

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y
APLICACIÓN DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN
HIDRÁULICA TIPO DIAMANTINA”**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

JUAN CARLOS JAVE ZUTA

PROMOCION 92-I

LIMA-PERU

2002

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PRÓLOGO	1
OBJETIVOS	4
CAPÍTULO I INTRODUCCION	5
CAPITULO II FUNDAMENTOS SOBRE PERFORACION	15
2.1 Historia y antecedentes	16
2.2 Técnicas de investigación	18
2.3 Minerales y rocas	20
2.4 Métodos de perforación	23
2.5 Clasificación de los equipos de perforación	25
2.6 Descripción de funcionamiento del equipo de perforación diamantina	32
2.7 Consideraciones técnicas en el uso de perforación diamantina	37
2.8 Limitaciones del mercado	40
CAPITULO III SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PERFORACION DIAMANTINA	42
3.1 Sectores que usan este tipo de equipos	43
3.2 Recopilación de datos de usuarios en el Perú (geográficos, geológicos y técnicos)	43
3.3 Especificaciones técnicas comunes de los equipos	46
3.4 Factores de selección de equipos	47
3.5 Determinación del equipo óptimo	48

CAPITULO IV	
METODOLOGIA PARA EL ASESORAMIENTO TECNICO A	
LOS USUARIOS DE LOS EQUIPOS DE PERFORACION	
DIAMANTINA	66
4.1 Administración de equipos	67
4.2 instrucción operacional para el funcionamiento del equipo	68
4.3 Puesta en marcha (arranque inicial)	70
4.4 Instrucción técnica relacionada al mantenimiento mecánico hidráulico y eléctrico	72
4.5 Detección de fallas	73
4.6 Ventajas en la utilización de maquinas hidráulicas para la perforación	74
 CAPITULO V	
ANALISIS DE LOS PROBLEMAS EN EL USO DE EQUIPOS	
HIDRAULICOS DIAMANTINOS EN EL PERU	79
5.1 Adaptaciones y acondicionamientos	80
5.2 Capacidad de uso	81
5.3 Innovación continua de los equipos	83
 CAPITULO VI	
ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA PERFORACION	
DIAMANTINA	88
6.1 Generalidades	89
6.2 Datos generales del equipo a analizar	90
6.3 Condiciones generales	92
6.4 Costos de posesión del equipo	94
6.5 Costos de operación	95
6.6 Costos del equipo de pozo	98
6.7 Costos de servicios	98

CAPITULO IV	
METODOLOGIA PARA EL ASESORAMIENTO TECNICO A	
LOS USUARIOS DE LOS EQUIPOS DE PERFORACION	
DIAMANTINA	66
4.1 Administración de equipos	67
4.2 instrucción operacional para el funcionamiento del equipo	68
4.3 Puesta en marcha (arranque inicial)	70
4.4 Instrucción técnica relacionada al mantenimiento mecánico hidráulico y eléctrico	72
4.5 Detección de fallas	73
4.6 Ventajas en la utilización de maquinas hidráulicas para la perforación	74

CAPITULO V	
ANALISIS DE LOS PROBLEMAS EN EL USO DE EQUIPOS	
HIDRAULICOS DIAMANTINOS EN EL PERU	79
5.1 Adaptaciones y acondicionamientos	80
5.2 Capacidad de uso	81
5.3 Innovación continua de los equipos	83

CAPITULO VI	
ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA PERFORACION	
DIAMANTINA	88
6.1 Generalidades	89
6.2 Datos generales del equipo a analizar	90
6.3 Condiciones generales	92
6.4 Costos de posesión del equipo	94
6.5 Costos de operación	95
6.6 Costos del equipo de pozo	98
6.7 Costos de servicios	98

CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	103
APENDICE	104
PLANOS	115

CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	103
APENDICE	104
PLANOS	115

PROLOGO

El intenso y creciente aumento de las actividades de exploración en prospectos y proyectos mineros, que vienen realizando las empresas mineras y empresas contratistas a nivel nacional, han obligado al desarrollo de un tipo de perforación denominado "diamantina", que se utiliza para cuantificar las reservas de minerales y el estudio de suelos.

El presente trabajo preparado en forma profesional y técnica no pretende establecer condiciones exactas, para la selección y aplicación de los equipos de perforación hidráulicos utilizados en la perforación diamantina, si no mas bien representa una guía basada en la experiencia, que ayudará a los posibles clientes y propietarios de este tipo de maquinaria a establecer parámetros para hacer presupuestos correctos y cumplir con los objetivos de productividad.

En el capítulo I, se realiza una introducción hacia la actividad de la exploración, explotación y al tema de la perforación diamantina.

En el capítulo II, se presenta la historia, antecedentes y los fundamentos de la perforación, así como se presenta las técnicas de investigación para el sondeo y exploración, se detalla la clasificación de los equipos de

perforación y los tipos de perforación, así como también las consideraciones técnicas en el uso de la perforación diamantina y las limitaciones del mercado de los mencionados equipos.

En el capítulo III, se hace mención a los sectores que usan este tipo de equipos, se hace también la recopilación de datos (geográficos, geológicos y técnicos) de usuarios de estos equipos en nuestro país, se presenta las especificaciones técnicas comunes y los factores de selección de los equipos de perforación, finalmente se determina el equipo óptimo de acuerdo a la necesidad.

En el capítulo IV, se describe instrucciones operacionales para el funcionamiento del equipo, así como también la puesta en marcha o arranque inicial, se describe también las instrucciones técnicas para el mantenimiento mecánico, hidráulico y eléctrico; la detección de fallas, las ventajas en la utilización de las máquinas hidráulicas para la perforación.

En el capítulo V, se hace un análisis de los problemas en el uso de estos equipos en nuestro país, adaptaciones y acondicionamientos, la capacidad de uso y la innovación continua de estos equipos.

En el capítulo VI, se realiza el análisis de la estructura de costos para las labores de perforación.

El presente proyecto es fruto de mi experiencia profesional en la empresa ATLAS COPCO, empresa líder en la fabricación y el suministro

de equipos para la minería, construcción y herramientas para las diversas industrias, la cual fue fundada en Suecia en el año 1873 por Eduard Fränckel, ingeniero jefe de los ferrocarriles Suecos, quien convenció a unos 50 importantes hombres de negocios y banqueros para que invirtieran el capital necesario para constituir una compañía conocida simplemente como ATLAS, la cual se inició fabricando vagones de trenes. A través de los años la empresa ha adquirido fábricas patentes y hoy en día cuenta con fábricas en diversas partes del mundo así como también sucursales siendo líder mundial en equipos para la minería, construcción y herramientas para la industria en general. En el Perú la empresa ATLAS COPCO viene laborando desde 1950.

El grupo ATLAS COPCO es una organización dinámica y en continuo desarrollo sobre todo en lo concerniente a su gama de productos que están siendo constantemente mejorada y ampliada.

Objetivos del proyecto .-

El presente proyecto tiene por finalidad los siguientes objetivos:

- Difundir nociones de investigación y estudio utilizado en la cuantificación de recursos minerales y estudio de suelos.
- Aplicación de los equipos hidráulicos en la perforación diamantina.
- Seleccionar el equipo adecuado de perforación hidráulica tipo diamantina según el tipo de terreno a perforar.
- Dominar los criterios técnicos de la perforación diamantina para satisfacer los requerimientos según el mercado.
- Capacitar al personal usuario para el adecuado uso y funcionamiento de las máquinas hidráulicas de perforación.
- Realizar mantenimiento adecuado a los equipos para una alta operatividad.
- Difundir las innovaciones tecnológicas de equipamiento y accesorios utilizados en la perforación diamantina.

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Nuestro país cuenta con un potencial de reservas de mineral, razón por la cual lo ha convertido en un país minero, estas reservas están siendo investigadas y explotadas por diversas empresas mineras generando divisas, siendo ello elemento primordial para el desarrollo de nuestro país, la actividad principal en toda exploración y explotación minera es la perforación, esta se efectúa teniendo en cuenta las características del terreno o suelo a perforar, para lo cual tiene que seleccionarse el equipo que tenga un rendimiento óptimo.

Mejorar las técnicas para definir la ubicación y cantidad de mineral en un yacimiento, ha sido uno de los objetivos de las empresas mineras para lograr disminuir los costes de extracción de los minerales, ante esta situación se ha visto la necesidad del empleo de la perforación tipo diamantina la cual ha alcanzado un auge en esta última década, siendo uno de los tipos de perforaciones más eficientes la cual es motivo de estudio en este proyecto.

La perforación tipo diamantina en la actualidad utiliza sondas totalmente hidráulicas con las cuales se extrae las muestras o testigos, las que son analizadas y estudiadas, para evaluar la existencia y calidad de los

minerales para posteriormente perforar con el método mas adecuado lo que se convertirá mas adelante en las llamadas, minería de socavones (minas subterráneas) ó minería a tajo abierto (minas de superficie).

Para realizar este tipo de perforación se debe seleccionar según las características del terreno y las condiciones ambientales, para lo cual se harán las consideraciones técnicas sobre la base de los datos técnicos, geográficos y geológicos de nuestro país, luego se harán acondicionamientos y adaptaciones de los equipos según la necesidad, también se capacitará al usuario de estos equipos para una correcta operación de los equipos, finalmente se realizará la estructura de costos de la perforación con estos equipos de acuerdo a las condiciones de trabajo, aspectos a los que se ha brindado especial atención basándose en la experiencia de las diferentes empresas nacionales.

En la siguiente figura se muestra el organigrama de las áreas de negocios de la empresa ATLAS COPCO PERUANA.



Figura N°1.-Areas de negocios de Atlas Copco Peruana.

INDUSTRIA (COMPRESORAS ESTACIONARIAS)

Atlas Copco Air Compressors Low pressure oil-free air compressors ZE/ZA 45-500 series



EFFICIENCY
MATTERS

Atlas Copco

Figura N° 3.- Equipos del área de INDUSTRIA

CTO-PAR (CONSTRUCTION TOOLS-PORTABLE AIR)
(HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCION Y COMPRESORAS PORTATILES)

Atlas Copco Compresores de aire transportables

XAS 46-76

43 a 68 l/s (91 a 145 pies³/min) - 7 bar (102 psig)



Figura N° 4.- Equipos del área CTO-PAR

**RDE (ROCK DRILLING EQUIPMENT)
EQUIPO DE PERFORACION DE ROCA**

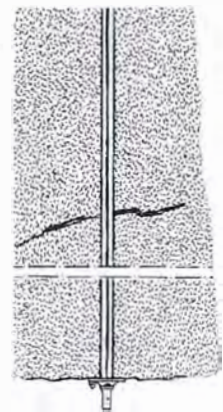
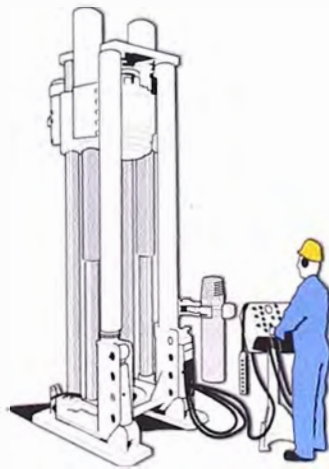
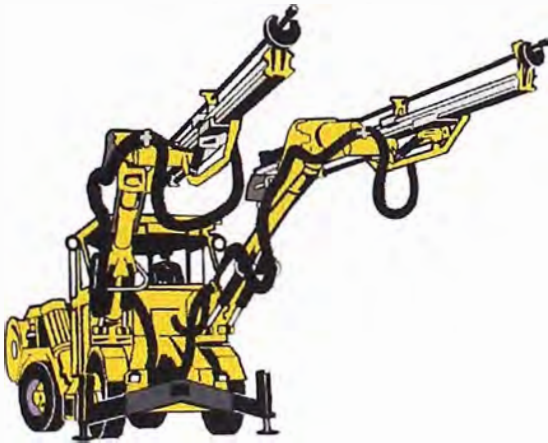
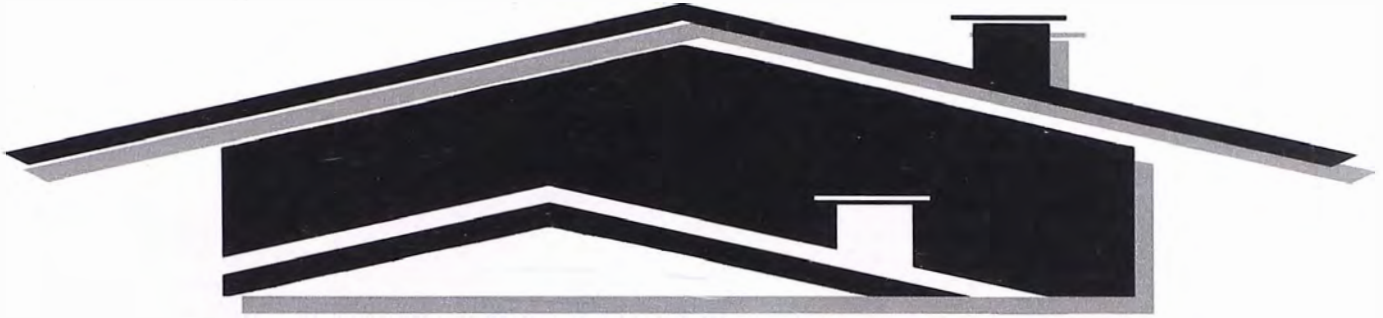


Figura N° 5.- Equipos del área RDE

RDT (ROCK DRILLING TOOLS)
HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE ROCAS



Figura N° 6 - Equipos del área RDT

GDE (GEOTECHNICAL DRILLING EQUIPMENT) EQUIPOS DE PERFORACION GEOTECNICA

 Atlas Copco
Geotechnical Drilling AB

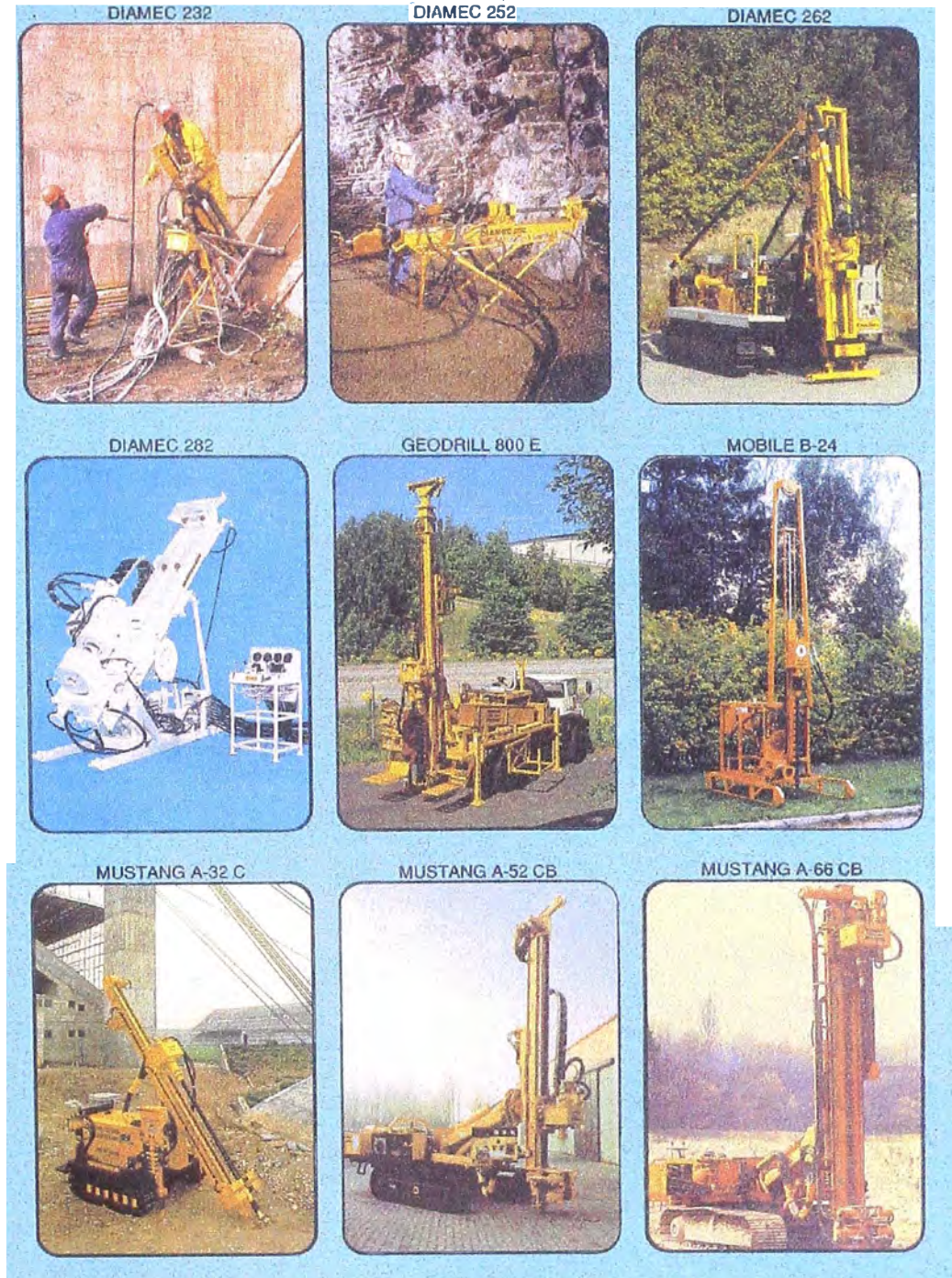


Figura N° 7.- Equipos del área GDE


LHD (LOAD-HAUL-DUMP) CARGA, ACARREO, DESCARGA


CARGADORES Y CAMIONES DE BAJO PERFIL PARA TRABAJOS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA Y CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES

