



COMISION DEL P.E.N.

ANEXOS I Y II

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

DICIEMBRE, 1982

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

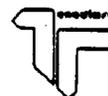
50343

TITULO	ARRANQUE HIDRAULICO DEL CARBON COMISION DEL P.E.N. ANEXOS I Y II
CLIENTE	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
FECHA	DICIEMBRE, 1982

Referencia : P8-21-003

Departamento : Minería

50343



ANEXO I

MISIONES DE INFORMACIÓN Y ESTUDIO DE LA
MINERÍA HIDRÁULICA EN EL MUNDO

MISIONES DE INFORMACION Y ESTUDIO DE LA
MINERIA HIDRAULICA EN EL MUNDO

En la actualidad, se desarrolla en el mundo la minería hidráulica, principalmente en la URSS, Canadá, Japón, Alemania Federal y China.

Al objeto de conocer y estudiar el estado, condiciones y resultados de esta tecnología, se han realizado visitas a las explotaciones llevadas por este sistema en los tres primeros países. En Alemania Federal, por haber parado la explotación de mina Hansa, nos remitiremos a la documentación bibliográfica última sobre este hecho.

Entre los días 26 de Abril al 19 de Mayo de 1981, se efectuó una misión a la mina Balmer, en Sparwood, en la provincia British Columbia de Canadá, y a la mina Sunagawa en la isla Hokaido, en Japón, únicas existentes en marcha en el mundo occidental.

La misión estuvo integrada por los ingenieros de minas C.Rambaud, J.A.Villares y M.Díez de ENADIMSA, e I.Fernández Villaverde, de HUNOSA.

Del 25 de Enero al 3 de Febrero de 1982, otra misión vi sitó la cuenca del Kusnezt, y en especial la hidromina Siminca y el Instituto de Investigación WNII Gidrougol. La visita se programó en el marco del acuerdo de colaboración firmado entre HUNOSA y el Ministerio de Carbón de la URSS. La misión la componían los ingenieros de HUNOSA I.Fernández Villaverde, R. López Dóriga, J.L.Margareto, J.L.Fernández y M.Domínguez, y por ENADIMSA C.Rambaud.

1. VISITA A MINA BALMER (CANADA)

La mina Balmer, pertenece a la British Columbia Coal (BC Coal) y está ubicada en Sparwood (Fig. 1), pequeña ciudad situada al Sudeste de aquella provincia Canadiense, en el corazón de la cadena Este de las Montañas Rocosas, y a unos 1000 Km de la costa del Pacífico.

Procedentes de Montreal, la misión española llegó el 23 de Abril a Calgary en la provincia de Alberta, en cuyo aeropuerto fuimos recibidos por el Sr. David M. Parkes, Director de Tecnología Minera Subterránea de BC Coal, el cual organizó la visita, acompañó y asistió al grupo español con gran amabilidad. A continuación, en automóvil, se hizo el traslado hasta la ciudad de Fernie (300 Km), situada cerca de Sparwood, donde nos alojamos. El día 24 se visitó la hidromina y las instalaciones de exterior, y el 25 la explotación a cielo abierto.

1.1. BC Coal

En Julio de 1967 la empresa Kaiser Resources, filial de Kaiser Steel Corporation of Oakland, se instala en Canadá, y en 1968 se transforma en empresa pública con el nombre de Kaiser Resources Ltd. (KRL) y establece un contrato con Mitsubishi Corporation of Japon, que representa a nueve grandes siderúrgicas japonesas, para el suministro de carbón de cok en cantidad superior a 4 Mt/año y un período de varios años.

En 1973, los japoneses compran un paquete de acciones de KRL y pasan a ser propietarios de aproximadamente 1/3 del capital social.

En Octubre de 1980, la British Columbia Resources Investment Corporation (CCRIC), accionista de KRL, compró las acciones al resto de los accionistas y se hizo con el 66% de la sociedad que pasó a ser 1/3 japonés y 2/3 canadiense, con el nuevo nombre de British Columbia Coal, mientras otra empresa dedicada a actividades diversas y dirigida por Edgar F. Kaiser Jr., conserva el nombre de Kaiser Resources Ltd.

La BC Coal produce aproximadamente 6 Mt/año de carbón lavado siderúrgico. La mayor parte (4,7 Mt) se vende a través de un contrato a largo plazo a la siderurgia japonesa, y el resto a diversos clientes del Este de Canadá, Australia, México, Corea e Italia.

El carbón para ultramar sale por las instalaciones portuarias de la compañía en Roberts Bank, al Sur de Vancouver, tras haber sido transportado por ferrocarril, desde Sparwood 1.120 Km.

La inversión total en mina y puerto, representa actualmente un valor de 15.000 M.Pta.

El 85% de la producción (5,1 Mt/año) procede de la explotación a cielo abierto y el 15% (0,9 Mt/año) de la hidromina.

La minería en esta región comenzó hace más de 100 años, y fueron los buscadores de oro los primeros que encontraron las minas de carbón. Hasta los años 40, las minas vendían su carbón principalmente al ferrocarril (Canadian Pacific Railway) y para calefacciones. Después de la II Guerra Mundial, al dismi-

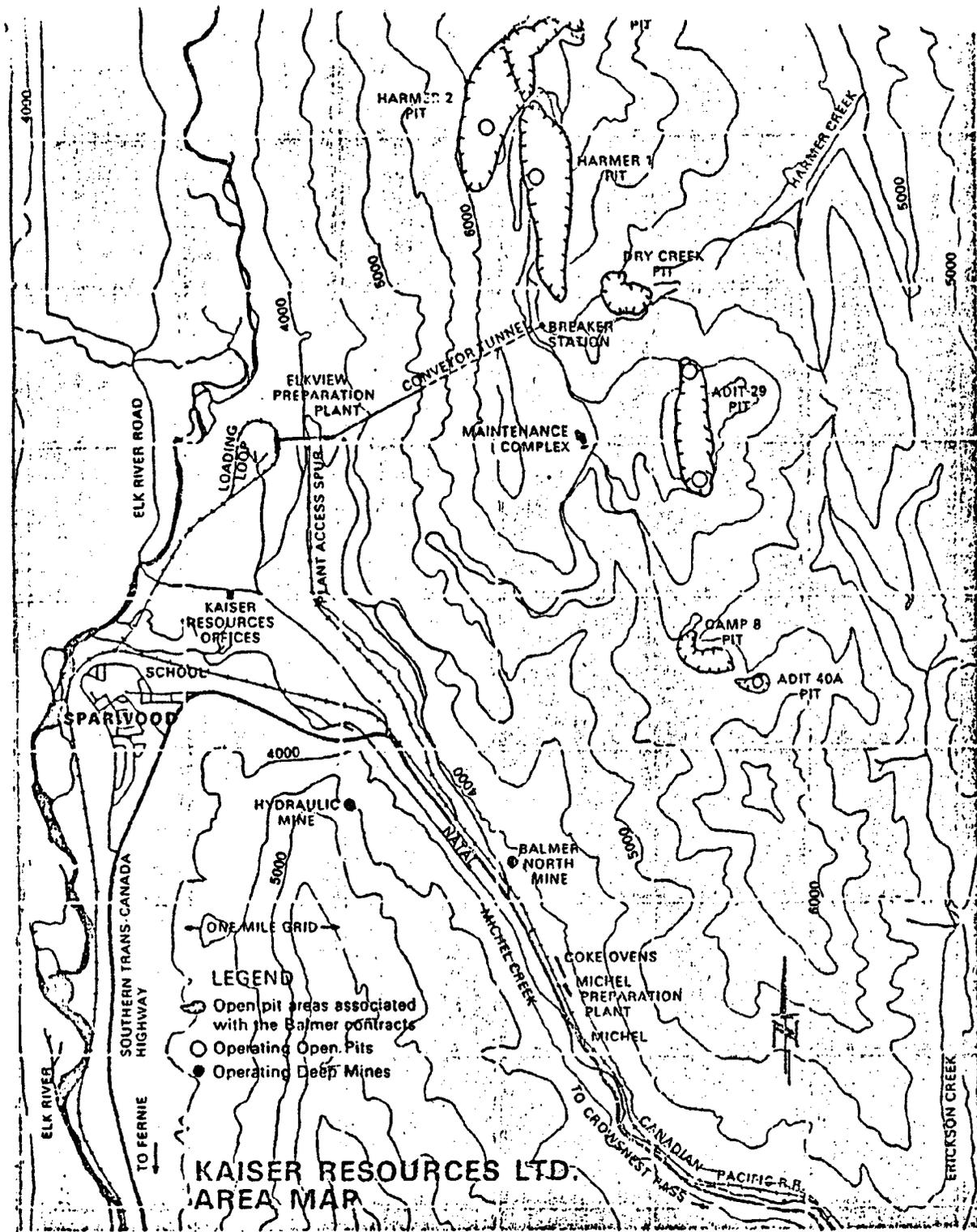


FIG. 2

nir el uso doméstico del carbón y desaparecer las locomotoras de carbón, entraron en crisis las minas de carbón hasta finales de los 60, en que el gran desarrollo de la siderurgia japonesa creó una gran demanda del carbón de la costa Oeste, de forma que se produjo una revitalización de esta zona

Actualmente la producción total anual es de 7,2 Mt brutas de carbón, de las que 6,12 Mt proceden de cielo abierto, y 1,08 Mt de interior.

1.2. Geología

La concesión de BC Coal en la provincia canadiense de British Columbia comprende la parte central de una zona carbonífera que se extiende unos 160 Km desde la frontera de USA al Sur, hasta el Estado de Alberta (Canadá) al Norte.

En líneas generales, esta zona forma un sinclinal, cuya parte central ha quedado protegida de la erosión, y en la que quedaron formadas tres cuencas: Flathead, Crows Nest y Upper Elk. En la Cuenca Crows Nest, BC Coal explota el paquete Kootenay, que con un espesor de 600 m contiene de 8 a 15 capas, con una potencia que va de 1,5 a 15 m. Las rocas encajantes son pizarras y areniscas, y el contenido volátiles del carbón va del 18 al 38%: menos volátiles cuanto más profunda es la posición estratigráfica de la capa en el paquete.

BC Coal explota la capa 10, la más antigua del paquete, que aflora en su concesión y es explotada por ello a cielo abierto, por haberse llevado la erosión en estas zonas todas las capas importantes suprayacentes.

En general, la capa 10 o capa Balmer buza al Oeste, con una pendiente de 20-30°.

En la figura 2 pueden verse la ubicación de las explotaciones a cielo abierto, la hidromina, oficinas, planta de preparación y demás instalaciones de BC Coal en el entorno de la pequeña ciudad de Sparwood.

1.3. Desarrollo de la aplicación de la hidromina

A finales de los años 60 se comenzó con un ensayo de arranque hidráulico, con la asistencia de Mitsui Mining Co, que años antes había iniciado en su mina de Sunagawa el mismo sistema bajo asesoramiento de técnicos rusos.

Con anterioridad se explotaba por cámaras y pilares con grandes dificultades, por la gran potencia de la capa (15 m) y su pendiente (20-30°), lo que ocasionaba un porcentaje de recuperación muy pequeño (10-12%) y los consiguientes problemas de incendios espontáneos, accidentes, baja productividad y altos costes.

En 1968, recién adquirida la antes llamada mina Michel, por la Kaiser Resources Ltd, se comenzó en el afloramiento de la capa a la cota 1.350 m sobre el nivel del mar y 200 m sobre el fondo del valle, con un ensayo de arranque hidráulico, explotándose sucesivamente los cuarteles o paneles 1, 2 y 3. En vista de los buenos resultados se continuó con el mismo sistema a una cota más baja, pero aún sobre el nivel del valle, lo que hacía el transporte del turbio agua-carbón muy sencillo, utilizando canales y la gravedad hasta la instalación de agotamiento de exterior (Fig. 3).

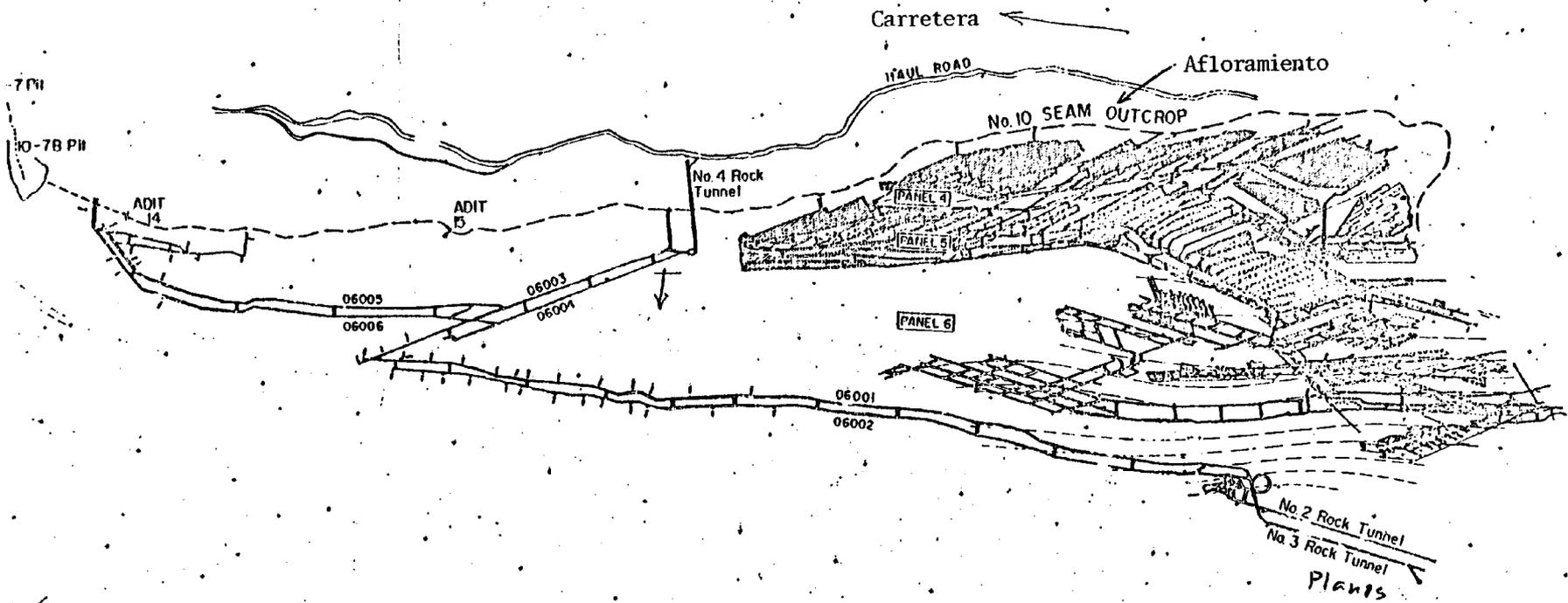


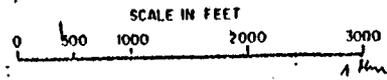
FIG. 3

KAISER RESOURCES LTD.

BALMER SOUTH
HYDRAULIC MINE

No. 10 SEAM

MARCH 24, 1980



El cuartel 5 estuvo en marcha durante seis años, y en ellos la producción media máxima durante un año fue de 4.770 tb/día (3.330 tl/día), lo que con unas 150-160 personas presentes da un rendimiento total de 25-30 tb por hombre/relevo.

Agotadas actualmente las reservas sobre el nivel del valle, fue necesario preparar otro cuartel, que fue el visitado, cuyo punto inferior está 140 m por debajo de la cota de bocamina. En este cuartel 6 el arrastre del turbio hasta el exterior no puede ya hacerse por gravedad.

1.4. Cuartel 6

Sus reservas son de 15,4 Mt, que a un ritmo de producción de 1,18 Mt/año asegura la producción para 13 años. Se explota exclusivamente la capa Balmer (10 del paquete Kootenay) de 15 m de potencia y muy limpia, hasta el punto de que el carbón bruto de mina tiene sólo 17-20% de cenizas.

Se construyó en el interior una instalación de agotamiento y bombeo, cuyo objeto es separar la mayor parte del carbón, del agua, para poder extraer por banda y bombear el resto, pulpa de agua y finos.

La razón de esta estructura del cuartel es, por un lado, poder seguir empleando la instalación de agotamiento del exterior, utilizada cuando se arrancaba el cuartel 5, que no tenía suficiente capacidad para tratar el turbio de ambos cuarteles, al tener que explotar simultáneamente los cuarteles 6 y 5 durante el período de puesta en marcha del 6. Apartando en la nueva instalación de agotamiento de interior del cuartel 6, la mayor parte del sólido que sale por banda, se bombea sólo una parte reducida de producción que se agota en la instalación de exterior.

Por otro lado, el bombeo de los granos ocasiona muchos finos, cuyo tratamiento posterior en el lavadero es difícil y caro. Por ello se prefirió el cribado y extracción por separado de granos, por banda, y el resto por bombeo, a la otra alternativa de triturar el bruto en el interior y bombearlo todo él al exterior.

Además, la cinta, al instalarse desde el inicio, facilitó la preparación de extracción de las cámaras y galerías en carbón que forman parte de la instalación de agotamiento, antes de entrar ésta en funcionamiento. Por otra parte, el bombeo de finos no presenta problema alguno, pues se hace con bombas normales de lodos en serie.

1.5. Preparación de la estructura del Panel 6

Se entra por dos planos inclinados de 600 m de longitud, en roca, descendentes, con 130 y 135 m de diferencia de cota y 14 m² de sección, entibados con bulonaje y algún cuadro metálico rígido. Pueron avanzados perforando con jumbo de 2 brazos y utilizando máquinas LHD. Para evitar las huellas de los neumáticos de estas máquinas en un suelo húmedo y mejorar la adherencia de estos, todas las galerías, salvo los subniveles donde no entran máquinas con motor Diesel, tienen un suelo entablado con tablonés de 50 mm de espesor, e incluso en los planos, sobre aquellos va clavada una chapa metálica rugosa, del tipo de pistas provisionales de aterrizaje.

Uno de los planos es de extracción por cinta y tuberías, y el otro de servicio con vehículos sobre neumáticos.

Una vez alcanzado con estos planos el punto más bajo del

cuartel proyectado, se hicieron las excavaciones de la estación de extracción, y se comenzaron dos galerías en carbón paralelas, con pendientes de 7° (núms. 06001 y 06002, Fig. 3).

Por necesidades de tiempo, a fin de tener ya preparado el cuartel 6 cuando el 5 estuviese agotado, y para acelerar la ejecución de las antes mencionadas galerías en carbón, se dió otra galería en roca (Nº 4 Rock Tunnel, Fig. 3) desde un punto del afloramiento de la capa, y desde aquí, otras dos galerías descendentes en carbón (núms. 06003 y 06004, Fig. 3) hasta el afloramiento, completan la preparación del cuartel 6. Cada 250 metros, estas dos galerías están intercomunicadas por un coladero, y así la longitud, avanzada con ventilación secundaria, es como máximo estos 250 m.

A partir de la superior de estas dos galerías en carbón se dan los subniveles ascendentes con 8 a 10° (Fig. 4). Las galerías en carbón, sean de base o subniveles, tienen la misma sección ($4,9 \times 3$ m), están posteadas de cuadro metálico rígido, a 150 m, y totalmente entabladas con tablón de 50 mm de espesor.

Todas las galerías en carbón se avanzan con minadores continuos (CM) Joy 1CM y 6CMS, a los que se adaptó un tolvin en la parte trasera, que vierte el carbón con agua a los canales de los subniveles; de esa forma la evacuación del carbón es continua y el rendimiento del CM muy elevado. Con siete hombres en el frente, el avance es de 4 m por relevo. Las galerías de base (Entry) se dan por el techo de la capa, por su mejor conservación, y los subniveles a uno del muro.

Los subniveles llevan ventilación secundaria y tienen una longitud variable (300-600 m) dependiendo de la topografía del terreno, pues llegan casi hasta el afloramiento de la capa.

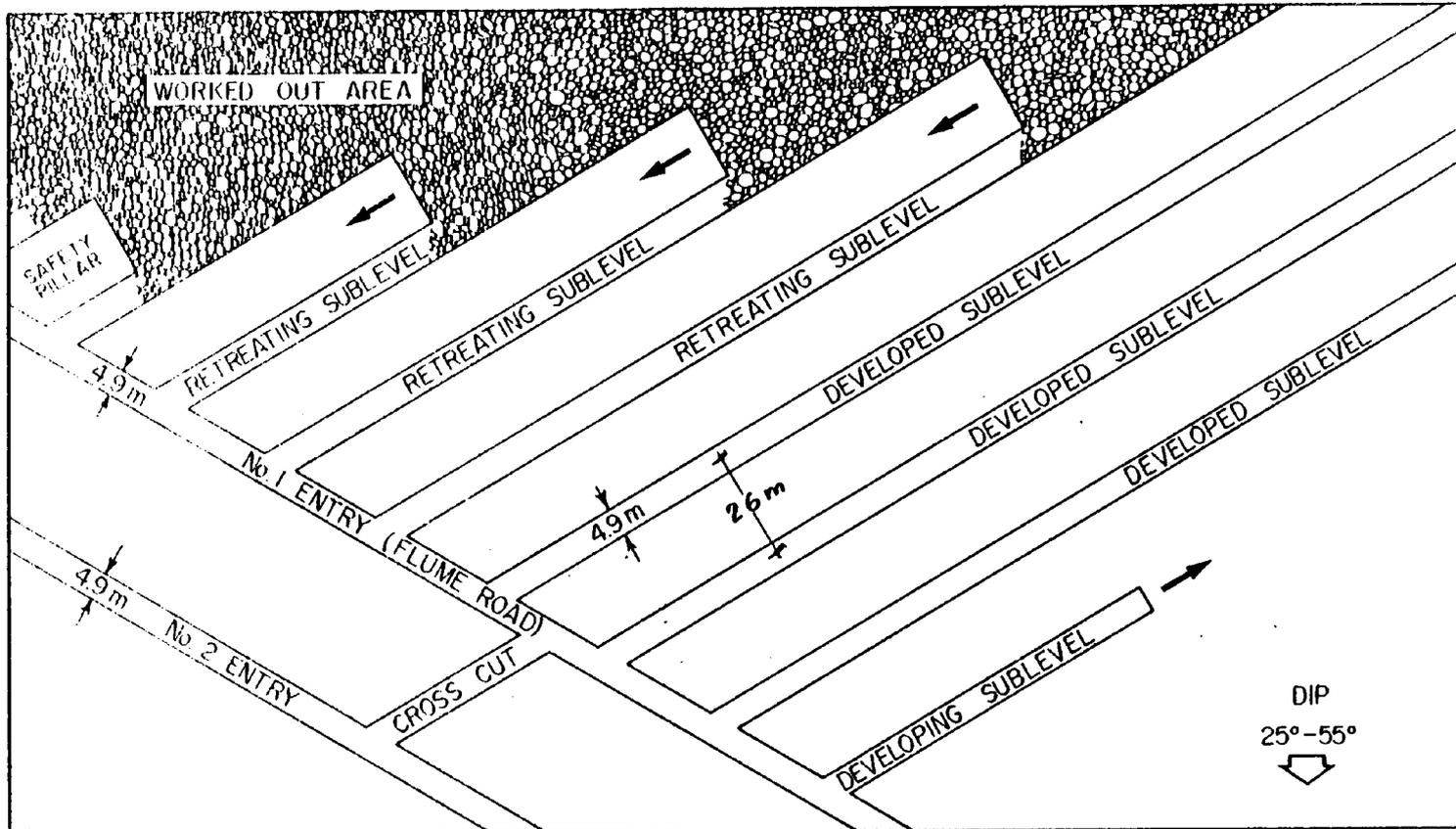


FIG. 4

KAISER RESOURCES LTD.

HYDRAULIC MINE
PANEL PLAN

MARCH 24, 1980

Una vez el subnivel concluido, se comienza el arranque en reti rada. La tubería que sigue al CM con agua a media presión pa-
ra evacuar el carbón por los canales, se cambia de conexiones,
a la red de alta presión por un lado, y por otro al monitor, -
para iniciar el arranque con éste.

La producción de preparación es de un 8% del total, aun
que en la actualidad están forzándola, pretendiendo ir a 38 m/
día en los subniveles y 11 m/día en las galerías generales, con
siguiéndose un rendimiento de avance de 0,52 m/jornal y 13,4 tb/
jornal. El índice de preparación es de 7 mm/tb 9,6 mm/tv.

1.6. Arranque

La distancia entre subniveles es de aproximadamente 20
metros, y el monitor arranca bien el carbón, que aparentemente
es del mismo grado de dureza que el de las Generalas de la cuen
ca Central de Asturias, alrededor de 1 en la escala de Proto-
diakonov. El maquinista, que está a unos 12 m por detrás del
monitor, hace el control del arranque "a oído", ya que el cho-
que del chorro de agua a A.P. contra el carbón produce un soni
do muy distinto del obtenido al chocar el chorro contra los has
tiales o contra el hundimiento.

Desde cada posición del monitor se arranca un macizo -
de 12 m hasta el hundimiento. Cuando todo el carbón ha sido
arrancado, el conjunto de arranque es arrastrado hacia atrás
en el subnivel otros 12 m. Esta distancia naturalmente depen-
de de varios factores, entre ellos el de la rapidez con que el
techo hunde. Si rompe demasiado pronto debe ser reducida.

Se ha podido ver bien el carbón el frente de un subni-

vel, pero el monitor, por estar en marcha, no se pudo ver de cerca. Es un conjunto que consta de (Figs. 5 y 5 bis):

- Monitor con tobera de 20-24 mm \emptyset .
- 2 cilindros accionados con agua a media presión, que dan al monitor giro en 2 planos perpendiculares.
- Trituradora que reduce los bloques de carbón a -200 mm antes de entrar en los canales. Su accionamiento es eléctrico a 575 V.
- Torno eléctrico para arrastrar el conjunto que va montado sobre patines.
- Cadena de racletas para llevar el carbón a la trituradora también con accionamiento eléctrico.

