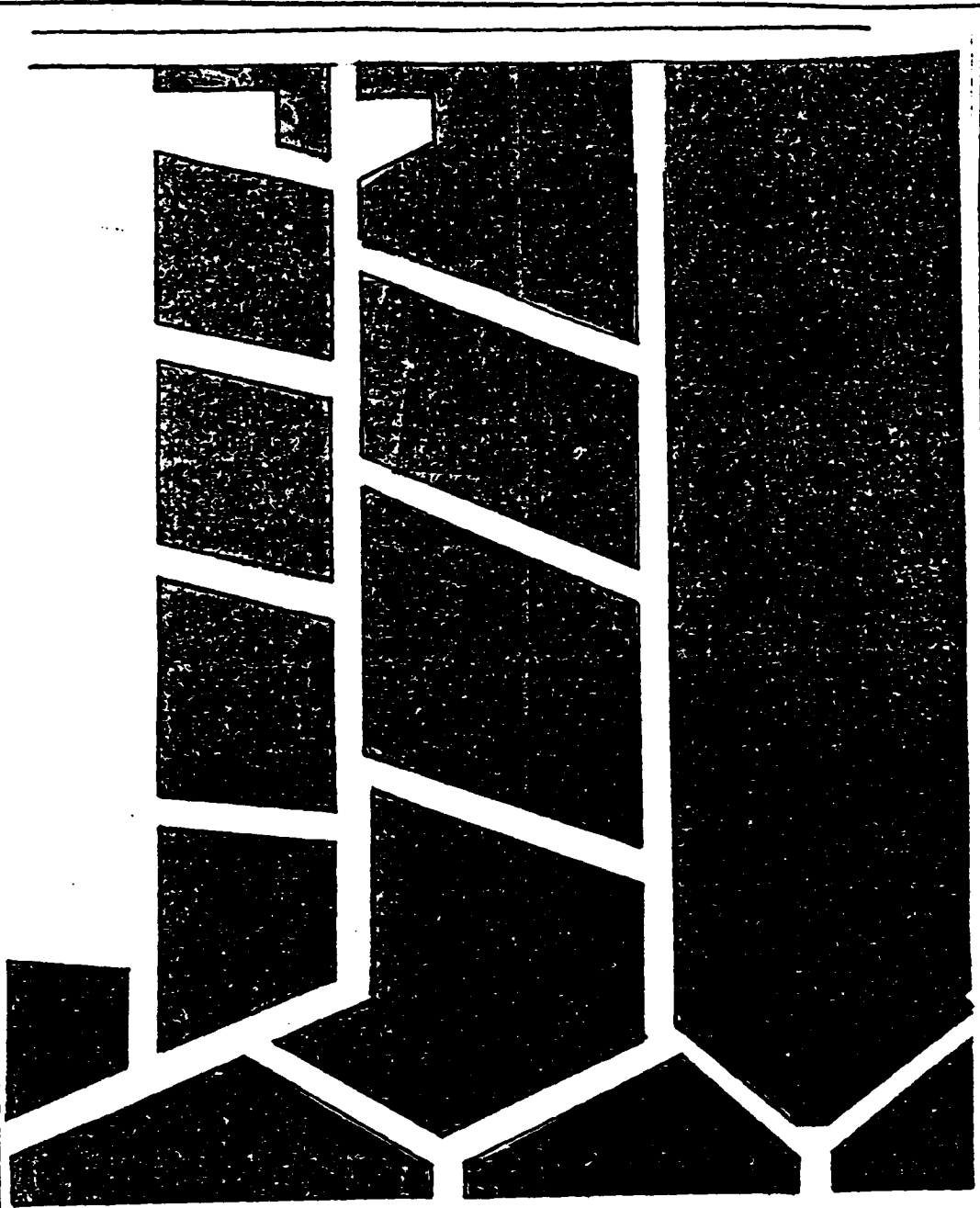


Figura Nº 67
Pezos, macizos y rampones

Debe tenerse en cuenta que cuando el método de pozos y rampones se utiliza en yacimientos donde la potencia de la capa alcanza los 2,5-3 m, y las pendientes medias oscilan entre los 50°-60°, es aconsejable una mentalización profunda de vigilantes y personal de arranque, en cuanto al sostenimiento a realizar. Se debe diferenciar claramente, que una cosa es el sostenimiento de la explotación (labor encomendada a los macizos) y otra, el sostenimiento de los propios macizos, que mientras estén en servicio deben ser convenientemente reforzados. Por ser este punto sumamente importante para la buena marcha del taller, se tratará con más detalle.

Bajo ningún concepto, el método de pozos y rampones debe ser aplicado a capas susceptibles de presentar fenómenos gaseodinámicos, ya que la continua realización de pozos y rampones, y la sobrepresión generada en los últimos macizos que se arrancan, entrañan un riesgo extraordinariamente alto.

10.2.- DESCRIPCION DEL METODO.

La preparación de un taller que va a ser explotado por el método de pozos y rampones se inicia con la subida de un coladero en carbón desde la galería de base, cuya altura oscila de 5 a 8m . A partir del punto más alto del coladero se inicia un rampón con 38° de pendiente aproximadamente, cuya longitud será función de la separación entre dos pozos consecutivos. A continuación y desde el punto más alto del rampón se inicia la subida del pozo hacia la galería de cabeza.

Paralelamente, se procede a la ejecución de otro coladero de similares características, y desde el que parten dos rampones con direcciones opuestas, de tal forma que uno de ellos intercepte al rampón primeramente formado. Se define así un macizo de cinco caras libres, que servirá de protección a la galería de base. Desde el segundo rampón se inicia la subida del segundo pozo hacia la galería de cabeza.

En función de la magnitud del macizo que se pretenda dejar, se van comunicando los pozos mediante rampones de 38° de pendiente.

Los coladeros y rampones hacen de tolva para el almacenamiento del carbón hasta el momento de su cargue.

El trazaje de los pozos se realiza normalmente por la línea de máxima pendiente. No obstante, es necesario tener en cuenta que **tanto la pendiente y potencia de la capa como la naturaleza del carbón, son los factores que deben determinar cómo y por dónde ha de subirse al pozo.**

Desde el punto de vista del derrabe, en capas con potencias comprendidas entre 1,5 y 2m y pendientes entre los 50° y 60° es más conveniente subir los pozos en forma de rampón, ya que siempre es más fácil de contener el carbón de los hastiales que el del propio frente de avance.

La zona donde se juntan los rampones con los pozos debe ser revisada y reforzada previamente a la realización del cale.

La explotación debe desarrollarse de tal forma que en todo momento coexistan las siguientes fases:

- * Arranque de los últimos macizos de la fila más próxima al hundimiento del postaller.
- * Comienzo del arranque en una nueva línea de macizos y pozo ya realizado.
- * Subida de un nuevo pozo y formación de otra línea de macizos, este pozo debe tener al menos la mitad de su altura, cuando se inicie el arranque de la anterior línea de macizos.

10.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Ventajas:

- 1-El método de macizos tiene su principal ventaja en la **regularidad de la producción** que con él puede obtenerse, por la diversidad de puntos de arranque que proporcionan los macizos.

2-Otra ventaja, aunque discutible, puede considerarse la seguridad que los macizos proporcionan al sostenimiento general de la explotación, aunque de nada sirve si el tratamiento del postaller o el sostenimiento de los propios macizos es inadecuado.

3-Igualmente puede considerarse como una ventaja el **no necesitar relleno** para el tratamiento del postaller (en el rango de pendientes más usuales, inferiores, a poder ser, a 50°). En cualquier caso, debe tenerse muy en cuenta la necesidad de que el techo hunda adecuadamente y no se formen vanos cuya longitud pueda originar golpes de techo que pongan en peligro la seguridad del taller.