CARGADORES/SCOOPTRAMS DIESEL

MODELO ESTANDAR	45T 1A	5T 2D	5T 3S	5T 700	5T 8C	5T 1010	5T 7.5Z	5T 8S	5T 8C	5T 1600
CARGA (Tm)	1.35	1.82	6.00	5.50	3.52	10.00	2.25	13.60	14.00	17.50
CUCHARA (Yd3)	1.00	7.50	4.00	4.20	5.00	8.50	7.00	8.50	9.00	11.40
CUCHARA (m3)	3.78	1.31	2.00	2.21	4.09	4.97	5.73	6.50	6.90	8.78
MOTOR (HP)	55	139	185	186	201	259	303	325	325	475
ANCHO (m)	1.22	1.65	1.98	2.04	2.44	2.49	2.57	2.78	2.78	3.25
ALTO (m)	1.93	2.20	2.19	2.17	2.37	2.36	2.52	2.74	2.72	3.31
LARGO (m)	5.26	6.63	8.22	8.58	9.49	9.88	13.51	10.57	10.98	11.59
ALTURA (*) (m)	1.86	2.52	2.69	2.75	3.06	3.06	3.43	3.55	3.71	4.71
GIRO (°)	42.5	40.8	42.5	42.5	41.0	42.5	41.0	42.5	38.0	42.5

(*) Altura de Resguardo tipo de la Cuchara






CAMIONES/DUMPERS DIESEL

MODELO ESTANDAR	408	413	418	2000	425D	431B	436B	456	441	5000
CARGA (Tm)	7.58	11.93	14.51	20.00	23.58	28.12	37.65	55.33	59.92	60.00
CULVA (Yd3)	5.75	9.93	11.00	13.10	17.30	20.10	24.00	38.00	39.00	32.70
CULVA (m3)	4.40	6.73	8.41	13.03	13.23	15.37	18.35	19.68	22.94	25.00
MOTOR (HP)	82	139	185	300	400	400	400	475	475	650
ANCHO (m)	1.87	1.91	2.17	2.38	2.79	2.78	3.05	3.20	3.20	3.20
ALTO (m)	2.27	2.27	2.33	2.42	2.42	2.51	2.70	2.81	2.97	3.28
LARGO (m)	6.12	6.06	6.76	8.95	9.95	9.95	9.95	10.97	10.97	11.24
GIRO (°)	40.0	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	41.0	41.0	45.0

CARGADORES/SCOOPTRAMS ELÉCTRICOS

MODELO ESTANDAR	DIST 1A	EST 2D	EST 5S	EST 9C	EST 8S
CARGA (Tm)	1.36	3.80	8.30	9.52	13.64
CUCHARA (Yd3)	1.00	2.50	4.20	4.99	8.50
CUCHARA (m3)	3.78	1.91	3.38	4.39	6.50
MOTOR (HP)	43	75	133	175	300
ANCHO (m)	1.22	1.66	1.35	2.44	2.79
ALTO (m)	1.93	2.26	2.18	2.37	2.74
LARGO (m)	5.55	6.65	6.64	6.69	10.77
ALTURA (*) (m)	1.83	2.52	2.67	3.06	3.56
GIRO (°)	42.5	40.8	42.5	40.0	42.5

(*) Altura de Resguardo tipo de la Cuchara






Figura N° 8.- Equipos del área LHD

CAPITULO II

FUNDAMENTOS SOBRE PERFORACION

2.1 Historia y antecedentes.- Nuestro mundo actual requiere un abundante suministro de recursos naturales, el petróleo, minerales (metálicos y no metálicos), agua, materiales de construcción (arena, grava, arcilla) y energía térmica, no son todos los recursos cuya demanda en un futuro superará a la oferta.

La mayor parte de los yacimientos de minerales, de superficie o de afloración, están descubiertos y en explotación. En el futuro, las necesidades de recursos deberán satisfacerse mediante la localización de yacimientos subterráneos, los cuales pueden encontrarse a profundidades, alrededor de los 10 kilómetros de la superficie terrestre y del fondo del mar, solo una investigación eficaz, unida a una ciencia multidisciplinaria, será capaz de encontrar tales yacimientos.

El origen de nuestra tierra se remonta a unos 3700 millones de años, durante todo este tiempo, la estructura y forma de la corteza terrestre ha cambiado una y otra vez. La superficie exterior al igual que la interior, han cambiado influenciadas por la lluvia, gravedad, sol, hielo, organismos, erosión, calor, presión y reacciones químicas.

La geología mineral intenta seguir la evolución y el modo de formación de los yacimientos minerales, a través de la información registrada por las rocas en si mismas. Las reservas de recursos minerales se encuentran en formaciones sedimentarias, metamórficas y magmáticas. El petróleo y el carbón surgen mayormente en terrenos sedimentarios, mientras que la

mayor parte de los yacimientos minerales se encuentran en formaciones rocosas metamórficas y magmáticas.

Para la aplicación de las técnicas e interpretación de los resultados geofísicos correctos, es importante el conocimiento de la geología. También es importante para la correcta elección del método de perforación, especialmente en relación con el esquema de perforación, y para la interpretación precisa del análisis de las muestras obtenidas durante el sondeo.

Los Chinos fueron los primeros en realizar perforaciones para la obtención de agua y recuperación de sal hace 4000 años, con el transcurso de los años se han implementado diversos métodos de perforación.

En 1880 el concepto de perforación diamantina fue aceptado y usado; Hoy en día nuevas técnicas están siendo introducidas, los equipos de perforación son más costosos y complejos, las herramientas de perforación (ITH In the hole (dentro del hueco)), son más precisas y requieren mayor atención, el conocimiento de las personas involucradas en el trabajo debe de incrementarse para mantenerse acorde con los cambios e innovaciones de los equipos. En 1886 el Ingeniero Per Antón Craelius estableció una compañía llamada "The Sweden Rock Drilling Company", en 1888 se funda la compañía Boyles (actualmente anexada a Atlas Copco) mientras que en 1890 se funda Long Year, compañías dedicadas a la fabricación de maquinarias y equipos de perforación diamantina.

2.2 Técnicas de investigación.- Un estudio geofísico es una parte integral de la campaña de investigación, el mismo puede realizarse desde el aire, sobre el suelo, bajo el agua, en minas o fondos de barrenos, y por supuesto en el laboratorio. Un estudio geofísico tiene generalmente dos objetivos: reducir los costos totales de la investigación y asegurar que la perforación de prospección* tenga las mayores probabilidades de éxito.

Los estudios deben realizarse antes, durante y después de la perforación de prospección. Una interpretación de un estudio geofísico, junto con los datos geológicos y de perforación, proporcionará una base firme si se abandona o continúa un proyecto de investigación, en la figura que se muestra a continuación se explica esquemáticamente estas técnicas.

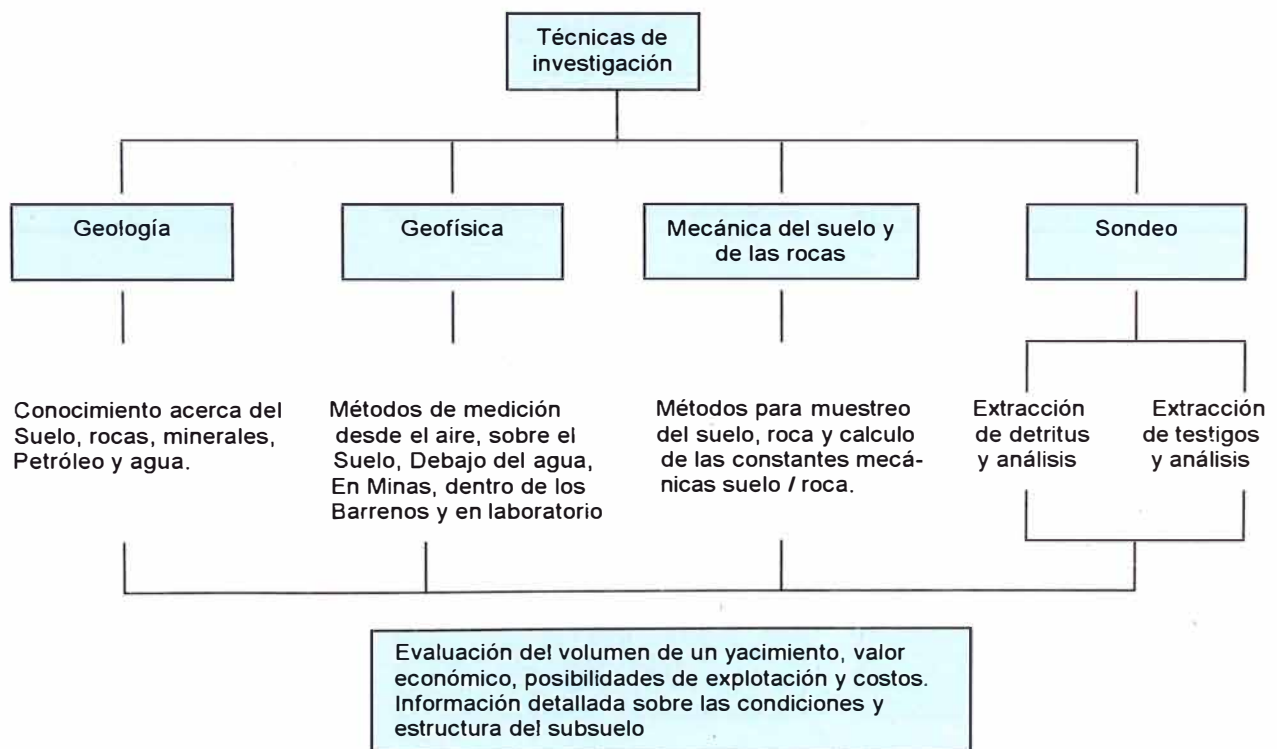


Figura 9.- Técnicas de investigación

En la figura N° 10 se presenta la secuencia de exploración (procedimientos técnicos y estudios), desde imágenes satélites hasta yacimiento o mina.

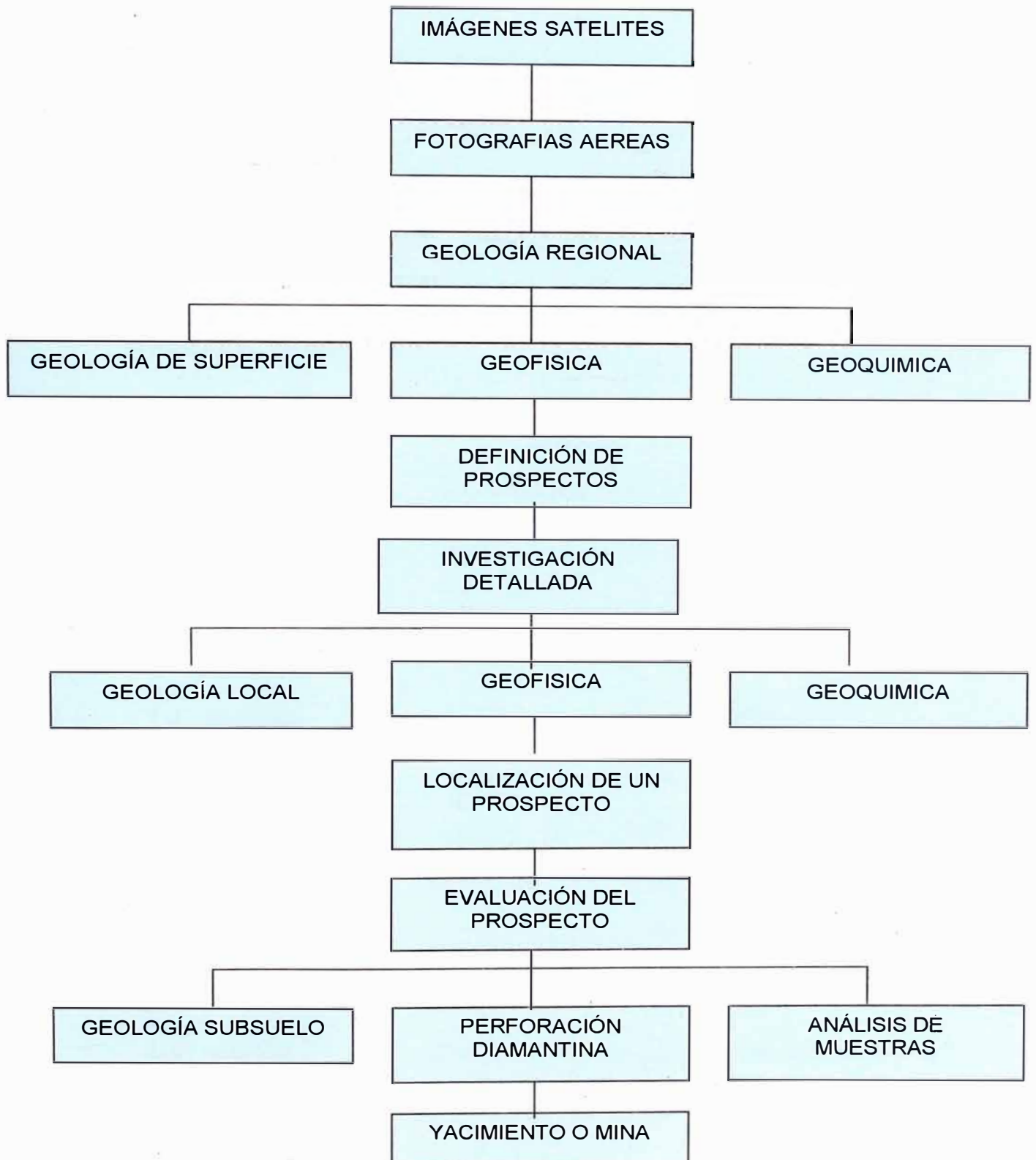


Figura N° 10.- Secuencia de exploración.

(*) **Prospección.**- Conjunto de métodos y técnicas, geológicas, geofísicas y geoquímicas empleadas en la búsqueda de yacimientos de minerales útiles; aguas subterráneas e hidrocarburos líquidos.

2.3 Minerales y rocas.- La corteza terrestre consta de diferentes tipos de rocas formadas por un elemento mineral (frecuentemente mas de uno) o composición química. Normalmente, los minerales que forman la roca son: cuarzo, calcita, feldespato, hormablenda, mica y clorita. La clasificación de la dureza que realizó Mohs (escala 1-10), para los minerales es la que se presenta en la tabla N° 1.

Tabla N°1

1. Talco	desmenuzable con los dedos
2. Yeso	rayable con las uñas
3. Calcita	no rayable con las uñas
mica	no rayable con las uñas
4. Fluorita	rayable con un objeto metálico
5. Apatito	rayable con un objeto metálico
Hormablenda	rayable con un objeto metálico
6. Feldespato	no rayable con un objeto metálico
7. Cuarzo	raya el cristal y puede rayarse con un objeto de acero especial con filo
8. Topacio	raya el cristal y puede rayarse con diamante
9. Corindón	raya el cristal y puede rayarse con diamante
10. Diamante	raya el cristal

Atendiendo a su formación las rocas se clasifican en tres grupos:

1. Rocas magmáticas.- Se formaron como consecuencia de la erupción del magma desde en interior de la tierra después de sufrir un proceso de cristalización. Si el magma solidificó lentamente, a elevada presión y a gran profundidad. La roca formada será una roca de cristales relativamente grandes, por ejemplo granito.

Si el magma penetró en las cavidades interiores de la tierra, o por el contrario afloró hasta su superficie en forma de lava, el enfriamiento fue mucho más rápido y la roca quedó formada por granos más finos: por ejemplo: pórfidos, basaltos y diabasas.

2. Rocas sedimentarias.- Se forman al disgregarse el material sólido de la corteza terrestre el cual fue desintegrándose y sedimentándose en las desembocaduras de los ríos y en los lechos de los mares prehistóricos, por ejemplo: rocas areniscas, pizarras y calizas.

3. Rocas metamórficas.- Se forman a partir de las rocas sedimentarias, la influencia de presión, calor o cambio de elementos circundantes, transformaron su estructura y composición.

A continuación se muestra un esquema de la corteza terrestre con sus respectivas partes.

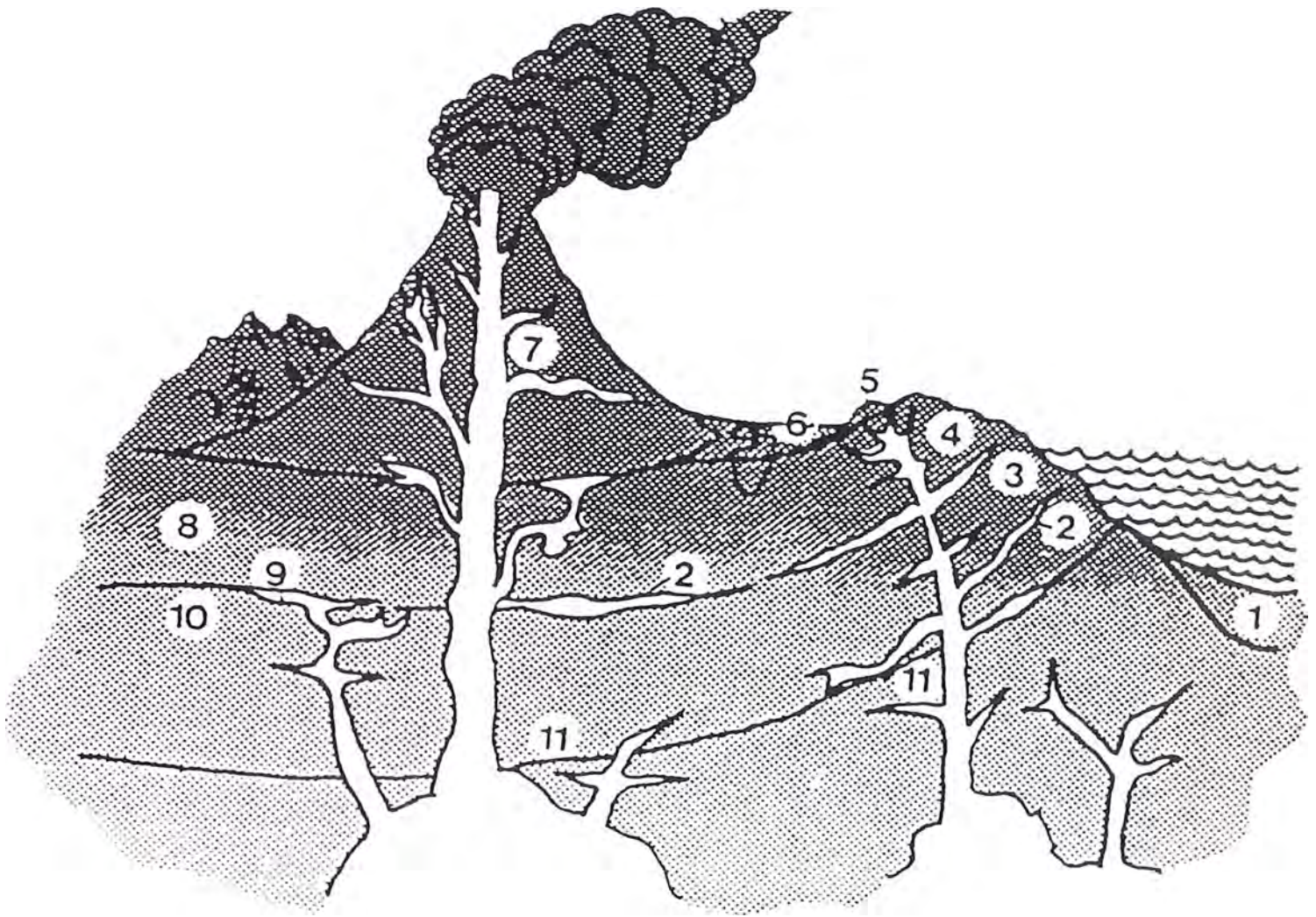


Figura N° 11.- Dibujo esquemático de la corteza terrestre.