El monitor funciona a unos 80-100 Kg/cm² de presión, y su caudal depende del diámetro de la tobera, que oscila entre 20 y 24 mm, pudiéndose considerar un caudal medio de 3 m³/min.

La producción máxima es de unas 8 tb/min, con el récord, en un relevo, de 3.555 tb, y en el día de 7.982 tb. La media se sitúa en unas 3.560 tb por día y 71.000 tb/mes.

El coeficiente de utilización medio, para un tiempo de presencia de personal en el frente de 5 h 45 min, será:

$$\frac{3.560}{3,45 \times 3 \times 8} \times 100 = 43\%$$

Hoy día trabajan con un monitor por relevo en arranque y otro monitor en cambio de posición y acondicionamiento para el arranque (labor que se suele realizar en uno o dos relevos).

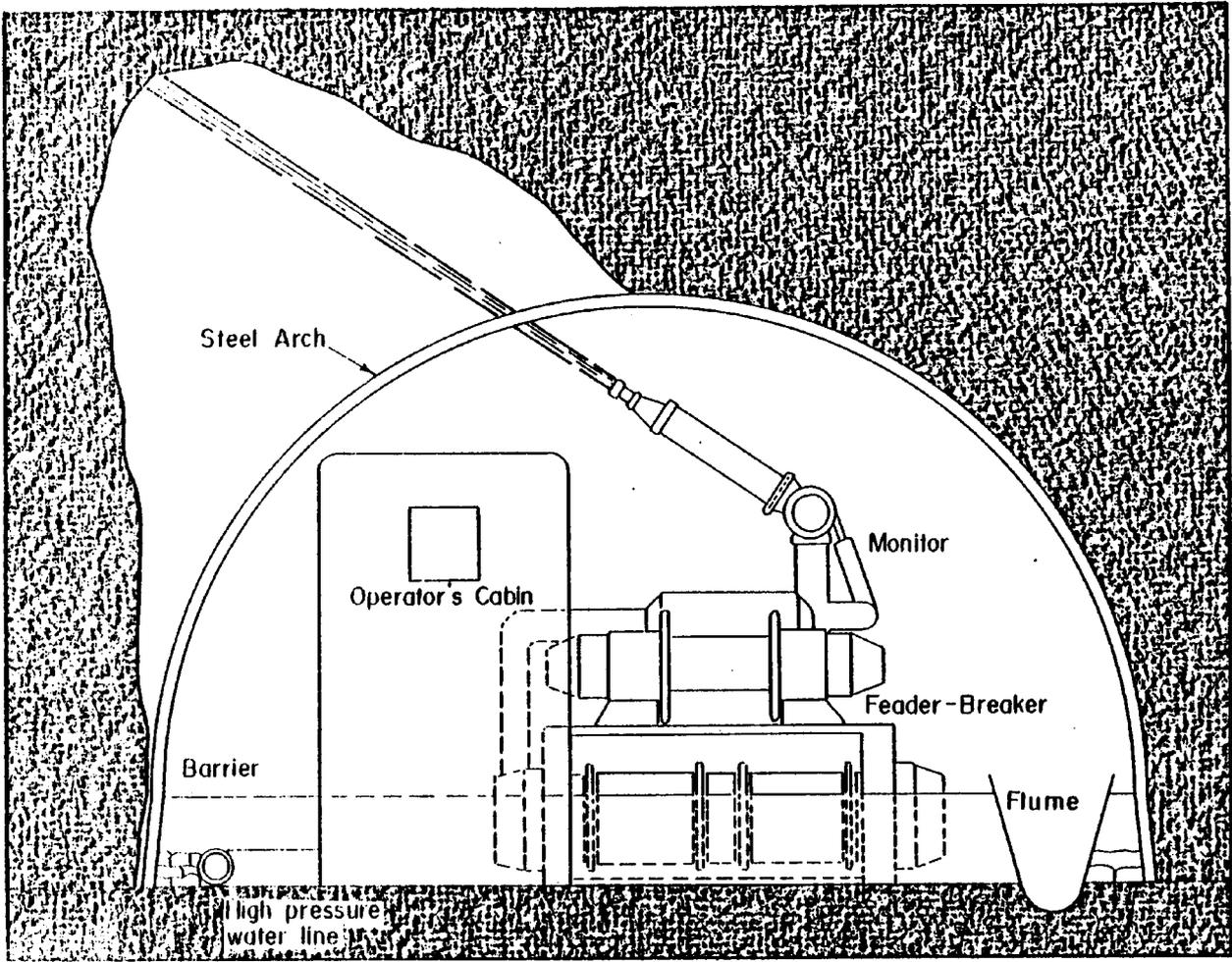


FIG. 5

KAISER RESOURCES LTD.

HYDRAULIC MINE
FACE AREA
END VIEW

MARCH 24, 1980

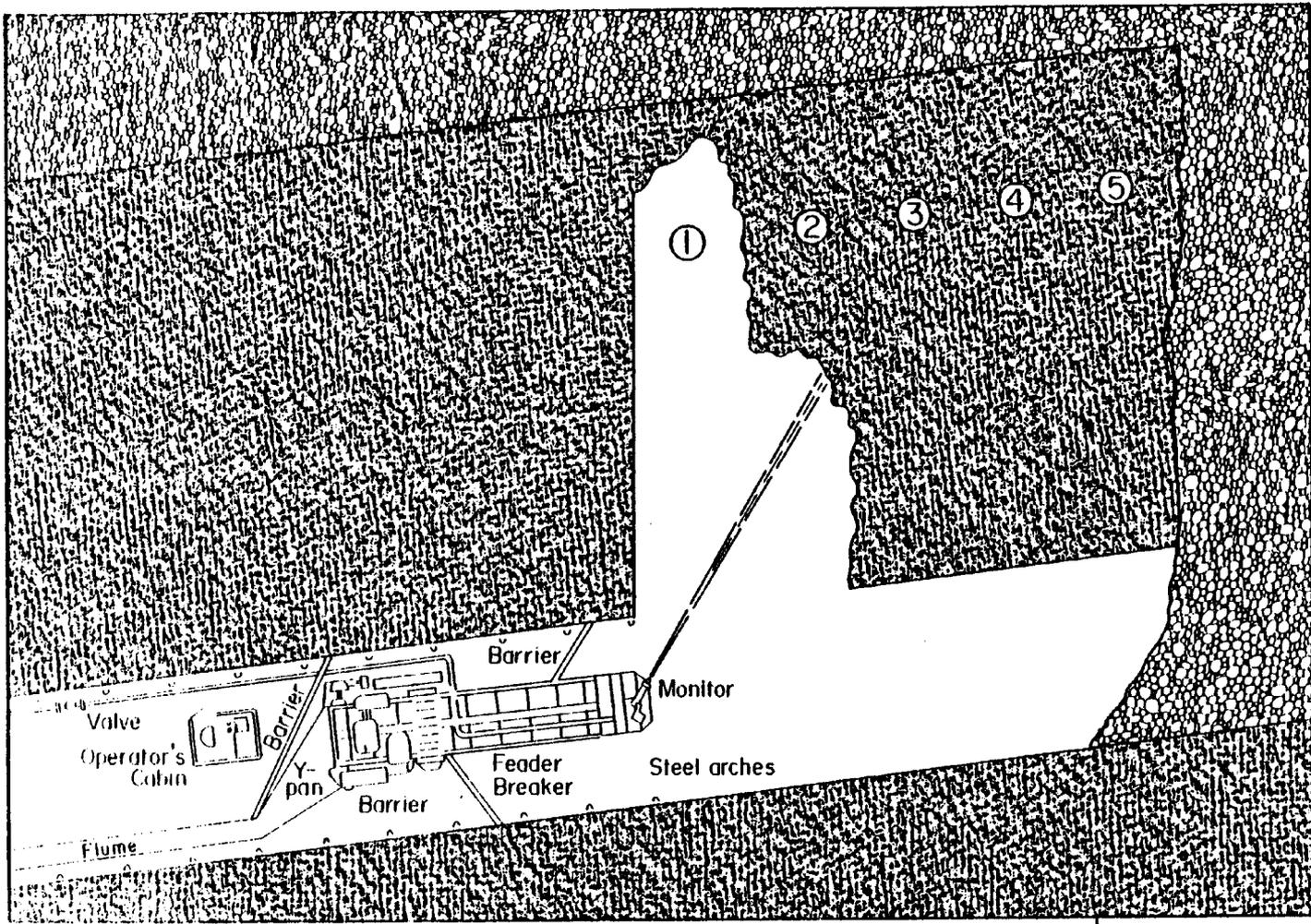


FIG. 5 bis

KAISER RESOURCES LTD.

HYDRAULIC MINE
FACE AREA
PLAN VIEW

MARCH 24, 1980

1.7. Circuitos de aguas (Fig. 6)

El agua suministrada al panel nº 6 circula en circuito cerrado, excepto una pequeña cantidad de nuevo aporte tomada del río Michel, adyacente a la bocamina. El agua circula a través de la mina por tuberías de alta, media y baja presión. La que llega a los frentes desciende por gravedad, arrastrando el carbón en canales hasta la estación de agotamiento y bombeo en el punto más bajo del interior, de donde es impulsada a la estación de agotamiento de carbón del exterior.

En la Fig. 6 está representado esquemáticamente el circuito de aguas.

El agua de rebose del espesador del exterior, pasa a una balsa, de donde es bombeada a un filtro automático, y allí se eliminan los finos mayores a 100 mallas y pasa a un tanque en cabeza del edificio de trituración, a 26 m sobre el nivel del suelo.

El tanque de cabeza suministra:

- El agua a baja presión necesaria para la instalación de agotamiento y bombeo del interior, llevándose por gravedad en tubería de 250 mm de diámetro.
- El agua para el arrastre de carbón por canales, por medio de una instalación de tres bombas (una de ellas en reserva de 30 Kp/cm²) a través de tuberías de MP de 250 y 150 mm de diámetro.
- El agua a alta presión para el arranque por monitor, con una presión en éste de 105 Kp/cm² en el punto más alejado del panel. Es suministrada por dos bombas alimentadoras de otras dos principales de AP, de 7 rodetes a 2500 r.p.m.

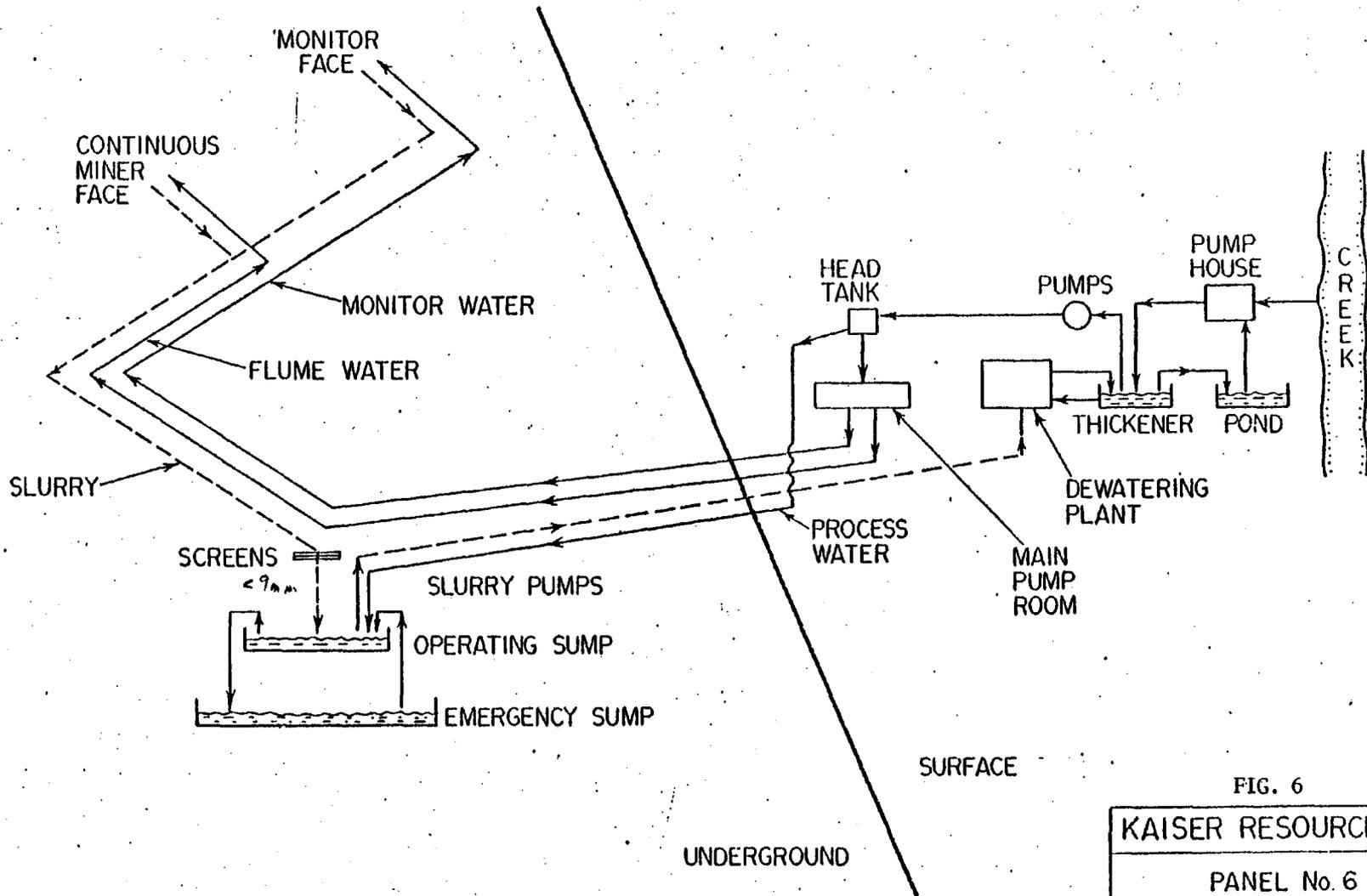


FIG. 6

KAISER RESOURCES LTD.

PANEL No. 6
SCHEMATIC
WATER CIRCUIT

MARCH 24, 1980

que dan 5,7 m³/min a 141 Kp/cm², e impulsada a través de tubería de AP de 250 y 200 mm de diámetro.

Tanto las bombas de MP como las de AP, que se alimentan en carga del depósito de cabeza, se encuentran instaladas en una sala de bombas, en las inmediaciones de bocamina.

El caudal total de agua que circula en la mina es de 19 m³/min, y puede llegar a 22,5 m³/min.

1.8. Transportes interiores

Como ya se ha señalado, el carbón es evacuado desde los frentes, arrastrado por agua en canales hasta la planta de agotamiento y bombeo de interior. En esta planta es separado el carbón mayor de 9 mm del resto, de la pulpa agua-carbón (10-200 mm). Esta fracción ya agotada, pasa a una tolva de 150 t de capacidad, y desde ella se alimenta la cinta de extracción de granos al exterior, instalada en uno de los planos inclinados de entrada a la mina.

La cinta de extracción es de 900 mm de ancho, con una longitud de 774 m y 140 m de desnivel de cota. La velocidad de la cinta es de 2 m/seg, y es accionada a través de un reductor por motor eléctrico de 255 KW a 1.800 r.p.m.

En el proyecto inicial de la mina, el transporte de personal y materiales se diseñó por medio de monorraíles desde la casa de aseo hasta los frentes. Pero en la prueba que hicieron de un monorraíl Scharf, al frenar la masa del tren en las labores con pendiente se arrastraba la entibación, posiblemente por defecto de tresillonamiento y dificultades de acañamiento de los cuadros metálicos cuando iban en roca blanda o totalmente -

rodeados en carbón. Por ello se pasó a vehículos Diesel sobre neumáticos, que hacen servicio en toda la mina, excepto en los fondos de saco en donde está prohibida su entrada. Disponen de cuatro vehículos de aprovisionamiento y una pala de $0,75 \text{ m}^3$, tipo scooptram.

1.9. Ventilación

Siendo gran parte mina de montaña, con la capa aflorante, poco profunda, en la parte más inferior (sólo 140 m bajo nivel de bocamina), y con bajo contenido en grisú ($2,16 \text{ m}^3/\text{t}$), no ofrece dificultades de ventilación.

El ventilador principal es impelente, con salida de aire a través de los afloramientos. Sus características son: caudal $90 \text{ m}^3/\text{seg.}$, 150 mm.c.a. y 300 KW de potencia.

En cada labor se exige un caudal mínimo de $7 \text{ m}^3/\text{seg.}$

En invierno es calentado el aire que entra en la mina.

La ventilación secundaria es realizada por ventiladores auxiliares de 37 a 56 KW, y por medio de tuberías de 900 mm de diámetro.

1.10. Instalación de agotamiento y bombeo del interior o Panel 6

En la Fig. 7 se presenta un esquema de esta instalación que tiene una capacidad máxima de tratamiento superior a 7.500 tb/día . En la fosa de emergencia se recogen las aguas de la mina en las paradas normales del fin de semana y en paradas o averías incidentales, con una capacidad de 1.130 m^3 .

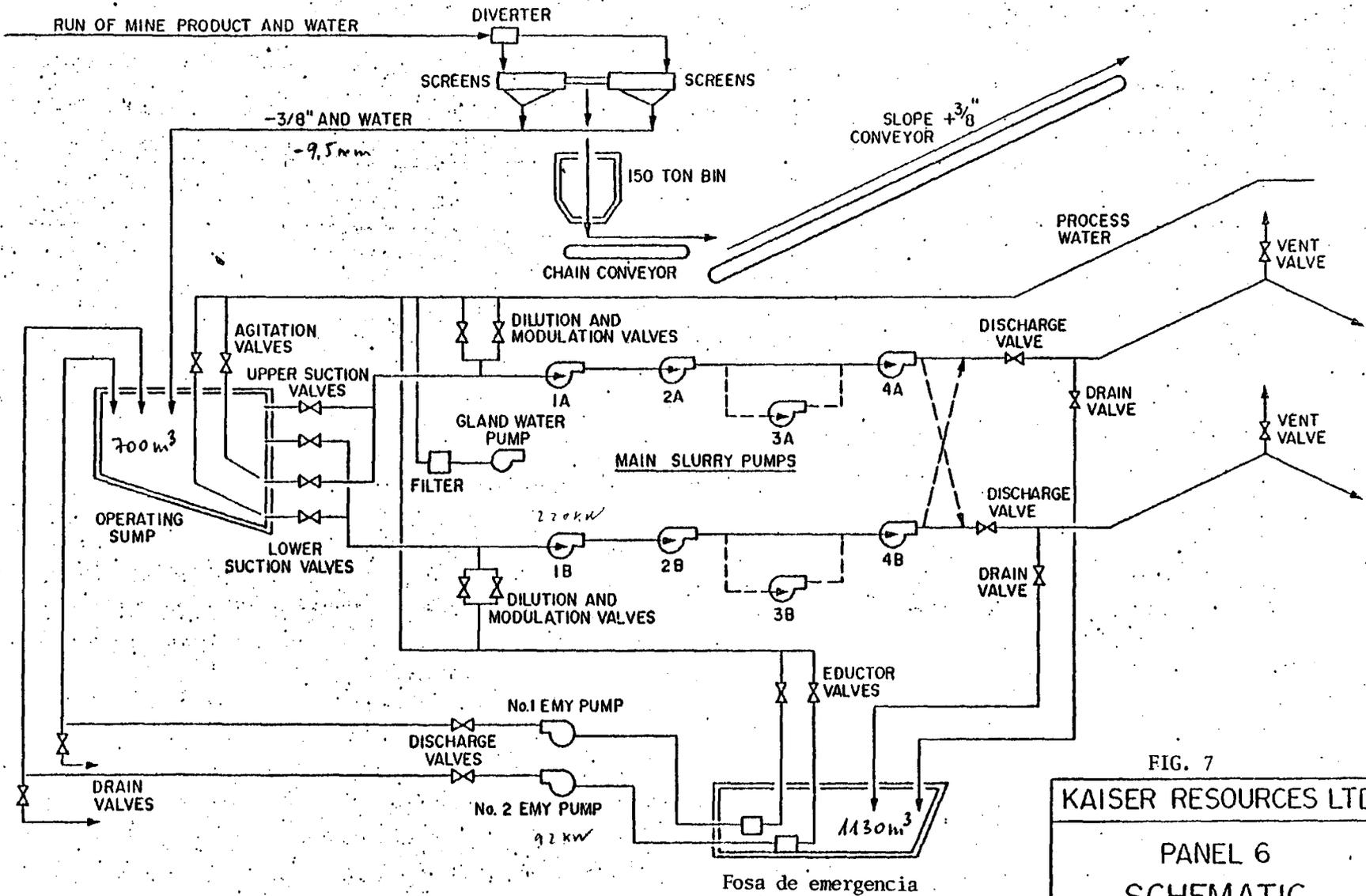


FIG. 7

KAISER RESOURCES LTD.

PANEL 6
 SCHEMATIC
 FLOW DIAGRAM

MARCH 24, 1980

El turbio o pulpa pasa por una rejilla fija de 200 mm, que aparta las maderas y objetos extraños, y va después a un par de cribas que separan el 9 mm que va directamente a un bunker, y por banda de goma al exterior, donde se carga en camiones para llevarlo al lavadero. El 9 mm con el agua pasa a la fosa de bruto (700 m³), de donde es bombeado al exterior - (140 m de diferencia de nivel), por tres bombas de lodos en serie y una en reserva. Para evitar paradas, los circuitos están duplicados e intercomunicados. En las fig. 8, 9 y 10 se representan la planta y los alzados de esta instalación.

1.11. Instalación de agotamiento de exterior

En la fig. 11 se esquematizan las instalaciones del exterior. Es la misma utilizada cuando se explotaba el cuartel nº 5. No se trata de un lavadero, es decir, en ella no se separa la tierra del carbón, sino sólo el agua del bruto, con objeto de que éste pueda ser cargado en dumper y llevado a la planta de preparación o lavadero de Elkview, y al tiempo obtener unas aguas clarificadas que puedan recircularse al interior.

En la fig. 12 puede seguirse el proceso: el bruto bombeado (9-0 mm) pasa por un tambor Bradford donde se apartan los costeros, la madera y los cuerpos extraños (hierros, plásticos). A continuación se deshidrara en unas rejillas curvas y se criba a 1 mm en unas vibrocribas. El cribado (9-1 mm) va finalmente a una tolva donde se carga en camiones para el lavadero. Las aguas van a unos ciclones espesadores cuyas puntas van a unos vibros que recuperan el +0,5 mm que, una vez centrifugado, pasa a la misma tolva de menudos. El rebose de los ciclones y el pasante de los vibros van a un gran espesador circular (53 m Ø) - cuyo rebose es agua clarificada y la punta del espesador es un lodo que se seca en unas baterías de filtros de vacío (10 discos por batería y 2,5 m Ø). El filtrado va a la tolva de menudos.