4-También, en teoría, estos métodos **permiten controlar más fácilmente los efectos de las explotaciones en superficie** (subsidencia), eligiendo los coeficientes de recuperación más idóneos en cada caso. Por otra parte, el relleno manual o hidráulico es costoso en las pendientes que se suele aplicar.

Inconvenientes:

1-No aconsejable para capas propensas a **fenómenos gaseodinámicos**.

2-Dificultad de **controlar y coordinar todas las tareas** en el taller.

3-**Circuito de ventilacion** en el taller complicado.

4-Posibilidad de **golpes de techo** o roca.

5-Necesidad de continuas **labores de preparacion** (Avance de pozos, rampones, coladeros, etc.)

10.4.- ARRANQUE.

La metodología a seguir para el arranque en pozos y rampones ha sido suficientemente descrita en los epígrafes correspondientes, por tanto trataremos exclusivamente de arranque en macizos.

10.4.1.- ARRANQUE EN MACIZOS.

El arranque de un macizo de carbón no tiene en principio por qué diferir del arranque en un tajo normal de cualquier método manual. Por tanto, existen dos posibilidades: "picar derrabando" o "picar de salón".

La tendencia generalizada de "picar derrabando", lleva implícita la posibilidad de que se produzca un derrabe de carbón, aunque sea mucho más cómodo el arranque del carbón. Esto último, que puede suponer una ventaja ocasional desde el punto de vista de la producción, no lo es desde la perspectiva de la seguridad, principalmente en los macizos inferiores, que se pueden ver afectados por avances excesivos y posteos inadecuados.

En función de lo expuesto, es aconsejable que el **arranque de los macizos se realice entrando de salón y arrancando en sentido descendente.**

Por otra parte, es necesario diferenciar entre arrancar el macizo picando hacia el hundimiento o hacia el avance de la explotación.

Si el arranque se realiza hacia el hundimiento, el macizo cada vez está sometido a mayores tensiones, por lo que la fisuración del mismo aumentará progresivamente y el picador avanzará hacia una zona más débil, fisurada y más fácilmente derrabable. Es estos casos, a veces, es preciso abandonar el arranque en la zona, sin haber finalizado.

Parece pues más lógico, que **el arranque se realice en el sentido del avance**, ya que el picador se dirige hacia zonas donde la presión que ejerce el postaller es más baja, como consecuencia del mayor número de macizos existentes.

Cuando los macizos son de considerable magnitud (ejemplo: 25m x 25m) y se suelen dividir por un pozo intermedio. Es conveniente considerar cuándo debe realizarse la subdivisión, y para ello es necesario conocer el debilitamiento que el pozo origina en las características resistentes del carbón. No debe realizarse cuando el macizo ya está profundamente fisurado, ya que las posibilidades de una rotura brusca (derrabe) aumentan considerablemente.

En resumen puede decirse, que **los macizos deben arrancarse siguiendo las fases que se relacionan a continuación:**

- 1.- Reconocimiento de "visu" sobre el estado de fisuración y sostenimiento del macizo.
- 2.- Reforzar las zonas donde se observan debilitamientos o roturas en el sostenimiento. Se deben sancar y forrar perfectamente el hueco entre el sostenimiento y el carbón. No se deben tapar los huecos o fisuras existentes sin haber realizado esto, pues se pueden generar " trampas " muy peligrosas.
- 3.- Iniciar al arranque entrando de salón y picando en sentido descendente.
- 4.- La distancia de posteo estará en consonancia con las características del carbón y de los hastiales, siendo recomendable no postear a distancias mayores de 1-1,10 m.
- 5.- Realizar el arranque hacia el frente de avance de la explotación en vez de hacia el hundimiento.
- 6.- Es aconsejable desde el primer momento, utilizar tableros de protección para protegerse contra posibles caídas de trozos de roca o carbón procedente de la parte superior del macizo.
- 7.- Si el macizo se encuentra muy fisurado, es conveniente entablillar e incluso frenar el frente de arranque a medida que se va deshullando.
- 8.- Cuando el macizo se encuentre totalmente fisurado y el carbón se desprenda con facilidad, debe considerarse la no recuperación completa del mismo.
- 9.- Cuando el arranque de los macizos se realiza desde la parte superior a la inferior de la explotación, es aconsejable establecer tableros fuertemente reforzados en la parte superior del macizo. Estos protegerán al mismo y a los obreros que en él trabajan, de posibles caídas de costeros, procedentes del techo descubierto y sin hundir.

10.5.- SOSTENIMIENTO.

En el método de pozos y rampones debe distinguirse el sostenimiento a aplicar a las distintas unidades que componen este tipo de explotación: pozos, rampones y macizos.

10.5.1.- SOSTENIMIENTOS EN LOS POZOS.

Cuando los pozos se suben por la línea de máxima pendiente, el posteo de los mismos es aconsejable realizarlo siguiendo la pendiente de la capa. Como elemento de posteo se utiliza la "jugada", compuesta como se sabe, por un bastidor de 2,50 m de longitud y tres mampostas de madera.

Debe tenerse en cuenta, que posteriormente estas jugadas serán el sostenimiento que llevarán las caras laterales del macizo, por lo que es aconsejable que desde un principio este posteo se realice con el máximo esmero posible, siguiendo un método operativo que abarque al menos las siguientes fases:

- 1ª.- Utilización de posteo de chulana (bastidor a techo y muro).
- 2ª.- Encadenamiento de todas las jugadas mediante la correcta unión entre bastidores.
- 3ª.- Colocar al menos tres mampostas por jugada.
- 4ª.- Guarnecido completo de los hastiales en carbón.
- 5ª.- Entablillar techo y muro en caso de fluencia de aguas.
- 6ª.- Para puntos particulares (repueigos, saltos de capa, etc), abandonar el posteo normal y recurrir al sistema de posteo para puntos particulares.
- 7ª.- Reforzar aquellas zonas que van a ser esquinas de los futuros macizos.

Los pozos han de servir tanto para el arrastre de carbón como para la circulación de personal y entrada de materiales. Por tanto, han de dividirse en dos calles completamente diferenciadas, separadas por un tablero divisorio. El techo del pozo se puede reforzar con un bastidor colocado transversalmente, apuntalado por una mamposta central.

En los puntos donde los rampones se unen con los pozos y que normalmente son pasos de personal, es aconsejable tomar medidas de seguridad, destinadas a evitar que alguna persona pueda ser alcanzada por trozos de roca o carbón que caen por el pozo. Esto puede conseguirse de dos formas:

- * Construir un tablero unos metros antes de los puntos de unión entre rampones y pozos, de forma que se obligue al carbón o roca a deslizarse por el muro del pozo.
- * En el mismo punto de unión entre rampón y pozo, realizar un paso cerrado, de forma que el personal pueda circular libremente sin posibilidad de ser alcanzado por algún trozo de roca o carbón.

Estas medidas son aconsejables con independencia de las que habitualmente se adopten en cada explotación.

10.5.2.- SOTENIMIENTOS DE RAMPONES.

En este método, el sostenimiento de los rampones presenta la particularidad de que la niveladura superior será al mismo tiempo la base inferior del macizo de carbón que se crea entre dos rampones consecutivos. Por tanto, el sostenimiento de ésta, debe ser función de:

- * Potencia y pendiente de la capa.
- * Naturaleza del carbón y de los hastiales.

Los distintos sistemas de protección para estas niveladuras, se describen en otro apartado (apartado 7.8.3.), no considerando necesario insistir sobre los mismos.

La niveladura inferior del rampón no necesita un posteo tan cuidadoso como la superior; no obstante es aconsejable mantener el encadenamiento entre cuadros y reforzar las futuras esquinas del macizo para evitar triángulos de desplome.

10.5.3.- SOSTENIMIENTO DE MACIZOS.

Una vez descrito el sostenimiento de pozos y rampones, puede considerarse definido el sostenimiento de los macizos.