- 1 Lecho del mar: calcita.
- 2 Vetas minerales: galena, blenda y piritas.
- 3 Zonas esquistosas: arcilla china, bauxita y otros esquistos.
- 4 Zonas areniscas: cuarzo.
- 5 Yacimientos minerales: azurita, malaquita y cuprita.
- 6 Valles: sedimentos (oro, platino, diamante, estaño y magnetita).
- 7 Rocas volcánicas: feldespato, cuarzo, olivino, hormablenda, magnetita y mica.
- 8 Rocas metamórficas: cuarzo.
- 9 Calizas metamórficas: calcita y dolomita.
- 10 Esquistos metamórficos: granate hormablenda y sulfuros.
- 11 Zonas de contacto; granate, hormablenda y sulfuros.

2.4 Métodos de perforación.- Para escoger el método de perforación a ser utilizado, depende de estudios detallados de la roca, objetivos de perforación productividad y recursos disponibles. Los métodos utilizados son:

- **Rotación y percusión (perforación por percusión) .-** Es el método más común y más utilizado en la mayoría de las clases de rocas. En este sistema puede emplearse martillos en fondo y martillos en cabeza. En la perforación por percusión la energía se transmite desde la perforadora (martillo) a la broca de perforación, a través de los accesorios.

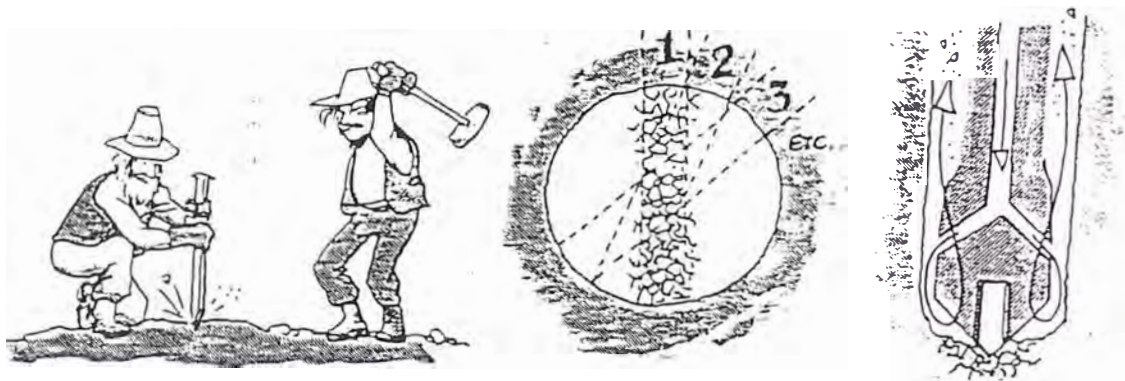


Figura N° 12.- Perforación por percusión

- **Rotación y trituración (perforación rotativa con tricono).-** Es un método de perforación que está desarrollándose constantemente de manera intensa. En principio vino utilizándose en la perforación de pozos petrolíferos, pero en la actualidad también se emplea para la realización de barrenos en explotaciones a cielo abierto. El citado método se emplea en el momento presente, para la perforación de rocas que poseen una resistencia a la compresión de hasta 1500 bar.

Al perforar con tricono, la energía se transmite a la broca a través de una tubería que gira y presiona esta contra la roca. Los botones de carburo cementado alojados en la broca, presionan la roca y producen su rotura de la misma forma que la perforación por percusión

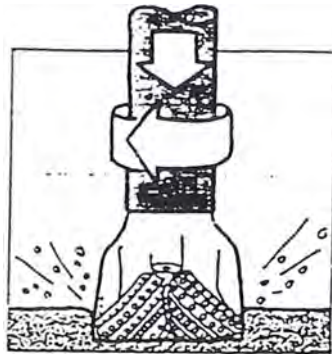


Figura N° 13.- Perforación con tricono

- **Rotación y corte (perforación rotativa con útiles de corte).**- Con este método, la energía se transmite a la broca a través de un tubo de perforación que gira y presiona las plaquitas contra la roca. Los filos de las plaquitas generan entonces una presión sobre la roca que llega a producir la rotura de la misma. Una variante de este sistema lo constituye la perforación helicoidal.

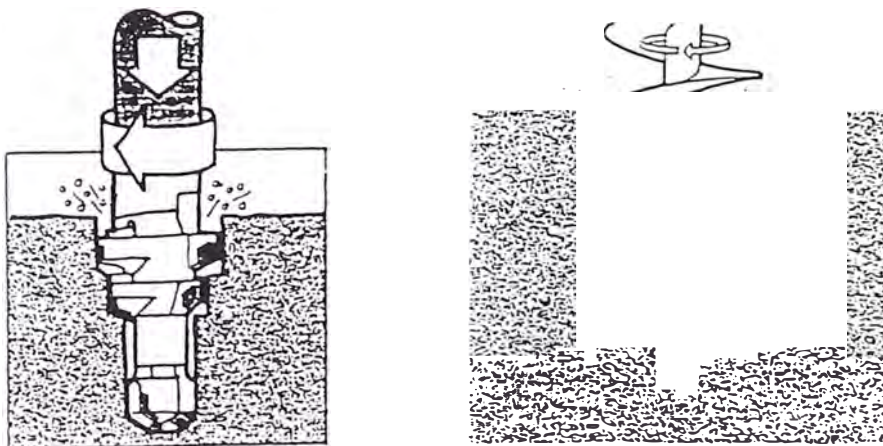


Figura N° 14.- Perforación con útiles de corte y helicoidal

- **Rotación y abrasión (perforación rotativa con corona de diamantes).**- Se utiliza principalmente en tareas de prospección, es decir, cuando se precisa extraer una muestra de roca (testigo) para su análisis. La perforación se realiza con el sincronismo de los siguientes movimientos: Avance, rotación y limpieza



Figura N° 15.- Perforación Diamantina

Tabla N°2.-Principios de perforación de rocas

		Tipos de rocas					
creta	arenisca	caliza	pizarras	granito	cuarcita	taconita	
resistencia a la compresión en bar							
500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
perforación por percusión							
perforación por percusión rotativa con tricono (botones semiesféricos de carburo cementado)							
perforación rotativa con tricono (botones en forma de diente de acero)							
perforación rotativa con útiles de corte							
perforación rotativa con corona diamante							

2.5 Clasificación de los equipos de perforación.- Los equipos de perforación se clasifican de acuerdo a las características del terreno o roca a perforar y de acuerdo a las operaciones que se realizan, en el diagrama que se muestra a continuación se detalla la clasificación de los equipos.

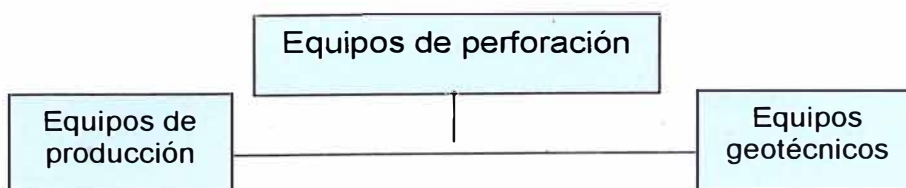


Figura N° 16.- División de los equipos de perforación

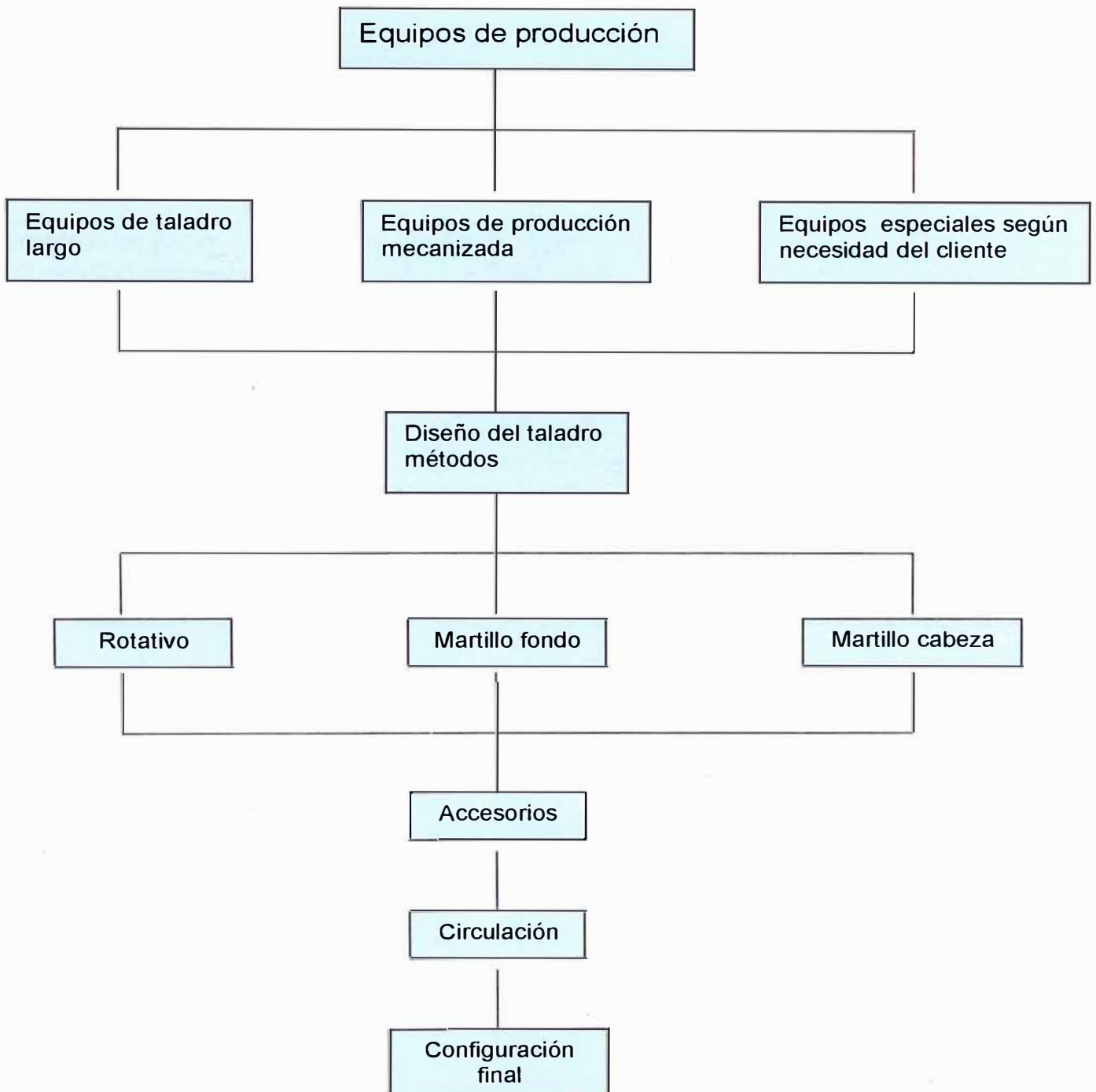


Figura N° 17.- Clasificación de los equipos de producción.

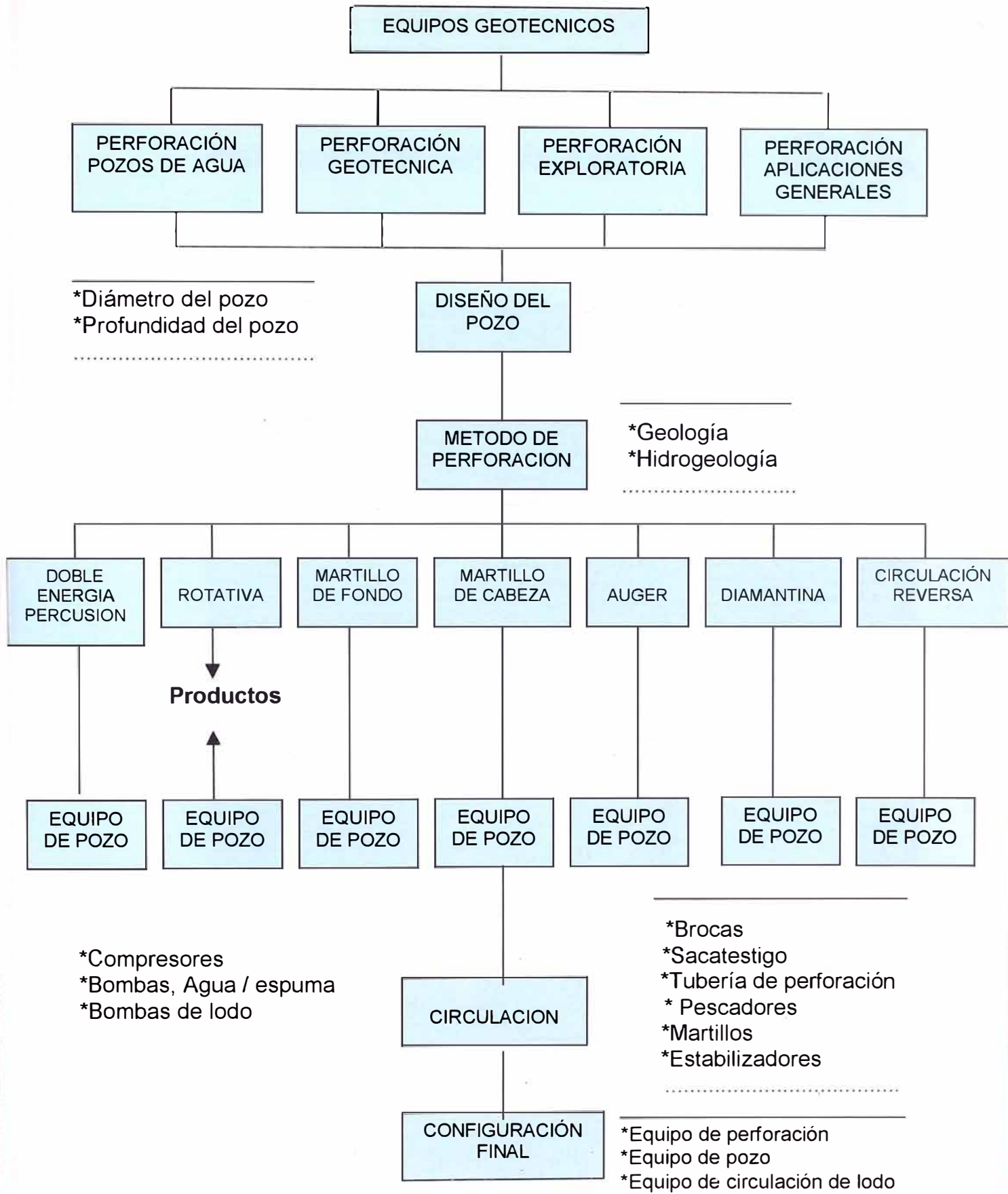


Figura N° 18.- Equipos geotécnicos.

EQUIPOS DE PERFORACION DE POZOS DE AGUA**Equipos y Técnicas para
Perforación de Pozos de Agua****Atlas Copco**

Atlas Copco ofrece una extensa gama de equipos de perforación, desde pequeñas unidades móviles hasta equipos de perforación para pozos profundos de gran diámetro montados sobre camión o remolque.

En nuestra gama de equipos AQUADRILL Ud. siempre encontrará un equipo que satisface los requisitos de capacidad y fiabilidad requeridos en la industria de pozos de agua.

Los AQUADRILL han sido diseñados para que sean de fácil montaje y manejo, incluso en condiciones difíciles.