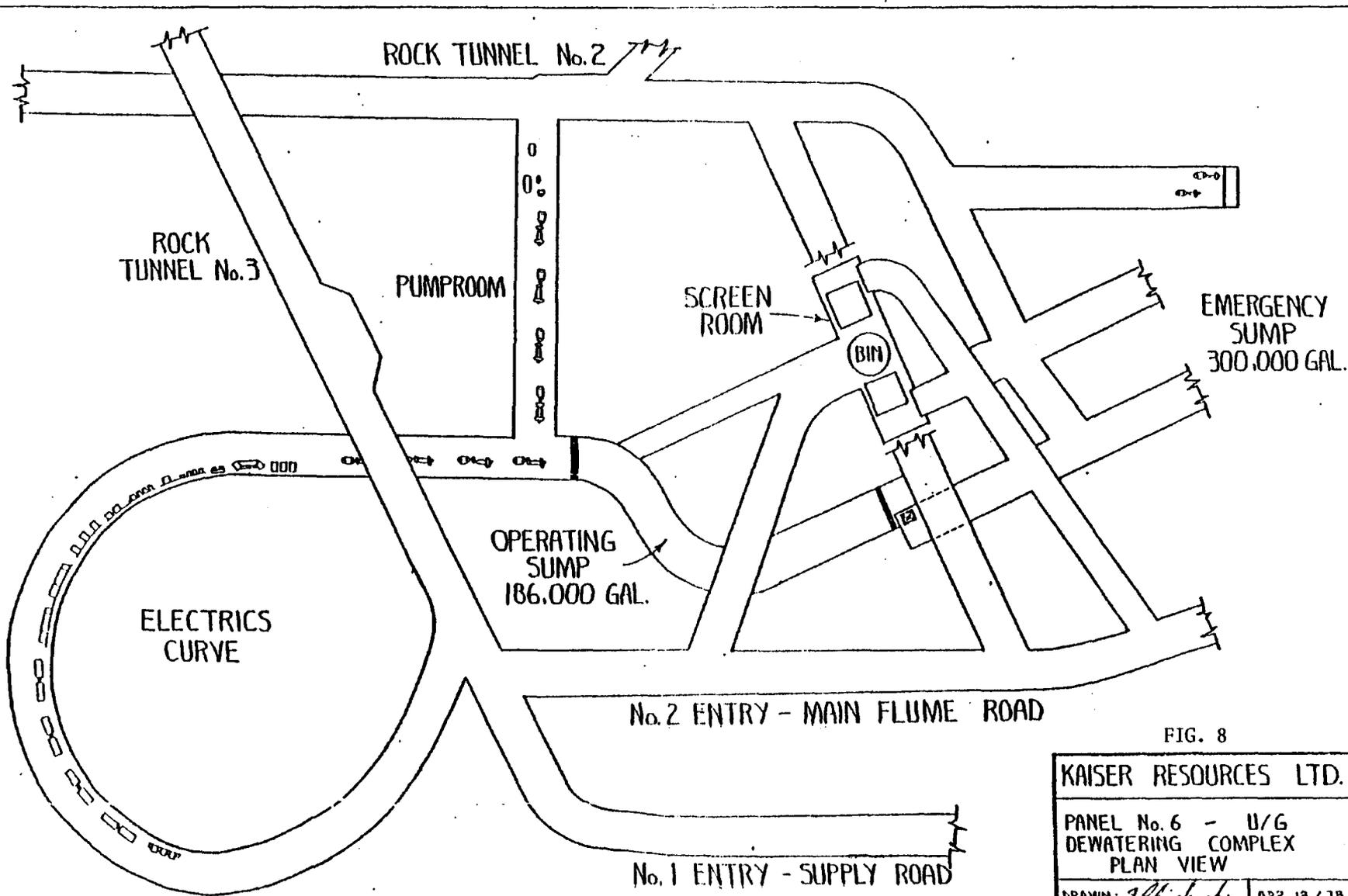


FIG. 8

KAISER RESOURCES LTD.	
PANEL No. 6 - U/G DEWATERING COMPLEX PLAN VIEW	
DRAWN: <i>J. H. ...</i>	APR. 18 / 78

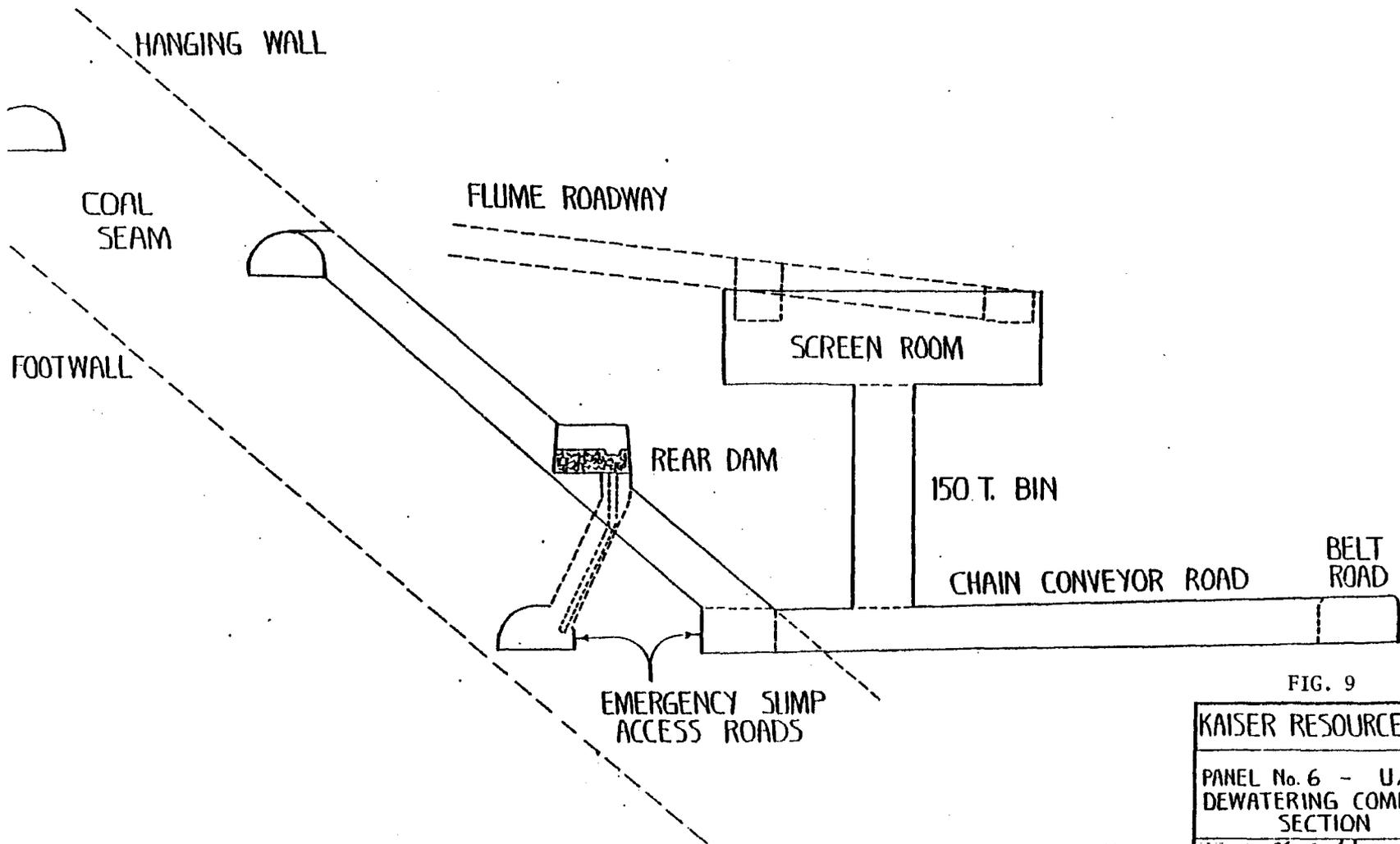


FIG. 9

KAISER RESOURCES LTD	
PANEL No. 6 - U/G DEWATERING COMPLEX SECTION	
DRAWN: <i>J. H. ...</i>	APR. 15 / 73
CHECKED: ...	SCALE: ...

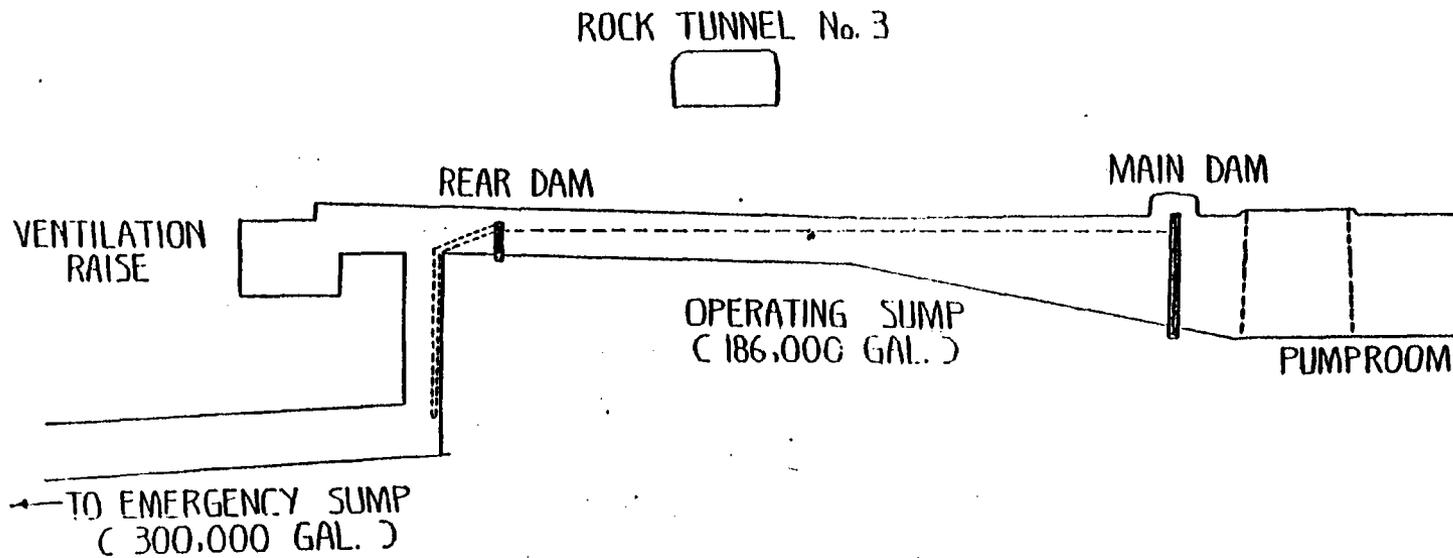
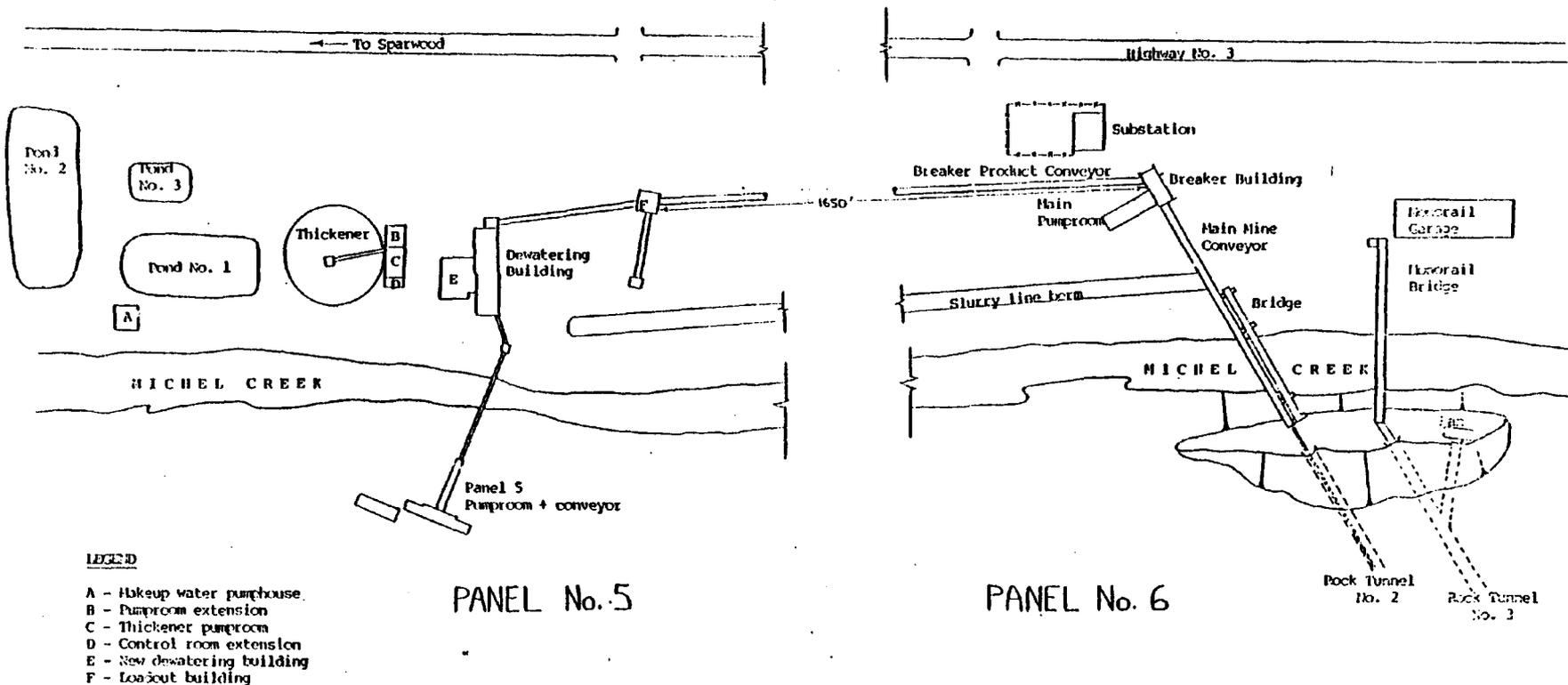


FIG. 10

KAISER RESOURCES LTD.	
PANEL No. 6 - U/G DEWATERING COMPLEX SECTION	
DRAWN: <i>J. H. ...</i>	APR. 18 / 78
APPROVED: <i>J. H. ...</i>	APR. 18 / 78



PANEL No. 5

PANEL No. 6

- LEGEND**
- A - Hakeup water pumphouse.
 - B - Pumproom extension
 - C - Thickener pumproom
 - D - Control room extension
 - E - New dewatering building
 - F - Layout building

FIG. 11

KAISER RESOURCES LTD.

PANEL No. 6 - SURFACE FACILITIES

DRAWN: *g. chisholm* APR. 11, 75

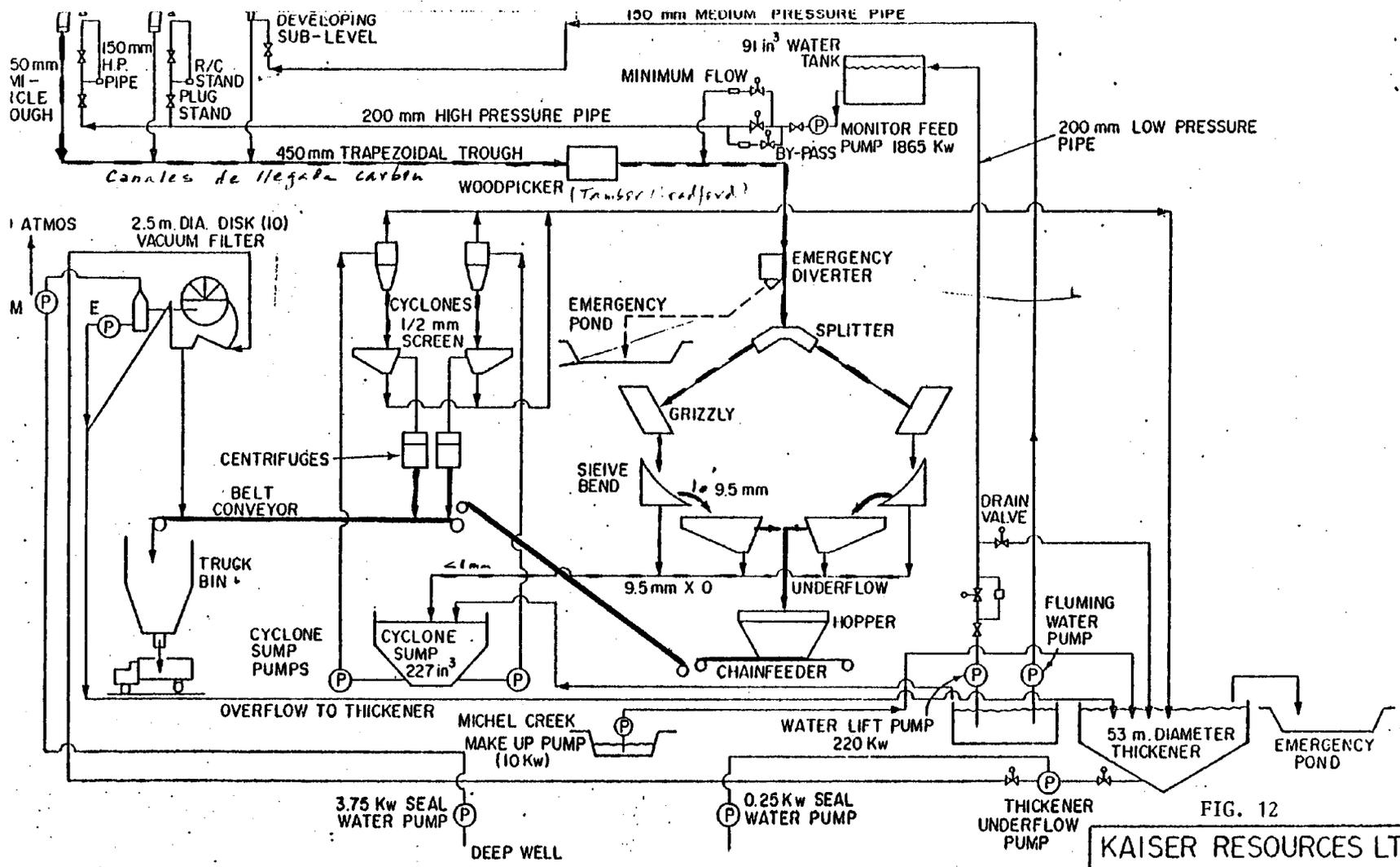


FIG. 12

KAISER RESOURCES LTD.

PANEL 5
HYDRAULIC MINE

MARCH 24, 1980

El esquema de agotamiento es similar al de la mina Sunagawa, sólo que en ésta el ciclonado de los finos se hace en el interior.

1.12. Lavadero

La planta de preparación está a 4 Km, y en ella se lavan los granos y menudos por hidrociclones en líquidos densos, y se flotan los finos que se secan térmicamente en lecho fluido a menos de 7% de humedad. Las mezclas comerciales se ensilan en 4 tolvas de 6000 t cada una.

Los estériles de granos van a escombreras que se recultivan; los de finos van a balsas de decantación, que una vez llenas y secas también se cultivan, pues las disposiciones ecológicas de restitución de terrenos son severas y se cumplen.

El carbón lavado se carga en trenes de 106 unidades y 100 t cada vagón. El cargue es continuo y automático al pasar el tren bajo los silos a 10 m/min., al tiempo que se riegan con spray aglutinante para evitar la formación de polvo y las consiguientes pérdidas en el largo viaje de 1.120 Km hasta el embarque en el puerto de la compañía en Roberts Bank, Vancouver.

El rendimiento del lavadero es de 73%, a pesar de lavar muy bajo en cenizas, ya que el bruto es sólo del 17-20% de cenizas.

1.13. Energía

La figura 13 muestra las características de la distribución de energía, con potencia de alimentación de 7,5 MVA.

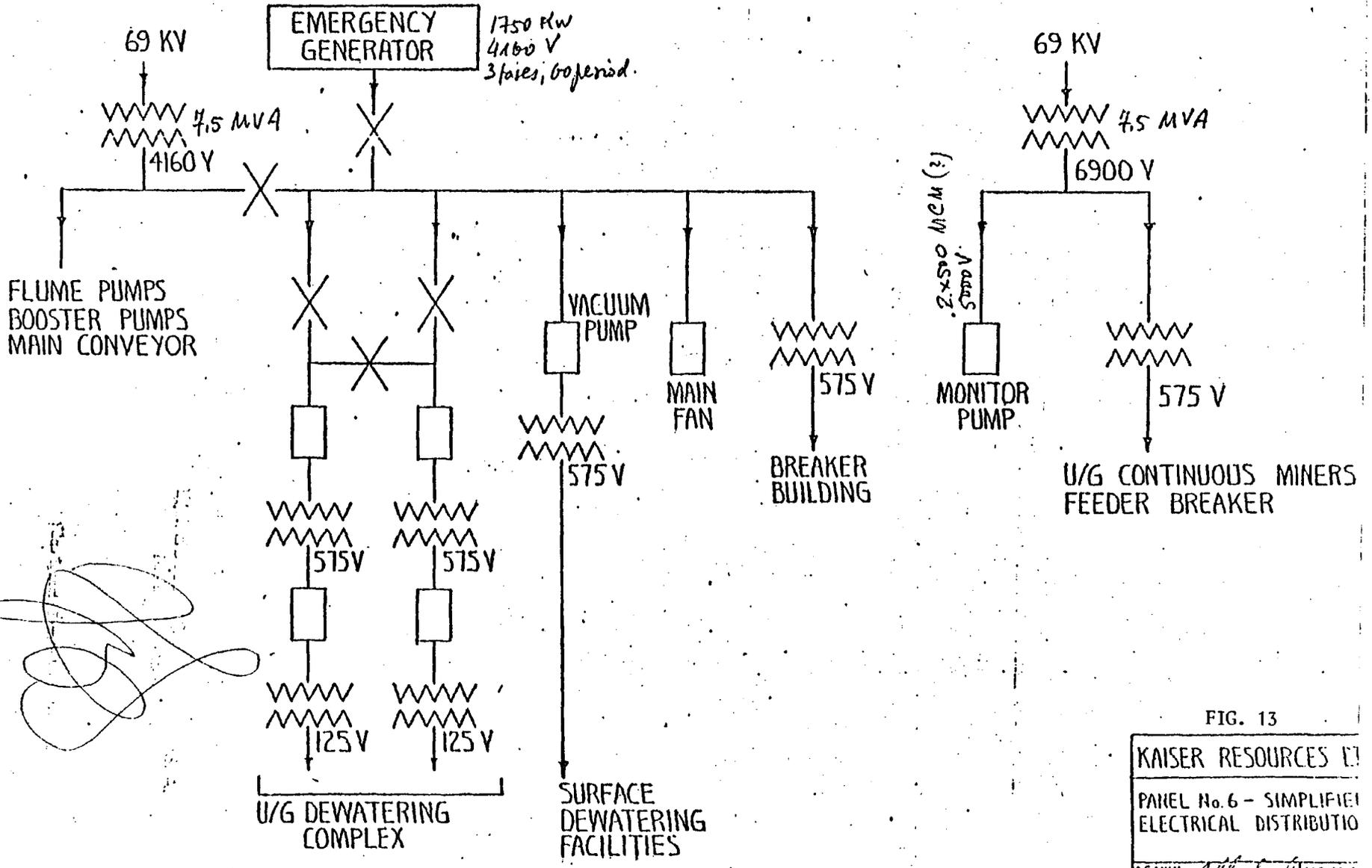


FIG. 13

KAISER RESOURCES CO.	
PANEL No. 6 - SIMPLIFIED ELECTRICAL DISTRIBUTION	
DRAWN: <i>J. L. ...</i>	11/17/1974
APPROVED: <i>N. A. ...</i>	11/17/1974

Cabe destacar un generador Diesel de 1.750 KW, que en caso de corte de corriente puede mantener la ventilación y el desagüe de la mina. El consumo de energía es de 6,4 KWh/t.

Las instalaciones mecánicas y eléctricas están dotadas de controles e instrumentación electrónica, neumática e hidráulica, tanto locales como remotos. Revista vital importancia el control de protección de los golpes de ariete en las tuberías, la correcta secuenciación y posicionamiento de las válvulas, y la selección del modo operativo de las bombas.

1.14. Personal, producciones y rendimientos

La mina trabaja a 3 relevos, y cada uno se compone de:

Maquinista de monitor y ayudante	2
Retroceso de monitor	4
Avance subniveles (2 CM x 7 h) -	14
Transportes	4
Ventilación	2
Auxiliares	4
Especialistas	4
Mandos	4

38

El total de producción de un mes normal, Noviembre de 1980, fue de 77.351 tb, que representó 3.837 tb/día, y que con una presencia en el interior de 114 obreros, resulta un rendimiento interior de 34 tb/jornal, y para un total de 174 jornales con el exterior, de 22 tb/jornal. El rendimiento del lavadero fue de 73,2%, y el rendimiento total de 11,81 tv.

Trabajan 247 días al año, habiendo conseguido 1.080.00 tb,

y esperan alcanzar en breve 1.700.000 tb, correspondientes a -
1.200.000 t lavadas, trabajando dos monitores en arranque.

1.15. Conclusiones

La mina es un caso especial, sin semejanza con la mayoría de las minas de carbón. Una mina que explote, en interior, una capa de 15 m de potencia, media pendiente, aflorando y con reservas, a la profundidad actual, para 13 años, no existe en Europa Occidental.

Si no es con tan excepcionales condiciones de yacimiento y la implantación de una estructura de hidromina como la de mina Balmer, difícilmente se pueden alcanzar tan elevados rendimientos y rentabilidad.

El conjunto portante del monitor, que lamentablemente no se ha podido ver de cerca, es perfecto y nada fácil de poner a punto.

La instalación de clasificación, agotamiento y bombeo de interior, no puede ser más simple, y al estar todas las unidades duplicadas -pues prácticamente son dos instalaciones gemelas yuxtapuestas, y además sobredimensionadas, ya que cada una de las líneas tiene capacidad de tratamiento para las 4.000 tb/día de producción media- las posibilidades de paro por avería son mínimas. La extracción por cinta de los granos (+9 mm) facilita el bombeo de los menudos y finos, así como reporta importantes economías. Corrigiendo a la escala marcada por la potencia de nuestras capas, la mina Balmer podría servir de modelo para el ensayo de una hidromina en una de nuestras minas de montaña, con una capa de 2-3 m de potencia, y ubicada en lugares donde una explotación por hundimiento sea factible.

2. VISITA A MINA SUNAGAWA (Hokkaido) Japón

El grupo partió de Tokio el día 6 de Mayo por la tarde, en vuelo hacia Sapporo, en la isalde Hokkaido. De Sapporo a Takikawa se hizo el viaje en ferrocarril, y de Takikawa a "Sunagawa Club House", en taxi.

La visita al interior de la mina tuvo lugar el jueves 7 de Mayo por la mañana, y por la tarde se visitaron las instalaciones de exterior (Casa de máquinas, Central Térmica y Lavadero).

El viernes 8 de Mayo tuvo lugar una reunión en el Club de la mina, con los señores:

Tadashi Umeda	-	Director de Sunagawa
H. Miura	-	Jefe de Mecanización Jefe de Producción
Takehiko Koguihi	-	de Mitsui Mining Overseas

en la que los componentes del grupo de hidrominería de ADARO tuvieron ocasión de hacer toda clase de preguntas técnicas sobre las instalaciones visitadas el día anterior.

Es necesario expresar la esquisita y plena dedicación - de los señores antes mencionados, al grupo, durante la estancia de éste en Sunagawa, y su apertura en la comunicación de datos y explicaciones sobre maquinaria y sistemas que les fueron solicitados.

2.1. Mitsui Mining Co, Ltd.

La Mitsui Mining Co, Ltd. es la principal empresa minera de carbón en Japón, con una producción total en 1979 de 7,7 Mt (3,5 Mt de carbón siderúrgico, 4,2 Mt de carbón térmico) que representan el 41,2% de la producción total del Japón.

En la Fig. 1 están representados los principales centros de actividad en Japón, de esta compañía.

La empresa dispone de tres grupos mineros:

Miike, en la isla de Kyushu, al Sur del Japón, que explota bajo el mar un yacimiento de capas horizontales, con las técnicas y maquinaria más moderna de frentes largos, dando una producción de 5 Mt/año, con una plantilla de 5.200 personas.

Ashibetsu, en la isla de Hokkaido al Norte del Japón, que explota un yacimiento de capas verticales (30-70°) con relleno. Su producción es de 1,03 Mt/año y la plantilla es de 1.780 personas.

Sunagawa, que ha sido el objeto de la visita, situada como la anterior en el centro de la isla de Hokkaido, y cuya producción es de 1,1 Mt/año, con una plantilla de 1.370 personas. Aproximadamente 0,77 Mt/año se producen por arranque hidráulico con hundimiento, y 0,33 Mt/año por testeros en diagonal con relleno.