Es conveniente insistir en la necesidad de diferenciar claramente entre el sostenimiento de la explotación y el de los macizos en sí. Aunque la explotación sea sostenida por los macizos, el sostenimiento de éstos es independiente de aquel, por lo que éstos deben ser sostenidos como si se tratase de un tajo normal de arranque. Es aconsejable realizar labores completas y dejar el posteo al corte, empiquetando o entablillando cuando sea necesario.

Cuando los macizos son bastante grandes (ejemplo: 25x25 m²) y se van a dividir por un pozo intermedio, es aconsejable reforzar el posteo en la zona de iniciación del pozo y comenzar la apertura por el techo del mismo. Previamente a esta labor, ha de sustituirse o intermediarse la entibación que esté rota o revirada.

10.5.4.- TRATAMIENTO DEL POSTALLER.

Ya que el único tratamiento que recibe el postaller es el hundimiento natural tras el arranque de los macizos, los problemas que se presentan se derivan de la **formación de un vano de techo excesivo** o de un **mal hundimiento** (formándose grandes bóvedas). En estas situaciones se pueden producir hundimientos retardados de gran magnitud y liberación de energía, lo cual es muy **peligroso**.

Dos posibles soluciones para evitar la formación de amplos vanos de techo sin hundir, serían:

- 1ª.- **Provocar el hundimiento** del techo mediante perforación y voladura del mismo.
- 2ª.- **Crear una línea de rotura preferente** en el techo, mediante perforación y voladura, pero empleando la técnica de precorte.

En cuanto a los golpes de roca generados en el techo más lejano es aconsejable determinar los posibles efectos beneficiosos que pudieran ejercer unos macizos barreras, sin olvidar la posibilidad ya mencionada de provocar el hundimiento integral.

11.- RECOMENDACIONES GENERALES DE SEGURIDAD FRENTE A LOS DERRABES DE CARBON.

Se sabe que en la minería del carbón en capas inclinadas se generan situaciones de riesgo, que si no se contrarrestan con un adecuado cumplimiento de las oportunas medidas de seguridad, pueden concluir en el desencadenamiento de un incidente.

A continuación se presentan algunas recomendaciones que parece aconsejable que sean tenidas en cuenta. **Se agrupan por distintos conceptos y tienen solamente un caracter orientativo.** Están extraídas de la experiencia, normativa, etc.

Normas de trabajo

- 1ª.-Para realizar un trabajo, donde exista riesgo de derrabe, deben darse unas normas muy concretas sobre la forma de ejecutar el mismo.
- 2ª.-Las normas de trabajo se darán a todo el personal que haya de intervenir en las labores de un modo conjunto, **cerciorándose** el responsable de que las mismas han sido **perfectamente comprendidas**.
- 3ª.-Si durante la ejecución de los trabajos, surgen serios **inconvenientes**, se dará **parte al encargado** de la labor, quien de acuerdo con los mandos de la misma, dictará las órdenes oportunas.
- 4ª.-El personal de **mando**, debe **intervenir** cuando observe que los trabajos se realizan de forma incorrecta y poco segura.
- 5ª.-**Bajo ningún concepto**, debe **destinarse personal** alguno a realizar una labor para la cual **no está cualificado**.
- 6ª.-Los **mandos** deben **insistir** continuamente en los **peligros** que entraña el no postear el avance realizado durante la jornada.
- 7ª.-**No situarse nunca** bajo macizos de carbón **sin postear**, o costeros sueltos.

- 8ª.-Antes de realizar una labor debajo de una niveladura, es conveniente comprobar que los frenos están seguros y el guarnecido intacto.
- 9ª.-En aquellos talleres que utilicen inyección de agua, controlar adecuadamente la presión y el tiempo de inyección y no inyectar las series que no estén debidamente frenadas.
- 10ª.-Debe prestarse especial atención a las series regadas, ya que el hecho de tener una cara descubierta hace más factible el despegue de la vena.

Capacidad e instrucción del personal

- 11ª.-Debe comprobarse siempre, que el personal que se admita con una cierta categoría, está cualificado para realizar los trabajos propios de la misma.
- 12ª.-El personal de nuevo ingreso y con poca experiencia minera, debe ser destinado a puestos de mínimo riesgo. Durante los primeros días deberá obedecer las indicaciones de los compañeros de mayor experiencia.
- 13ª.-Los trabajos de máximo riesgo deben ser realizados por el personal más experto y cualificado, bajo el asesoramiento continuo del responsable de la labor.
- 14ª.-Cada trabajo concreto, debe ser realizado por el personal más adecuado al mismo, comprobándose esta condición.
- 15ª.-El personal debe observar las instrucciones de los mandos y no realizar labores que hayan sido encomendadas a otros.
- 16ª.-El personal que por una causa u otra sea destinado a un puesto de trabajo distinto del suyo habitual, debe ser instruido debidamente, en cuanto a las características del puesto de trabajo y forma de realizarlo.
- 17ª.-El personal debe ser advertido, que tan pronto como note algo anormal en el puesto de trabajo, debe retirarse a un sitio seguro y comenzar desde allí la revisión del mismo.
- 18ª.-El trabajo de los aprendices debe ser controlado con la mayor meticulosidad posible, ya que la exigencia del cumplimiento de normas de seguridad influirá positivamente en su futuro quehacer.

Arranque en talleres trastornados

19^a-Prestar la **máxima atención a las zonas anormales**, ya sea por presencia de fallas o cualquier otro trastorno geológico, ya que los mismos implican el debilitamiento de hastiales y carbón.

20^a-Debe llevarse un **control metódico** de todas las zonas anormales, y comunicar a los responsables de la labor, la forma en que se realiza el posteo.

21^a-En zonas transtornadas la **madera debe aplomarse correctamente** y atarranchar o atresillonar las jugadas.

22^a-Después de producido un **derrabe**, la zona afectada debe **recuperarse** y asegurarse, comenzando la labor **desde un punto no afectado** y realizar el avance a medida que se va colocando el sostenimiento. Los operarios no se colocarán nunca bajo lugares no fortificados.

23^a-Si por cualquier causa es preciso reforzar o renovar la fortificación, la operación debe realizarse **de arriba hacia abajo**, de forma que el trabajo se ejecute de manera segura.

24^a-En las zonas de carbón derrabable y/o hastiales descompuestos, debe **empiquearse desde el último freno** hasta el frente, en tanto se coloca el sostenimiento definitivo.

Se picará de salón y se avanzará la empiquetadura a medida que se va picando; si es necesario, se posteará de arriba hacia abajo y tan pronto como se haya picado la altura correspondiente a un bastidor.

Revisión, Saneamiento y Posteo Provisional

25^a-No se debe colocar **nadie debajo de una zona que no haya sido revisada metódicamente** y posteada, al menos provisionalmente.

26^a-La **inspección de la labor** debe realizarse si es posible **de arriba hacia abajo**, revisando cada tajo y observando las anomalías existentes desde el último relevo de trabajo.

27^a-**Sanear siempre el frente de trabajo**, comenzando desde una parte segura y no colocarse en una zona que no esté debidamente saneada y asegurada.

28^a-El **saneo** debe hacerse de forma sistemática **durante toda la jornada**, ya que las condiciones del lugar de trabajo varían durante la misma.

29^a-Dotar al personal de **herramientas apropiadas**, para que el saneo pueda realizarse con comodidad y desde lugares seguros.

Fortificación definitiva

30^a-La labor debe **postearse a medida que se avanza**, no siendo recomendable distancias de posteo superiores a 1m.

31^a-Si las condiciones de explotación de la **capa son extremadamente malas**, se **reducirá la distancia de posteo** y se colocará el sostenimiento **tan pronto como sea posible**, incluso sin esperar a picar la serie completa.

32^a-El posteo debe ir, siempre que sea posible, **embalsado sobre los hastiales**, nunca sobre carbón.

33^a-Las labores deben quedar **posteadas al corte** y si el carbón es propenso a derrabarse, se entablillará aquel, de forma que no pueda "excomerse" y degenerar en un derrabe de carbón.