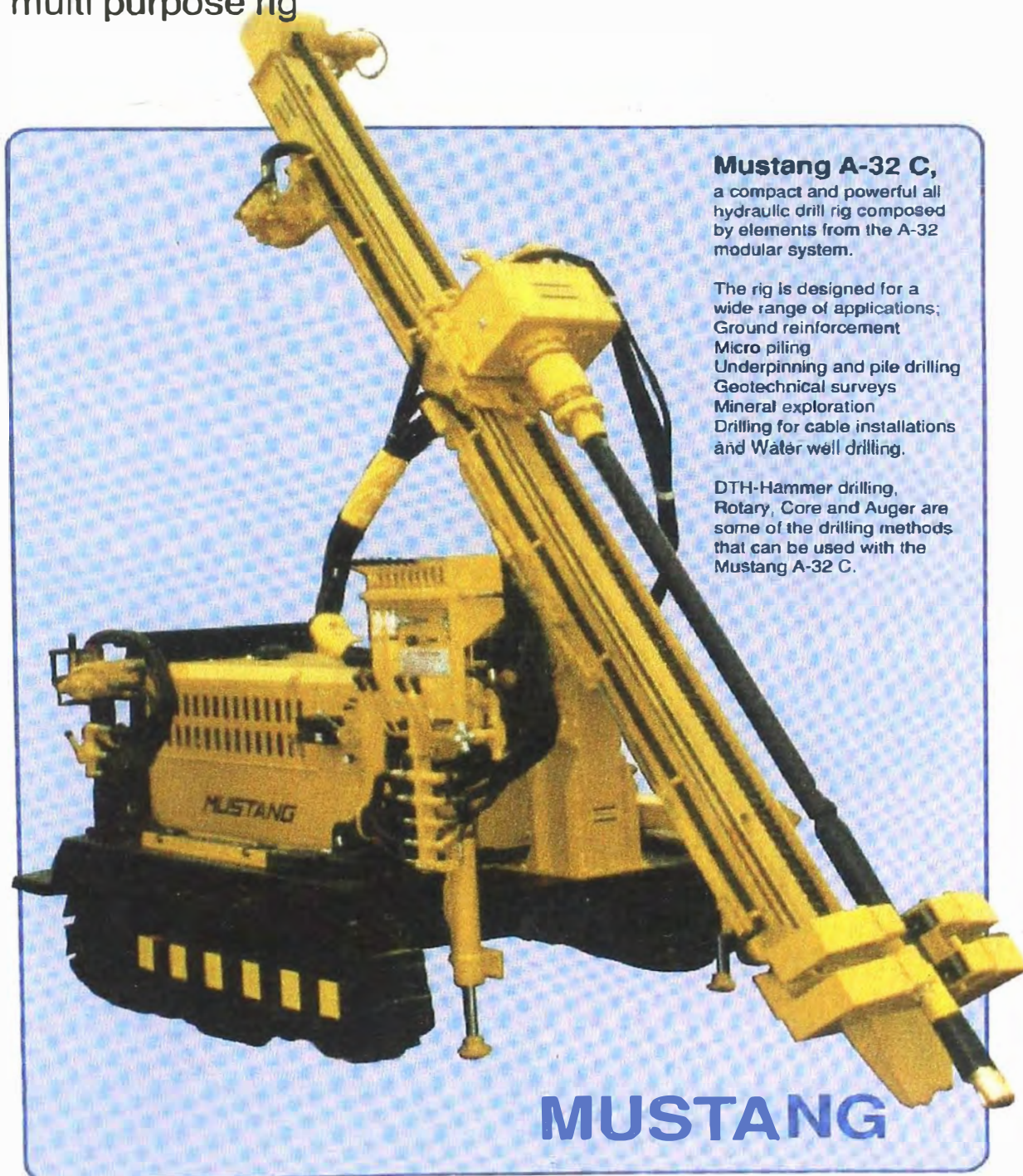
Figura N° 19 .- Equipos de perforación pozos de agua.

EQUIPOS DE PERFORACION GEOTECNICA

MUSTANG A-32 C

All hydraulic crawler mounted
multi purpose rig

Atlas Copco



Mustang A-32 C,
a compact and powerful all
hydraulic drill rig composed
by elements from the A-32
modular system.

The rig is designed for a
wide range of applications;
Ground reinforcement
Micro piling
Underpinning and pile drilling
Geotechnical surveys
Mineral exploration
Drilling for cable installations
and Water well drilling.

DTH-Hammer drilling,
Rotary, Core and Auger are
some of the drilling methods
that can be used with the
Mustang A-32 C.

Figura N° 20 .- Equipos de perforación geotécnica .

EQUIPOS DE PERFORACION EXPLORATORIA

All-hydraulic Core Drill

DIAMEC® 282

for surface and underground drilling

Atlas Copco



Figura N° 21 .- Equipos de perforación exploratoria .

EQUIPOS DE APLICACIONES GENERALES

Inyección de cemento

Atlas Copco

Equipo para sellar, reforzar y estabilizar la roca y el suelo



Figura N° 22 .- Equipos de aplicaciones generales .

2.6 Descripción del funcionamiento del equipo de perforación diamantina (sonda) .-

El funcionamiento del equipo consiste en que el mandril hidráulico o mecánico sujeta el varillaje firmemente, de tal forma de que pueda girarse a la velocidad deseada. La rotación de la perforación siempre va a la derecha. El bastidor de avance aplica sobre la broca la presión adecuada para obtener un corte eficaz. La bomba de barrido envía agua, u otro fluido de barrido, a través del varillaje y mas allá del tubo sacatestigo y broca de perforación, eleva el detritus hacia la superficie por fuera del tren de varillaje, reduce el rozamiento entre el varillaje y las paredes del taladro, y la formación de la presión hidrostática ayuda a estabilizar las paredes del taladro. Para una sonda dada, la utilización de barras de aluminio (con la mitad de masa que las de acero e igualdad de diámetro) incrementará la capacidad de profundización de la máquina. Las barras de aluminio vibran menos que las de acero y la vida de las brocas sacatestigo generalmente es más duradera.

La broca o corona corta un núcleo de roca que se mueve hacia el interior del tubo sacatestigo hasta que éste se llena. Un tubo de estos admite un testigo de tres metros. Cuando se eleva dicho tubo, se eleva el varillaje y se va desenroscando hasta que el tubo sacatestigo alcanza la superficie donde se deposita. Esta operación también brinda la oportunidad de sustituir la corona si ello fuera necesario. Sin embargo en terrenos fracturados de dureza media, la corona no debe de cambiarse mas de una o dos veces por cada cuarenta veces que se vacíe el tubo sacatestigo.

En estas condiciones puede ser ventajoso utilizar barras y tubos sacatestigos "wire-line" (sondeo continuo). Con ellos, cuando un tubo sacatestigo se llena, se levanta mediante un cable por dentro del tren de varillaje, mientras que este permanece en el taladro. Una vez vaciado, se desciende nuevamente el tubo por dentro del tren, hasta que llegue a su posición detrás de la broca, iniciándose la operación. Por otra parte y debido a que no es necesario extraer el tren de varillaje cada vez que el tubo se llena, el tiempo de perforación productiva aumenta. No obstante, el sondeo "wire-line" exige barras de acero de mayor diámetro, da un testigo un poco más pequeño y a veces puede tener un régimen de penetración menor que el que se consigue con un tubo sacatestigo convencional.

La elección de la corona dependerá principalmente de la dureza del terreno, medio de barrido y tipo de máquina. Las coronas de diamante pueden ser de inserción o de impregnación. En las primeras los diamantes sobresalen ligeramente de la matriz. Cuando éstos se desgastan, la corona se reacondiciona por especialistas, quienes recuperan parte de los diamantes útiles, que montan en una corona nueva junto con otros diamantes también nuevos. Las coronas de impregnación llevan polvo de diamante mezclado con la matriz. A medida que se va desgastando ésta, van apareciendo continuamente nuevas secciones de corte y así hasta que la matriz se desgasta por completo. Las coronas de metal duro para terrenos blandos, pueden tener plaquitas de carburo cementadas ó una matriz impregnada con partículas de carburo cementada. Las coronas con plaquitas de carburo

pueden afilarse en el lugar de trabajo hasta su desgaste total, mientras que las coronas de impregnación se autoafilan hasta el desgaste total de la matriz. Un casquillo escariador, con diamantes o plaquitas de carburo cementadas, se sitúa generalmente detrás de la corona, para mantener el diámetro del taladro correcto y ayudar a reducir la vibración del tren de varillaje.

En la perforación con testigo existen dos normas de uso común, una que da las dimensiones en pulgadas y otra en unidades del sistema métrico. Perforar un taladro recto es una tarea difícil pero no imposible, en la perforación de superficie el objetivo es de tener la mayor oportunidad posible de interceptar yacimientos de minerales verticales o muy inclinados, generalmente se perforan taladros de superficie entre 30 a 60 grados del plano horizontal, en cambio en los taladros de perforación subterránea estos pueden ser verticales, inclinados u horizontales y aunque sea similar en principio a la perforación en superficie existen diferencias significativas.

Tabla N° 3.- Diámetros comerciales de perforación diamantina

Línea	Diam. Hueco (mm)	Diam. muestra(mm)
AQ	48.0	27.0
BQ	60.0	36.4
NQ	75.6	47.6
HQ	96.0	63.5
PQ	122.6	85.0

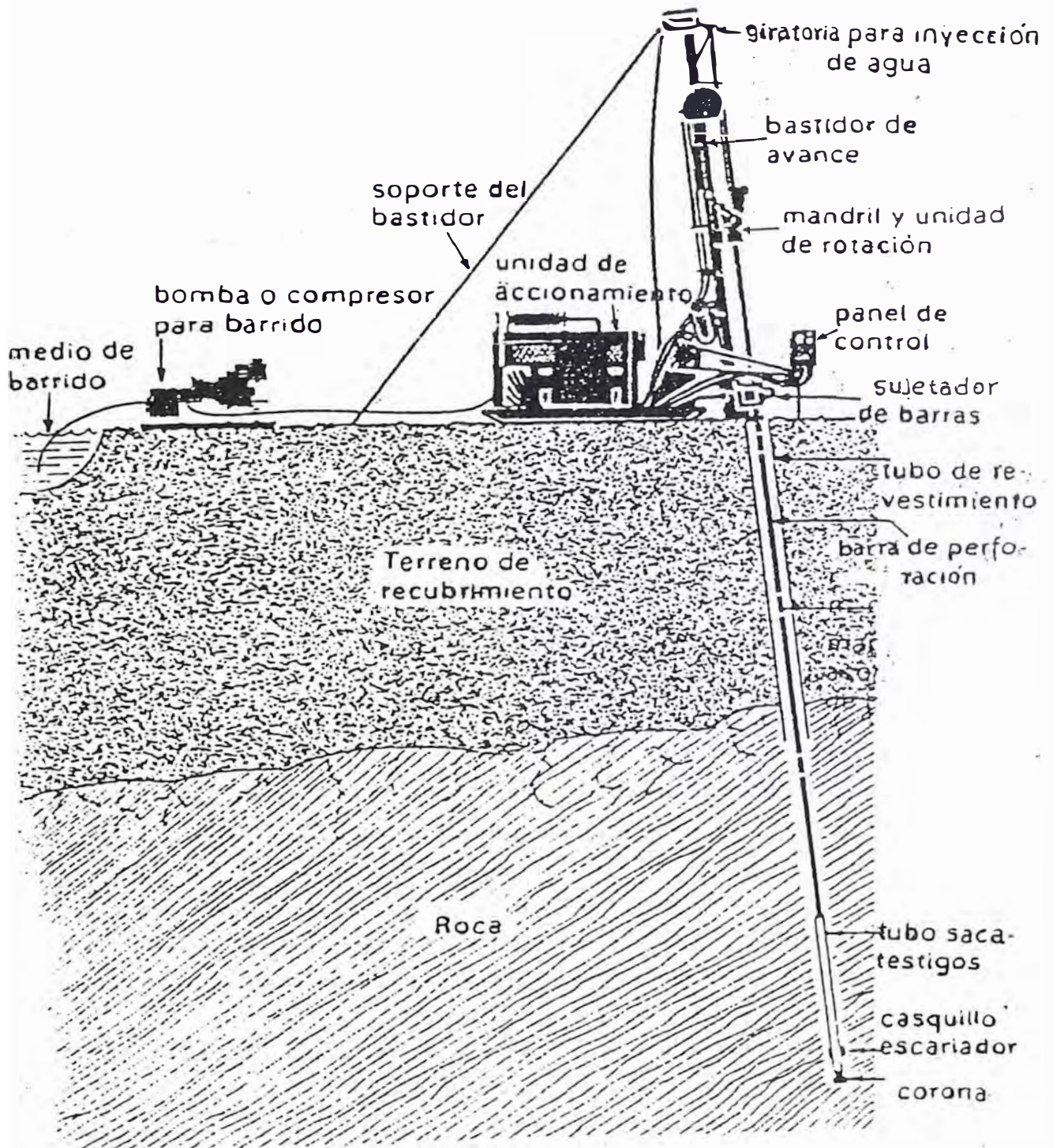


Figura N° 23.- Equipo básico de perforación diamantina .



Figura N° 24.- Muestra de testigos

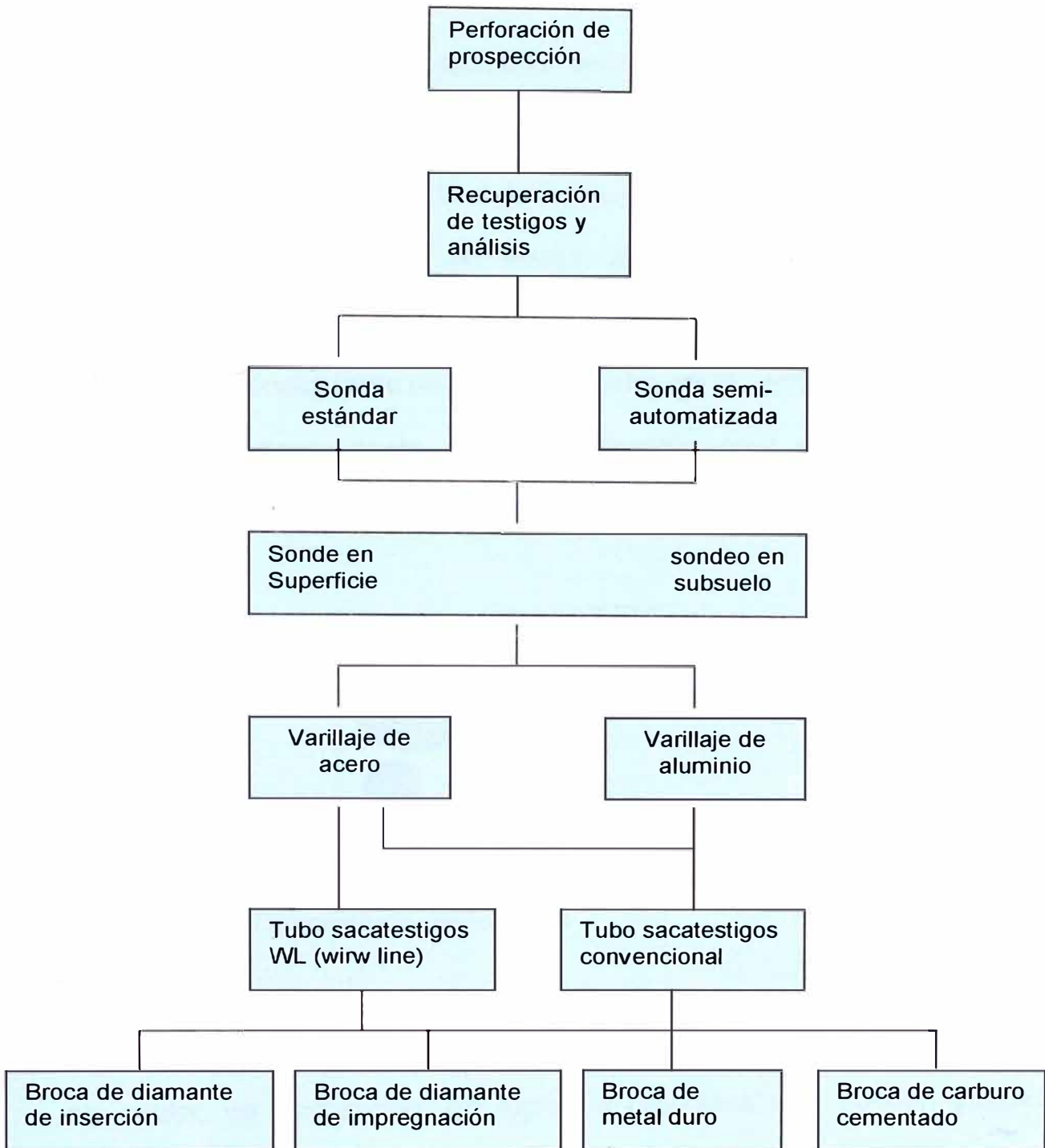


Figura N° 25.- Esquema de resumen de la perforación diamantina.

2.7 Consideraciones técnicas en el uso de perforación diamantina.- En la perforación de este tipo se debe de tener en cuenta los siguientes parámetros:

Diámetro: En la práctica el diámetro del taladro va ligado directamente al avance en la perforación siendo mayor el avance cuando el diámetro es menor. Para trabajos de cierta extensión, el diámetro de perforación puede venir dado por el tamaño del equipo que se dispone para realizar la perforación, para estudios geológicos es deseable tener mayor tamaño de muestra. Por consiguiente un mayor diámetro en la perforación aunque esto signifique un mayor costo. En la perforación para efectuar anclajes e inyectar, es esencial practicar un taladro cuyo diámetro proporcione la mayor seguridad.

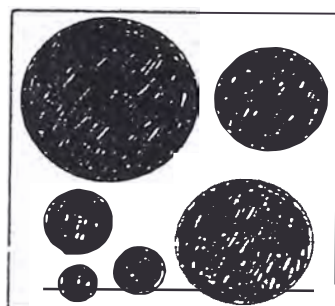


Figura N° 26.- Diámetro de perforación

La profundidad del taladro.- Puede influenciar de alguna forma la elección del equipo de perforación, en espacios reducidos solo pueden utilizarse barras de perforación de pequeña longitud, lo que significa que el equipo extensible ha de utilizarse incluso para taladros poco profundos. También, cuando tengan que realizarse perforaciones horizontales o positivas la profundidad es importante debido a que entran a tallar otros parámetros importantes como son: el peso de la tubería, accesorios y la columna de agua para el lavado del pozo.