La Mitsui Mining Co. Ltd., aunque inicialmente (1889-1939) fue una empresa productora de carbón, es hoy un enorme holding que incluye fábricas de cemento, cokerías, carboquímicas, constructoras de obras civiles, transportes marítimos, construcción

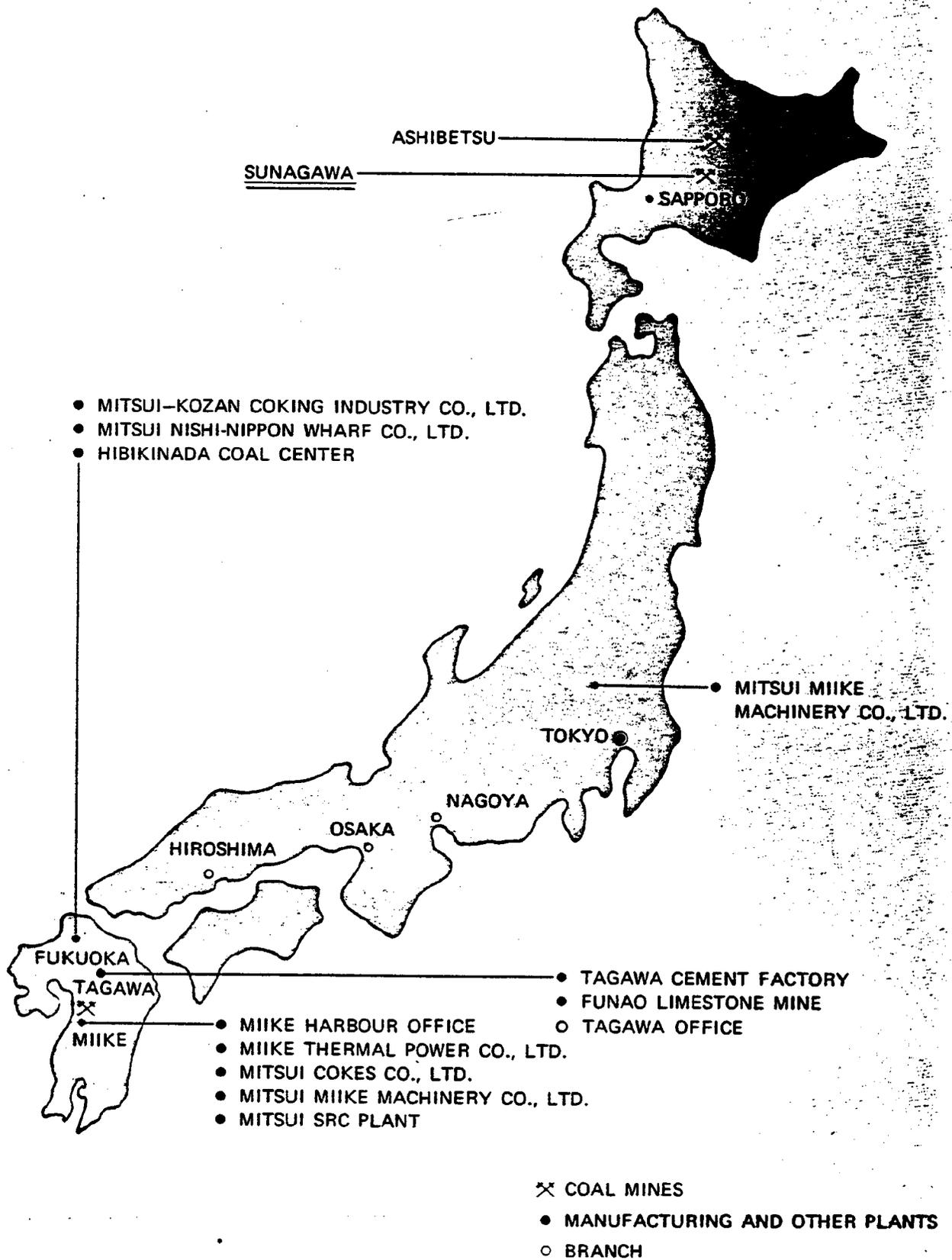


FIG. 1.- SITUACION MINA SUNAGAWA

de maquinaria, producción de energía, y departamentos de ingeniería para interior y ultramar, participando en muchos proyectos en Canadá, USA, Australia y todo el Oriente.

En 1974, V/O Licensintorg de la URSS, la hoy denominada British Columbia Coal, y Mitsui Mining, han firmado un contrato de promoción conjunta de la tecnología hidrominera en los restantes países, y esa es la razón de que la B.C.Coal de Canadá haya conseguido rápidamente el permiso de su asociada Mitsui de Japón para visitar su mina Sunagawa, al grupo de hidrominería de ENADIMSA.

2.2. Mina Sunagawa

La concesión, situada en el centro de Hokkaido, tiene una longitud N-S de 12 Km, y una anchura E-O de 8 Km, con una superficie de 73,4 Km².

Las reservas se estiman en 132 Mt de carbón. Geológicamente el yacimiento es de génesis reciente (Eoceno) y sus formaciones productivas son principalmente dos: Bibai y Novorikawa.

El yacimiento, situado en la cuenca del río Ishikari, es un sinclinal de eje N-S, y las capas hoy explotadas buzanan hacia el Oeste con 50-70° de pendiente (Fig. 2a).

Actualmente se explotan sólo 5 capas de la formación Bibai, que forman un paquete de 120 a 150 m de espesor en horizontal, y cuyo corte con expresión de potencia neta en carbón y total entre hastiales se representa en la Fig. 2b.

La capa visitada fue la "8 U", y su potencia varía de 1,90 a 2,75 m en carbón y 2,4 a 3,2 entre hastiales. Como en

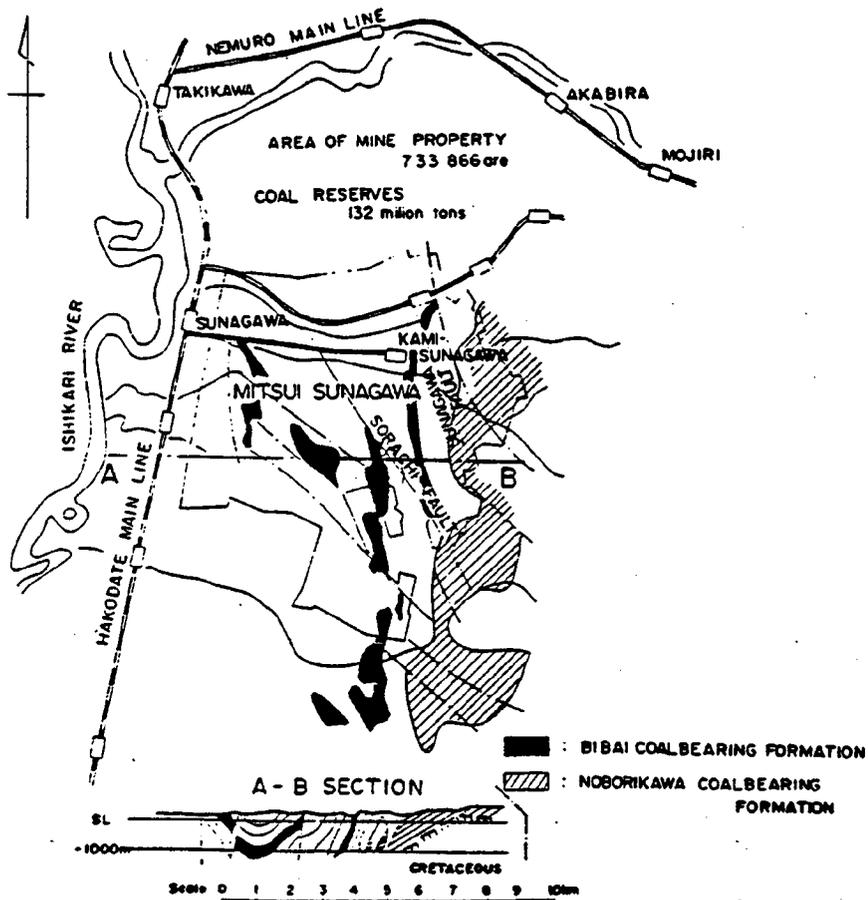


FIG. 2 a.- Mapa Geológico (planta y sección)

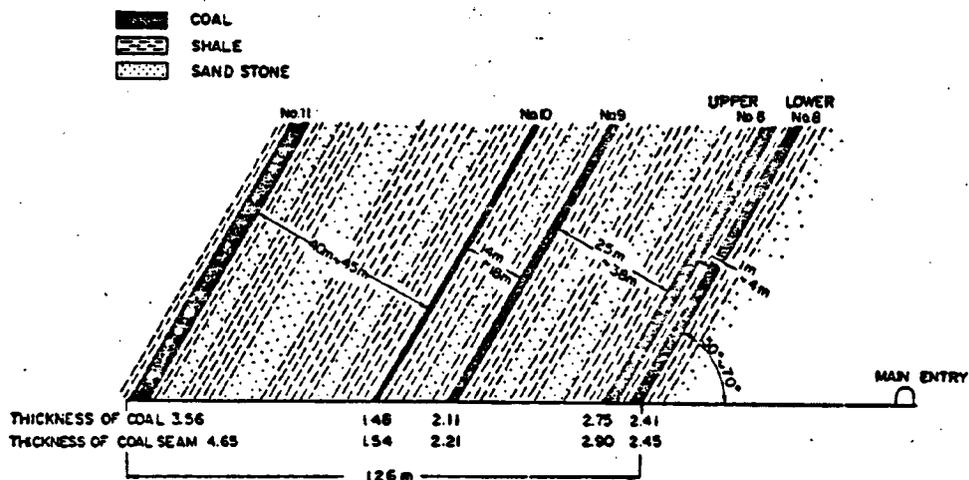


FIG. 2 b.- Paquete de capas explotado

el momento de la visita, igual que en la mina Balmer, el monitor estaba funcionando, no pudo ser comprobada ni la potencia de la capa ni la calidad del carbón en el frente recién arrancado. Las muestras examinadas del carbón de la galería, tomadas de entre las tablas de revestimiento, parecen indicar un carbón blando, pero posiblemente en el frente de arranque su dureza sea mayor.

2.3. Estructura de la mina en general

La mina tiene 6 pozos, 3 de entrada de aire y 3 de salida, con una cota del brocal de +159 m s.n.m., y una profundidad máxima de -860 m; el nivel inferior de las explotaciones actuales es de -760 m, es decir, están a una profundidad absoluta desde el brocal de unos 900 m.

Las siete plantas de la mina (desde la -140 hasta la -760) están dadas a una distancia de 100 m verticales, y se hallan intercomunicadas por tres planos en roca, el último de los cuales une la planta -560 con la futura planta -860, a 100 m de profundidad (Fig. 3).

El acceso a las capas desde los planos se hace por una galería en estéril, en dirección al muro, de 17,4 m² de sección, fortificada con perfil I de 120 mm.

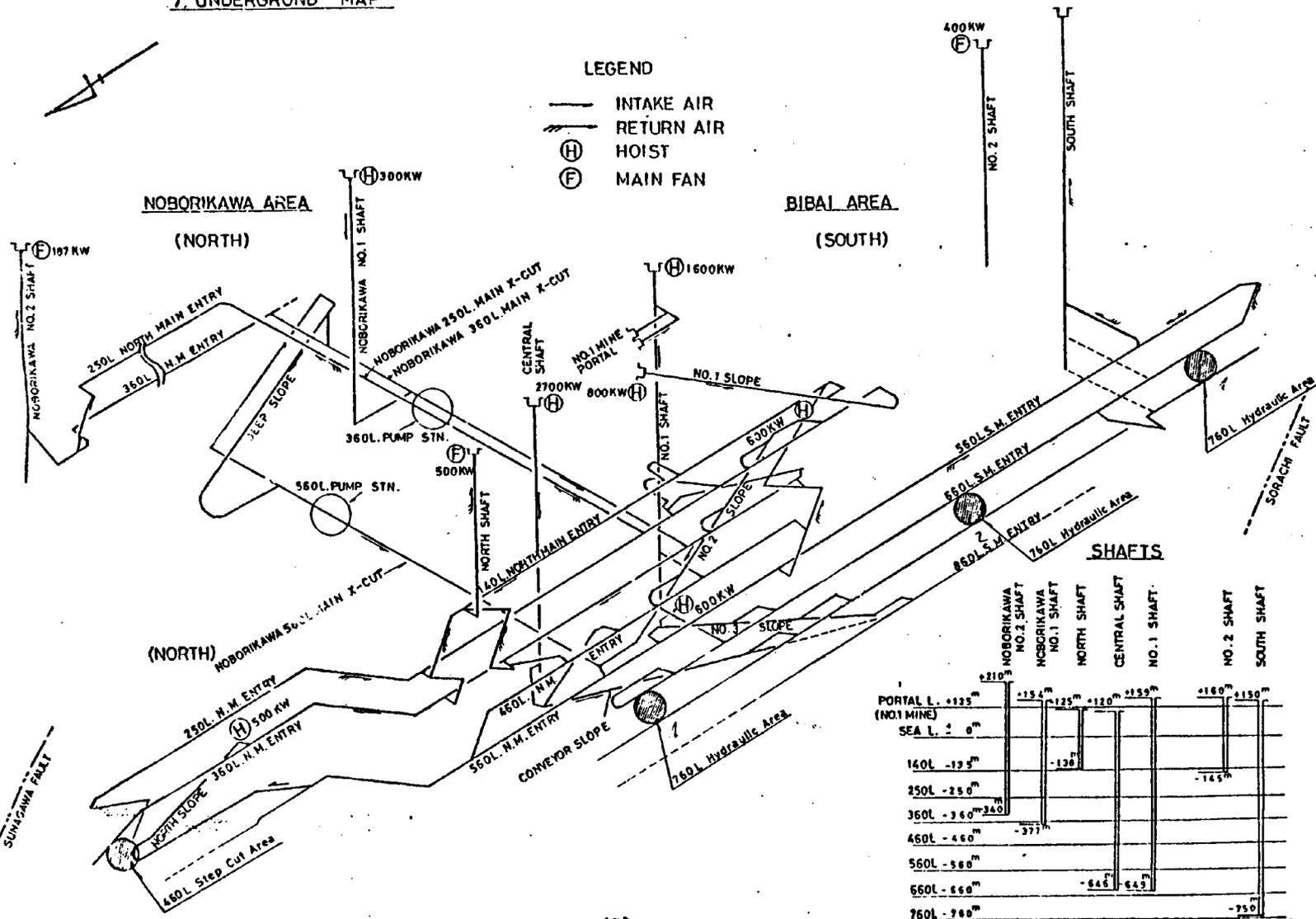
Se encuentran actualmente en explotación 3 cuarteles hidráulicos en la parte Sur de la mina, planta -760, y un cuartel convencional en la zona Norte.

2.4. Producción, rendimientos y personal de interior

El arranque hidráulico fue iniciado en 1964, cuando la

7. UNDERGROUND MAP

FIG. 3.- MINA SUNAGAWA - ESTRUCTURA DE INTERIOR



mina estaba a una profundidad de 500 m, en la actual planta -360, donde por ello está montada la instalación de extracción hidráulica con el impulsor tricameral y las salas de bombas de alta presión, que hacen el desagüe de la mina, y las que impulsan el turbio al lavadero.

En un principio el carbón arrancado mediante chorro de agua, con la mina a 500 m de profundidad, era sólo del 20%; actualmente, a 900 m, asciende a un 70% del total.

En la figura 4 pueden seguirse la producción, en millares de toneladas métricas por año (1000 t/a), así como en la mina convencional y en la hidráulica, la plantilla de interior y el rendimiento en toneladas por hombre y mes (t/h mes). En el año 1979 la producción total de la mina fue de 1.039.702 t, y el rendimiento total de interior (hidráulico y convencional) de 3.230 Kg/jornal.

2.5. Cuartel convencional (Fig. 5)

El sistema de arranque con monitor es de hundimiento. Donde existen en superficie carreteras, vías férreas, ciudades, embalses, etc., no puede emplearse este sistema de explotación, en razón a los perjuicios que ocasionaría en superficie. Es por ello que en Sunagawa, a pesar de los superiores rendimientos - del método hidráulico sobre el convencional, no puede emplearse dicho método en el área Norte de la mina, ya que sobre ella están las líneas férreas a Utashinai y Kamisunagawa.

El taller se lleva con una galería de cabeza en capa y una estéril al muro en la base. El carbón tiene muy alto contenido en CH₄ (hasta 73,5 m³/t), y por razones de seguridad se lleva una estéril al muro desde la que se dan perforaciones de

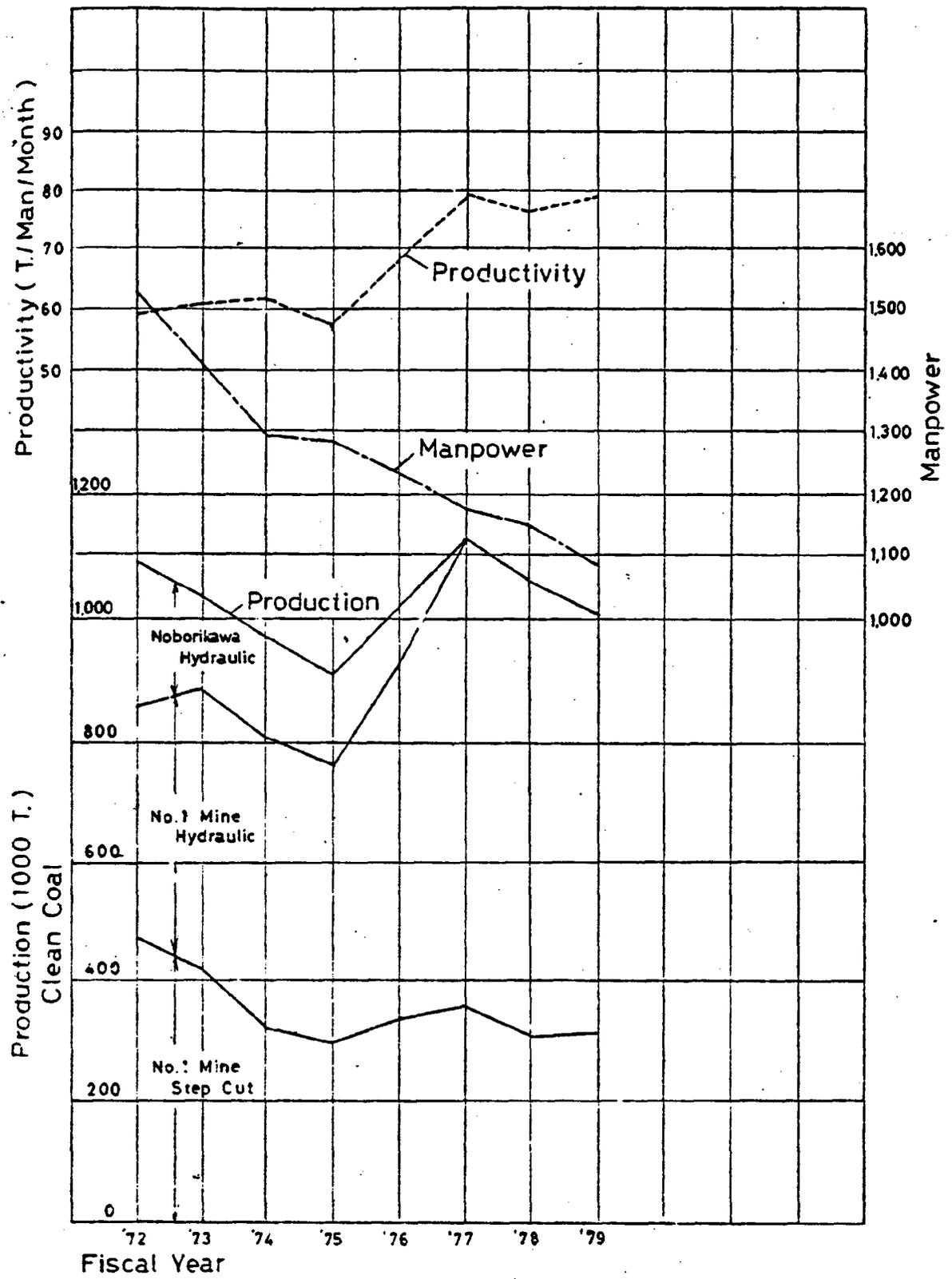
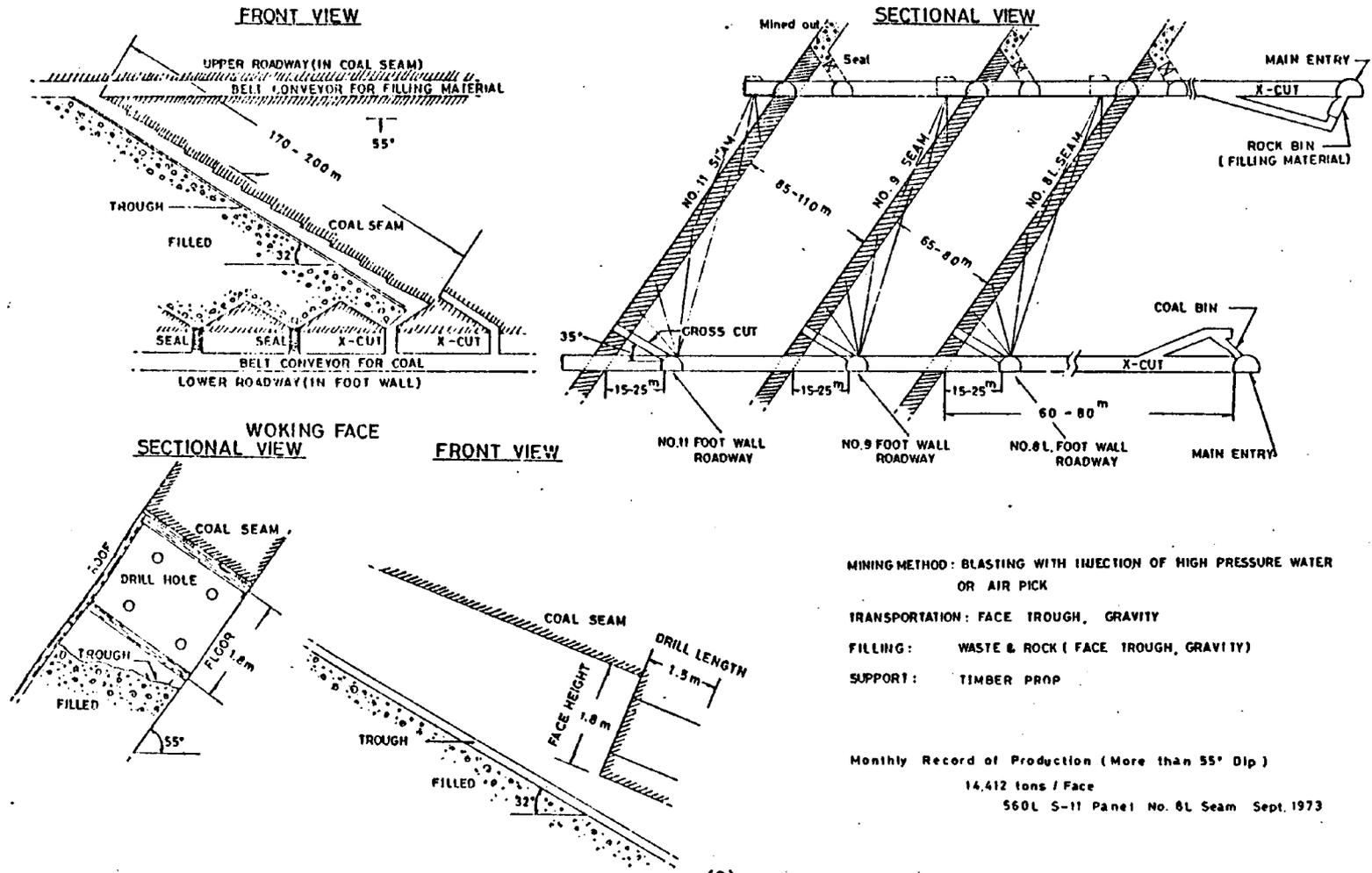


FIG. 4.- PRODUCCION, PERSONAL, RENDIMIENTO

8. MINING & FILLING

(1) STEP CUT MINING

FIG. 5.- METODO CONVENCIONAL DE SUNAGAWA



MINING METHOD: BLASTING WITH INJECTION OF HIGH PRESSURE WATER OR AIR PICK
 TRANSPORTATION: FACE TROUGH, GRAVITY
 FILLING: WASTE & ROCK (FACE TROUGH, GRAVITY)
 SUPPORT: TIMBER PROP

Monthly Record of Production (More than 55° Dip)
 14,412 tons / Face
 560L S-11 Panel No. 8L Seam Sept. 1973

drenaje a la capa. Aproximadamente el 40% del grisú es captado y quemado en una térmica bocamina, y el resto sale con la ventilación. Una vez drenada la capa se accede a ella desde la estéril con contraataques.

El frente se lleva continuo con testeros oblicuos, a 15 metros de distancia uno de otro, y 1,8 m de frente, con una potencia máxima de 2,7 m, dejando carbón al muro cuando es mayor. El arranque se hace con disparos bajo presión de agua (1 MPa), con cuatro barrenos por testero de 1,5 m de longitud, y disparando de abajo a arriba dos veces por relevo. Se cuadra a martillo picador y se postea con madera. Todo el taller se inyecta con barrenos de 20 m de longitud.

El relleno se lleva según su talud natural a 32° , transportado en vagones que se basculan en la estéril general, en cada uno de los cruceros de transversales de cuartel, llevándose por estos y por las guías de cabeza por cintas.

El carbón cae por gravedad en canales sobre el relleno hasta las estériles de acompañamiento, y por éstas y los transversales de cuartel es sacado por cintas a la estéril general, en donde se carga en vagones.

La explotación se lleva a tres relevos, dos de arranque y uno de rellenos, en cada uno de los tres talleres. Se obtiene por este método un total de unos 1.050 tv, con un rendimiento por pica de unas 19 tv y en explotación 14,8 tv/jornal.