34^a-El posteo debe estar en consonancia con la potencia y pendiente de la **capa**, en general, **debe reforzarse cuando la potencia de capa supere a 1,5 m.**

35^a-Los **frenos y mampostas de espalda**, deben colocarse con la máxima seguridad y **revisarse periódicamente**, procediéndose al doblaje de los mismos, si se observan roturas o descalzamientos.

36^a-El personal de **vigilancia** insistirá en la obligación de **reforzar el posteo** en las **zonas** donde las características del carbón presenten **tendencia al derrabe** (zonas trastornadas, variaciones de potencia, acuñaientos, etc.)

37ª-Embastonar adecuadamente hastiales y niveladuras, sobre todo en zonas con carbón blando y/o derrabable.

38ª-Los frenos se colocarán bien acuñados y aplomados, sin dejar huecos entre éstos y el carbón.

39ª-En cualquier circunstancia, es aconsejable la utilización de posteo provisional.

Sustitución de Madera

40ª-Cuando haya que sustituir un elemento de la fortificación, deberá colocarse antes, si es posible, el nuevo. Si ésta operación no puede realizarse por las causas que sean, se deberá realizar la sustitución con el máximo cuidado posible, desde un lugar seguro, saneando y fortificando inmediatamente la zona descubierta.

41ª-Las labores deben revisarse diariamente, intermediando las mampostas y frenos rotos, colocando aquellas piezas que falten y realizando un adecuado mantenimiento.

42ª-Debe prestarse la máxima atención a la modificación de la posición de los bastidores, ya que pueden indicar la existencia de mampostas poco apretadas.

Avance de pozos en carbón

43ª-Mantener la sección completa en toda la altura del coladero o pozo.

44ª-En zonas falsas o de carbón blando, postear sin esperar a realizar la totalidad del avance, de acuerdo con las exigencias de los hastiales y del carbón.

45ª-En capas propensas a derrabes, iniciar los pozos o chimeneas con 45° como máximo, respecto a la horizontal, nunca por la línea de máxima pendiente.

46ª-El punto de cale de un pozo ó coladero debe estar siempre en las máximas condiciones de seguridad. Si es preciso se realizará un nuevo coladero, si el que se está trazando va a calar a una zona que no esté lo suficientemente asegurada.

47ª-Evitar las condiciones que favorecen que "trabaje el grisú", tales como: cortar la ventilación, dejar sin postear la labor, etc.

48ª-Mantener la ventilación al frente, acercándola a medida que se avanza y no suprimirla o cortarla bajo ningún concepto.

49ª-Todos los pozos o coladeros se subirán al menos con dos calles, si la potencia de la capa es muy reducida, es aconsejable aumentar el número de calles.

50ª-Es aconsejable que los pozos de acceso al taller, se realicen siempre con su auxiliar correspondiente. Para asegurar en todo momento un doble paso a la explotación.

Circulación del personal por la explotación

51ª-Se circulará siempre que sea posible por el corte de la explotación. Si por necesidad debe circularse por calles separadas del corte, deben extremarse las precauciones, siendo aconsejable revisar periódicamente las mampostas y andamios.

52ª-Se revisará meticulosamente el estado de las mampostas sobre las que apoyan los tableros o encelgadas, renovando o intermediando las defectuosas.

53ª-Se circulará por el taller con precaución, tanteando las mampostas sobre las que se va a apoyar, y manteniendo siempre tres puntos de apoyo.

54ª-En los pozos de doble compartimento, circular por el destinado a paso de personal, nunca por el de arrastre de carbón.

Recorrido de carbón y rellenos

55ª-Destinar a estas labores a personal capacitado para ello, al que se le darán las instrucciones precisas.

56ª-Para realizar las operaciones de "correr el carbón o el relleno", el personal debe andamiarse en jugadas revisadas y que ofrezcan las máximas garantías.

57^a-El relleno debe llevarse lo más próximo posible al corte; si no fuera posible, se recurrirá a reforzar el posteado mediante llaves de madera perfectamente acuñadas.

58^a-Es mucho más aconsejable utilizar relleno calibrado, que un "todo uno" procedente de los cortes de avance de las galerías.

59^a-Las posteaduras en las que han de apoyarse las trancas o embastonadas para retener el escombro, han de ser reforzadas y revisadas, para que ofrezcan la máxima seguridad posible.

60^a-Eliminar del material utilizado para relleno, los costeros de gran tamaño, ya que pueden provocar atrancarse o golpear y romper la madera de entibación.

61^a-En las proximidades de fallas y zonas trastornadas, se aproximará el relleno lo más cerca posible al corte.

Andamios y encelegadas

62^a-Los andamios deben realizarse, a ser posible, con bastidores en buen estado, formando una superficie plana, apoyándose en tres mampostas y ocupando todo el ancho del frente de arranque.

63^a-Las mampostas sobre las que apoyan las encelegadas y andamios deben revisarse para comprobar su buen estado y correcta fijación al terreno.

Saneo y posteado provisional en labores de preparación

64^a-Revisar a la llegada del relevo, los últimos cuadros colocados y que puedan haber sido movidos por la pega, saneando y empiquetando, desde el último cuadro hasta el frente de avance.

65^a-Todo costero dudoso debe ser saneado. En caso de no poder tirarlo, debe apuntalarse provisionalmente, antes de colocar la entibación definitiva.

66^a-Utilizar posteado provisional en las zonas consideradas como falsas.

67^a-Antes de colocarse en un puesto de trabajo, se observarán la inmediaciones del mismo, y si existe algún peligro, es aconsejable paralizar la labor, hasta haberlo eliminado.

68^a-Debe evitarse por todos los medios la formación de bóvedas en el avance de galerías, por lo que es aconsejable embastonar convenientemente el cielo de la labor. Si por cualquier causa se formara una bóveda, es aconsejable realizar un retacado con madera en toda la zona afectada.

69^a-Como primera fase del ciclo de avance, se colocará y guarnecerá la trabanca sobre las alargaderas de avance.

70^a-Se procurará no trabajar nunca bajo terreno sin fortificar y sin que previamente haya sido saneado.

Fortificación definitiva en labores de avance

71^a-La entibación se llevará lo más próxima posible al frente de avance, aún con perjuicio de que algunos cuadros sean movidos por la pega. Para evitarlo, se estudiará el tipo de cuele más adecuado y se atresillonarán correctamente los cuadros.

72^a-En terrenos alterados, o en zonas donde el carbón ocupa toda la sección de la galería, se guarnecerá completamente toda la sección, para evitar que se produzcan sobreexcavaciones y posibles bóvedas.

Sustitución de la Fortificación

73^a-Cuando sea necesario relevar un elemento de la fortificación, debe colocarse antes, si es posible, uno nuevo. Si esta operación no puede realizarse, se apuntalará la trabanca del cuadro a sustituir y se realizará la operación escalonadamente.

74^a-Solamente se descuñará el cuadro que se va a sustituir, cerciorándose de que los otros cuadros están bien acuñados y sin huecos por encima de las trabancas.

75ª-Cuando sea necesario **retirar patucos** de cuadro en zonas descompuestas, se utilizará un **cabrestante** para realizar la operación desde posiciones seguras.

76ª-Cuando se emplee entibación de madera y sea necesario retirar el cuadro, **no se cortará nunca el patuco sin haber asegurado** (mediante un puntal) **la trabanca**.

12.- ALGUNAS SITUACIONES DE RIESGO POR DERRABES DE CARBON.

A continuación se presentan y analizan brevemente algunas de las más frecuentes situaciones de riesgo que se han detectado en los informes analizados. Se han tratado de agrupar, y como tienen solamente un interés ilustrativo, se prescinde de presentar un análisis profundo de cada caso. Por otra parte, de una u otra forma, todas estas situaciones se han analizado a lo largo de todo el trabajo.