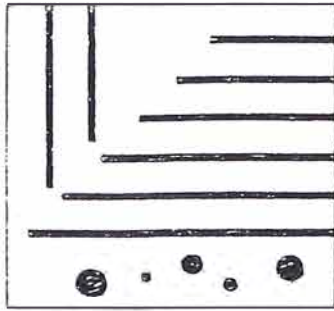


Figura N° 27.- Profundidad de perforación del taladro

La alineación.- De los taladros varía con el tipo de roca, método y equipo de perforación. En perforaciones horizontales e inclinadas el peso mismo del varillaje influye en la desviación del barreno. Los taladros deben de realizarse de la manera más recta posible, de modo que el torque generado por la rotación en la perforación sea lo menos posible. Para compensar las posibles desviaciones de los taladros, es conveniente disminuir la velocidad de avance al encontrar una zona de roca fracturada y con fallas geológicas. Durante el proceso de verificación de la rectitud del taladro, es importante conservar el alineación para hacer un seguimiento correcto de la estructura de la roca (mineralización).

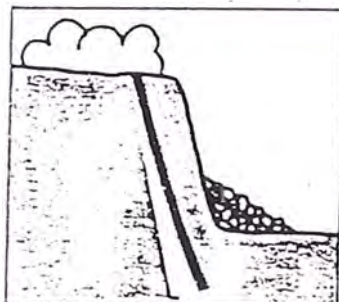


Figura N° 28.- Alineación de los taladros

Estabilidad.- En todo proceso de perforación es esencial que el taladro permanezca limpio hasta el final del pozo. El detritus de perforación ejerce un efecto de sellado y estabilización sobre las paredes del taladro, efecto que aumenta cuando se utiliza aditivos como agente de barrido. En algunos taladros se da la circunstancia de que el terreno está muy fracturado o descompuesto, por lo que se hace necesario entubar las paredes del mismo con tubos, a medida que se realiza la perforación.

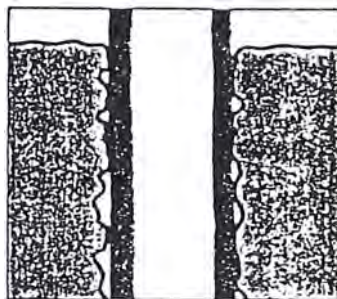


Figura N° 29.- Estabilidad

2.8 Limitaciones del mercado.- Dentro de las limitaciones para el mercado de estos equipos debemos resaltar los siguientes factores:

- Equipo relativamente costoso.
- Equipo que se encuentra en proceso de introducción en el mercado.
- El operario o sondista requiere una excelente preparación teórica / práctica.
- Debido a las exigencias del conocimiento del operador no es usual disponer en gran número en el mercado, limitando la operatividad del equipo.
- El personal de mantenimiento tiene que ser adiestrado constantemente y estar acorde a los avances tecnológicos.

- Temor de la disminución de mano de obra (ayudantes) debido a que los equipos sintetizan los procesos de la perforación.
- Como todo equipo hidráulico es necesario llevar un plan de mantenimiento más rígido que un equipo mecánico, lo cual en nuestro medio no se acostumbra a cumplir.
- Caída de precios del cobre y oro afectó los programas de exploraciones.
- “Boom de la exploración” sin mucho éxito.
- Incertidumbre política.

CAPITULO III

SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA

3.1 Sectores que usan este tipo de equipos.- Los equipos de sondeo de perforación hidráulica tipo diamantina, tienen aplicación en los campos de la minería y construcción dentro de los cuales describiremos las tareas que realizan.

Minería

- Exploración (para encontrar nuevos yacimientos).
- Definición del cuerpo mineralizado (para cubicar la cantidad de mineral).
- Drenajes de gas, de agua, orificios de servicio, etc.

Construcción

- Inyección de cemento (sostenimiento de presas y obras civiles).
- Investigación del terreno (estudio de suelos).
- Drenaje, etc.

3.2 Recopilación de datos (geográficos, geológicos y técnicos) de usuarios en el Perú.- Es importante la información de datos que nos puedan proporcionar los usuarios para que en base a estos poder guiar en el asesoramiento, durante el proceso de selección del equipo. Dentro de los datos mas importantes tenemos los siguientes:

Datos geográficos.- En que región del país va ha trabajar el equipo (costa, sierra ó selva), además el acceso si es en superficie o interior de un proyecto, esto nos va ha ayudar para determinar la configuración del equipo. Tomar en cuenta estos parámetros para el traslado , fuente de energía, y

refrigeración del equipo, ya que por tratarse de equipos totalmente hidráulicos es imprescindible tener una buena refrigeración.



Figura N° 30 .- Equipo de superficie.

Datos geológicos.- Teniendo referencia de la zona de trabajo y algunos datos del tipo de roca efectuado por la geología local, y además con la ayuda del levantamiento de la carta geológica nacional se estima los posibles tipos de roca que se va ha encontrar en el lugar, lo cual es importante para la selección de los accesorios del equipo.

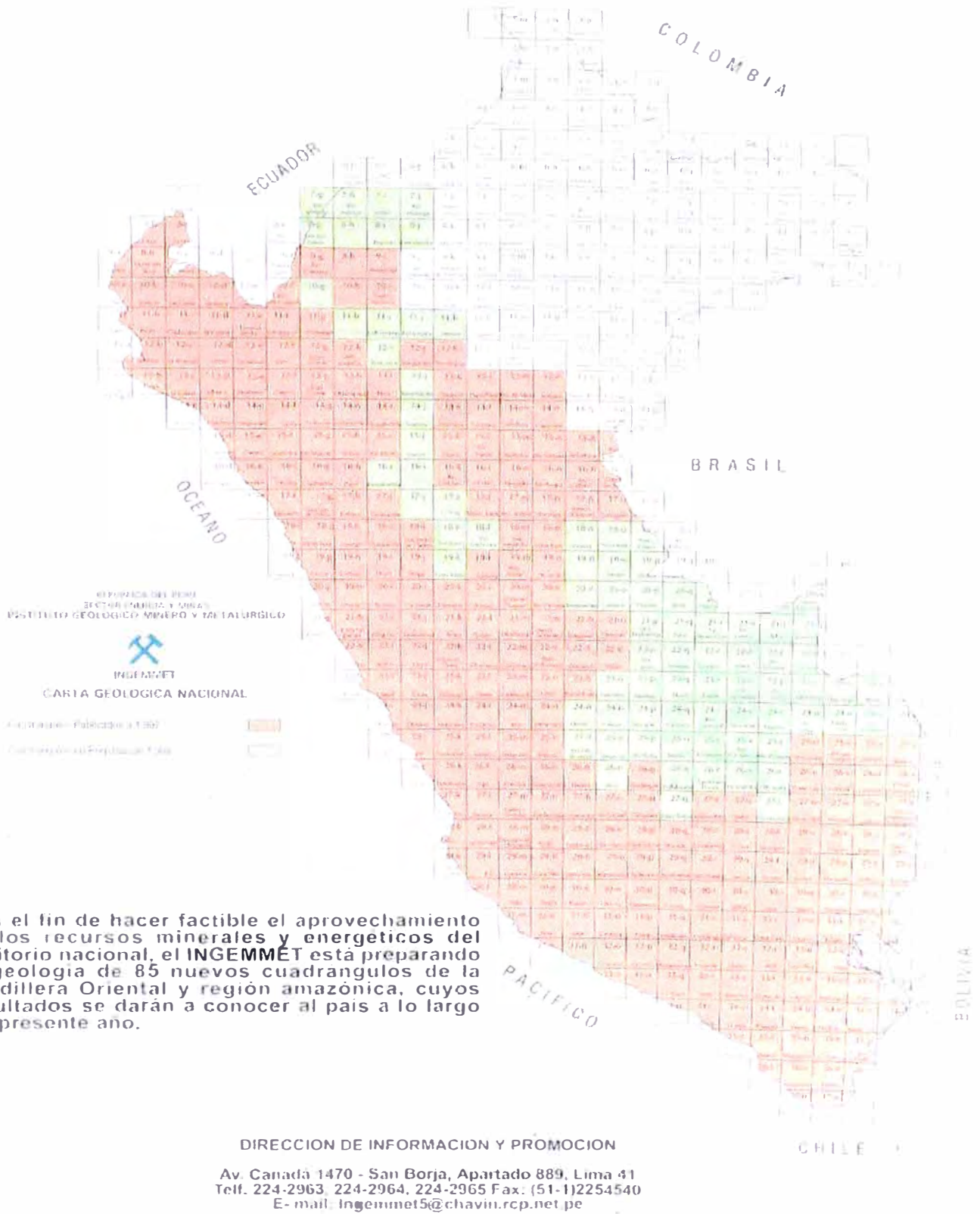


Figura N° 31.- Carta geológica nacional.

Datos técnicos.- Es la información del cliente con respecto a la longitud, diámetro y condiciones especiales de la perforación. (perforación positiva o negativa).

3.3 Especificaciones técnicas comunes de los equipos.- Los equipos o sondas de perforación hidráulica tipo diamantina presentan las siguientes características comunes:

- Unidad de rotación.- Componente que da las RPM y torque a la tubería de perforación.
- Sujetador de barras.- Componente que permite sujetar la tubería durante la maniobra.
- Bastidor de avance. Estructura del carril donde se realiza el avance y además es base de la unidad de rotación y el sujetador de barras.
- Unidad de accionamiento.- Componente motriz que transforma la energía mecánica o eléctrica en energía hidráulica para alimentar al sistema.
- Panel de control.- Componente que controla las funciones de la máquina.
- Bomba de lodos.- Componente que envía fluido (agua o lodo) al taladro para limpiarlo.
- Winche hidráulico.- componente que permite maniobrar el tubo recuperador de muestra.
- Manejo sincronizado de la tubería de perforación.
- Los rangos de velocidad y avance son variables.

- Son equipos compactos y portátiles y pueden lograr perforar en socavones pequeños.
- Accionamiento con motores diesel y motores eléctricos.

3.4 Factores de selección de los equipos.- Antes de seleccionar el equipo más adecuado para la extracción eficaz del testigo, deben considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de muestra se desea obtener?
- ¿Desde que profundidades van ha recuperarse las muestras?
- ¿Qué volumen, diámetro y tipo de muestra se requiere?
- ¿La perforación se hará desde la superficie o desde el subsuelo?
- Si es desde la superficie. ¿Cuál es el espesor y composición de la sobrecarga?
- ¿Permanecerá abierto el taladro durante y después de la perforación?
- ¿Es necesaria la estabilización del taladro?
- ¿Cuáles son las condiciones del lugar, posibilidades de acceso y disponibilidad de tiempo para perforación?
- ¿De que energía se dispone?
- ¿Qué condiciones geológicas se esperan existan debajo de la superficie, características de las formaciones: uniforme, duro, suave, inconsolidado, etc.?
- ¿Será el taladro vertical, inclinado (hacia arriba o hacia abajo) u horizontal?

- ¿Qué desviación de taladro es aceptable?
- ¿Costos de los accesorios de perforación?
- ¿Preparación del factor humano?
- ¿Límites de tiempo y incidencias por tiempos de retraso?

3.5 Determinación del equipo óptimo.- A continuación se presenta los criterios técnicos para la selección de las sondas.

1. Se hará una comparación de la potencia hidráulica

$$\boxed{\text{Potencia máxima de la sonda} = \text{Caudal de la bomba} \times \text{presión} \times \text{constante}}$$

2. Para estimar la potencia necesaria se hace las siguientes consideraciones

$$\boxed{\text{Potencia de la máquina} = \text{r.p.m.} \times \text{torque} \times \text{constante}}$$

La velocidad de rotación debe de producir la velocidad lineal necesaria para que el diamante de la broca pueda cortar. El torque requerido no se puede calcular de antemano. Se puede medir. En la práctica se estima basándose en experiencias pasadas.

Factores que aumentan el torque requerido:

- Profundidad de sondeo.
- Diámetro del sondeo (brocas y barras).
- El peso específico de las barras (en sondeos horizontales).
- Vibraciones en el sondeo.
- Desviación del sondeo.
- Formaciones blandas.

3.-Fuerza de levantamiento y empuje: considere el peso sobre la broca, el peso del tren de barras, la fricción y un margen de seguridad.

4.-Fuerza de agarre del mandril y del sujetador de barras: Considerar la fuerza de agarre axial y rotación en el mandril y en sujetador de barras solamente la fuerza de agarre axial, ambos componentes funcionan sincronizadamente.

5.-Selección de la bomba de lodo

Caudal:

- La velocidad de subida del fluido en el espacio anular debe de ser bastante superior a la velocidad de caída de los detritus.
- Los detritus gruesos caen más rápidamente y requieren una velocidad ascendente más alta por lo tanto más caudal.
- Un espacio anular grande requiere más caudal.

Presión:

- La presión es para vencer la resistencia en el sondeo al paso del fluido inyectado.
- Por lo tanto conviene reducir esta resistencia evitando los pasos estrechos, por ejemplo aumentando el espacio anular óptimamente.
- Evitar las mangueras delgadas.

6.- Selección de barras

Barras wireline: un tipo de barra por cada tipo de barril.

Barras convencionales: elegir el diámetro más grande factible.

Propiedades:

- Aluminio: "aumenta la capacidad" de las máquinas ligeras. Menos peso, menos fricción específica.
- Compolite: menos pesadas que las convencionales de acero, mas resistentes a la abrasión que las de aluminio.
- Soldadura por fricción: muy resistentes, menos juntas.
- "J", rosca cónica rápida y "suave".
- Cada tipo y dimensión de barra tiene un torque límite.
- La flexión de las barras aumenta con el empuje y mucho más con el espacio anular.
- El caudal de agua necesario aumenta con el espacio anular.

7.- Ejemplo practico de selección de equipo.

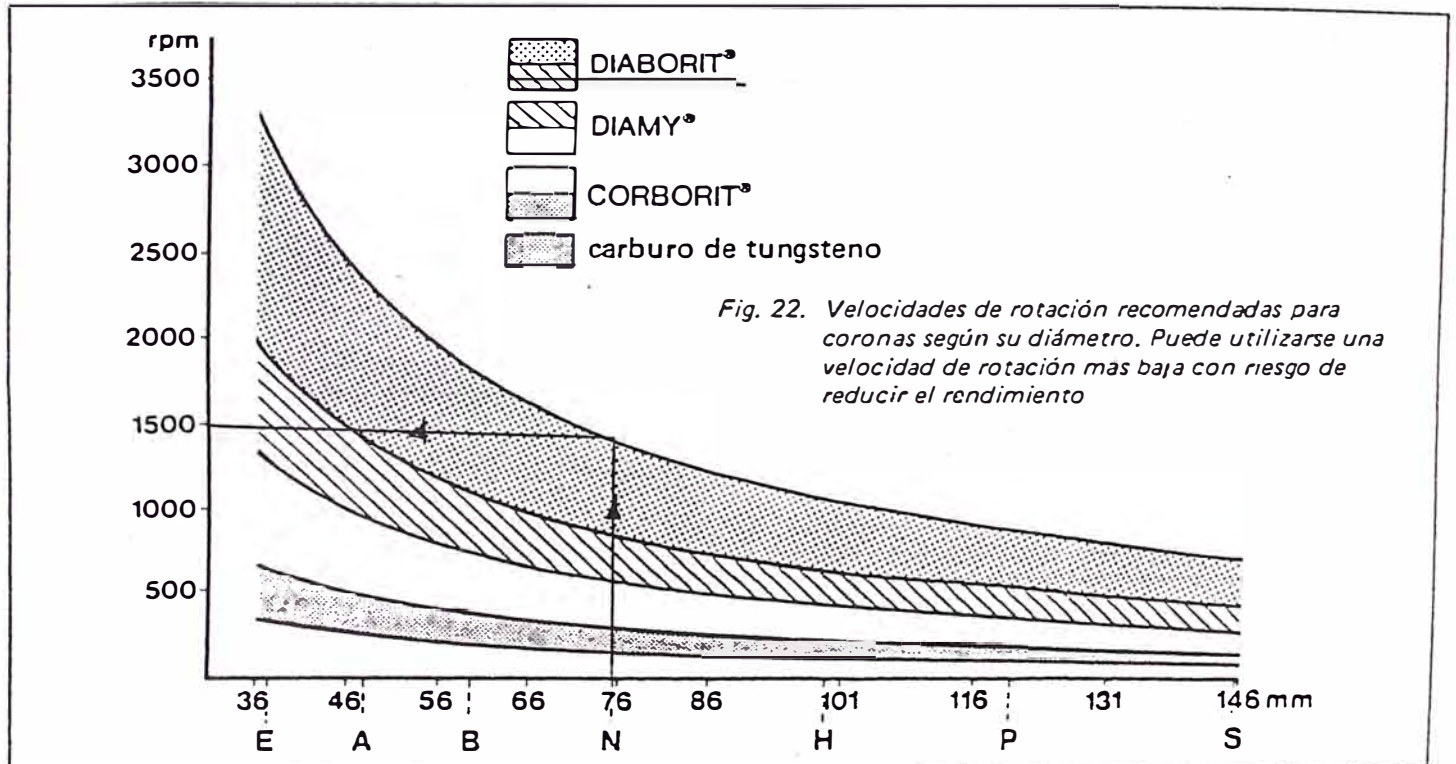
Del diagrama N° 1, proporcionado por el fabricante de coronas se determina que para dar una buena utilización a la corona diamantada se debe reunir los siguiente datos: Ejemplo si utilizamos una corona NQ (diámetro de perforación 76mm), se debe disponer una maquina que gire alrededor de 1500rpm, una fuerza de 2000N, una velocidad periférica de 3m/s, y un torque aproximado de 300Nm, con estos datos y utilizando la formula matemática se obtiene:

$$\text{Pot(Kw)} = \text{Torque(Nm)} \times \text{RPM} / 9550 = 300 \times 1500 / 9550$$

$$\text{Pot(Kw)} = 47.1 \text{ Kw}$$

Esta es la potencia que un equipo debería entregarle para realizar una buena perforación. Tomando datos de la Tabla N° 4, se determina que el equipo que reúne las condiciones para que la corona corte la roca y además venza el torque generado por la columna de tubería es la DIAMEC 262.