2.6. Cuartel hidráulico

La preparación de un cuarte hidráulico (Fig. 6) consta de un transversal horizontal a todo el paquete, dado desde la

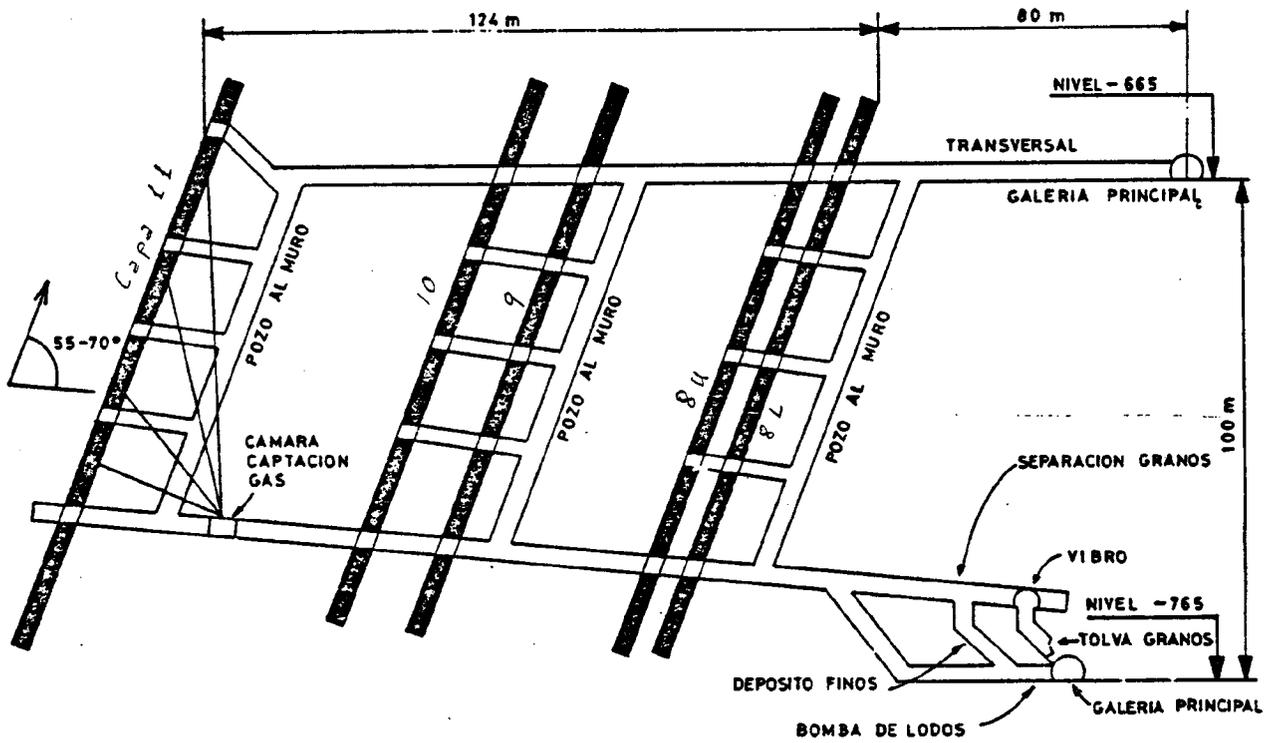


FIG. 6 - Labores de cuartel en mina Sunagawa

estéril superior, y de un transversal con 7-8° de inclinación, dado a unos 15 m sobre la estéril de la planta inferior. Entre ésta y el principio del recorte, va el pozo de granos, la fosa de finos y demás excavaciones exigidas por la instalación de clasificación y agotamiento del cuartel. Los transversales tienen 10,3 m² de sección.

Dado que las capas forman tres grupos (11, 10-9 y 8 sup. 8 inf.), la preparación en roca se completa con tres planos (8,3 m² de sección y 50° de pendiente), uno al muro de cada grupo y recortes (8,3 m²), inclinados 8° desde cada plano a la capa distante unos 20 m entre sí, que son el punto de partida de los subniveles en capa a derecha e izquierda.

Estos subniveles dividen el macizo vírgen de 100 m de carbón, existente entre dos plantas, en cinco franjas de capa de 20 m de altura, que serán la unidad de producción de la hidromina.

En la capa visitada, "8 Superior" del paquete Bibai, el avance de los subniveles se hace con explosivos arrastrando el carbón con agua en los canales. Se dan tres pegas por relevo de 1,2 m de longitud, con 30-35 barrenos, y por un equipo de 3 hombres.

Una vez llegado el subnivel al límite del cuartel se instala el monitor y se arranca el macizo de carbón en retirada.

2.7. Arranque hidráulico

El monitor se acciona desde 10 m de distancia por el maquinista, que, a oído, dirige el chorro hacia el carbón y lo aparta del hastial. Si los hastiales son duros, el monitor

arranca el carbón de abajo a arriba (Fig. 8a), y si el techo tiene tendencia a hundirse, se cala primero una chimenea con el monitor hasta el subnivel hundido superior, y a continuación se baja arrancando, reteniendo el techo con un pequeño pilar residual (Fig. 8b).

En la capa "8 U" visitada, el monitor arranca en 4 horas un macizo de 3 x 4 x 20 m de carbón bruto (~ 350 t). En 2 horas el equipo de tres hombres desmonta dos tubos de alta presión, retrasa el monitor 4 m, lo empalma y los postea, dejándolo listo para el próximo relevo.

El monitor tiene una tobera de 20-24 mm \emptyset , presión de agua de 100-137 Kp/cm² y caudal de 2,5-3 m³/min. El agua empleada es de 2,8 m³/tb.

2.8. Red de agua de alta presión (Fig. 10)

El agua a alta presión se suministra desde el exterior por medio de tres bombas (una de reserva) de 600 kW, con 350 m de altura de impulsión. Las bombas están a la cota 150 s.n.m. Hay otra instalación en el interior con otras dos bombas de 600 kW.

La red la forman dos tuberías de 8 pulgadas de diámetro y unos 4.200 m de longitud, para un caudal de 2,8 m³/min. cada una, con una caída de presión de 26 Kg/cm². Con ello llega el agua a los tajos a cota 760 y una presión de 10 MPa (150 metros, cota s.n.m. + 760 m profundidad + 350 m de impulsión - -260 m de pérdida de carga = 1000 m.c.a.

En los tajos el agua es conducida por tubería de 5 pulgadas de diámetro. Están formadas por tubos de 2 m de largo,

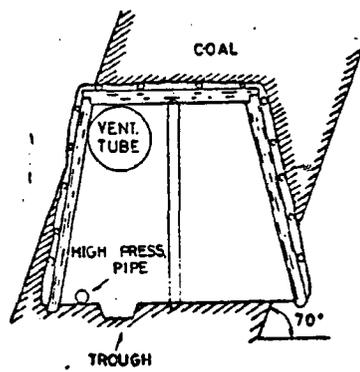


FIG. 7.- Sección de un subnivel

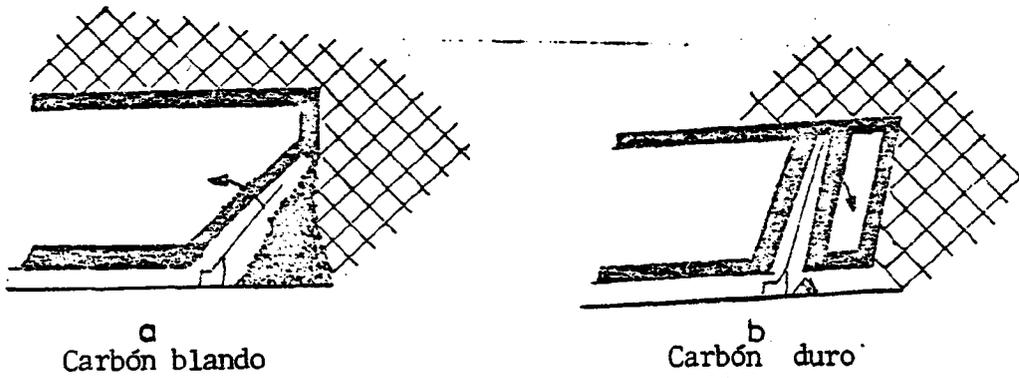


FIG. 8.- Arranque en subniveles

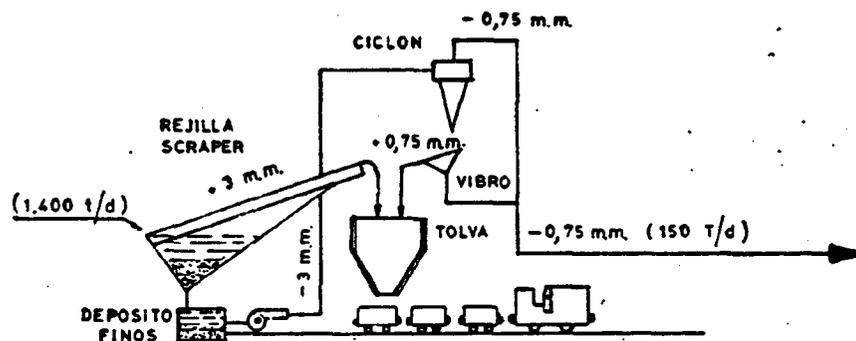


FIG. 9.- Tratamiento del turbio carbón-agua en un cuartel del pozo 1. Mina Sunagawa.

9 FLOW SHEET FOR HYDRAULIC MINING

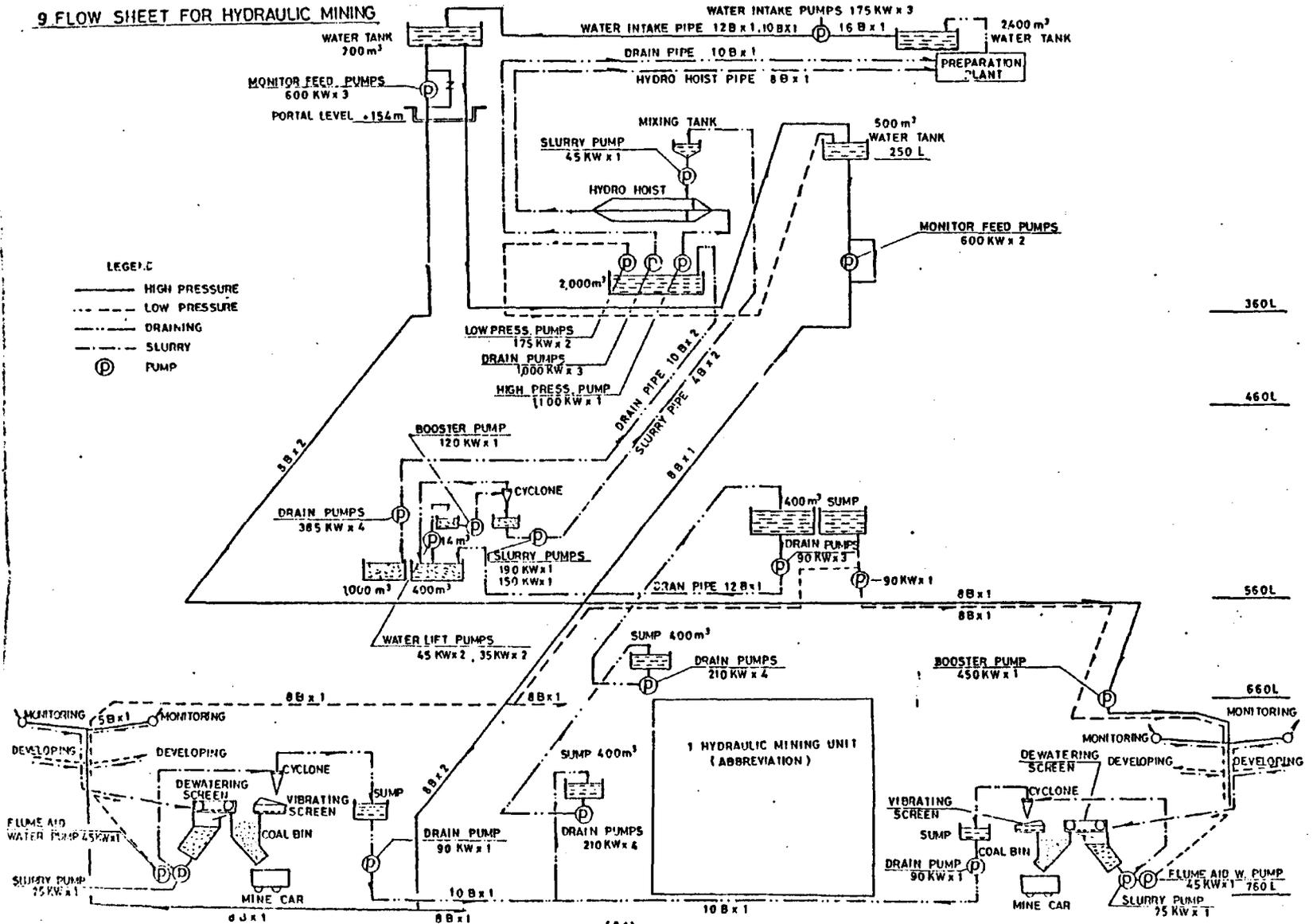


FIG. 10.- HIDROMINA SUNAGAWA. CIRCUITOS DE AGUA

empalmados con abrazaderas con dos tornillos, que permiten a los tubos un ángulo de 3° . Los tubos son de 10,8 mm de espesor y son probados a 15 MPa. Pesan de nuevos 45 Kg, y se retiran del servicio cuando por desgaste llegan a los 40 Kg.

La cantidad de agua empleada es de unos 10.000 m³/día, de ella un 10% es agua de nuevo aporte, para compensar pérdidas.

2.9. Evacuación del carbón

El carbón baja por los canales hasta la instalación de clasificación y agotamiento (Fig. 9). En ella el turbio pasa sobre un agotador de rejilla fija de 3 mm de rendija, 15 m de largo y 1 m de ancho, que separa el +3 mm (30% del bruto), el cual arrastrado por un sinfin de racletas va al pozo o tolva de granos, producto ya cargable en vagones. El -3 mm (70%) podría ya bombearse con bombas centrífugas de lodos, y así se hizo en un principio, pero el consumo de energía era excesivo. Es necesario extraer todo el sólido posible para su transporte en vagones, y para ello el -3 mm se lleva a una batería de cuatro ciclones, por cuyo rebose sale un producto con sólido -0,75 mm, mientras las puntas de los ciclones pasan a una batería de 5 vibrocribas con rejilla de 1 mm, que separan el +0,75 mm (60% del bruto) con tan poca agua que, mezclado en tolva con los granos, forma un producto ya transportable en vagones. Lo único que se bombea es el rebose de los ciclones y el pasante de los vibros que forman unos lodos con un 10%, en peso, del sólido que entra a la estación de clasificación y agotado, es decir, 140 t/d por cada cuartel.

Los tres cuarteles hidráulicos con cuatro monitores en total, producen 420 t/d de finos, y es la única fracción de las

4000 t/d arrancadas hidráulicamente, que se transporta por bombes sucesivos de la planta -760 a conos decantadores situados en el nivel -560, cuyas puntas se rebomban 200 m más arriba - al depósito alimentador del "Pipe Feeder System" Sistema de Alimentación Tubular (SAT) o elevador tubular en la planta -360, y de ahí con el SAT los 500 m verticales del pozo hasta el brocal, y el resto, 1355 m en horizontal hasta el lavadero. El reboso de los conos decantadores de la planta -560 es agua parcialmente clarificada, y se emplea en la red de media presión con la que se arrastra, por ejemplo, el carbón arrancado por el disparo en los subniveles.

2.10. Extracción y Transporte General

La extracción, como ya se ha indicado, se realiza por dos sistemas, lo mayor de 0,75 por medios mecánicos y los finos -0,75 por bombeo e impulsores tubulares.

Todo el carbón es llevado al pozo central de extracción, al nivel 560. El carbón de la zona Norte de los tajos convencionales, mediante cintas hasta un silo, y desde éste - por vagones de 1,98 m³ hasta el pozo. El de los cuarteles hidráulicos, por vagones de 2 m³ de descarga lateral, desde aquellos hasta el pie de una cinta que sube el carbón desde los niveles 760 y 860 al 560, en las inmediaciones del pozo.

El pozo central está equipado con una máquina sistema Koepe de 2.700 kW, con skips de 16 m³ a 14 m/seg. y una capacidad de 600 t/hora, con una utilización teórica del 85%.

Los finos son extraídos por bombeo desde pie de cuartel por varias instalaciones de bombeo en serie, con 90 kW de potencia para el transporte en horizontal, 2 en serie de 210 kW

desde el nivel 760 al 560 y otra de 190 y 150 kW del 560 al 360. Desde este último nivel, por un impulsor tubular alimentado por una bomba de 1.100 kW, al exterior, a través del pozo Novorikava.

La aparente complicación de este circuito de los finos (Fig. 10) se explica porque la hidromina fue iniciada en 1964 cuando las explotaciones estaban a 500 m de profundidad, es decir, a la cota -360, donde se instaló el SAT, A la cota -560 es necesario recuperar cuanto antes el agua para la red de media presión (3 MPa, que casi se obtienen con la diferencia de cota entre esta planta y la -760 (200 m), al tiempo que conviene bombear el menor volumen posible de lodos hasta -360; por ello se instalaron en planta -560 spitzs clarificadores. Finalmente el bombeo de los finos de -760 a -560 se hace en dos etapas, la primera (-660 a -560) correspondiente a los años en que las explotaciones estaban a -660 y la segunda (-760 a -660) correspondiente al período actual, y que debió aprovechar todas las instalaciones anteriormente en servicio.

El escombros es subido por los planos inclinados en vagones de 1,98 m³, quedando una parte en la instalación de trituración para rellenos.

2.11. Resultados y personal de explotación

Una vez descritos ambos métodos, resulta ilustrativa la comparación de resultados obtenidos. Como personal de "arranque" deben entenderse los picadores o barrenistas de los testers en el método convencional y el equipo de cuatro personas - que atiende el monitor en el método hidráulico. Como personal de "taller", el total de personas que van desde el frente de carra

bón al cargue en vagones o bombeo de finos. Con estos criterios se expresan los resultados de la siguiente tabla.

TABLA I

	<u>Testeros</u>	<u>Hidráulicos</u>
Frente (número) _____	3	3,8
Longitud del frente (m) _____	129	22
Producción lavada: t/día _____	1.407	2.615
t/d frente	349	688
Potencia entre hastiales (m) -	1,88-2,31	2,18-3,33
Potencia en carbón (m) _____	1,62-2,20	1,62-2,37
Pendiente de la capa (grados)	55-60	65-73
Pendiente del frente (grados)	32	65-73
Personal:		
- arranque (j/día frente) -	18	9
- taller (j/día frente) -	24	12
Rendimiento:		
- arranque (t/j) _____	19,4	76,4
- taller (t/j taller) _____	14,5	57,3
Tiempo útil en el frente (min)	447-454	486-532
Materiales:		
- madera (m ³ /t) _____	0,018	-
- explosivos (gr/t) _____	166	-
Pérdidas de carbón (%) _____	14	33

En cuanto al personal utilizado para producir 100 t por uno y otro método, la Tabla II, que figura a continuación, especifica los jornales necesarios para cada categoría.

TABLA II

	<u>Testereros</u>	<u>Hidráulico</u>
Arranque (picadores)	7,1	1,5
Rellenos _____	2,0	-
Barrenistas _____	3,4	6,0 (1)
Posteo _____	7,7	7,5
Transporte _____	9,4	5,1
Desgasificación _____	1,8	3,4
Mantenimiento _____	1,8	2,1
Otros _____	<u>4,5</u>	<u>4,1</u>
Total:	37,7	29,7

(1) 3,6 galerías en carbón
2,4 galerías en roca

En la Tabla III se sintetizan la producción, personal y rendimientos.

TABLA III

<u>SUNAGAWA</u>	<u>Producción</u>		<u>Personal interior</u>	<u>Rendimientos Kg / jornal</u>
	<u>Bruta t</u>	<u>Lavada t</u>		
Minería Convencional	1.200	923	348	2.652
Minería hidráulica	4.000	3.077	914	3.366
Interior _____	-	-	1.262	3.170
Exterior _____	-	-	<u>110</u>	<u>-</u>
Total:	5.200	4.000	1.372	2.915

El índice de preparación en 1979 fue de 25,4 m/1000 tb.

En cuanto a los costes de producción, la Dirección de Sunagawa sólo facilitó cifras relativas que cuantifican la inci

dencia de los costes de personal, energía, materiales y varios, en los dos sistemas de minería de interior y en el exterior, sin que de ellos se puedan deducir valores absolutos. Estas cifras se reflejan en la Tabla IV.

TABLA IV

	<u>Interior</u>		<u>Exterior</u>
	<u>Convencional</u>	<u>Hidráulica</u>	<u>%</u>
Mano de obra —	62	56	70
Energía ———	3	5	5
Materiales ———	16	12	25
Varios ———	19	17	-

Puede presumirse que los costes absolutos son muy altos porque los ingresos anuales brutos de un picador que trabaja en un taller de testers, son de 5 Mill de yens (2,25 M.Pta), es decir, casi el doble de un picador de las hulleras españolas.

2.12. Extracción de gas

La mina es muy grisúosa. Actualmente, con las labores a 900 m de profundidad, la emisión de gas es de 73,5 m³/t, de los que el 39,5% se captan y se queman en una central a bocamina. El resto es diluído por la ventilación.

Para drenar las capas se dan perforaciones desde las galerías en estéril, transversales o recortes, al carbón, con barrenos de 8 cm Ø de corona, formando una malla de perforaciones que oscila de 10 x 10 m a 20 x 20 m. En total se dan 25.000 m/mes con perforadoras TURMAG (P/4, P/6, P/12) y NÜSSE UND GRAFFER.

Los jornales diarios empleados son 122, que representan unos 8 m por jornal.

Los puntos de captación de grisú son perforaciones que cortan la capa en virgen y preceden al avance de subniveles, y tuberías empotradas en los tabiques de las zonas ya abandonadas. La mayor proporción de grisú proviene naturalmente de los primeros.

En el segundo semestre de 1979 estuvieron en producción 803 perforaciones, dadas desde recortes que captaban 29,44 m³/min, 136 perforaciones desde subniveles que captaban 2,29 m³/min, y 26,4 m³/min procedentes de los tabiques de labores abandonadas; en total 59,20 m³/min, que fueron impulsados a la térmica de exterior por tres extractores de 130 kW de potencia.

El tiempo de drenaje de un panel dura 6 meses a partir de la primera serie de perforaciones, antes del cual no se inicia el arranque de la mina. El gas es quemado en un turbo-generador de 7.500 KVA, suministrando 3.544 MWh/mes, que representan el 36% del consumo de energía eléctrica de la mina.

2.13. Exterior

Las principales características de la maquinaria e instalaciones se adjuntan en el Apto 2.15, y no se hacen comentarios sobre ellas porque no tienen relación directa con la hidromina objeto de nuestro informe.

Sólo el lavadero está, en su proceso de tratamiento, condicionado, porque a él llega un bruto compuesto de un producto húmedo y sin finos (4.800 t/d) y un turbio con una proporción 1:4 en volumen de sólido (420 t/d), que deben seguir circuitos independientes.

En la figura 11 pueden seguirse sin dificultad el flujo de sólidos y aguas. El carbón extraído por skip contiene madera, hierros, rocas y carbón desde el tamaño mayor que haya discurrido por los canales hasta 0,75 mm a que fue cribado en la instalación de deshidratación del cuartel. Para eliminar las maderas, hierros y costeros, y triturar el carbón a un tamaño conveniente para una caja Baum que lava un bruto de 80-0,75 mm, -es decir, lava conjuntamente granos y menudos- hacen pasar el bruto primeramente por una criba Torwell de Hein Lehmann, con una rejilla de bandas de goma deformables, que al tiempo que criban el -80 mm por las rendijas que dejan las bandas, hacen avanzar el +80 mm hacia la salida, sin sacudidas ni desnivel, imprimiéndole un movimiento sinusoidal, y alimentando el tambor Bradford donde tiene lugar la separación automática -sin personal de escogido, de madera, costeros y productos extraños, en tanto que el carbón triturado pasa ya a la caja. Esta da un lavado que se criba para obtener unos granos de uso doméstico, y unos menudos que, agotados y centrifugados, forman la base del carbón de cok, al que le añaden los finos de los filtros de vacío.

Los mixtos se criban. El cribado se tritura y el pasante se agota, y ambos forman un carbón térmico con 35% de cenizas que se quema en la central de bocamina.

El bruto extraído hidráulicamente pasa a una rejilla curva, donde se agotan la mayor parte de los finos, y los tamaños que pasan la rejilla son tratados en un vibro, que acaba su agotado antes de unirlos al circuito del carbón convencional a la entrada de la caja Baum.