Se definen las situaciones y a continuación se plantean muy brevemente algunas posibles soluciones (S).

Lo que parece muy conveniente es, que partiendo de éstas u otras situaciones, reales o ficticias, después de aislar las situaciones más peligrosas o repetidas, se elaboren unas muy claras ilustraciones al respecto, estableciendo elementos de discusión para difundir entre los mineros. Esta parece la forma más conveniente de proporcionar una formación efectiva a los trabajadores, y el presente documento puede servir como base para resumir, simplificar, aislar, confeccionar y difundir los referidos folletos monográficos, que pueden ser realizados por especialistas de diversas disciplinas, incluidos psicólogos y dibujantes.

A).- Situaciones de riesgo en el trazaje de las galerías de base y cabeza.

El riesgo de derrabe puede aparecer por las siguientes causas:

- 1.-Riesgo de derrabe en el frente de avance de una galería en carbón, que habiendo sido de cabeza se desea utilizar como galería de base.**

S.-Avance lento, empquetando por delante del último cuadro recuperado y no avanzar una longitud excesiva sin colocar la entibación. Para capas entre 40^º y 60^º de pendiente, puede ser interesante trazar una galería nueva en estéril, a techo de la capa y contratocar a la misma desde la capa, dejando macizos de protección para la galería.

- 2 -Riesgo de derrabe y hundimiento si la galería de cabeza se posiciona a techo, próxima a la capa y para pendientes comprendidas entre 60^º y 90^º.**

S.-En general, principalmente en capas de una cierta potencia, las galerías se comportan mejor situándolas a muro. Posteriormente se puede contraatacar a la capa o recortar a la misma y explotar de "rasgado".

3 -Riesgo de derrabe por filtraciones de agua provenientes de la galería de cabeza, tanto si la circulación de la misma se produce a techo como a muro.

S.-Canalizar las aguas por delante de la explotación de forma que el vertido de las mismas se produzca en zonas ya explotadas. Es aún más aconsejable bajarlas canalizadas hasta la galería de base, siempre y cuando no exista caldera en la galería de cabeza.

4 -Riesgo de derrabe en los tajos superiores e inferiores de la explotación a consecuencia del uso de explosivos en el avance de las guías.

S.-Diseñar y ejecutar bien las voladuras. Si es necesario, utilizar la técnica de precorte (aunque muy caro) y prestar especial atención al arranque de esos tajos.

5 -Riesgo de derrabe por fallos en el asentamiento del sostenimiento.

S.-Si los cuadros se embalsan en carbón, deberá utilizarse solera. Si la potencia de la capa lo permite, es aconsejable franquear los hastiales y asentarlos sobre roca firme.

6.-Riesgo de derrabe en los macizos de protección de las galerías.

S.-Para pendientes superiores a 60° es aconsejable no dejar macizos de protección y llevar la explotación de "rasgao". En caso de dejar macizos, con pendientes superiores a los 45° , éstos deberán frenarse convenientemente, siendo aconsejable utilizar frenos a vitola, doble oreja o longarinas.

7 - Riesgo de derrabe en la "regadura" de las capas en guía.

S.- No avanzar la regadura en longitudes superiores a un metro, empiquear la corona y utilizar sostenimiento provisional como si de un tajo se tratase. Si el carbón es muy derrabable, regar siempre por el techo. En caso de capas propensas a fenómenos gaseodinámicos, no debe utilizarse regadura. Son preferibles los tiros de conmovión, bien diseñados.

8.-Riesgo de derrabe en una galería en carbón, avanzando a plena sección.

S.-Comenzar la operación por la realización de la corona, empquetado de la misma y forrar bien el espacio que pueda quedar entre el hastial y el cuadro. Finalmente arrancar el replé.

9 -Situación de riesgo por falta de orden y limpieza en el frente de avance.

S.-No tener en las proximidades del frente elementos que puedan impedir una huída rápida (vagones, mangueras, pala cargadora, madera, etc.).

10.-Riesgo de derrabe por una distancia de posteo excesiva y un guarnecido deficiente.

S.-Acomodar las distancias a las que recomiendan los responsables técnicos. No dejar huecos en el guarnecido, ya que se puede autoalimentar un derrabe. En carbón derrabable, las distancias de posteo recomendables no suelen ser superiores a 0,5 m. Es preferible sobredimensionar el posteo inicial, a intermediar en zonas ya degradadas por las presiones.

B).- Situaciones de riesgo en el trazaje de la chimenea de monta.

Los riesgos de derrabe en la realización de una chimenea de monta pueden deberse a:

- Elección inadecuada de la pendiente de la chimenea.
- Elección inadecuada del lugar de ubicación.
- Elección inadecuada de la forma de monta.
- Dimensionamiento inadecuado.
- Forma de avance inadecuada.
- Forma de posteo inadecuada.
- Presencia de fenómenos gaseodinámicos.

11 -Riesgo permanente si la chimenea se está trazando en una zona del macizo de carbón afectada por otras explotaciones, actuales o antiguas, o en zonas geológicamente trastornadas.

S.-Estudio y conocimiento exhaustivo de la zona del macizo de carbón donde se pretende montar la chimenea. Se debe tratar de conocer al detalle el punto de cale y las posibles esterilidades que puedan encontrarse en su trazaje. Si es preciso se debe modificar la ubicación. En caso de no poder cambiarse, se debe encargar la tarea al personal mejor instruido.

12.-Riesgo de derrabe por desprendimiento del frente de arranque cuando la pendiente de la chimenea de monta es superior a 45°.

S.-La pendiente de la chimenea de monta ha de ser menor de 45°, pues aunque se produzca el derrabe, este será fácil de detener. Por otra parte, el desarrollo de la chimenea, tendrá una longitud razonable.

13.-Situación de riesgo cuando la chimenea de monta se sube a una sóla calle y la potencia de la capa es inferior a 1 m

S.-Las chimeneas de monta deberían subirse a dos o tres calles, dependiendo de la potencia de la capa, avanzar el frente alternativamente y establecer tableros de protección.

14.-Situación de riesgo cuando el frente de avance presenta un ensanchamiento súbito de la capa, considerablemente superior a su potencia normal.

S.-Puede optarse por dos soluciones. La primera, subir la chimenea en toda la potencia de la capa. La segunda sería continuar con la sección primitiva y utilizar cuadro cerrado hasta pasar el ensanchamiento brusco.

15.-Situación de riesgo cuando se sospeche que la chimenea ha de atravesar antiguos minados (niveles, galerías, despiles, etc).

S.-El aspecto del carbón ("repasado", tonalidad rojiza) puede indicar la posible existencia de antiguas labores. En tal caso, deberán realizarse sondeos de reconocimiento y no permitir un avance superior a la longitud de la zona reconocida.

Igualmente, es aconsejable reforzar el posteo en las zonas de intersección, chimeneas-minados.

16.-Situación de riesgo si el avance del frente de la chimenea se realiza mediante explosivos.

S.-Se debe colocar tablero de separación entre la calle disparada y la calle de paso de personal. Hay que reconocer el frente antes de proceder a cuadrarlo y sanear los bloques sueltos o fisurados. El cuadro se debe iniciar por la corona y la zona de techo.

17.-Situación de riesgo si el avance de la chimenea se detiene durante varios días y el carbón presenta tendencia a disgregarse.

S.-Bajo ningún concepto debe cortarse la ventilación secundaria. Hay que dejar el frente entablillado y frenado. Cuando se reanuden los trabajos se debe comenzar a desentablillar por la corona del frente.

18.-Situación de riesgo cuando la chimenea se sube por el sistema de rampones y tajos sobre la línea de máxima pendiente.

S.-Revisar frecuentemente las zonas de unión entre rampón y tajo, reforzar el posteo en estos puntos y si es necesario, arrancar las zonas fisuradas (pueden generar bloques sueltos de carbón).