Diagrama N° 1. Parámetros de recomendación del fabricante de coronas



Fuerzas de avance recomendadas para coronas DIABORIT®:

TT 46, T 36	4000 – 10000 N
T2 46, TAW, TT 56, DIABOR®46	4000 – 12000 N
T2 56, TBW, DIABOR®46	5000 – 15000 N
T2 66, AQ	6000 – 18000 N
T2 76, TNW, ST 56	7000 – 21000 N
T2 86, T6 76, T6-N, DIABOR®B, BQ	8000 – 24000 N
T2 101, T6 86, DIABOR®N, NQ	10000 – 30000 N
T6 101, T6 116, T6-H, DIABOR®H, HQ	12000 – 35000 N
T6 131, T6 146, T6-S	15000 – 40000 N

Las siguientes velocidades periféricas son recomendables:

Carburo de tungsteno (TC)	0,5 m/s	80 N.m
CORBORIT®	0,5–2,0 m/s	120 N.m
DIAMY®	1–3 m/s	180 N.m
DIABORIT®	2–5 m/s	300 N.m

8.- Modelos de los equipos de perforación diamantina ofertados por Atlas Copco (DIAMECS), tomando en cuenta los criterios anteriormente mencionados.

Tabla N° 4.- Características principales de los equipos Diamec

Modelo	Pot. (Kw)	Torque (N.m)	Fza Avan-Extracc.(KN)	RPM
Diamec 232	17.5	250	20-15	550-2200
Diamec 252	45	570	43-33	550-2200
Diamec 262	52	700/1350	65-65	550-2200/900
Diamec 262 H	52	2000	65-65	0-600
Diamec 282	100	1950	44-90	0-1100

A continuación se presenta cada uno de los modelos de los equipos DIAMEC que Atlas Copco oferta al mercado.

DIAMEC[®] 232

Atlas Copco

Pequeña sonda completamente hidráulica para la extracción de testigos y perforaciones de inyección de cemento desde la superficie o en túneles y galerías subterráneas estrechas.



Figura N° 32.- Equipo Diamec 232.

DIAMEC[®] 252



Sonda sacatestigos enteramente
hidráulica para minería y
construcción



Figura N° 33.- Equipo Diamec 252.

DIAMEC[®] 262

Sonda sacatestigos enteramente
hidráulica para perforación desde
la superficie y en subterráneo

Atlas Copco

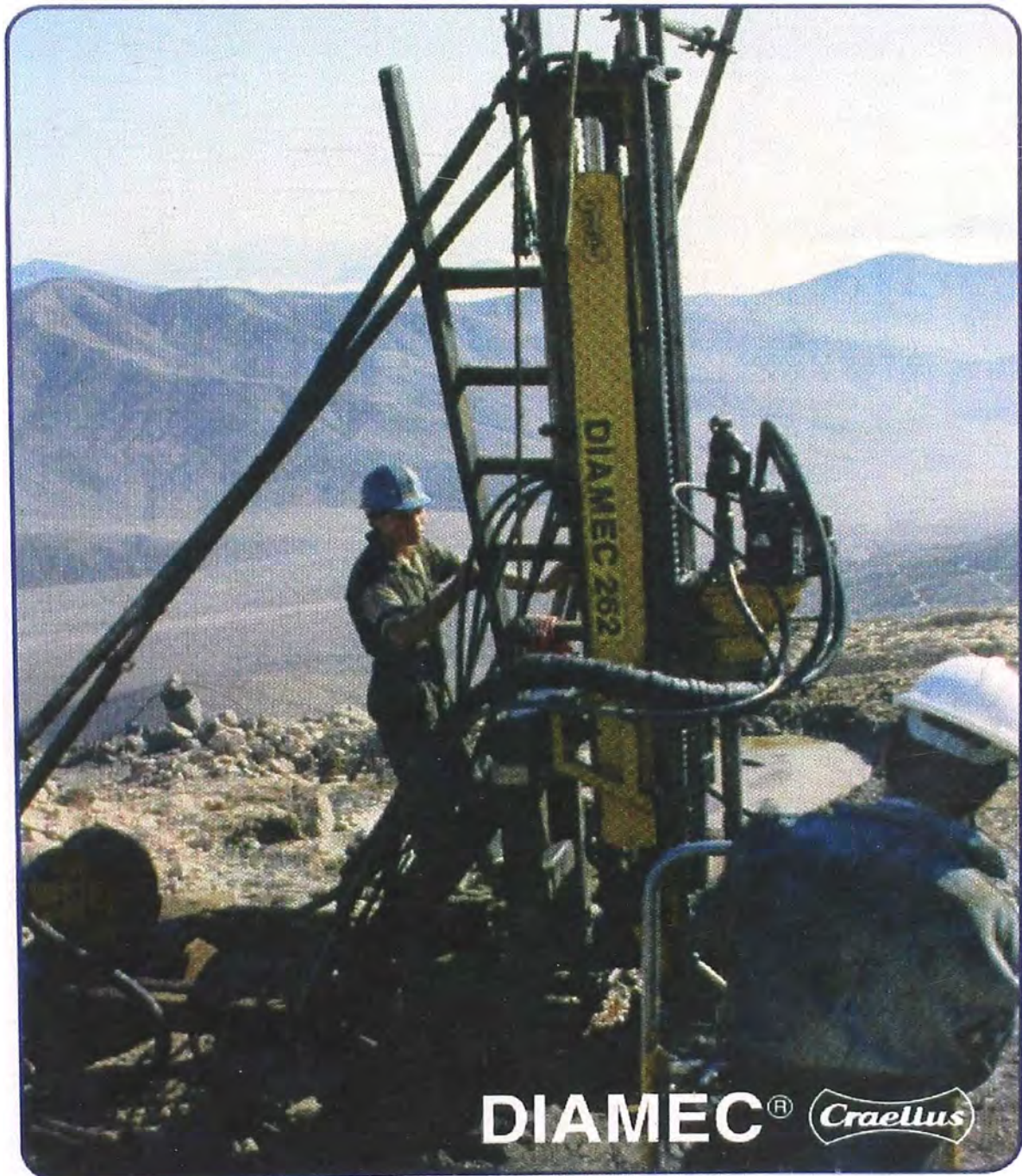


Figura N° 34.- Equipo Diamec 262.

All-hydraulic Core Drill

DIAMEC® 282

for surface and underground drilling

Atlas Copco



Figura N° 35.- Equipo Diamec 282.

9.-Guia de selección: Dependiendo de la dureza de la roca, el diámetro, la longitud de perforación, los datos geológicos, geográficos y técnicos proporcionados por el cliente, y además basándose en las estadísticas, la empresa ATLAS COPCO ha elaborado un cuestionario para la selección del equipo y una tabla de los modelos de los equipos (DIAMEC) versus la longitud de perforación.

Ejemplo de selección de un equipo de perforación.- En la siguiente proforma tenemos un cuestionario o formato en el cual se llenara los datos de las características y propiedades del terreno a perforar.


PROFORMA DE REFERENCIA

La citada encuesta declarada debajo se ha hecho para satisfacer un pedido hipotético y adjuntamos el citado cuestionario de solicitud.

LA DEMANDA:

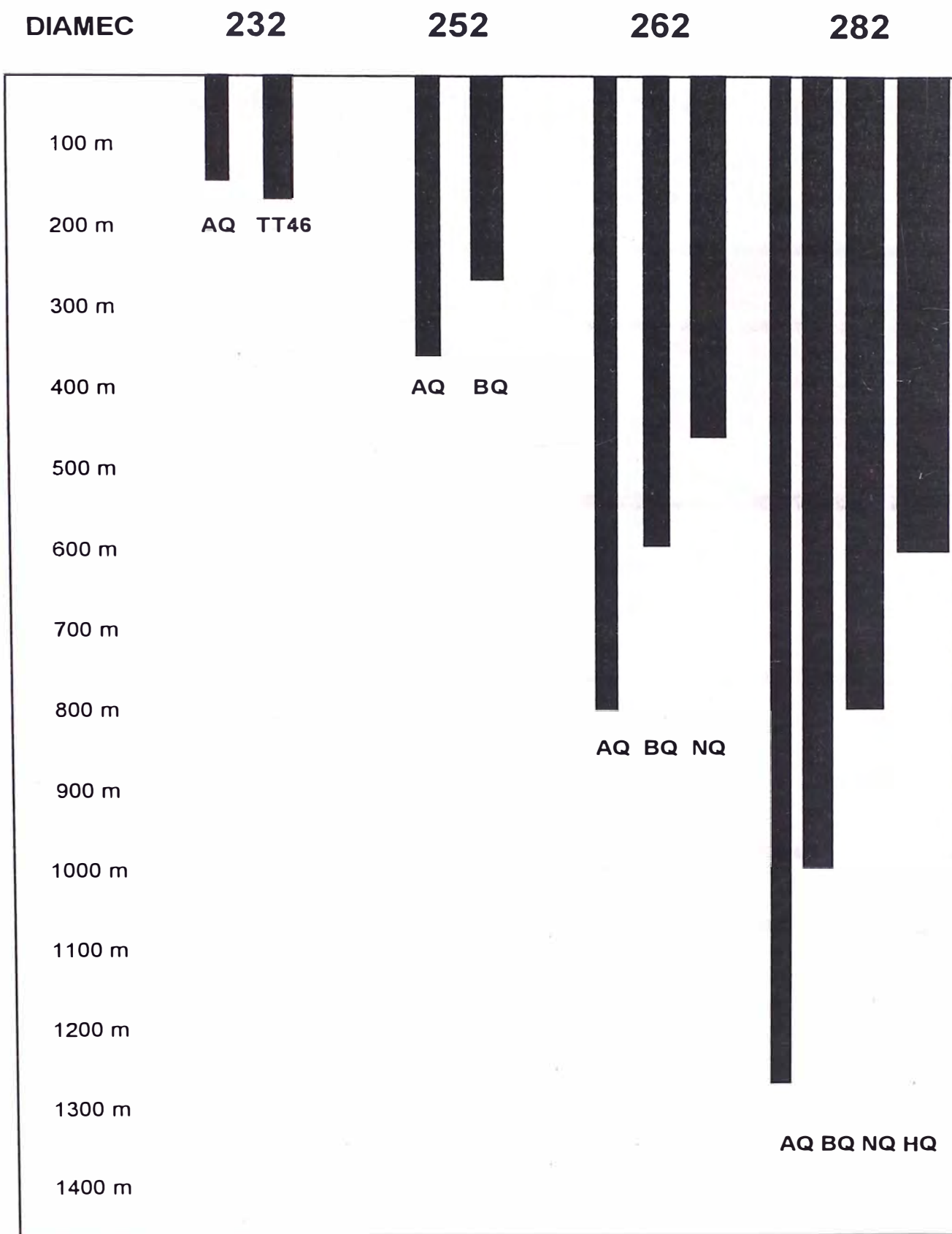
Equipo de perforación para interior mina, utilizado para la exploración mineral hacia abajo hasta 350 metros. Se espera que el tamaño del agujero final sea NQ pero un cordón adicional de tamaño BQ debe agregarse en caso de insuperables problemas del taladro antes de que la profundidad total se logre. La cubierta o capa puede depender de 10 metros de espesor. Pueden esperarse las formaciones muy inestables entre 70 y 100 m. Incluye consumibles y partes para los primeros 20 agujeros.

Tabla N° 5.- Cuestionario de selección del equipo

Propósito de la perforación	Características de la perforación		
Exploración mineral <input checked="" type="checkbox"/>	Longitud total del hueco	350 m	
Inyección de cemento <input type="checkbox"/>	Diámetro mínimo final de la muestra:	56.1/42 mm	
investigación <input type="checkbox"/>	Dirección del hueco vertical hacia abajo	(0-30°)	
para agua <input type="checkbox"/>	Profundidad de sobrecarga	10 m	
Otros <input type="checkbox"/>	Numero de entubamientos	(2/3)	
Método de perforación	Longitud del entubamiento N° 1	10 m	
convencional <input type="checkbox"/>	Longitud del entubamiento N° 2	100 m	
wire-line <input checked="" type="checkbox"/>	Longitud del entubamiento N° 3	350 m	
continuo <input type="checkbox"/>	Longitud del entubamiento N° 4	
sin recuperación <input type="checkbox"/>	Formaciones a ser perforadas		
Otros <input type="checkbox"/>	Tipos de sobrecarga		
Localización	Pedruscos <input checked="" type="checkbox"/>		
Superficie <input type="checkbox"/>	Arcilla <input type="checkbox"/>		
debajo de la superficie <input checked="" type="checkbox"/>	Arena <input type="checkbox"/>		
Dimensiones del lugar	Descripción		
Ancho __5m_ Altura __4m__	Tipo de roca		
Forma del lugar	Partida <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
	Sólida <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
restricciones de dimensiones especiales	Abrasiva <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
Condiciones de trabajo	Pulida <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
Temp. del aire ambiental (-20 °C - 30 °C)	Descripción ... Dura...		
Temp. agua alimentación (0 °C - 15 °C)	Estado de esfuerzo compresivo		
Altura: 3000 m	Accionamiento principal		
Programa de perforación	Motor elec. 440 V 60 Hz <input checked="" type="checkbox"/>		
Inicio de datos.....	Motor diesel <input type="checkbox"/>		
Duración 12..... meses	Medio de lavado		
N° de horas por día 1-8h	Agua limpia <input type="checkbox"/>		
Programa total de perforación 7000m	lodo <input checked="" type="checkbox"/>		
	aire <input type="checkbox"/>		
	Montado		
	sobre patines <input checked="" type="checkbox"/>		
	sobre orugas <input type="checkbox"/>		
	sobre columna <input type="checkbox"/>		
	Remolque <input type="checkbox"/>		
	Camión <input type="checkbox"/>		

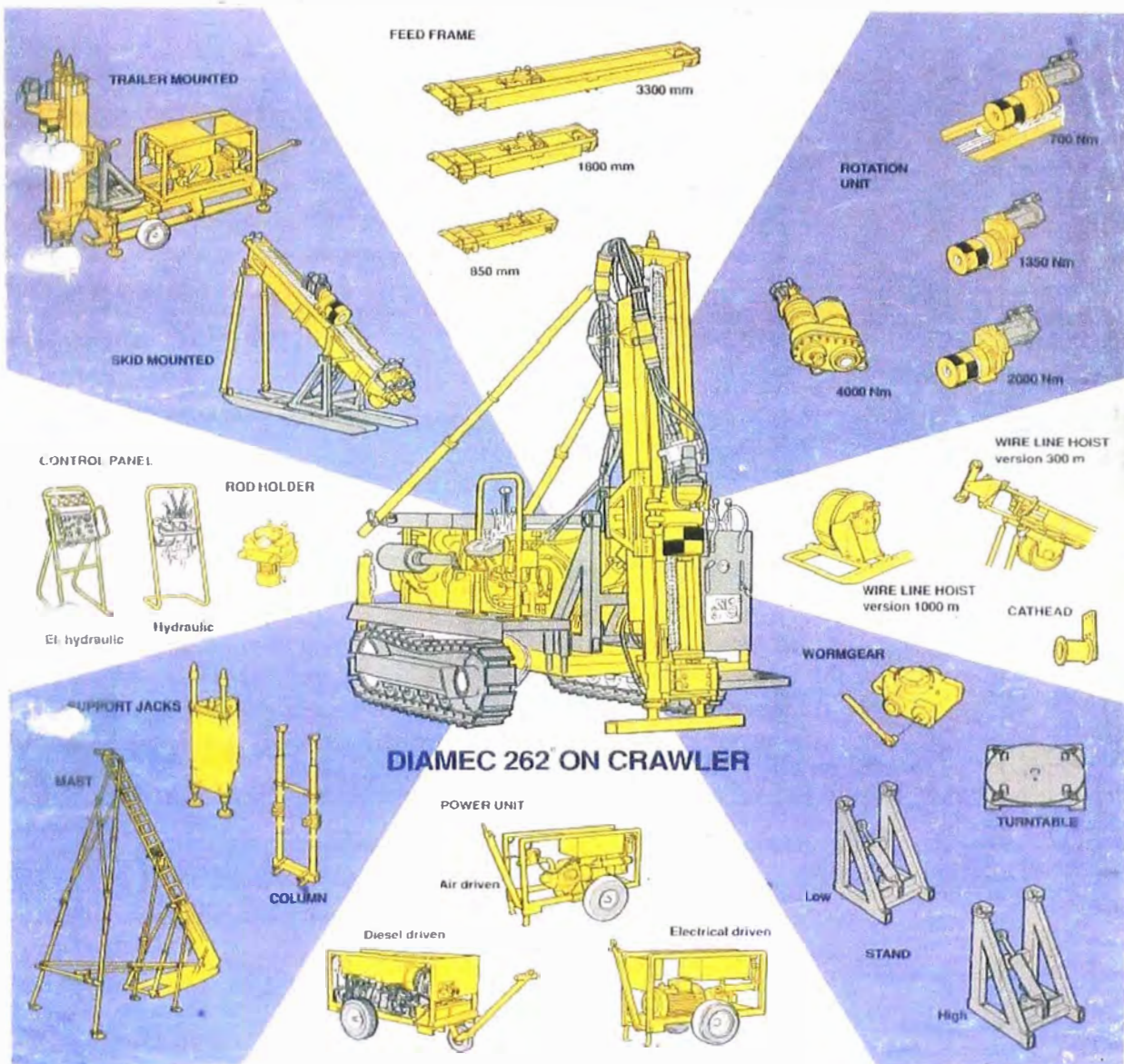
En base a las tablas N° 5 y N° 6, se selecciona el equipo DIAMEC 262 versión eléctrica y con el apoyo de la figura N° 38 se logra la configuración total del equipo. En la pagina 61 se presenta una proforma referencial.