Las aguas van a un espesador circular, que en este caso es mayor que los convencionales para poder acoger el gran volumen de agua que se bombea con los lodos de la hidromina. Las

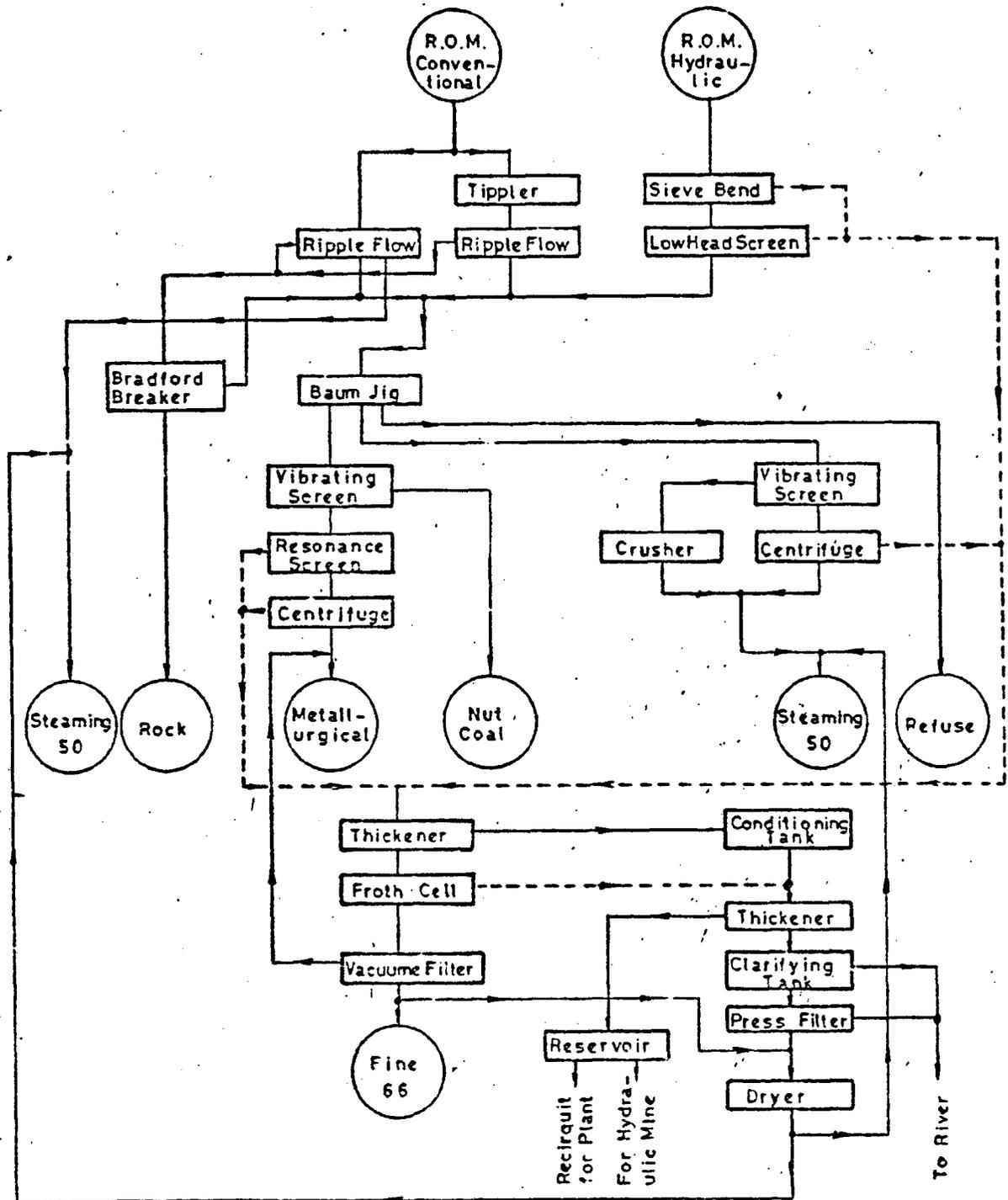


FIG. 11. - Esquema de lavadero de mina Sunagawa

el empleo de testers en favor del método hidráulico, es corroborado comparando los índices de frecuencia de accidentes.

Los D.I. parece que con la desgasificación previa consiguen resultados efectivos, aunque como medida preventiva en los niveles en carbón llevan a distancia regular mascarillas de toma de aire para respiración individual, así como personal vigilante del contenido de grisú.

Entre 1967 a 1970, el número de jornadas perdidas por millón de relevos trabajados, era de unos 450, y en 1979 bajó a 175 (la media nacional de dicho país es del doble).

Ello les ha merecido la concesión de diversos premios nacionales y regionales a la seguridad, por los récords alcanzados en los años 1968, 69, 72 y 79.

La importancia que la Mitsui Mining Co., da a la seguridad, está representada por disponer un departamento de mejora de la seguridad de las minas de carbón, a cuyo frente está un Director General, miembro del Comité Ejecutivo.

CONCLUSIONES

La mina Sunagawa lleva desde 1964 desarrollando la minería hidráulica, para lo que se basa en las técnicas soviéticas. La mina es bastante antigua, pues inició su explotación en 1914, siendo sometida desde entonces a modernizaciones sucesivas. En 1968 entró en servicio el pozo central, de 766 m y 600 t/h de capacidad.

En Noviembre de 1970 comenzaron a sustituir el método de testers, en la zona Sur de la mina, por el hidráulico, rele

puntas van a flotación, y el rebose, que contiene partículas finas de arcilla, es tratado con floculantes en un condicionador, y pasa sucesivamente a un espesador y un tanque clarificador, cuyo rebose es ya agua limpia que va al río, agotándose los lodos en filtros-prensa, y finalmente se le somete a un secado térmico antes de mezclarlo con el carbón térmico.

El lavadero es un modelo de simplicidad; limpia el bruto de rocas y madera al mismo tiempo que tritura los trozos grandes de carbón en una sola máquina, el tambor Bradford, y la va granos y menudos conjuntamente en una sola caja Baum.

Como rechazo, el lavadero sólo envía a escombrera lo que procede del Bradford, porque los estériles de la caja Baum se introducen como relleno en la mina, y los de los finos, que son sólo el 15% del bruto, pueden ser añadidos al carbón bruto tras un filtrado y posterior secado térmico.

El carbón, que tiene un bajo contenido de azufre (0,47-0,58%) y alto contenido en volátiles (35-40%), permite su empleo como integrante de mezclas de cok a cuyo destino va el 21,9 por ciento del total lavado. A uso doméstico van los granos - (1,1%), y el carbón térmico (70,7%) se consume principalmente - en la propia central.

2.14. Seguridad de la mina

A pesar de las difíciles condiciones del yacimiento -capas de fuerte buzamiento, alto contenido en grisú (73,5 m³/t), desprendimientos instantáneos, profundidad importante de 900 m, polvo de carbón, combustión espontánea, etc.- la mina presenta elevadas condiciones de seguridad, en gran parte debidas a la extensión de la aplicación de la hidrominería. La regresión en

gando aquéllos en la actualidad a la zona Norte, por imperiosa necesidad de explotar por relleno. Ello ha permitido pasar el rendimiento mensual por hombre, de 60 tv a 87,8 tv/mes/hombre.

En la explotación por testeros oblicuos llama la atención la elevada producción por tajo, 349 tv/día, y su alto rendimiento 14,5 tv/jornal, que es debido a la gran saturación del tajo y a ser posible dar dos disparos bajo presión de agua por relevo, y ello en una mina fuertemente grisosa.

En arranque y explotación hidráulicos, los incrementos de rendimiento son aún más espectaculares, aún en condiciones más difíciles para el arranque hidráulico, más pendiente y mayor profundidad, 870 m contra 586 m. En Febrero del 81 se obtuvieron en arranque hidráulico 87,3 t/j y en testeros 19,5 t/jornal; en explotación 65,5 t/j contra 15,1 t/j en el segundo método.

Se ha comprobado que en Sunagawa el arranque hidráulico por subniveles en capas de más de 60° de buzamiento y potencias de 1,9 a 3,3 m, da impresionantes resultados, con producciones mucho más concentradas, el doble por cuartel, 700 tv/día contra 350 tv/día en testeros.

El monitor no se ha podido examinar de cerca. En principio comenzaron con los soviéticos, de donde parece haber derivado el que emplean actualmente.

El carbón examinado en los niveles parecía blando, y era arrancado con buena recuperación; según indican, recuperan un 30% más que con testeros.

La estructura de interior está muy bien concebida, con galerías generales en estéril, así como los pozos de servicio

de cuartel. En éste, todo el carbón baja por gravedad hasta una instalación de clasificación y agotamiento.

La eliminación a pie de cuartel de la mayor parte posible del carbón, de la pulpa, deja sólo los finos -0,75 para ser bombeados, lo que simplifica este sistema y redundante en importantes economías de energía.

La intensa explotación del yacimiento, en la que se llega a 25 m de descenso anual, implica una intensa preparación, estando en la actualidad el trazado de la nueva planta a 980 m de profundidad, y por tanto, si se considera una profundidad límite de 1200 m, sólo les quedan otras dos nuevas plantas más, por lo que la vida de la zona en explotación puede quedar en unos 15 años.

Esta vida limitada, y lo descentrado del pozo respecto a la corrida de explotación, parecen ser las razones de acometer la reprofundización de la extracción por medio de plano inclinado con cinta, cuya base se acerca al centro del campo.

La extracción de los finos se hace por sistema mixto: bombeo de 400 m de altura desde pie del plano hasta la base del pozo Novorikawa, y por este pozo, elevación de la pulpa 500 m por sistema de alimentación tubular (SAT), instalación ésta que funciona desde 1964 cuando se inició la explotación hidráulica, es decir, 17 años, cifra que demuestra su eficiente marcha.

Sólo la extracción con el SAT de los finos desde la planta -360 hasta el lavadero (500 m verticales y 1355 horizontales) requiere 6 kWh/t de sólido, sin contar la energía necesaria para elevar simultáneamente el agua, que es aproximadamente el doble si la proporción agua:carbón, en volúmen, es 3:1.

El consumo total de energía de la mina es de casi 100 kWh/t, que no es muy elevado si se considera que un pozo medio de la cuenca central asturiana, con una profundidad de 400 m, tiene ya un consumo de 80 kWh/t lavada.

El índice de preparación en roca es de unos 65 m³/tv, que es bastante bajo. En carbón, 41 m³/tv, es aún más bajo. Ello es debido a la importante concentración de carbón en el paquete explotado.

Las condiciones de seguridad en la explotación son mucho mejores con el método hidráulico que con el de testeros.

En resumen, la mina Sunagawa lleva 18 años explotando hidráulicamente, con unos resultados que se pueden clasificar de brillantísimos en yacimientos de capas verticales. El rendimiento en explotación es de 65,5 tv/jornal contra 15,5 tv/jornal en testeros.

En 1980 da una producción total de 1.119 ktv, de los que 814 ktv lo son por minería hidráulica, y el resto, 305 ktv por testeros, que representa el 27%. El rendimiento en el conjunto de la mina fue, en interior 5 tv/j y en el total 4,05 tv/j. Desde que se inició la explotación hidráulica mejoraron en más del 220%.

Estos resultados son difíciles de alcanzar en los yacimientos nacionales, ya que sus condiciones se apartan de las de Sunagawa, pero sí permiten esperar un incremento espectacular en los rendimientos al aplicarlo a aquellas zonas que se acerquen a condiciones óptimas de aplicación de la minería hidráulica.

APARTADO 2.15SERVICIOS GENERALES DE SUNAGAWA1. Extracción principal

Pozo Central: Profundidad, 766 m, 2.700 kW
Sistema Koepe
Capacidad, 600 t/h

2. Transporte principal

Locomotora de batería: 16 t x 1, 8 t x 14, 6 t x 9, 4 t x 2.
Locomotora de trole: 8 t x 4
Vagones: Standard, 1,98 m³ x 1.750
Descarga lateral, 2 m³ x 145, 3,8 m³ x 28

3. Ventilación principal

Tipo helicoidal principal: 700 kW x 2,500 kW x 1
Tipo turbo: 187 kW x 1 (300 kW x 1)

4. Bombas principales

1000 kW x 3 (Incluye extracción hidráulica)
1100 kW x 1
385 kW x 4
210 kW x 8
90 kW x 3

5. Compresores

13 unidades (4.500 kW)

6. Suministro de energía

Total capacidad: 23.500 kVA

Potencia consumida aproximada: 9.733 MVA/mes

- de central propia: 3.544 "

- de c. eléctrica: 6.189 "

Características de la central propia:

- generador, turbina de gas 7.500 kVA

- potencia máxima: 7.200 kW

- combustible: metano de la mina

7. Sistema de monitorización de gas y equipo de vigilancia (Marzo 1980)

	<u>Nº de puntos de medidas (capacidad)</u>	<u>Nº de puntos de medidas (empleados)</u>	<u>Método</u>
Gas inflamable	122	65	Sistema Multi-Carrier
Gas CO ———	16	10	Sistema Convencional
Vigilancia —	267	175	Sistema Multi-Carrier

3. VIAJE A LA UNION SOVIETICA

3.1. Minería del Carbón

En los últimos 30 años la producción de carbón en la URSS pasó de 261,1 Mt/año a 716 Mt/año, es decir, casi se triplicó, y hoy, en el balance energético de la URSS el carbón representa el 29% del total del consumo de energía.

Aproximadamente el 80% de las reservas se encuentran en el área asiática (Kusnezsk, Karaganda, Kans-Atschinsk y Jakutzk). En la zona europea, los yacimientos más importantes son los de Donetz en Ucrania (Fig. 1). Menos importantes son los yacimientos hulleros del Petschora al Norte y los lignitos de Moscú.

En 1980 la producción de interior fue de 445 Mt, y las explotaciones a cielo abierto dieron 271 Mt.

En el último lustro la producción de las minas ha iniciado un claro descenso, que ha sido compensado y será superado en el futuro por las grandes explotaciones a cielo abierto, situadas principalmente en el área siberiana.

El tamaño de las minas, en general, no es muy grande. Actualmente la proporción de minas con una producción diaria superior a 3.000 t es de 25%, y todavía el 30% de las minas tienen una producción inferior a 1000 t/día, es decir, se asemejan mucho a nuestras unidades de producción.

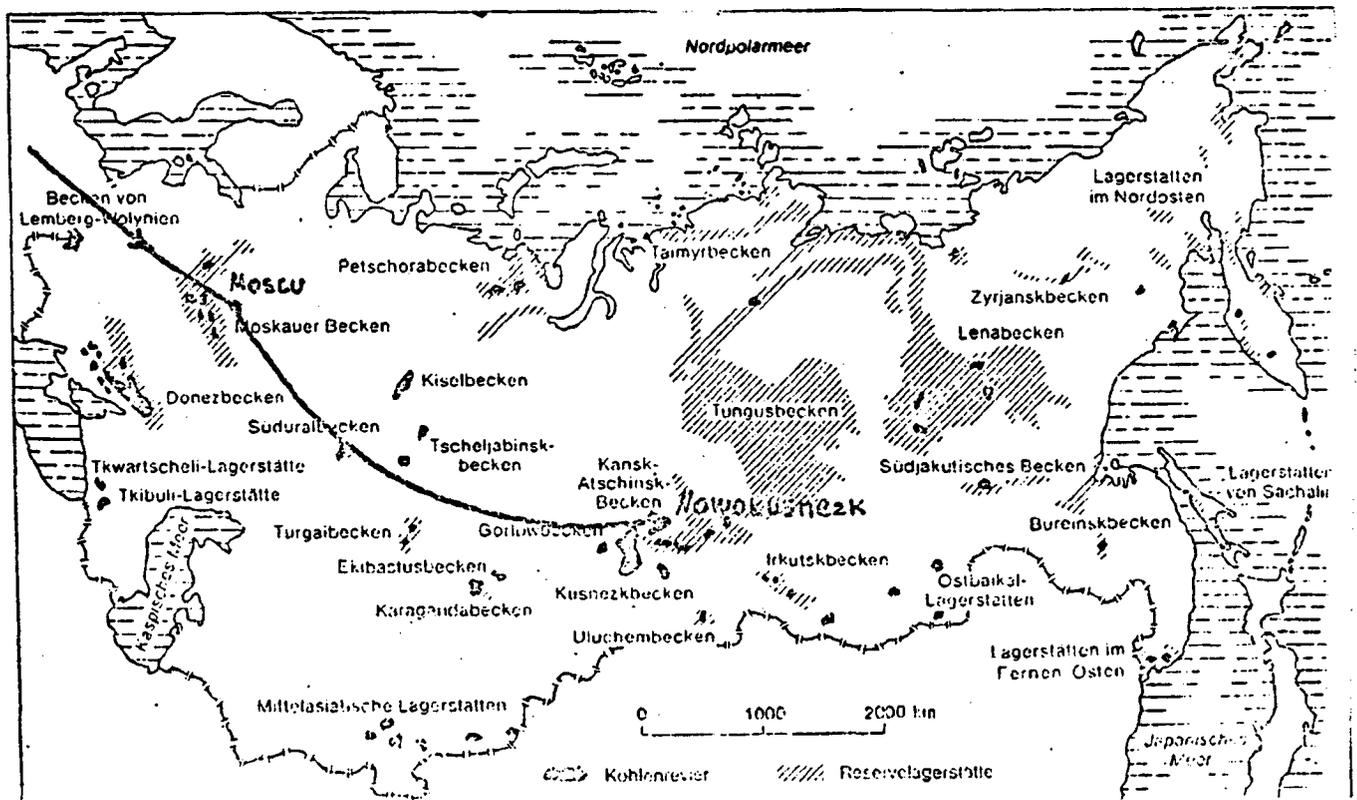
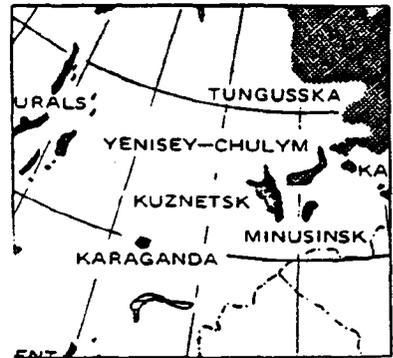


FIG. 1 - Viaje a la U.R.S.S.

3.2. Estado de la técnica de la minería hidráulica

En el estado actual de avance de la tecnología minera subterránea, uno de los caminos para mejorar la producción por relevo y para aumentar la seguridad en el trabajo, es el de la minería hidráulica. Las bases para el acortamiento del desarrollo progresivo de esta minería se encuentran en la técnica del arranque y del transporte hidráulico del carbón, como lo demuestran los 25 años de experiencia operacional en minas hidráulicas en la URSS.

Con la minería hidráulica, las capas de carbón se arrancan con dardo de agua impulsada a través de un monitor; la presión es de hasta 160 at., y el caudal es de 150 a 500 m³/h. En estas condiciones, el carbón no es meramente arrancado, sino que también se mejoran las siguientes operaciones: salida del carbón fuera de la zona de arranque, transporte hidráulico a lo largo de las galerías principales, bombeo a la superficie, preparación y lavado, así como también expedición del carbón como slurry a lo largo de las tuberías al consumidor.

La característica principal de la minería hidráulica es que la extracción de cámaras es sin sostenimiento y los mineros no necesitan estar dentro de ellas. El monitor de agua es manejado a distancia desde una zona de galería entibada. Otra característica es que no hay polvo, que es peligroso para la salud de los mineros y que puede también hacer explosión. El rendimiento por relevo de la minería hidráulica es en promedio 2 ó 3 veces más alto que la extracción mecánica, y los costos de operación y capital son más bajos.

Estas ventajas hacen posible explotar capas con seguridad y economía, menospreciando severas condiciones de los estra

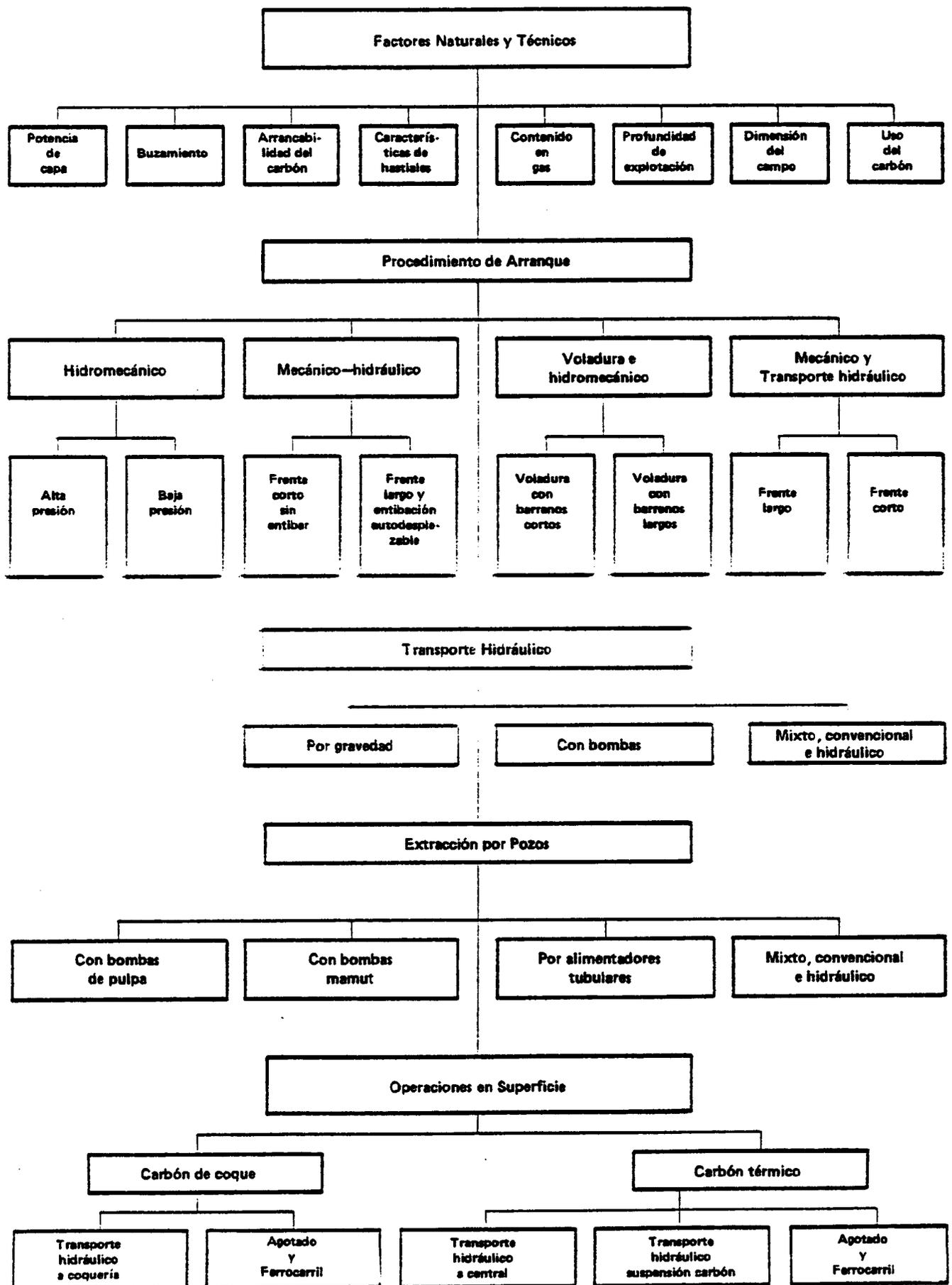
tos, capas potentes, inclinadas o fuertemente inclinadas, graves problemas de agua, así como lograr una mejor recuperación de las reservas. Además, la minería hidráulica proporciona la mejor oportunidad para optimizar operaciones mineras profundas. En esto es significativo un sistema minero con pocos procesos que están completamente mecanizados y continuamente instalados, en lugar de los sistemas actuales con su multiplicidad de procesos de operaciones mecanizadas diferentes.

La minería hidráulica se lleva a cabo en 10 pozos de los yacimientos de Kuznetsk y Donets. Las condiciones geológicas son variadas, con capas de 1 a 25 m de potencia y de 5 a 80° de pendiente.

Un esquema mostrando los principios de la moderna minería hidráulica, fue publicado en Glükauf. Convendría recordar que la columna vertebral del arranque hidráulico es el sistema de transporte hidráulico. Este permite conseguir el método de arranque más económico según las condiciones de las capas, no sólo monitores, sino también equipos de arranque mecanizados, equipamiento de frentes totalmente mecanizados, etc. Esto es por lo que el método esquemático de flujo para las M.H. rusas no está normalmente standarizado. Teniendo en cuenta las condiciones de estratificación, los factores de ingeniería minera y el equipo más económico, han sido planteadas varias soluciones técnicas. El cuadro 1 indica el número de factores que intervienen para llegar a las variantes a nivel de planificación.

3.2.1. Transporte hidráulico:

La evacuación hidráulica del carbón dentro de la mina, se realiza, bien por corriente natural debido a la gravedad (Jubilegnaya, Inskaya y Sarechnaya) ó bien por bombeo del carbón



CUADRO 1

a lo largo de tuberías (Krasnoarmeyskaya, Krasnogorskaya, etc.). Para la extracción hidráulica del carbón a lo largo del pozo, preferentemente se utilizan bombas, o también mamut, y son de simple escalón (Krasnearmeiskaya) y de escalones múltiples, así como por alimentadores tubulares (hidromina nº 4).

3.2.2. Técnica de arranque:

Dependiendo de la arrancabilidad del carbón y de las condiciones de deposición de las capas, se han venido usando las siguientes técnicas de arranque:

- Cámaras y pilares en dirección
- Cámaras y pilares en pendiente
- Subniveles

a) Cámaras y pilares en dirección:

En capas tumbadas se ha usado con éxito, durante muchos años, en la hidromina Yubileinaya (capa 29, de 3,5 a 4,1 m de potencia y 8 a 18° de buzamiento) con una unidad simple de extracción por monitor. En primer lugar, parte del área de trabajo se prepara con galerías en dirección y ascendentes. Las galerías en dirección se forman con pendiente para la pulpa y una galería de transporte (Fig. 2), mientras que las ascendentes son una galería colectora más baja y otra de ventilación más alta (no señalada en la Fig. 2).

Además de servir para ventilación, estas galerías también se usan para transporte y servicio de materiales, y las galerías colectoras sacan el carbón que bajó por los planos inclinados de arrastre de la pulpa. Todas las galerías tienen una sección en arco y están sustentadas con pernos y tela metálica (protección de la corona).