19.-Situación de riesgo si no se frenan convenientemente los hastiales en carbón.

S.-Esta situación, se presenta generalmente en capas cuya potencia es menor de 1m y su inclinación inferior a los 45°, ya que no suele prestarse una gran atención al posteo. Para evitar estos derrabes es aconsejable utilizar freno normal y un correcto guarnecido del carbón.

20.-Situación de riesgo si la chimenea sube de rampón, la potencia de la capa es superior a 2m y el avance del frente se realiza a plena sección.

S.-Avanzar inexcusablemente según la metodología dispuesta por los responsables, que puede ser: realización de la corona, frenado y empiquetado de misma, colocación de freno intermedio si es necesario, franqueo de hastiales, colocación del sostenimiento, finalmente, arranque del repié.

21.-Situación de riesgo permanente si la chimenea ha de subirse por una capa propensa a fenómenos gaseodinámicos.

S.-Preparación previa de la capa por donde ha de subir la chimenea, que puede realizarse por: Explotación de capa égida, preparación hidráulica de la capa, sondeos de desgasificación, avance con tiros de conmoción, etc.

22.-Situación de riesgo por avance excesivo sin el posteo adecuado.

S.-El avance debe estar en consonancia con el tipo de carbón y con la naturaleza de los hastiales. Un avance excesivo puede provocar el derrabe del frente o de los hastiales. Si es necesario se recurrirá al posteo auxiliar hasta realizar el definitivo. La distancia de posteo dependerá del estado del frente en cada momento, sin que en ningún caso se sobrepase 1,2m sin postear.

23.-Situación de riesgo por falta de orden y limpieza en el frente de avance.

S.-Como en todas las labores mineras, se deben mantener los frentes limpios de cualquier tipo de objeto que puedan impedir una huida rápida, las mangueras se colgarán en los hastiales y las tuberías de ventilación irán suspendidas y sobre un hastial.

24.-Situación de riesgo permanente por falta de comunicación entre operarios y mandos o deficiente información.

S.-Aunque se incluya aquí, este es un problema existente en todas las labores. Es imprescindible el conocimiento diario del estado del frente de avance por parte de los mandos, quienes indicarán la forma correcta de proceder en cada caso.

C) Situaciones de riesgo en el trazaje y mantenimiento de niveladuras.

Las niveladuras horizontales u oblicuas, presentan un alto riesgo de derrabes, ya sea por un mal frenado de las mismas o por un deficiente mantenimiento.

25.-Situación de riesgo permanente por no utilizar el tipo de niveladura acorde con el tipo de carbón y con la potencia y pendiente de la capa.

S.-Las niveladuras horizontales son aconsejables para capas cuyas potencias son inferiores a 2 m, el carbón no presenta tendencia al derrabe y las pendientes son menores de 60°. Para capas con pendientes superiores a 60° potencias mayores de 2 m, y carbón con tendencia al derrabe, es aconsejable utilizar niveladuras oblicuas. En este caso hay que esmerar el posteo y aplomar correctamente los frenos de la niveladura.

26.-Situación de riesgo al utilizar niveladuras demasiado largas.

S.-La longitud de las niveladuras debe estar en consonancia con: longitud del tajo, pendiente de la capa, talúd del relleno y ángulo que forma el frente de arranque con la línea que une los extremos exteriores de las niveladuras. Es aconsejable mantener la siguiente relación entre longitud de niveladura y longitud de tajo:

Pendiente de Capa (°)	Relación Nivel./Altura Serie
65-90	1/1
60-65	4/5
48-60	2/3
45-48	1/3

27.-Situación de riesgo por no utilizar el freno adecuado para cada niveladura.

S.-El tipo de freno que ha de llevar la niveladura ha de estar en consonancia con: tipo de carbón, pendiente y potencia de la capa (veáse el apartado correspondiente a sostenimiento de niveladuras).

28.-Situación de riesgo de derrabe por un mal guarnecido de la niveladura.

S.-La niveladura debe forrarse en su totalidad sin que quede hueco alguno por donde pueda escapar el carbón. Se podría formar una bóveda que permita un derrabe.

29.-Situación de riesgo por falta de mantenimiento en los frenos y guarnecido de la niveladura.

S.-Intermediar aquellas zonas de la niveladura donde se observen frenos rotos, descalzados o revirados, y reforzar el guarnecido que haya roto.

30.-Riesgo de derrabe al realizar la corona del tajo (niveladura) y efectuar un avance excesivo sin el posteo correspondiente.

S.-Para capas con potencias superiores a 1,5m y pendientes mayores de 60° es aconsejable la colocación de un freno intermedio a vitola. En ningún caso debe avanzarse sin empiquear la corona.

31.-Situación de riesgo de derrabe cuando se están arrancando tajos consecutivos y el carbón presenta abundantes planos de crucero y superficies o espejos de falla.

S -En este tipo de carbones sería aconsejable realizar el arranque en tajos alternativos, incluso en las zonas más comprometidas, recurriendo a realizar el arranque mediante pica de mano.

32.-Riesgo de derrabe por presencia súbita de zonas de pastión o nódulos de estéril en la propia capa de carbón.

S.-Es aconsejable limitar el avance y reforzar el posteo hasta pasar la anomalía. Si es necesario, se reforzará el frenado y el guarnecido. En caso de nódulos de estéril, debe realizarse el arranque por el techo, nunca por el muro. (Facilitaría el deslizamiento).

33.-Situación de riesgo por acunamiento de la capa en la dirección de avance.

S.-El orden cronológico de arranque debe realizarse de acuerdo con el cierre en cuña que se presenta. Es aconsejable avanzar los tajos superiores y retrasar el avance de los tajos donde la capa ensancha. Necesariamente debe picarse de salón.

34.-Situación de riesgo cuando el muro está fisurado o descompuesto y existe circulación de agua o falso muro.

S.-En las zonas donde el muro de la capa "falsea", es aconsejable, entablillar el mismo, reforzar el posteo, que necesariamente debe ser de "chulana", e incluso consolidarlo, por el procedimiento que se crea más conveniente.

35.-Riesgo de derrabe en carbones duros, pero cortados por planos de crucero, superficies de exfoliación y distintas familias de diaclasas.

S.-Necesariamente se debe picar de salón, frenando y entablillando la niveladura realizada, para que a continuación se realice el arranque en sentido descendente. Si se disponen de los medios necesarios, puede realizarse una consolidación previa del macizo utilizando: bulones de madera o resinas acuoorreactivas.

36.-Riesgo de derrabe por retirada impropia del guarnecido de la niveladura.

S.-Cuando sea necesario retirar parte del guarnecido para realizar la labor, la operación se realizará desde una zona protegida y siguiendo una secuencia lógica (empezar por la zona de techo) que impida la caída del posible carbón suelto.

37.-Situación de riesgo por mal posicionamiento de los operarios en la realización de la labor.

S.-No colocarse en zonas descubiertas de entibación, ni en la vertical por debajo del operario que esté realizando el arranque.

38.-Situación de riesgo por no colocar tableros de protección por encima del punto de trabajo.

S.-Siempre que se estén realizando labores por debajo de la niveladura, es aconsejable colocar tableros de protección para evitar ser alcanzados por pequeños derrabes en la misma.

39.-Situación de riesgo cuando las labores no se dejan cuadradas y posteadas, sobre todo, si entre dos relevos consecutivos ha de transcurrir un periodo de tiempo considerable.

S.-No se debe realizar más avance que el que pueda ser posteado en el mismo relevo.

40.-Riesgo de derrabe por excesivo alejamiento del relleno.

S.-El relleno deberá estar lo más cerca posible de las niveladuras, sin que impida el paso de las personas, ni la libre circulación del aire. En todo caso debe cumplirse lo que marca la legislación vigente.

41.-Riesgo de derrabe por variación imprevista y repentina de las características del carbón o geometría de la capa.