Tabla N° 6 .- Modelos de los equipos Diamec versus longitud de perforación



DIAMEC[®] 262

**MULTIPURPOSE DRILL RIG FOR:
CORE DRILLING • ROTARY DRILLING
DTH-DRILLING • TOP HAMMER DRILLING**



CRAELIUS



Figura N° 38.-Opciones de configuración del equipo Diamec 262.

PROFORMA (PRECIOS REFERENCIALES)

03/02/02

Señores

COMPAÑÍA MINERAPresente

Atte. :

ITEM	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNL	VALOR TOT.
------	-------------	------	-----------	------------

1 SONDA HIDRAULICA ROTATIVA PARA EXTRACCION DE TESTIGOS

Marca ATLAS COPCO CRAELIUS, Modelo DIAMEC 262 / 1800

La sonda comprende:

Unidad de Perforación que incluye motor hidráulico, sujetador hidráulico mecánico, avance hidráulico cadena y panel de control Diamec 262 / 1800

Incluye mordazas NQ

Unidad de Rotación

- | | |
|--------------------------------|----------------|
| - Diámetro interior de husillo | 78 mm |
| - Gama velocidades husillo | |
| - Velocidad Alta | 550 - 2200 rpm |
| - Velocidad Baja | 400 - 1700 rpm |
| - Par de Torsión Máximo | 700 Nm |
| - Fuerza de sujeción | 100 KN |

Avance Hidráulico Cadena

Con largo de carrera de 1800 mm. el avance de nuevo diseño es de cadena accionada por cilindros hidráulicos. Una válvula selector en el panel de control permite elegir entre dos alternativas de maniobra: la primera con avance de alta velocidad para un rápido movimiento de las varillas, pero de mayor fuerza de avance.

- | | |
|--|------------|
| - Longitud de avance | 1800 mm |
| - Fuerza de avance | 65 KN |
| - Velocidad máxima de avance con perforadora | 150 m/seg |
| - Velocidad avance de maniobra : | |
| - Velocidad baja | 0.65 m/seg |
| - Velocidad alta | 1.30 m/seg |
| - Velocidad de maniobra : | |
| - Velocidad baja | 15 m/min. |
| - Velocidad alta | 26 m/min |

Sujetador de Varillas

- | | |
|---|--------|
| - Diámetro máximo apertura sin mordazas | 115 mm |
| - Fuerza de sujeción | 22 KN |
| - Fuerza de apriete con mordaza (Carb de Tungst.) | 33 KN |

Profundidades de Perforación

Sist. de Perf.	Diám. Pozo	Diám. Varill.	Profundid.
TT - 46	46 mm	compolite 43 mm	1000 m
TT - 56	56 mm	compolite 53 mm	725 m
AQ	48 mm	AQ 44.5 mm	800 m
AGM	48 mm	AGM 44.5 mm	860 m
BQ	60 mm	BQ 55.6 mm	600 m
BGM	60 mm	BGM 56.5 mm	700 m
NQ	75.6 mm	NQ 70 mm	450 m
NGM	75.6 mm	NGM 73 mm	450 m

N° de Parte 8314-0118-00

VALOR DE VENTA STOCK	US\$	106,128.00	106,128.00
----------------------	------	------------	------------

2 UNIDAD DE FUERZA ELECTRICO-HIDRAULICA, Modelo 45E

Unidad de accionamiento electro-hidráulico modelo 45E, potencia de motor 45 Kw completa con doble bomba hidráulica Vickers, estanque de aceite de 70 litros, sistema filtrante y chasis con ruedas y barras de remolque, 440 voltios, 60 Hz.

N° de Parte 8031-0104-43

VALOR DE VENTA STOCK		1	38,448.00	38,448.00
----------------------	--	---	-----------	-----------

3 BOMBA DE INYECCION DE AGUA Y LODO, Modelo TRIDO 80 H

Bomba de inyección de agua y lodo, accionado por motor hidráulico

- Máxima capacidad 76 l/min
- Máxima presión 40 bar
- Peso 115 kg

N° de Parte 8492-0209-80

VALOR DE VENTA STOCK	US\$	1	16,039.00	16,039.00
----------------------	------	---	-----------	-----------

4 Kit de Mangueras para Bomba TRIDO 80 H

N° de Parte 3715-8191-90

VALOR DE VENTA STOCK	US\$		406.00	406.00
----------------------	------	--	--------	--------

5 Juego de Acumulador para Bomba TRIDO 80 H

N° de Parte 3715-8557-90

VALOR DE VENTA STOCK	US\$		479.00	479.00
----------------------	------	--	--------	--------

6 Juego de Mangueras para Bomba TRIDO 80 H

- 1 x Manguera de Succión 1 ½" x 6 m con pescante N° 3715-7317-90
- 1 x Manguera de Succión 1" x 10 m N° 3715-7327-90

N° de Parte 8492-0211-03

VALOR DE VENTA STOCK	US\$		982.00	982.00
----------------------	------	--	--------	--------

03/02/02

7	Winche Hidráulico Equipo Wire Line incluyendo winche, válvula hidráulica, mangueras, polea y las instrucciones de montaje para 425 m N° de Parte 8092-0304-70				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	1	8,778.00	8,778.00
8	Tornamesa N° de Parte 3715-8763-80				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$		3,404.00	3,404.00
9	Tornillo sin fin N° de Parte 3715 8795 80				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$		6,591.00	6,591.00
	[VALOR TOTAL DEL EQUIPO	US\$			181,255.00]
10	Equipo de pozo (Linea NK (NQ)) N° de Parte 8070-0107-42				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$		557.00	557.00
11	Tubería de perforación NQx3m N° de Parte 8093-0614-22				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	100	129.00	12,900.00
12	Tubería de perforación NQx1.5m N° de Parte 8393-0613-56				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	4	91.00	364.00
13	Sacatestigo NK (NQ) de 10 pies completos N° de Parte 8390-0636-10				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	2	1,297.00	2,594.00
14	Sacatestigo NK (NQ) de 5 pies completos N° de Parte 8392-0636-00				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	2	1,197.00	2,394.00

					03/02/02
15	Vertical Overshot NK (NQ) N° de Parte 3742-0067-83				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$		762.00	762.00
16	Conjunto de respuestas necesarios para perforar con el sacatestigos NK (NQ) por un total aproximado de 800 m de sondaje. N° de Parte 3744-0000-56				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$		839.00	839.00
17	Escariador NK (NQ) N° de Parte 8370-1742-71				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	4	282.00	1,128.00
18	Corona Diaborit NK (NO) HW/3 N° de Parte 8370-2081-20				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	4	522.00	2,088.00
19	Corona Diaborit NK (NO) HW/3 Para roca dura no abrasiva N° de Parte 8370-2019-42				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	4	522.00	2,088.00
<u>HERRAMIENTAS BASICAS</u>					
20	Llave "Full Grip" para outer tubos "NK" (NO) N° de Parte 3742-0002-32				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	2	377.00	754.00
21	Llave "Full Grip" para inner tubos "NK" (NO) N° de Parte 3742-0002-29				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	2	232.00	464.00
22	Llave Ridgid 24" N° de Parte 3766-0239-00				
	VALOR DE VENTA STOCK	US\$	2	170.00	340.00

23 Llave Ridgid 18" 03/02/02
 N° de Parte 3766-0237-00

VALOR DE VENTA STOCK	US\$	2	101.00	202.00
----------------------	------	---	--------	--------

24 **Polimero DBC Supermix en polvo (25 Kg), para estabilizar paredes del pozo y aumentar vida útil de coronas, escariadores y barras**
 N° de Parte 3742-0021-90

VALOR DE VENTA STOCK	US\$	3	383.00	1,149.00
----------------------	------	---	--------	----------

VALOR TOTAL- TUBERIA Y ACCES.	US\$			28,623.00
--------------------------------------	-------------	--	--	------------------

VALOR TOTAL- EQUIPO + TUB. +ACCES.	US\$			209,878.00
---	-------------	--	--	-------------------

PRECIOS

Se entiende en Dólares Americanos pagaderos en moneda nacional al tipo de cambio vigente de oferta y demanda a la fecha de cancelación de la mercadería
 Los precios no incluyen IGV

ENTREGA

Por confirmar

Atlas Copco

CAPITULO IV

METODOLOGÍA PARA EL ASESORAMIENTO TÉCNICO A LOS USUARIOS DE LOS EQUIPOS DE PERFORACION DIAMANTINA

4.1 Administración de equipos.- Para cumplir con un plan de perforación de los equipos diamantinos se debe cumplir con cinco etapas en la administración del equipo.

1) Selección .- especificaciones, capacidad, características técnicas.

2) Compra .- Productividad, disponibilidad, costos operativos, tasa de interés, precio.

3) Operación.- Tiempo de ciclo, entrenamiento de operador, mezcla de máquinas.

4) Mantenimiento.- El buen mantenimiento garantiza la operatividad de los equipos, Como resultado de esto se obtiene lo siguiente:

- Alta producción y disponibilidad.
- Control preciso de costos.
- Alarga la vida de los equipos.
- Minimiza paradas imprevistas.
- Incrementa el valor de reventa de los equipos.

También podemos decir que existen parámetros para realizar un buen mantenimiento de los equipos, los cuales son:

- Mantenimiento preventivo.
- Muestreo de lubricantes.
- Inspecciones.
- Entrenamiento.
- Planeamiento.
- Registros.

- Administrar reparaciones.

5) Reemplazo.- Reparación, reemplazo, reconstrucción, valor de reventa

4.2 Instrucción operacional para el funcionamiento del equipo.-

Actualmente se está implementando nuevas tecnologías e innovaciones en las compañías mineras, esto nos lleva a la reflexión y al replanteamiento de nuestros objetivos personales, cuando vemos que a nuestro alrededor tenemos ya equipos de nueva generación donde el sistema de control es computarizado, esto es solo el comienzo de la nueva era en la fabricación de equipos y que en el futuro será estándar. Por tal motivo es importante que el personal que opera estos equipos (sondistas) esté en constante entrenamiento. A continuación se expondrá las instrucciones para poner en operación los equipos DIAMECS.

Un buen sondista se consigue capacitándolo en los siguientes puntos:

- Conocimiento del funcionamiento del sistema.
- Actividades básicas de un sondista.
- Importancia de la seguridad.
- Utilización adecuada de brocas y aditivos.

A continuación describimos criterios que debe reunir un operador.

1. Definición de un sondista.- Para la definición de un sondista exponemos dos definiciones.

Definición antigua.- Es la persona que es responsable totalmente de la conducción de un equipo, ello implica cumplir con lo siguiente:

- Operar el equipo eficientemente
- Mantener el equipo en buenas condiciones

Definición moderna.- En los conceptos actuales se está implementando un sistema simple pero revolucionario en el cual el sondista está comprometido a combinar su trabajo con las labores propias del personal de mantenimiento, esto implica que se delega a los sondistas parte de la responsabilidad en el mantenimiento tales como por ejemplo:

- Revisión general de su equipo antes de operar.
- Cambio de mangueras.
- Ajuste de pernos y tuercas.
- Cambio de elementos de desgaste.
- Cambio de conexiones.
- Eliminación de fugas de aceite.
- Participación activa en los mantenimientos.
- Limpieza periódica del equipo.
- Efectuar lubricación del equipo..

Esto estimula a los sondistas a actuar como si fueran dueños de los equipos, lo que trae como resultado.

- Reducción de tiempos.
- Reducción de costos.
- Aumento de la disponibilidad mecánica.

Pero para llegar a esta realidad se requiere de un programa de capacitación para los sondistas en actividades básicas de mantenimiento.

2. Reglas básicas de un sondista de maquina DIAMECS.- A continuación se presenta las reglas básicas de un sondista para la operación de este tipo de máquinas.

Reglas generales:

- Saber el programa de mantenimiento del equipo.
- Exigir el mantenimiento del equipo.
- No operar la DIAMEC sin autorización.
- Conocer la función de los componentes del equipo.
- Informar anomalías inmediatamente.
- Tener conocimiento de mecánica básica.
- Conocer las actividades básicas de la DIAMEC.
- Mantener orden y limpieza.
- Informar desgastes de componentes.
- Conocer funcionamiento de los controles.
- Conocer la capacidad de la DIAMEC.
- Conocer los tipos de lubricantes para el sistema hidráulico.

4.3 Puesta en marcha (arranque inicial).- Para llevar a cabo la puesta en marcha o el arranque inicial de los equipos de perforación es recomendable seguir las siguientes instrucciones o reglas:

- Revisión diaria del nivel de aceite.
- Antes de operar un equipo preguntar si está operativo.

- Revisión general del equipo de perforación.
- Compruebe que funcionan los dispositivos de parada de emergencia (panel de mandos, unidad de accionamiento y unidad de perforación) antes de comenzar a perforar, parando el motor con cada parada de seguridad.
- Compruebe que no tenga fugas de aceite por las juntas roscadas, conexiones de mangueras, racores y otros.

Seguridad

- No distraerse cuando opera la maquina de perforación.
- Conocer primeros auxilios.
- Usar implementos de seguridad.

Seguridad de funcionamiento

Antes de poner un nuevo equipo en servicio, nos gustaría llamar la atención hacia los aspectos de seguridad. La perforación puede ser un peligro para el personal y para el medio ambiente. Un buen orden, entrenamiento y un equipo con un buen mantenimiento son los factores claves para una operación segura.

Medidas de organización

1. La unidad DIAMEC será manejada solo por personal que haya recibido un entrenamiento teórico y práctico en la sonda. Se pondrá especial énfasis en las medidas de seguridad.

2. Utilizar siempre equipos de protección personal, tal como lo requieran las circunstancias o lo exijan las normativas.
3. Si mientras la unidad está trabajando, se observa alguna acción anormal en los sistemas de seguridad o de funcionamiento, parar inmediatamente la maquina, investigar y solucionar el problema.
4. Los sistemas hidráulicos y eléctrico son de naturaleza compleja y pueden ocasionar lesiones o daños si no se manejan con cuidado.

4.4 Instrucción técnica relacionada al mantenimiento mecánico, hidráulico y eléctrico.- Para el funcionamiento y mantenimiento del equipo hay que tener en cuenta lo siguiente:

En el sistema de la sonda están integrados dispositivos de seguridad para su seguridad personal. Se debe comprobar, como mínimo una vez al principio de cada relevo, que estos dispositivos de seguridad funcionan adecuadamente, de modo que puedan actuar correctamente en el momento en que se los necesite, si no puede confiar en el equipo no lo ponga en funcionamiento. Asegúrese de que el mantenimiento se ha llevado a cabo de acuerdo con el programa, para mayor detalle en el apéndice se presentan cartillas de stock mínimo de repuestos, evaluación general y programa de mantenimiento de un equipo DIAMEC.

Los sondistas y ayudantes deberán usar cascos con protectores auditivos cuando sean necesario, gafas, calzados de seguridad y guantes de mano durante el trabajo.

4.5 Detección de fallas.- A continuación presentamos una tabla referencial.

Tabla Nº 7.- Detección de fallas

Unidad de rotación

Tipo de falla	Causa	Localización	remedio
no suelta la tubería	aceite hidráulico demasiado frío y viscoso aceite incorrecto filtro de drenaje obstruido componentes desgastados o con suciedad	Comprobar si se ha activado el indicador desmontar y revisar	cambiar cartucho y filtro limpiar a fondo
fuga interna de la unidad	partes internas desgastadas	desarmar, revisar y calibrar	cambiar partes gastadas
Unidad de rotación no agarra la varilla	varilla gastada o con grasa regulación de la presión de sujeción demasiado baja	medir varilla comprobar en el manómetro	cambiar varilla aumentar presión o cambiar
bajas RPM	válvula de velocidad defectuosa ajustar control del motor hidráulico	comprobar la presión piloto	testear motor hidráulico
poca fuerza de desconexión	unidad de perforación no alineada con el suelo rosca de varilla averiada		

Sujetador de varilla

no agarra la varilla	desgaste y suciedad interna. contrapresión sumamente alta.	desarmar y revisar. medir contrapresión.	limpiar y verificar las partes eliminar la causa de la contrapresión.
no afloja el agarre	regulación de presión de sujeción demasiado alta.	controlar presión de apertura del sujetador	ajustar presión del sujetador
sincronización irregular	mover controles demasiados rápidos. presión del sujetador demasiado alta.		detener brevemente movimiento de palanca en posición neutra. ajustar presión del sujetador

avance

unidad de rotación de desplaza con palanca en posición neutra.	fuga interna en el cilindro. válvulas de compensación con fugas.	mover cilindro a posición final y desconectar la manguera. controlar operación en avance rápido.	cambiar sellos y partes averiadas.
fuerza de avance irregular o nula	presión de bomba de servicio demasiado baja	controlar presión de bomba de servicio	testear

sistema hidráulico

temperatura de aceite demasiado alta	caudal de agua de refrigeración insuficiente, temp. de agua alta. Enfriador obstruido. Fugas internas de bombas y motores hidráulicos.	controlar flujos.	controlar suministro de agua. Limpiar enfriador. Cambiar bomba o motor.
presión del sistema hidráulico	Válvula de presión defectuosa. Pérdida de señal de bomba principal.	probar funcionamiento de válvula. Controlar la presión del sistema.	Cambiar válvula. Testear bomba.

4.6 Ventajas en la utilización de máquinas hidráulicas para la perforación.- Las ventajas específicas que la perforación hidráulica presenta frente a la neumática y mecánica, se irán definiendo en un futuro de manera más clara a medida que se vaya ganando en experiencia, los avances obtenidos en la perforación hidráulica han hecho imperativo su uso en los últimos años, ya que no representan un “obstáculo” para el resto de las demás operaciones. Por otra parte, la legislación y condiciones ambientales en general, harán posible en determinados casos, la utilización de sistema hidráulicos como única alternativa. A continuación presentamos algunas ventajas en la utilización de equipos hidráulicos.