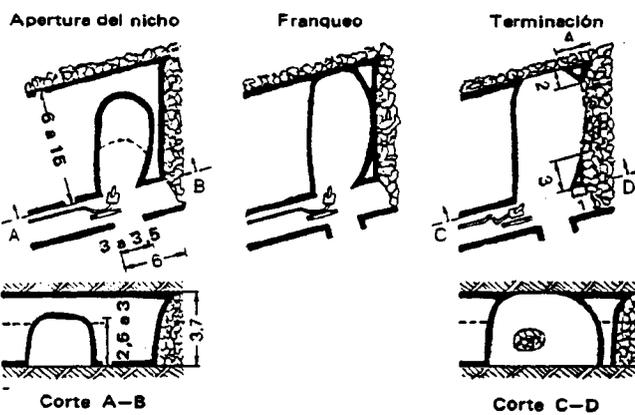
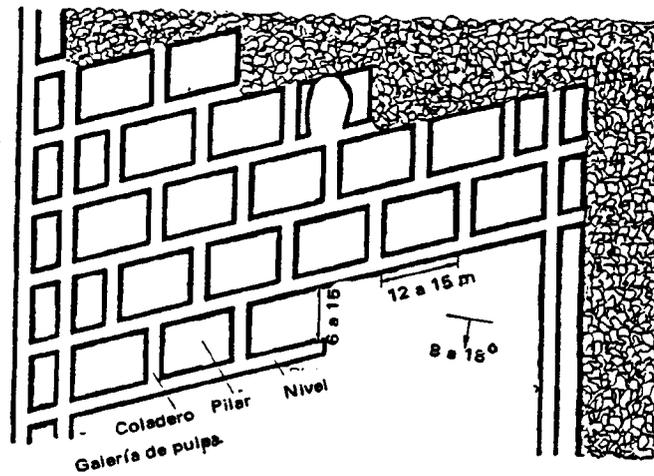


Figura 2.— Pilares en dirección — Mina Jubilejnaya

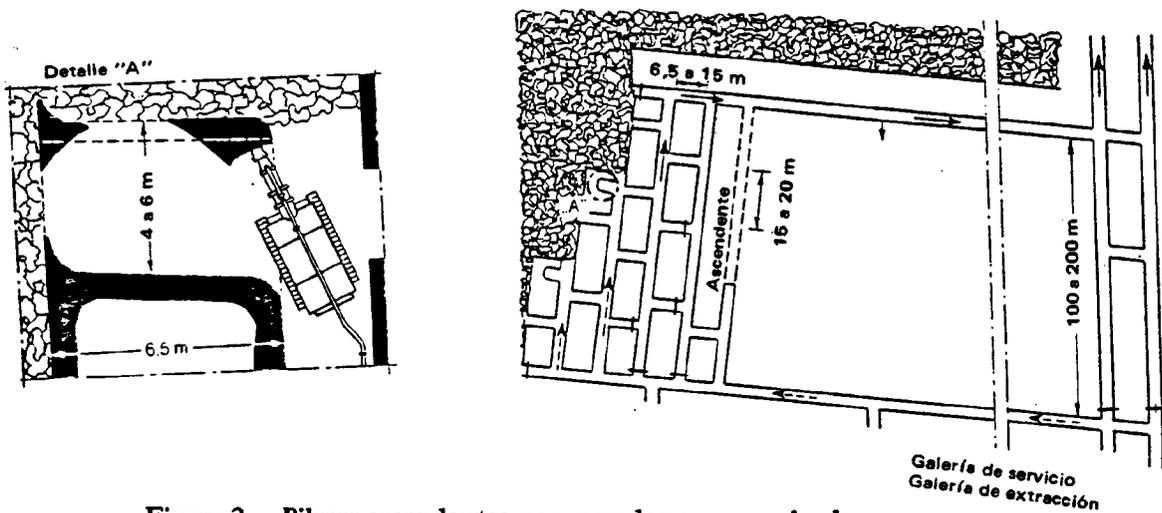


Figura 3.— Pilares ascendentes, recuperados en una sola ala.

La dimensión del trabajo se selecciona para que el rendimiento (producción) por relevo sea máximo. Dentro de un cuartel estarán en extracción dos o tres frentes, en retirada, hacia los planos de pulpa.

Las guías, inclinados, niveles y recortes ascendentes de ventilación se realizan hidromecánicamente con la K 56 MG (ó GPKG), máquina de cabeza de corte selectivo, y que además tiene montado un monitor en la cabeza de corte. Los niveles con sección de 5 a 6 m² se realizan de 6 a 15 m desde las pegas de bajada y arrastre de carbón, formando así los pilares. Pocillos ascendentes cada 12 a 15 m subdividen los pilares y sirven de vías para ventilación y escapes.

La sección de extracción de un pilar se empieza por atacar con chorro de agua, a lo ancho de la capa, en 3 ó 4 m de largo y 1,5 a 2 m de alto, estableciendo un nicho hacia los minados del pilar en sentido ascendente (Fig. 2). Este nicho es sobreensanchado hasta la sección hundida del pilar vecino, y hasta una altura de 3 a 3,5 m (ó 3,7 m en capas anchas); algo de carbón se abandona temporalmente en el muro y en el lado adyacente a la sección del pilar. Finalmente se extrae la sección entera del pilar, incluyendo la corona de carbón y la cuña del pilar de protección, excavando hasta el muro. Los mineros no necesitan estar cerca del pilar durante ninguna de las tres fases de extracción.

Antes de comenzar la extracción del siguiente pilar hay que hacer algunos trabajos auxiliares, a saber: acortamiento de la línea de agua de alta presión, empalme y asentamiento del hidromonitor, sus consolas de control y la estación de bombeo de aceite. Se coloca una protección con dos puntales en el punto donde el nivel tiene que mantenerse - abierto para el corte del próximo pilar.

Usando esta técnica y el hidromonitor GMDZ-3 m, se han producido 1 Mt/año desde 1974-77; el promedio diario de producción fue de 4.000 a 5.000 t. El relevo record de un frente de trabajo, usando los hidromonitores 12 GD-2, fue de 115 t/jornal arranque. Las pérdidas no exceden de 15-20%.

Estas producciones y costos favorables fueron conseguidos resolviendo los siguientes problemas de ingeniería:

- Racionalización de los trabajos para producción y desarrollo.
- Mantenimiento de un número económico de puntos de producción de reserva.
- Optima secuencia de la extracción de pilares, requiriendo el desarrollo del óptimo dimensionado de los distritos de trabajo.
- Adecuado suministro de agua a alta presión en los desarrollos y corte de pilares, así como aprovechar al máximo el agua y mantener constantes los valores teóricos para la presión de agua y caudal.
- Estricto cumplimiento de los programas de mantenimiento de equipos y cumplimiento de los requisitos de seguridad.

b) Cámaras y pilares según pendiente:

Donde existen capas de poca pendiente se trabajará con este sistema de arranque con una sola ala, usando unidades simples de extracción con máquinas de arranque mecánico-hidráulicas o hidromonitores. El área de trabajo se rodea con galerías de ventilación, colectoras y paralelas, todas ellas con secciones en arco (Fig. 3). Los niveles, de unos

600 m de longitud, se trazan desde las galerías colectoras - según la inclinación de la capa. Los recortes de ventilación se trazan cada 15 ó 20 m. Todas las galerías de avance se llevan con K.56MGM ó GPKG, máquinas de cabeza de corte selectivo.

Si el arranque también se hace con cabeza de corte selectivo, el ancho del pilar se establece en 6,5 m. Finalmente, las máquinas ejecutan un nicho establecido hacia el hundimiento del pilar contiguo, tomando toda la potencia de la capa. Mientras la máquina se retira hacia atrás, se arranca parte del reborde de carbón dejado en el lado superior y ampliando el hueco de 4 a 6 m; la anchura permitida está determinada en cada caso según las condiciones de seguridad del corte de apertura del pilar. El carbón arrancado con la cabeza de corte, se transporta por medio de agua a presión a lo largo del suelo del nivel hasta el canal de la galería colectoras. Cincuenta años de experiencia han demostrado que, aún con carbón muy duro, es posible alcanzar por relevo 55 t/jornal, con pérdidas de carbón del 17 al 22%.

Si en este sistema se emplean hidromonitores de minado simple, en lugar de cabezas de corte selectivo, el pilar puede ser de hasta 15 m.

Existe mayor potencia por el sistema de usar los hidromonitores trabajando en las dos alas del pilar (Fig. 4). Colocado el monitor en el nivel, trabaja a ambos lados, arrancando la mitad de la anchura de cada pilar. La otra mitad se arranca con el hidromonitor desde el nivel siguiente.

3.2.3. Equipamiento:

Los principales elementos de los equipos para las hidro

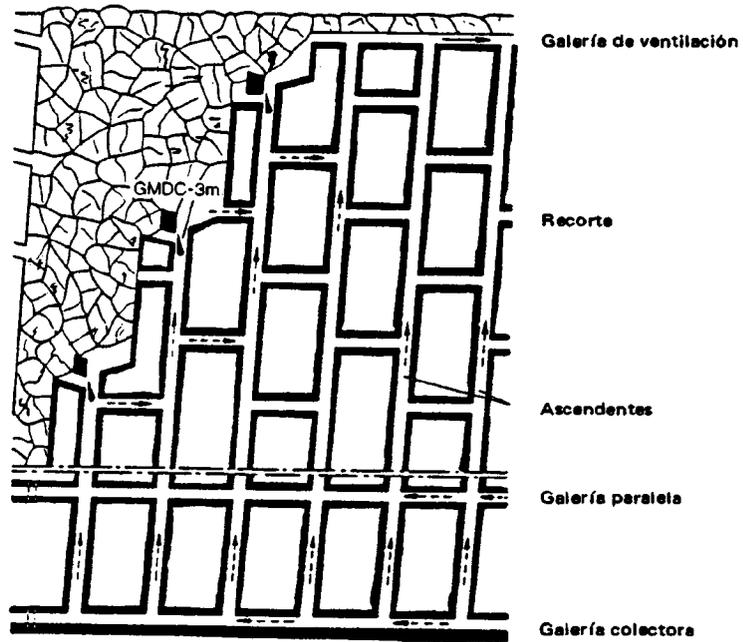


Figura 4.— Pilares ascendentes, en dos alas.

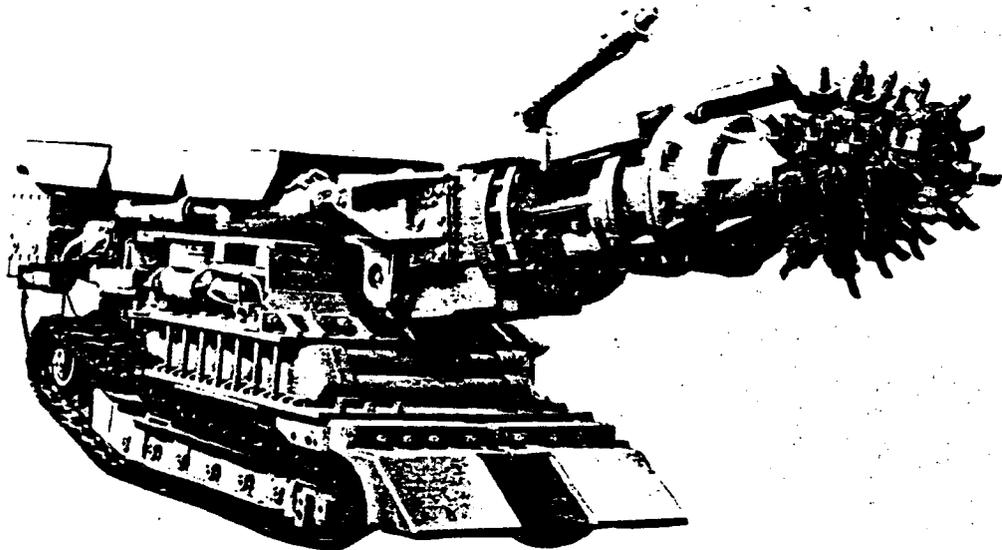


Figura 5.— Minador "mecánico-hidráulico" de ataque puntual GPKG-K.

minas son: hidromonitores, máquinas de arranque mecánico-hidráulico, bombas para suministrar agua a alta presión a los hidromonitores, bombas para impulsar el carbón desde los sumideros de las zonas de trabajo hasta las de los pozos y bombas de elevación de las mezclas carbón-agua a través de los pozos.

El hidromonitor GMDZ-3 m, de control remoto, se usa para arrancar carbón hidromecánicamente, donde las capas de carbón son mayores de 0,8 m de potencia y más de 6° de pendiente. Para los arranques propuestos, este monitor trabaja carbonos de dureza 0,8 a 1 en la escala Protodiakonov, con más de 50 t/h. La presión de trabajo es de 120 at., y el caudal hasta 150 m³/h. Sin la bomba de aceite y la consola de control remoto 12 GD-2 se usa en capas medias y anchas, preferiblemente de fuerte pendiente. Puede usarse para extracción de pilares de carbón de hasta 15 m por encima del subnivel. El monitor ha producido 70 a 100 t/h cortando carbón del tipo 0,8 a 1 de la escala Protodiakonov, con 120 at de presión de trabajo y el agua necesaria hasta 400 m³/h de caudal. Sin la bomba de aceite, el hidromonitor pesa 300 Kg.

Las máquinas de arranque mecano-hidráulico, GPKG, Ural-38, GPKG-K, K-56MG, de cabeza de corte selectivo, se usan en la mecanización del arranque en trabajos de cámaras y pilares en hidrominas (0,9 a 3,5 m de potencia, hasta buzamientos de 20°), y para trazar galerías en carbón y en rocas semiduras. El rendimiento teórico de arranque llega a 3 t/min. El carbón se arranca con cabezal de corte cónico, y se evacua a lo largo del muro por medio de agua.

Estas máquinas pueden emplearse para cortar cualquier perfil de galería. Trabajan donde existe peligro de explosión de polvo o desprendimiento de metano, y pueden equiparse con una

turbina de agua antideflagrante aspirante a través de la cabeza de corta. Va equipada con orugas y bomba de aceite.

La máquina de arranque mecano-hidráulico GPKG-K tiene mayor potencia (Fig. 5). Su característica especial es que está equipada con hidromonitor de doble tobera, que permite arrancar el carbón mecánicamente, y también soltarlo con agua a alta presión.

3.2.4. Ventajas de la minería hidráulica:

Usando las técnicas desarrolladas en la URSS para los sistemas de arranque y transporte y los equipos diseñados, es posible laborar hidráulicamente con todas las capas llanas, semipendientes y pendientes, incluyendo las que presentan condiciones difíciles de estratificación, peligros de explosión de polvo o de grisú. Los resultados por relevo pueden doblarse o triplicarse en comparación con los de las explotaciones llevadas en las mismas capas por medios convencionales.

En el estado actual de desarrollo de la minería hidráulica, los mineros no necesitan estar siempre en el tajo o frente. Por ello la relación de accidentes en esta minería es un 40% inferior a la convencional. Desde que se cambió a esta sistema no se produjo un fuego o una explosión de metano o polvo de carbón.

Una de las principales ventajas de la tecnología hidráulica es su adaptabilidad universal. De ningún modo excluye el uso de las técnicas convencionales de alto rendimiento en condiciones favorables. Una combinación de un equipo de avance totalmente mecanizado y transporte hidráulico, permite alcanzar una producción media diaria de 3.000 a 3.500 t, siendo el rendi

miento por hombre y mes de 1.300 a 1.500 t. Al mismo tiempo puede abandonarse el uso de cintas y páncores, con un siministro - anual más bajo y con menos pérdidas de tiempo, por eliminar la posibilidad de los fallos en los transportes.

3.3. Cuenca del Kusnezsk

Es la segunda en importancia de la Unión Soviética, después de Ucrania.

Su ubicación puede apreciarse en la Fig. 1. La superficie total con reservas carboníferas en Kuzbass es de 27.000 Km². Las reservas reconocidas son 725.000 Mt, de las cuales 67 Mt están por encima de los 600 m y 12.000 Mt pueden explotarse a cielo abierto.

Esta enorme cantidad de reservas comprende yacimientos de todas clases. Capas horizontales, inclinadas y verticales, con potencias de 0,8 a 25 m y, en el caso de las capas de fuerte pendiente, con toda clase de fallas, esterilidades e irregularidades tectónicas. (Fig. 6)

En todo el Kuznetzk hay 80 explotaciones subterráneas y 18 a cielo abierto, que producen un total de 162 Mt/a.

Dentro de esta cuenca, la zona de Prokopjewsk-Kiselewsk que visitó nuestra delegación, explota capas inclinadas y verticales de media y gran potencia, con una gran densidad de capas dentro de cada paquete, y difíciles condiciones de explotación por ser zona con muchos pliegues y fallas, golpes de techo, proyecciones de gas y carbón e incendios espontáneos, semejante por tanto a los yacimientos de la Hullera del Aller.

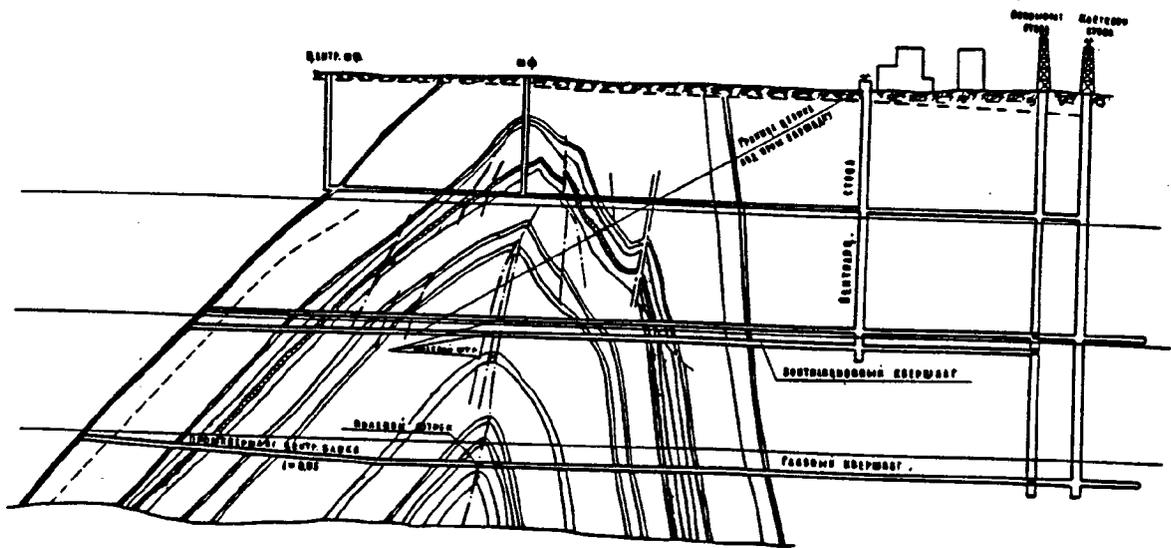


FIG. 6 - Corte del yacimiento de las
 minas Siminca y Tirjanskaya

En el período 1971-75. se obtuvieron en las hidrominas de la cuenca del Kusnezsk 27,5 Mt, con un rendimiento medio por hombre y mes de 152 t (6.000 Kg/jornal), que es el doble del rendimiento medio de la cuenca.

El lugar de asentamiento de nuestra delegación fue la ciudad de Nowokusnezsk, fundada en 1931, y que actualmente cuenta con medio millón de habitantes.

3.4. Centros de investigación de hidrominería

El 27 de Enero fue recibida la delegación española en la Dirección de la Cuenca Nowokusnezsk - Prokopjevsk.

Su Director General, A.E.Gontov, expone que el Instituto Gidrougol trabaja en contacto con 6 minas, que en total producen 11 Mt/año, de los que 6 Mt/a proceden de hidrominas. Añade que existen también hidrominas en otras cuencas (Donetz) y que se proponen implantarlas a otras (Karaganda).

De las 6 minas que se ocupa directamente el Instituto, dos son de capas verticales (2,1 Mt/a), una de capas inclinadas (0,5 Mt/a) y tres de capas de poca pendiente (3,4 Mt/a). La potencia de las capas explotadas en las hidrominas es de 0,8 a 25 m.

Hizo referencia a los escudos hidráulicos descendentes objeto de la segunda parte de nuestro estudio, diciendo que sólo en 7-10% de las minas tienen condiciones para su aplicación, pues exigen una gran regularidad en la potencia de la capa; en cambio, el método hidromecánico es de aplicación mucho más general.

La entrevista con el Sr. A.E.Gontov fue muy breve, y la consecuencia más inmediata de ella es que si la técnica hidrominera lleva en el Kusnezsk más de 25 años, ya que los primeros ensayos se hicieron en esta cuenca en 1941 en la capa Gorely del pozo Kalinin 7, las primeras hidrominas aparecieron ya en 1954, y siendo su aplicación posible en capas de 0,8-25 m de potencia y pendientes de 4-9°, y el sistema poco sensible a irregularidades del yacimiento, resulta extraño que de los 162 Mt/a que produce el Kusnezsk sólo se hayan programado para el arranque hidromecánico 27,5 Mt/a (17%) en el 10º Plan Quinquenal (1976-80).

A continuación la delegación española se trasladó al Instituto Gidrougol II, donde se encuentran los talleres y laboratorios de ensayo de los prototipos.

Fué recibida por el Director S.P.Kostovieski, quien comienza explicando qué es una hidromina y que las actividades del Instituto se extienden a todos los procesos que tienen lugar en una hidromina, como son:

- Labores de acceso y trazado en capa.
- Arranque hidráulico (monitores).
- Transporte (tuberías alta presión, de turbio, bombas)
- Deshidratación (cribado, ciclonado de finos).
- Transporte hidráulico a centrales térmicas.
- Construcción de máquinas y accesorios.
- Proyectos, selección de maquinaria, puesta en marcha.

Termina afirmando que la productividad de una hidromina es de 2,5 a 3 veces superior a la que tendría una mina convencional de las mismas características.

En resumen, no se oyó más que las cosas generales y su-

perficiales que pueden decirse sobre la hidrominería, y que vienen escrita en cualquier prospecto de propaganda sobre ésta.

Se le preguntó si tienen trazados de hidromina en el que el arranque no sea con hundimiento del vacío dejado por el carbón, sino con relleno de éste, cosa importante para aplicación de este método en HUNOSA, donde un sistema de arranque de capas anchas sin relleno podría afectar a instalaciones en superficie (carreteras, ciudades, líneas férreas, etc.) haciéndolo inviable. Su respuesta fue que disponen de varios trazados de hidromina para arranque con relleno, pero no se consiguió entender cómo son esos trazados.

Por la tarde fue mostrada una exposición de monitores, desde los modelos primitivos hasta los actuales: el GMDZ-4 para capas estrechas y el 12GP-2 para capas de media potencia. Para capas anchas se exponía un monitor automóvil sobre orugas. Todos ellos eran accionados a distancia, e incluso se exhibió un mando a distancia con movimientos programados del monitor (*).

Desde el punto de vista de la delegación, la visita al Instituto no tuvo mucho interés, porque se restringió exclusivamente a los monitores, que es sólo uno de los puntos clave de una hidromina, pero no el único ni el principal, y el hecho de que sus movimientos fuesen o no programables es un aspecto secundario cuando lo que se trata de determinar es si el sistema hidromecánico puede sustituir con ventaja al sistema convencional de la mina seca.

Han quedado sin respuesta satisfactoria varias cuestiones, que se tratan expresamente en un capítulo posterior.

(*) Figuras 7 y 8

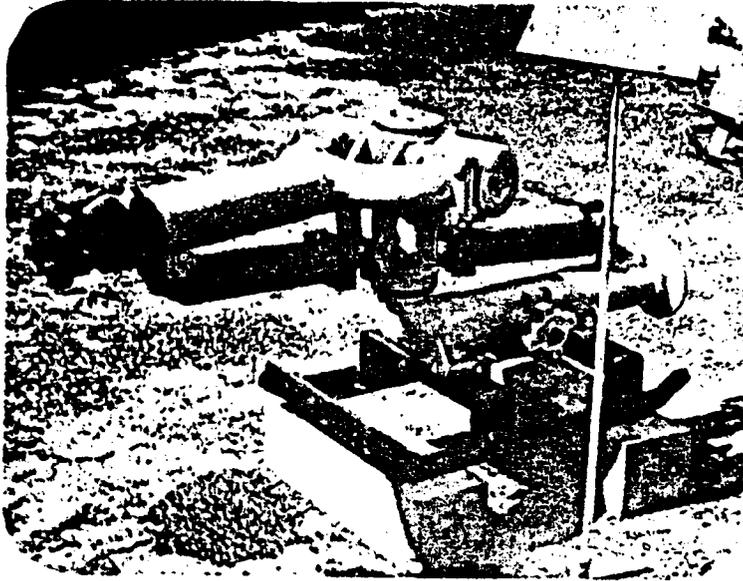


FIG. 7 - Hidromonitor GMDZ-4

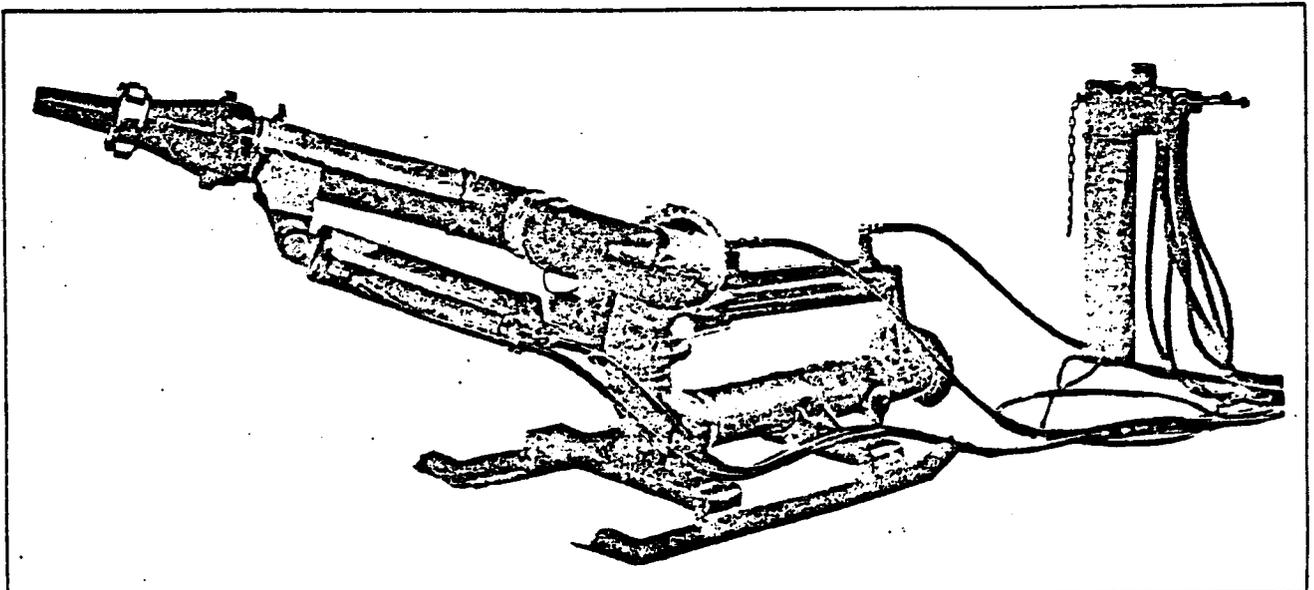


FIG. 8 - Hidromonitor 12GD-2

3.5. Visita a la Mina Tirnjanskaya

Está ubicada en la ciudad de Prokopjevsk, a unos 45 Km de Nowokusnezsk.