S.-Es conveniente, si no se tiene experiencia minera, parar el arranque, postear hasta la zona donde aparece la anormalidad, avisar a los mandos de las nuevas condiciones de trabajo y seguir las directrices que éstos marquen.

D) Situaciones de riesgo en el arranque de los testeros.

Los derrabes más frecuentes en el arranque del testero se producen por las siguientes causas:

- Trastornos geológicos.
- Posteo inadecuado o falta de posteo.
- Otros fallos operacionales.
- Geometría inadecuada de la explotación.
- Falta de relleno.

42.-Situación de riesgo de derrabe por acuñaamiento de la capa en sentido ascendente del tajo de arranque.

S.-Necesariamente el arranque del tajo debe realizarse picando de salón. Si el carbón es derrabable (amorfo) se debe prohibir la utilización de explosivos en las proximidades de la zona de arranque. Es aconsejable no realizar el arranque en tajos consecutivos y afectados por el cierre en cuña de la capa.

43.-Situación de riesgo de derrabe por acuñaamiento de la capa en el sentido de avance del tajo de arranque.

S.-Es válido lo señalado en el epígrafe 33. Es una situación peligrosa y difícilmente detectable. Si puede detectarse, también sería aconsejable cambiar el método de explotación y sustituir el testero por bancos, al menos hasta pasar la anormalidad.

44.-Situación de riesgo de derrabes en carbones "amorfos" afectados por planos de crucero y espejos de carbón.

S.-En este tipo de carbones es aconsejable realizar el arranque siguiendo una metodología determinada, que puede ser: realización de la corona, regadura por el techo y arranque descendente.

45.-Situación de riesgo en carbones duros, cuando el arranque se realiza mediante explosivos.

S.-Inspeccionar el frente antes de iniciar los trabajos, realizar el sanco y el cuadro, comenzando por la corona y en sentido descendente.

46.-Riesgo permanente de derrabes cuando el arranque se realiza "picando de derrabe".

S.-Esta práctica minera no se debe realizar nunca, ya que su propia concepción lleva implícita el peligro de derrabe.

47.-Situación de riesgo cuando el frente se aproxima a una falla o trastorno geológico importante.

S.-Es aconsejable no llevar los frentes de avance hasta las proximidades de la anomalía, ya que tanto el carbón como los hastiales suelen perder sus propiedades geomecánicas.

E) Situaciones de riesgo en pozos, rampones y macizos.

48.-Situación de riesgo de derrabe en trazaje de los rampones.

S.-Cuando la potencia de la capa es superior a 1,5m es conveniente adoptar un sistema definido para el avance (al que ya se ha hecho referencia en los epígrafes 8 y 20). Si la inclinación de la capa es superior a 50° - 55° , deberá utilizarse frenos a vitola y refuerzos con longarinas, pudiendo ser suficiente el freno a vitola para pendientes inferiores.

49.-Situación de riesgo cuando los macizos originan los pozos y rampones se subdividen para su arranque por un pozo intermedio.

S.-Los pozos intermedios que subdividen al macizo deben realizarse antes de que el macizo esté afectado por las presiones que soporta, ya que si el macizo está fisurado cuando se realiza el pozo, el riesgo de derrabes es considerablemente alto.

50.-Riesgo de derrabes cuando el macizo se arranca contra el hundimiento y además se pica derrabando.

S.-Es aconsejable no arrancar nunca contra el hundimiento: Es preferible hacerlo en el sentido de avance de la explotación, aunque para ello fuera necesario dejar macizos barrera. Por otro lado, el macizo debe arrancarse siempre en sentido descendente.

51.- Riesgo de derrabe por falta de posteo en los macizos.

S.-El posteo de los macizos, cuando se están arrancando, debe realizarse como si de un tajo normal se tratara. Hay que tener en cuenta que aunque el sostenimiento de la explotación lo realicen los macizos (que suelen estar diseñados de acuerdo con las características resistentes de un carbón no fisurado y bien sostenido), los mismos deben llevar un sostenimiento específico y determinado.

52.-Situación de riesgo por presencia de esterilidades y estratos débiles (pastión, arcilla, tierra, etc), en el macizo de carbón.

S.-Acortar la distancia de posteo y realizar el arranque en sentido descendente. Entablillar el frente de avance de forma que las zonas débiles puedan ser sostenidas por el guarnecido.

53.-Situación de riesgos por la formación de bloques fisurados en las esquinas de los macizos (triángulos de desplome).

S.-Sanear de las zonas que se observan fisuradas. Refuerzo del posteo y guarnecido en las esquinas de los macizos. Nunca se debe tratar de ocultar los bloques mediante la colocación de un débil guarnecido. Es preferible sanear y apretar el sostenimiento contra el carbón.

54.-Situación de riesgos cuando el techo de la explotación alcanza un vano excesivamente largo.

S.-Rellenar correctamente, o provocar el hundimiento, mediante la creación de una línea de rotura en el techo de la capa (barrenos + explosivos).

55.-Situación de riesgo por secuencia inadecuada en el orden de arranque de los macizos.

S.-Es necesario la realización de una campaña de medidas para conocer bien el comportamiento de cada macizo y determinar la fisuración que se origina en ellos, para establecer en consecuencia, un orden lógico de arranque.

56.-Situación de riesgo por circulación de agua a techo o muro del macizo, o por invasión de la misma en la explotación.

S.-El agua tiene varios efectos negativos: disminuye el rozamiento de las superficies de contacto, descompone y altera los materiales, aumenta el peso del macizo (dependiendo de cada carbón, pero puede llegar hasta un 10% en peso). Por tanto, un macizo que ha absorbido agua, puede derrabarse fácilmente, tanto por deslizamiento como por rotura del mismo. Si el agua procede de la galería de cabeza, ésta debe canalizarse para evitar su entrada en la explotación. Si procede de fisuras existentes a techo o muro, puede igualmente recogerse mediante el recipiente

adecuado y a través de mangueras evacuarla hasta la galería de base. Si el macizo se ha impregnado por una avenida súbita, debe reforzarse antes de realizar el arranque y efectuar éste en sentido descendente.

13.- CASOS REALES DE DERRABES DE CARBON.

Como en el apartado anterior, y con el objeto de **ilustrar algunas situaciones que pueden producir riesgo real**, a continuación se presentan algunos casos de derrabes ocurridos en las minas españolas. Se han elegido 10 como ejemplo, sin que deba interpretarse que son los más repetidos o peligrosos. Se analizan siguiendo la siguiente metodología:

- * Descripción del incidente
- * Descripción de la tarea que se realizaba
- * Análisis de las posibles causas
- * Medidas de prevención que se deberían haber tomado
- * Prescripciones, si hubiera lugar

1ª.-DERRABE OCURRIDO : Cuando se había avanzado 1,4 m sobre la capa, se produjo un desprendimiento del frente de avance que sepultó a los operarios.

Trabajo que se realizaba : Establecer comunicación desde un contraataque, con la sobreguía de la explotación por medio de un rampón en capa.

Posibles causas del derrabe:

- * Realización de trabajos en zonas sobrepresionadas.
- * Posibles fallos de operación, por realizar el avance del rampón de forma inadecuada.

Medidas de prevención.

- * El frente de la sobreguía debe llevarse lo suficientemente adelantado, para que el contraataque cale directamente a la misma, sin necesidad de subir rampones o pozos para establecer la comunicación.

* Los rampones deben avanzarse dejando un repié de protección y con una metodología definida.

2^a.-DERRABE OCURRIDO : En el avance de una chimenea de monta se habían picado 5m y se tenían posteados los 2,5m inferiores. Cuando se disponía a postear la parte izquierda, se desprendió carbón de la niveladura de la chimenea, arrastrando al accidentado, que quedó atravesado sobre un andamio, obstruyendo el paso por la chimenea. El accidentado, trabajaba con la manguera de aire comprimido atada a su cintura.

Trabajo que se realizaba: Franquear un sondeo en carbón, de 400 mm de diámetro.

Posibles causas del derrabe:

* Fallos de operación, por no realizar el posteo preventivo de zonas con tendencia al derrabe.

Medidas de prevención :

* Debe prohibirse realizar trabajo alguno con la manguera atada al cuerpo. Para evitar el peso de la misma, ésta debe atarse con alambre en alguna mamposta próxima.

* En toda labor, debe postearse en primer lugar la parte más peligrosa. En esta chimenea, se debía postear en primer lugar la parte izquierda, donde había peligro de derrabe, antes que la derecha.

* Estas chimeneas, desde su iniciación, deben subirse con auxiliar, de modo que baje el carbón por un lado y quede libre el otro, para paso de ventilación y personal.

3^a.-DERRABE OCURRIDO: Como consecuencia de un arrastre del muro se desprendió carbón del frente de arranque y de la niveladura. La potencia media del taller era de 1,20m, pero en la serie donde ocurrió el derrabe, la potencia era de 2,4m

Trabajo que se realizaba: Arranque de los tajos de la serie.

Posibles causas del derrabe:

- * Existencias de superficies de deslizamiento en el muro de la capa.
- * Considerables variaciones de potencia en el frente de arranque.
- * Deficiencias en el sostenimiento, tanto por su ejecución, como por falta de mantenimiento.

Medidas de prevención : En todas las zonas trastornadas debe insistirse en que la fortificación se realice observando las siguientes normas:

- * Posteo de chulana con embastonado lo más cerca posible del techo y muro.
- * Las posteaduras deben ir perfectamente aplomadas y atarranchonadas.
- * Se colocarán freno y mamposta de espalda con puntales entre ámbas, cuidando que estén debidamente acuñados y que no exista hueco entre el freno y la niveladura, para lo que se realizará un correcto empiquetado.
- * La vigilancia debe exigir a su personal la máxima atención al posteo, obligando a reponer las posteaduras defectuosas.
- * Se debe destinar a estos puestos de trabajo al personal de más experiencia.

4º.-DERRABE OCURRIDO : En una capa de 2,6m de potencia se derraba una serie completa, estando postcada la niveladura con tornapuntas y frenos apuntalados.

Trabajo que se realizaba : Arranque en el frente.

Posibles causas del derrabe: Corte que se produce en el falso techo que lleva el taller.

* El deshulle debe realizarse empezando por la parte alta de la serie (entrando de salón) continuando de la misma forma para picar el tajo inferior.

* Toda la tarea debe realizarse en sentido descendente.

Prescripciones de la Delegación de Industria, Sección Minas:

* Tan pronto se haya picado y cuadrado el tajo superior de cada serie, se procederá a su posteo, sin esperar a picar la serie completa.

6°. -DERRABE OCURRIDO : En una explotación por bancos se derraba el frente del banco superior al que trabajaba el accidentado. El día anterior había picado y posteado el citado frente. Por la explotación bajaba agua.

Trabajo que se realizaba : Arranque en el banco inferior.

Posibles causas del derrabe:

* Existencia de agua en la explotación, produciendo el aflojamiento del carbón.

* No tomar medidas preventivas de seguridad.

Medidas de prevención :

* Postear en cuanto el avance por el lado del techo sea de 1m y la altura avanzada de 2,5m. Entablillar el frente.

* Realizar el avance picando de arriba hacia abajo y no situarse delante de la última jugada, ni para picar ni para sacar el carbón picado.

* El deshulle debe realizarse empezando por la parte alta de la serie (entrando de salón) continuando de la misma forma para picar el tajo inferior.

* Toda la tarea debe realizarse en sentido descendente.

Prescripciones de la Delegación de Industria, Sección Minas:

* Tan pronto se haya picado y cuadrado el tajo superior de cada serie, se procederá a su posteado, sin esperar a picar la serie completa.

6º.-DERRABE OCURRIDO : En una explotación por bancos se derraba el frente del banco superior al que trabajaba el accidentado. El día anterior había picado y posteado el citado frente. Por la explotación bajaba agua.

Trabajo que se realizaba : Arranque en el banco inferior.

Posibles causas del derrabe:

* Existencia de agua en la explotación, produciendo el aflojamiento del carbón.

* No tomar medidas preventivas de seguridad.

Medidas de prevención :

* Postear en cuanto el avance por el lado del techo sea de 1m y la altura avanzada de 2,5m. Entablillar el frente.

* Realizar el avance picando de arriba hacia abajo y no situarse delante de la última jugada, ni para picar ni para sacar el carbón picado.

7º.-DERRABE OCURRIDO: En una capa de 3m de potencia, se realiza el avance de una serie de 7,5m de altura en una profundidad de 1,5m Sin embargo, sólo se realiza el posteo de 1m en la zona deshullada. Al día siguiente, la serie se encontraba derrabada en su totalidad. El carbón era de los denominados "amorfos".

Trabajo que se realizaba: El derrabe ocurrió sin presencia del personal en la explotación.

Posibles causas del derrabe:

* No completar el posteo del avance realizado durante la jornada.

Medidas de prevención:

* No realizar más avance del que pueda ser posteado en la misma jornada.

* Todos los avances que se realicen en una jornada deben quedar posteados al corte.

8º.-DERRABE OCURRIDO: En la recuperación de un macizo, se desprende un bloque de carbón golpeando al picador que realizaba la labor.

Trabajo que se realizaba: Arranque del macizo mediante el procedimiento de picar derrabando.

Posibles causas del derrabe:

* Fallo operacional por ejecución de la labor de forma incorrecta.

* Existencia de posible fisuración en el macizo.

Medidas de prevención:

* El arranque de macizos debe realizarse en sentido descendente, "picando de salón", como si de un tajo normal se tratase.

* Es aconsejable establecer tableros de protección a medida que se va descendiendo en el arranque, para protegerse contra las caídas de trozos de carbón o de roca.

9°-DERRABE OCURRIDO: En la explotación por testeros de una capa de 2m de potencia y carbón "amorfo", se desprende súbitamente la niveladura de una serie, alcanzando al picador, que en ese momento transportaba madera hacia su frente de arranque.

Trabajo que se realizaba: El picador situado en el testero superior a la niveladura desprendida realizaba labores de arranque.

Posibles causas del derrabe:

* Desequilibrio en la niveladura desprendida como consecuencia del arranque que se realizaba en el testero superior.

* Mala conservación del posteo de la niveladura desprendida.

Medidas de prevención:

* En este tipo de carbones, es aconsejable no realizar el arranque en series consecutivas.

* El posteo de la niveladura debe ser revisado frecuentemente, sustituyendo los frenos rotos y el guarnecido en mal estado.

10°-DERRABE OCURRIDO: En el avance de un pozo de monta sobre una capa de 1m de potencia y presumiblemente con grisú, se desprende súbitamente el frente de arranque, alcanzando al picador que iba a comenzar su tarea.

Esta labor había estado parada durante una semana aproximadamente, cortándose durante ese tiempo la ventilación secundaria que suministraba aire al frente.

Trabajo que se realizaba: Se comenzaba el avance del frente, atacando al mismo por su parte central.

Posibles causas del derrabe:

- * Fallo operacional por iniciación de la labor de forma inadecuada.
- * Aflojamiento del carbón en el frente de arranque, como consecuencia de haber estado sin ventilación.

Medidas de prevención:

- * En las labores en fondo de saco, es aconsejable no cortar bajo ningún concepto la ventilación, cuando las mismas se paralizan durante un corto periodo de tiempo. Si por cualquier causa ésta se ha cortado, antes de reanudar la labor, debe ventilarse convenientemente.
- * Estas labores deben realizarse siempre con el número de calles necesarias, de tal forma que se facilite tanto la evacuación del carbón como el tránsito del personal por zonas independientes.
- * Es aconsejable atacar estas labores por la zona de corona y de techo.