La mina fue fundada en 1953 y explota un paquete de 26 capas, con potencias que van de 0,7 a 20 m, verticales y con un contenido de grisú de 6,5 m³ de metano por tonelada de carbón. La capas anchas tienen tendencia a la combustión espontánea.

De 1953 a 1977 se explotó como mina seca, aunque ya se hicieron ensayos de arranque hidromecánico empleando monitores con 30-40 bar de presión.

En 1977 entra a formar parte del conjunto de minas que el Instituto WNII Gidrougol desarrolla en la técnica hidromecánica, y comienza a trabajar con agua a 120 bar y según las directrices dadas por el Instituto. El resultado es que la producción conseguida en hidromina en 1981 es de 1,2 Mt/año, seis veces superior a la que la mina tenía en 1975 (200.000 t/año).

La mina explota tres cuarteles, con una producción media de 1.250 t/día por cuartel, o sea 3.750 t/día en el pozo. La profundidad de extracción es de 300 m.

En cada cuartel trabajan en conjunto 60-70 obreros a todos los relevos, por lo que la productividad del cuartel es alta: 20 t por hombre y relevo.

Se programaron para visitar 2 capas con potencias aproximadas de 1,80 a 2 m y 58-65° de pendiente, y carbón limpio - de techo a muro, con dureza 1,2 de Protodiakonov.

El trazado es normal en hidrominas de capas verticales:

chimenea sobre máxima pendiente a tres calles (personal, descenso de turbio agua-carbón, subida de madera, materiales y tuberías), y subniveles en carbón a 40, a ambos lados, de 150-200 m. Los subniveles iban entibados con cuadro de madera, y por el suelo una tela metálica sobre la que se colocaban las secciones de los canales (1,50 x 0,60 x 0,15) que empalmadas forman el canal de descenso de turbio. (Fig. 9).

Llama la atención la escasa profundidad de las chapas, que puede ser un inconveniente si en un momento dado deben descender del frente costeros procedentes de los hastiales o de una falla.

Los pilares horizontales entre subniveles tienen una altura de 8 m. La tela metálica en el suelo del subnivel tiene por objeto evitar que se mezclen los costeros del hundimiento del pilar superior, cuando se esté arrancando, en retirada, con el monitor, el pilar inferior.

El primer frente visitado estaba preparado especialmente para nuestra visita y no era frente en explotación, lo cual no tiene nada de extraño, teniendo en cuenta que la visita era muy numerosa.

El primer monitor tipo GMDZ-4 estaba al extremo de un subnivel de 50 m con el frente en carbón, y comenzaba el arranque del pilar superior, en retirada. Estuvo en marcha 20-25 minutos, y el volumen arrancado fue de 4 m³. Aunque las condiciones en que trabaja el monitor son difíciles, porque al comenzar el arranque de un pilar el carbón no tiene amplia superficie de salida, no obstante el resultado es algo pobre.

La segunda capa, equipada con un monitor tipo 12GP-2, estaba ya en un macizo que se estaba arrancando en retirada. El

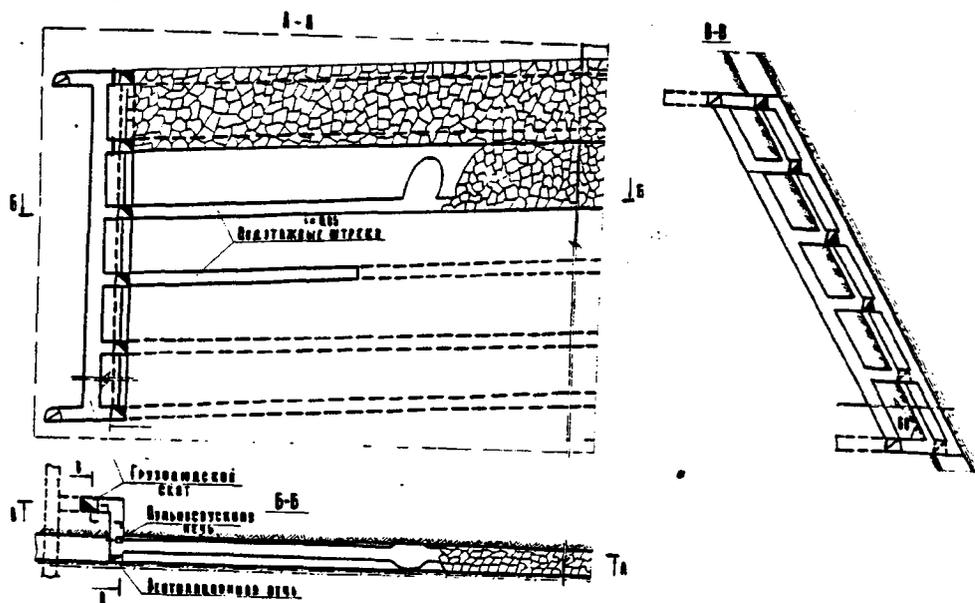


FIG. 9 - Sistema de explotación por minería hidráulica y hundimiento por subniveles.

monitor derribó los postes de la entibación, que atascaron la entrada de carbón a los canales y que fue necesario apartar con el monitor en marcha. La operación no ofrece peligro, y los postes se apartaron con ganchos ya preparados, lo que prueba que la operación es rutinaria. En una capa más estrecha esta operación debe ser más difícil.

El transporte en los subniveles de madera y chapas no parece estar mecanizado. El carbón baja por pozos según máxima pendiente, conducido en tubos de unos 600 mm, hasta el pie de cuartel. Llevan otro pozo paralelo para servicios.

La separación agua-sólido a pie de cuartel es muy simple: el turbio que desciende por los canales cae sobre un transportador blindado, cuya chapa de base está sustituida, en tramos, por una rejilla Hermann con rendija de 3 mm. Los granos (+3 mm) se cargan en vagones de 3.000 l y se extraen de forma convencional. Los finos (-3 mm) pasan directamente a unas bombas centrífugas que los bombean a pie de pozo.

En conjunto, la visita no ha aportado ningún conocimiento nuevo, y por la parquedad de datos suministrados, todos de forma oral, y lo reducido de la visita, resulta difícil dar un juicio sobre el grado de tecnificación de la hidromina siberiana, que parece inferior a otras anteriormente visitadas.

3.6. Cuestiones planteadas

3.6.1. Dureza del carbón:

El Sr. Kostovieski, Director del Instituto de Investigación Hidráulica de Nowokusnezk, indicó que hasta 2,5 de dureza

en el índice Protodiakonov (350 Kg/cm^2), son arrancables, pero sería conveniente conocer cuál es, en estos casos extremos de dureza, la cantidad de m^3 de agua a 100 bar, que es necesario emplear para arrancar 1 m^3 de carbón, y ello tanto en el arranque de un pilar como en el caso, creemos que más difícil, del frente de una galería (subnivel o sobreguía) en carbón.

Concretamente se desea saber los metros cúbicos de agua a alta presión (12 bar) que son necesarios para deshullar 1 m^3 "in situ" de carbón en función de la dureza Protodiakonov de éste, y ello tanto en pilares como en el avance de subniveles.

Es claro que otros parámetros como fragilidad, exfoliabilidad, intercalaciones de estériles, etc., influyen en estos resultados, pero se considera que su influencia es de segundo orden, y por ello bastaría con cifras aproximadas de la relación agua proyectada a carbón arrancado, en función de la dureza de éste en ambos casos: arranque de pilares y avance de galerías - en carbón.

3.6.2. Consumo de energía en hidromina:

Dado el alto costo de la energía en España y el bajo precio de ella en la Unión Soviética, conviene aclarar con precisión los consumos de energía en los distintos procesos que tienen lugar en una hidromina, para así prever la incidencia que la implantación de un arranque hidráulico o un transporte o extracción hidráulicos, pueden tener en una mina española.

Según el Sr. Kostovieski, un consumo medio total de energía en una hidromina es de 35 KWh/t.

Se desearía saber si esa energía se refiere solamente al

arranque con monitor o incluye también el bombeo horizontal hasta pie de pozo y el bombeo hasta superficie de la fracción que se transporta y extraiga hidráulicamente, o es una cifra global para toda la mina, que incluye además la energía que consume la red de aire comprimido y la red eléctrica normal de alumbrado - de potencia. Aún refiriéndose sólo al monitor, parece pequeña.

En la mina Tirnjanskaya, sobre dos capas con una dureza Protodiakonov de 1,2, se vió trabajar a los monitores GMDZ-4 y al 12GP-2. En aproximadamente 20 minutos de funcionamiento interrupto se produjo un deshullamiento máximo de 4 m³ de carbón "in situ" (5,2 t). Si el monitor trabajó a 100 bar proyectando 300 m³/h de agua, el consumo específico de agua a 100 bar (120 bar en la bomba) fue de 18 m³/t, y la energía correspondiente, a la entrada de la bomba, 90 KWh/t.

Como la diferencia entre el dato comunicado (35 KWh/t) como consumo energético de una hidromina y el verificado de la energía necesaria sólo para el arranque (90 KWh/t) en la exhibición realizada en Tirnjanskaya es tan grande, y siendo este punto del coste energético decisivo, ya que un proceso que puede ser rentable en la Unión Soviética por su bajo precio de la energía puede no serlo en España, conviene precisar a qué se refiere el consumo energético comunicado.

3.6.3. Avance de galerías en carbón:

El avance de los subniveles o galerías en carbón, cuando la capa es suficientemente ancha para alojar una máquina sobre orugas tipo K-56 MG, GPKG, Ural 38, GPKG-K, ha quedado claro. Por desgracia, sólo raras veces se encuentran en las hulleras españolas estas capas. Nuestro interés se centra en capas

de 0,80 - 2 m, donde una fresadora como las anteriores debería cortar pizarras o areniscas de los hastiales para poder abrirse camino.

En estas capas de 0,80 a 2 m, si se avanzan sólo en carbón y éste se arranca con monitor, deseamos saber los avances - medios por relevo, según la dureza del carbón.

En el caso de producirse una falla o estrechamiento de la capa que haga necesario disparar, se desea saber cómo se haría la evacuación de los bloques de piedra producidos. Los canales de evacuación del carbón parecen poco profundos, por lo que los bloques de piedra deberían triturarse bastante antes de entrar en los canales, de lo contrario no quedarían suficientemente sumergidos en el agua, y su arrastre sería difícil en los 4°-5° de pendiente de los canales.

3.6.4. Hidrominas con relleno:

Todas las hidrominas visitadas hacen el arranque de carbón con hundimiento del vacío producido. Esto provocará daños en superficie, sobre todo si se trata de capas potentes.

Parte del yacimiento de HUNOSA situado en la Cuenca Central de Asturias, está debajo de edificios urbanos o rurales, - vías férreas, carreteras y canalizaciones de ríos o arroyos que pudieran ser afectados, por lo que una explotación por hundimiento como la hidromina o los complejos ASHA ó AMSHA, queda excluída "a priori" de una cierta área del actual campo de explotación de HUNOSA.

Convendría saber si entre los distintos trazados de hidromina que el WNII Gidrougol estudia, tiene alguno que permita el arranque con monitor y al mismo tiempo el relleno del vacío producido.

3.6.5. Degradación granulométrica:

Como todavía los granos del carbón (10-60 mm) se venden a precios 40% superiores a la mezcla de térmicas (0-10 mm) conviene conocer las cifras de pérdidas de granos del turbio que baja por los canales al ser bombeados por una bomba centrífuga para su transporte horizontal hasta boca de pozo o su extracción.

Si se producen muchos finos será también necesario ampliar la capacidad de tratamiento de éstos en el lavadero, y por eso conviene saber en qué proporción va a producirse este aumento de finos.

3.6.6. Tratamiento del turbio en interior:

En Tirnjaskaya cortan a 3 mm y cargan el +3 mm en vagones de 3.000 l. El turbio se bombea con bomba de lodos horizontalmente hasta una estación, que se supone se encuentra a pie de pozo, pero que no pudo verse.

Convendría saber si en esta estación se bombea al exterior todo el turbio que les llega, o hacen un espesado de sólidos y un clarificado de aguas en interior. Si es así, cuál es el volumen de excavación necesario para alojar las cribas o ciclones, depósitos clarificadores o baterías de ciclones y bombas de alta presión, en el caso de una hidromina de 2000 t/d.

3.6.7. Red de agua a alta (120 bar) y baja presión:

Por ser esta red con sus accesorios (válvulas y acoplamientos) específica para una hidromina, y por tanto suponemos

de alto coste, conviene saber su resistencia aproximada al desgaste.

En concreto, en la red de baja que transporta el turbio agua carbón, cuál es la proporción de agua sólido y la velocidad del turbio más recomendable, y cuál es la duración de las tuberías en función de las toneladas de sólido transportado.

En cuanto a la red de alta presión, cuál es el contenido de sólido (gr/l) del agua que se envía a los monitores, cuál la velocidad más conveniente y la duración de las toberas de los monitores expresada, por ejemplo, en horas de funcionamiento.

3.6.8. Hidrominería de capas estrechas:

Como a pesar de nuestro expreso deseo de visitar capas de potencia inferior a 1,50 m arrancadas con hidromonitor, las dos capas visitadas en Tirnjanskaya eran de 2 m de potencia, se desea conocer el tonelaje realmente arrancado, utilizando hidromonitores, en los tres últimos años en la Unión Soviética, de capas de potencia inferior a 1,50 m.

ANEXO II

BIBLIOGRAFIA

C. RAMBAUD - MINERÍA HIDRÁULICA DEL CARBÓN.
COMUNICACIÓN Nº 14 A LA SECCIÓN II DE LAS 3AS JORNADAS MINERO
METALÚRGICAS DE GIJÓN. AÑO 1966.

ALEMANIA OCCIDENTAL

SCHWARZ W. - HIDROMECHANISCHE KOHLENGEWINNUNG UND HIDRAULISCHE
FÖRDERUNG ANF DER ZECHEN VEREINIGTE POERTINGSIEPEN - CARL FUNFE
GLÜCKAUF Nº 21. OCTUBRE 1973.

HARNISCH, H. - MÖGLICHKEITEN DER HYDRAULISCHEN FÖRDERUNG UND
DER HYDROMECHANISCHEN GEWINNUNG. GLÜCKAUF Nº 1. ENERO 1974.

PRETTIN, W. - DER PFEILERBRUCHBAU MIT HYDROMECHANISCHER GEWIN-
NUNG ANF DER ZECHEN VEREINIGTEN POERTINGSIEPEN - CARL FUNKE.
GLÜCKAUF Nº 4. FEBRERO 1974.

BENEDUN W Y OTROS - THE DEVELOPMENT AND PERFORMANCE OF TWO HY-
DROMECHANICAL LARGE-SCALE WORKING SIN THE WEST GERMAN. COAL
MINING INDUSTRY. PAPER F. 2 SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
JET CUTTING TECHNOLOGY. ABRIL 1974. CAMBRIDGE.

HARNISCH, H. - WASSER ALS ARBEITS UND TRANSPORTMEDIUM IN BERG
BAU. GLÜCKAUF Nº 24. DICIEMBRE 1976.

GELLER Y HARGER - TRANSPORTE HIDRÁULICO DE CARBÓN BRUTO. ENSA-
YOS A ESCALA DE EXPLOTACIÓN EN LA MINA GNEISENAU (NO PUBLICADO)
DOCUMENTO EN ESPAÑOL FACILITADO POR CARENA, S.A. - AÑO 1976.

BACHSTROEM, R. - DIE IMBETRIEBNAHME DER HYDROGRUBE HANSA.
GLÜCKAUF Nº 1 - ENERO 1978.

HARNISCH, H. - WASSER ALS ARBEITS UND TRANSPORTMEDIUM BEI DER
GEWINNUNG MINERALISCHER ROHSTOFFE. GLÜCKAUF Nº 20. AÑO 1978.

JORDAN, D. - HYDROMECHANICAL WINNING AND HYDRAULIC CONVEYING.
COAL INTERNATIONAL SUPPLEMENT. ABRIL 1979.

SIEBERG, H. - BETRIEBSERFAHRUNGEN MIT DER HYDROTECHNIK AUF
DER HYDROGRUBE HANSA. GLÜCKAUF Nº 18. AÑO 1980.

SIEBERG, H. - DER STAND DES HYDROBERGBAUS IN DER WELT.
GLÜCKAUF Nº 5. AÑO 1982.

CANADA

PARKES D. Y GRIMLEY - ARRANQUE HIDRÁULICO DEL CARBÓN EN
CANADÁ. COMUNICACIÓN III-14. IX CONGRESO MUNDIAL DE MINERIA.
DÜSSELDORF. MAYO 1976.

PARKES D. Y LINDSAY J. - HYDRAULIC TRANSPORTATION AND DEWATE-
RING OF COAL. TRANSACTIONS VOL. 262. SOCIETY OF MINING ENG.
AIME. MARZO 1977.

PARKES D. - HISTORY OF HYDRAULIC MINING AT KAISER AND FUTURE
PROJECTIONS. 1º INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THICK AND STEEP
SEAM COAL MINING. MAYO 1980. LONDRES.

STRONESTREET N. - THE PANEL Nº 6. PROYECT: LATEST DEVELOP-
MENTS IN HYDRAULIC COAL MINING AT KAISER RESOURCES LTD.
80TH ANNUAL GAL. MEETING OF CANADIAN INSTITUTE OF MINING AND
METALLURGY VANCOUVER, B.C. ABRIL 1980.

PEASE N Y GRIMLY A. - ELECTRO-MECHANICAL FEATURES ASSOCIATED WITH THE NEW UNDERGROUND HYDRAULIC COAL MINE DEWATERIN COMPLEX. 80TH ANNUAL GAL. MEETING OF CANADIAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY VANCOUVER, B.C. ABRIL 1980.

JEREMIC M. - HYDRAULIC MINING: POSSIBLE METHOD FOR ROCKY MOUNTAIN COAL. MINING MAGAZINE. OCTUBRE 1979.

JACKSON D. - HYDROMINING COMES OF AGE AT KAISER COAL AGE. NOVIEMBRE 1980.

JEREMIC M. - EFFECTS AND CONSTRAINTS OF GEOLOGICAL FACTORS ON HYDRAULIC MINING. COLLIERY GUARDIAN. DICIEMBRE 1980.

SCHNEIDERMAN S. - THERE'S MORE TO B.C. COAL'S SPARWOOD OPERATION THAN JUST HYDROMINING. WORLD COAL. JULIO 1981.

JAPON

WATANAPU Y. - ESTUDIO DEL ARRANQUE HIDRÁULICO DEL CARBÓN EN LAS HULLERAS. NIPPON KOGY OKAI-SHI. JULIO 1967.

OUTLINE OF SUNAGAWA MINE. MITSUI COAL MINING.
MARZO 1978 Y MAYO 1980.

OTSUKA T. - HYDRAULIC MINING AT SUNAGAWA. COAL MINE.
40 JOINT MEETING MMIJ - AIME 1980, TOKYO.

CHINA

LEJON M. - THE LU-CJA-TO COAL MINEA. MINING MAGAZINE.
ENERO 1974.

GHOSE A. - HYDRAULIC COAL MINING IN CHINA. COLLIERY GUARDIAN
COAL INTERNATIONAL. ENERO 1980.

ZHANG M. Y MENG Z. - EXAMPLES OF HYDRAULIC MINING IN STEEPLY
INCLINED COAL SEAMS IN CHINA. FIRST INT. SYMPOSIUM THICK AND
STEEP SEAM COAL MINING. WORD COAL. LONDRES. MAYO 1980.

U.R.S.S.

EKBER, B. Y GORBACHEW, A. - HYDROMECHANISCHE KOHLENGEWINNUNG
INDER SOWJETUNION. GLÜCKAUF Nº 10. AÑO 1977.

GONTOR, A. - HYDRAULIC MINING. A REFINED AND GROWING TECHNOLOGICAL ART. WORLD COAL. JULIO 1977.

KOLESNIKOV, V. - HYDRAULIC MINING OF THICK AND STEEP COAL SEAMS IN THE SOVIET UNION. FIRST INT. SYMPOSIUM ON THICK AND STEEP SEAM COAL MINING. LONFRES, MAYO 1980.

EKBER, B. - THE STATE OF THE ART. OF HYDRAULIC MINING IN THE U.R.S.S. GLÜCKAUF Nº 4. AÑO 1981.

U.S.A.

COOLEY, W. - SURVEY OF UNDERGROUND HYDRAULIC COAL MINING TECHNOLOGY. USBM CONTRACT REPORT Nº H0242031, TERRASPACE INC. OCTUBRE 1975.

LINK, J. - FEASIBILITY OF HYDRAULIC TRANSPORTATION IN UNDERGROUND COAL MINES. USBM CONTRACT REPORT Nº H0133037. COLORADO SCHOOL OF MINES. MAYO 1975.

CHATTERTON, N. DEVELOPMENT OF A SAFER, MORE EFFICIENT HYDRAULIC BASED TECHNIQUE FOR RAPID EXCAVATION OF COAL, ROCK AND OTHER MINERALS. USBM CONTRACT Nº H0232062, TELEDYNE BROWN ENG. CO. ABRIL 1975.

SUMMER, D Y BARKER, C. - THE DEVELOPMENT OF A WATER JET MINING MACHINE FOR COAL EXTRACTION. CAPÍTULO 23 RETC. AÑO 1976.

FUN-DEN WANG Y MILLER, R. - HIGH PRESSURE WATER JET ASSISTED TUNNELING. CAPÍTULO 34, RETC. AÑO 1976.

SUMMER, D. - THE USE OF HIGH PRESSURE WATER JET IN THE MINING INDUSTRY. COLLIERY GUARDIAN INTERNATIONAL. OCTUBRE 1978.

SUMMER, D. - TESTING OF THE PROTOTYPE HYDROMINER IN A SURFACE COAL SEAM. MINING ENGINEERS SUF. M.M. ABRIL 1979.

SUMMER, D. - RECENT ADVANCES IN WATER JET COAL MINING. COLLIERY GUARDIAN. SEPTIEMBRE 1979.

SUMMER, D. Y OTROS - WATER JET DRILLING HORIZONTAL HOLES IN COAL. MINING ENGINEERING. JUNIO 1980.

SAMPLES, R. - HYDRAULIC TRANSPORTATION SYSTEM TO CARRY COARSE COAL FROM THE MINE FACE TO THE PREPARATION PLANT. GLÜCKAUF Nº 10. MAYO 1982.

VARIOS

FDEZ. VILLAVERDE, J.I. - LA HIDROMINERÍA DEL CARBÓN. INDUSTRIA MINERA Nº 178. OCTUBRE 1977.

WEEKS, P Y CARR, T. - HYDRAULIC MINING. COLLIERY GUARDIAN ANNUAL REVIEW. AGOSTO 1977.

COOK, N Y HARREY V. - COMPAISON DE DIVERS PROCÉDES D'EXCAVATION DES ROCHES: MECHANIQUES, HYDRAULIQUES, THERMIQUES ET ELECTROMAGNETIQUES. ADVANCE IN ROCH MECHANICK. DENVER 1974.

VARNIER, F.C. - LES JETS COUPANTES A HAUTE PRESSION. INDUSTRIE MINERALE. ENERO 1978.

FDEZ. VILLAVERDE, J.I. - UN ENSAYO DE HIDROMINA. INDUSTRIA MINERA 198.

WOOD, A. - LESS CONVENTIONAL NUCLEAR GROUND COAL MINING.
CAP. 4. HYDRAULIC MINING BY MONITOR. CAP. 5 HYDRAULIC
MINING. REPOR Nº ICTIS/TR12. IEA COAL RESEARCH,
LONDRES. SEPTIEMBRE 1980.

COMUNICACIONES PRIVADAS

HUNOSA - ARRANQUE Y EXTRACCIÓN HIDROMECÁNICA. APLICACIÓN MINA
FORTUNA DEL POZO SANTA BÁRBARA DE TURÓN. INFORME DE LA MON-
TANN CONSULTING GMBH. JUNIO 1982.

HUNOSA - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE ARRANQUE HIDROMECÁNICO.
DEPARTAMENTO INVESTIGACIÓN Y ENSAYO. MAYO 1974.

FDEZ. VILLAVERDE, J.I. - MECANIZACIÓN DE LAS MINAS DE CARBÓN
DEL RHUR Y SARRE. APLICACIONES A LA CUENCA CENTRAL ASTURIANA.
HUNOSA - FUNDACIÓN INI. FEBRERO-MARZO 1976

HULLERAS DE SABERO Y ANEXAS, S.A. - ESTUDIO PARA COMPARAR LA
PRODUCTIVIDAD DE VARIOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN: RAMPONES,
TESTEROS, PLANTAS HORIZONTALES, ARRANQUE HIDROMECÁNICO.
DICIEMBRE 1976.

HULLERAS DE SABERO Y ANEXAS, S.A. - INFORME DE LA VISITA EFEC-
TUADA A LA MINA HANSA, POR L. MANZANARES Y A. GULLÓN.
JULIO 1978.