1. Manejo y operación simplificado.- La moderna tecnología hidráulica ofrece un gran potencial de posibilidades, la misma maquina hidráulica, con sencillas modificaciones, puede utilizarse para diferentes tipo de roca, diámetros y varillajes, manteniendo un máximo rendimiento y la total utilización de la energía disponible.

Las bombas de desplazamiento variable, permiten variar tanto el caudal como la presión del fluido; las unidades de rotación tienen un diseño que permite variar las revoluciones, haciendo posible obtener un total aprovechamiento de la energía. En definitiva puede decirse que, una maquina hidráulica perfora un amplio rango de terrenos; es decir una maquina hidráulica abarca una amplia gama de las maquinas neumáticas y mecánicas.

Ahora bien, si las bombas son de desplazamiento fijo, como sucede en algunas maquinas hidráulicas existentes en el mercado, la única alternativa posible para adaptarse a las condiciones de perforación será la de reducir la presión, lo que equivale a disminuir el rendimiento. Pero si las bombas son de presión compensada y desplazamiento variable, la maquina trabajará siempre a presión constante y podrá mantenerse, con independencia la temperatura del fluido y evitar desgastes que incrementan las fugas internas, es decir un rendimiento máximo en todo momento.

2. Diseño compacto y modular.- En esta sección describiremos las máquinas que generalmente son más usadas en la perforación hidráulica tipo, diamantina (DIAMEC).

Estas máquinas poseen una amplia gama de accesorios para todo tipo de sondeos en interior o en superficie, tanto para perforación convencional o sacatestigos tipo "wireline". Esta máquina permitió el primer contacto entre los obreros ingleses y Franceses en el proyecto del túnel bajo el canal de la mancha, por su naturaleza compacta.

Los equipos DIAMEC incorporan los últimos avances de la tecnología en maquinas enteramente hidráulicas, todas las secuencias de acoplamiento y desenroscado de tubos, avance, extracción de wireline, etc, se controlan íntegramente desde un panel de mando en un bastidor separado. Estas unidades estándares constan de cuatro módulos principales: la unidad de perforación, el panel de mando, la unidad de accionamiento y la bomba de

lodos. Como opción la unidad de perforación puede montarse sobre carros de transporte para finalidades determinadas, orugas estrechas para uso subterráneo, orugas para superficies especiales con mástil, montaje en remolque para galerías, etc.

Estas unidades también pueden equiparse para perforación con martillo de cabeza y martillo en el fondo. La posibilidad de realizar el sondeo con martillo en el fondo combinado con la extracción de testigos nos da valiosos ahorros de tiempo, además de permitir los reconocimientos de roca a través de los análisis de los detritus. Para el accionamiento de la unidad de perforación puede obtenerse dos tipos de motor, una versión con motor eléctrico y una versión con motor diesel turbo.

3. Optimización en el rendimiento.- La introducción de las máquinas hidráulicas en los años 70, ha marcado un hito en la historia, tan importante como lo fuera el método Sueco de perforación. Después de algunas décadas, en las que las perforadoras neumáticas y mecánicas tuvieron una evidente superioridad. Comienza a surgir una rivalidad con las perforadoras hidráulicas. Dos grupos de factores influyen la elección de uno u otro tipo de perforadora: factores tecnológicos de una parte, y económicos - ergonómicos por otra. Los parámetros de cada trabajo individual, tales como dimensiones, período de ejecución, situación geográfica, geología y disponibilidad de mano de obra abundante y barata, serán los que definan la elección de uno u otro sistema. Las ventajas más inmediatas que a simple vista proporciona la perforación hidráulica son:

- Rendimiento de perforación mucho más elevado. 50-100% más.
- Menor nivel de ruido 10-15 dB menos.
- Nada de nieblas de aceite en el frente de trabajo.
- Menor consumo de energía, alrededor de un 30% menos.

En los últimos 100 años no han cambiado los principios básicos de la excavación de la roca, la perforación y la voladora. Otras alternativas para desintegrar la roca están siendo estudiadas en laboratorios de diferentes partes del mundo, con los siguientes métodos: perforación por chorro de agua, fusión, calentamiento eléctrico, ondas de presión, ultrasonido, rayos láser, etc.

Se ha llegado a la conclusión de que los métodos mecánicos se continuaran utilizando predominantemente hasta el año 2005. Este método mecánico consiste en perforación y rotación con las perforadoras neumáticas o hidráulicas, las que están montadas sobre maquinas que le sirven de soporte y elemento de transporte.

En la década venidera se mejorarán los equipos para lograr alta productividad y bajos costos en mejores condiciones de trabajo.

Tabla N°8.- Cuadro comparativo sondas hidráulicas vs convencionales.

CUADRO COMPARATIVO DE SONDAS HIDRAULICAS VS CONVENCIONALES.	
DIAMEC.	CONVENCIONALES.
Manejo enteramente hidráulico, un solo hombre puede realizar todas las operaciones de perforación desde el panel de mando.	El manejo es mecánico se necesita mas de dos hombres para realizar las operaciones de perforación.
Principio DIAMEC, auto-coordinación entre el chuck y el rod holder (prensa).	No existe.
Motor hidráulico variable en la unidad de rotación para ajuste sin escalonamiento de la velocidad de rotación, manteniendo la máxima potencia.	Los ángulos de perforación son limitados, normalmente no hacen taladros positivos.
Cilindros de avance dobles, con flujo hidráulico en serie ó paralelo, el operador puede seleccionar entre: baja velocidad y alta fuerza ó alta velocidad y baja fuerza.	El avance es directamente controlado desde la fuente de poder (eléctrica ó diesel).
Flexibilidad para adaptarse a diferentes parámetros de perforación (geología, diámetro, profundidad.)	No es posible controlar la fuerza de avance en coordinación con las r.p.m, etc.
Rendimiento promedio en metros de perforación el doble de una maquina convencional.	Sin comentarios.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EN EL USO DE EQUIPOS HIDRÁULICOS DIAMANTINOS EN EL PERÚ

5.1 Adaptaciones y acondicionamientos.- Por la necesidad de nuestra geografía y el requerimiento de los clientes nos hemos visto en la necesidad de realizar algunos cambios en la estructura original de los equipos.

1. El equipo de origen modular se ha tenido que instalarlo sobre una plataforma con llantas para hacer más factible su desplazamiento y anclaje al lugar de perforación, además de esto evitar contaminar el sistema hidráulico ya que los componentes no se separan en el traslado.



Figura N° 39.- Equipo DIAMEC montado sobre plataforma.

2. Debido a las condiciones climáticas, propias de nuestra geografía minera, el equipo se ha instalado dentro de un container, para proteger al personal operario y al equipo, también para agilizar el transporte y anclaje en el lugar de perforación, y además para proteger al sistema hidráulico de cualquier contaminación.



Figura N° 40.- Equipo DIAMEC montado en container.

5.2 Capacidad de uso.- las máquinas dependiendo del modelo (tamaño y versión se determina la capacidad de uso).

Las máquinas pequeñas y medianas (Diamec 232, Diamec 252, Diamec 262) en versión eléctrica se usan normalmente en mina interior y túneles para definir el cuerpo mineralizado, estudios de mediano alcance y para taladros de inyección de cemento. A continuación se muestra la fotografía de un equipo en versión eléctrica.



Figura N° 41.- Equipo DIAMEC trabajando en interior mina.

Las máquinas medianas y grandes (Diamec 262, Diamec 282) en versión diesel se usan normalmente para investigación diamantina y estudio de suelo en superficie, frecuentemente en exploración para taladros largos. A continuación se muestra la fotografía de un equipo de versión diesel.



Figura N° 42.- Equipo DIAMEC de versión diesel.

5.3 Innovación continua de los equipos.- Debido al constante avance tecnológico y al objetivo de la búsqueda de un equipo cada vez más óptimo para la perforación diamantina, Atlas Copco esta lanzando al mercado equipos hidráulicos con control computarizado y además esta promoviendo la adquisición de compañías fabricantes de equipos, para unificar tecnologías y ofrecer a sus clientes equipos cada vez mas competitivos.

All-Hydraulic Core Drill

DIAMEC® 264 APC

with Automatic Performance Control

Atlas Copco



Figura N°43.- Versión computarizada de equipo DIAMEC 262 (DIAMEC 264)

Atlas Copco Core Barrel

60TT Xsafe

The extendible thin-kerf double-tube core barrel for B size (60 mm) holes.



Atlas Copco

Figura N°44.- Versión computarizada de equipo DIAMEC 282 (DIAMEC 284)

Adquisición de nuevas marcas de equipos y accesorios.- Atlas Copco en el afán de ampliar su campo de acción, está adquiriendo nuevas fábricas para ampliar su presencia en el mercado de perforación diamantina. Figura

JKS Boyles Surface Core Drilling Rigs

Exploration drilling equipment



A complete range of highly productive rigs for every surface core drilling need offering high reliability and cost efficiency.

Atlas Copco

N°45.- Equipos JKS Boyles (fábrica recientemente anexada a A.C)

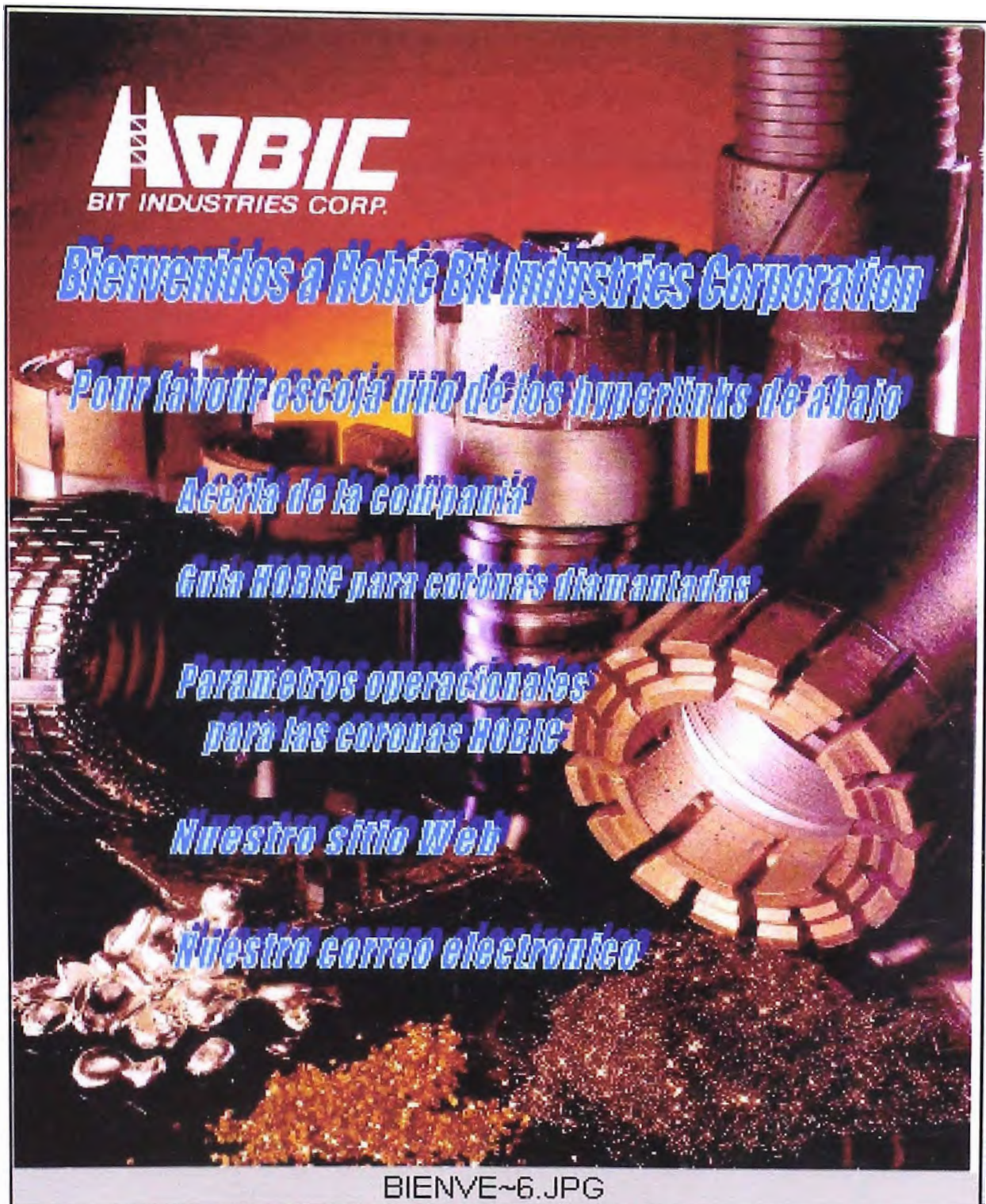


Figura N°46.- Coronas y accesorios HOBIC (fábrica recientemente anexada a A.C).

CAPITULO VI

ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA PERFORACION DIAMANTINA

6.1 Generalidades.

La maquinaria para la actividad de la exploración diamantina es uno de los bienes de capital mas costosos, por ello quien posee esta debe tener en cuenta el capital que ha invertido en su adquisición, como un dinero susceptible de ser recuperado con una utilidad razonable, gracias al trabajo realizado por la máquina misma. Conviene resaltar que la recuperación del capital invertido, conlleva a que el valor de reposición de la maquinaria sea permanentemente actualizado a fin de evitar que factores tales como la devaluación, no impidan restituir la maquinaria usada una vez concluida su vida útil. Así para lograr este objetivo, quien utilice una maquina para su trabajo o la de en alquiler, analizara concienzudamente los costos que le representan, tanto por posesión como por operación, para de esta manera conocer con certeza la suma invertida en el proyecto ejecutado. Existen varios métodos para calcular el costo probable de poseer y operar un equipo, pero ninguno de ellos da resultados exactos, siendo optimo una buena aproximación al costo real. Entre los factores que afectan el costo de poseer y operar maquinaria para la perforación diamantina podemos enumerar los siguientes: costo inicial o valor de adquisición, valor de inversión medio anual, valor de salvataje, numero de años de uso y horas empleadas por año, condiciones de trabajo, costos fijos (depreciación, interés de capital invertido, seguros, impuestos, almacenaje, mantenimiento y reparaciones) y costos variables (energía, lubricantes, filtros y jornales). Es importante indicar, así mismo que para el análisis del costo se ha considerado condiciones medias o promedio de trabajo,

por lo que, cada vez que se esta analizando un proyecto de obra especifico será necesario estudiar con cuidado las condiciones de trabajo y hacer las modificaciones a las tarifas, utilizando para ello la experiencia y el sentido común.

6.2 Datos Generales del Equipo a Analizar.

Tabla N° 9.- Especificaciones técnicas del equipo DIAMEC 262.

Unidad de Perforación (1800 mm)		
Longitud	2870 mm	112 pulg.
Ancho	800 mm	32 pulg.
Peso (version acero)	1090 Kg	2400 lbs
Bastidor de Avance		
Longitud de avance	1800 mm	70.8 pulg.
Max. Empuje (260Bar)	64 KN	14080 lbf
Max. Tracción (260Bar)	32 KN	7040 lbf
Velocidad de avance con maniobra de varillas max.(a 75l/m)		
Velocidad Baja	0.5 m/s	1.6 pies/s
Velocidad Alta	1.0 m/s	3.3 pies/s
Capacidad de maniobra de varillas, incluyendo enroscado y acoplamiento/descenroscado		
Velocidad Baja	15 m/min.	48 pie/min
Velocidad Alta	26 m/min	83 pie/min
Peso del bastidor de avance	310 Kg	682 lbs
Unidad de Rotación Estandar		
D.I husillo	78 mm	3.06 pulg
Velocidad Alta	550 - 2200 rpm	
Par Max.	545 Nm	402 lbf/pie
Velocidad Baja	400 - 1700 rpm	
Par Max.	700 Nm	516 lbf/pie
Fuerza de sujeción axial del mandril	100 KN	22000 lbf
Peso del cabezal	90 Kg	198 lbs
motor hidraulico de la unidad de rotacion		
Marca: Brueninghaus Hydromatik		
Modelo: A6VM55HD1D/63W XZB010R - S		
Sujetador de varillas		
Diametro max. de varillas(con mordazas)	114 mm	4.50 pulg.
Apertura máx. sin mordazas	132 mm	5.20 pulg.
Fuerza de sujeción axial	22 KN	4840 lbf
Con mordazas TC	33 KN	7260 lbf
Peso del sujetador	90 Kg	198 lbs
Cabrestante wireline (versión 800m)		
Capacidad :	800m cable de 5mm	
	450m cable de 6mm	
	870m cable de 3/16" (4.76mm)	
fuerza de tiro:	Min. 3200N (tambor lleno)	
	Max. 7400N (tambor vacio)	
Velocidad de elev.	Min. 2.2m/s (tambor vacio)	
	Max. 5.0m/s (tambor lleno)	
Peso:	120 Kg	(264 lbs)

Unidad de accionamiento eléctrica PU 45E

Longitud	1850 mm	73 pulg.
Ancho	975 mm	38 pulg.
Altura	1260 mm	50 pulg.
Peso	615 Kg	1353 lbs

Motor eléctrico

Marca: ABB, Mod.: M2AA 225 SMB4 IEC 225 S/M 60, IP 55 (trifásico)

V	Hz	Kw	Rpm	A	Cos O
690 Y	50	45	1480	48	0.83
400 D	50	45	1480	83	0.83
660 Y	50	45	1475	49.5	0.85
380 D	50	45	1475	86	0.85
415 D	50	45	1480	82	0.81
440 D	60	52	1775	86	0.85

Bomba Hidraulica Doble

Bomba principal (marca: VICKERS, mod.: PVH57 OI PVQ40R)

Presión	260 Bar	3770 psi
Caudal	75 l/min	20 gal/min

Bomba Auxiliar (marca: VICKERS, mod.: PVQ40 B2R SS4S)

Presión	210 Bar	3050 psi
Caudal	36 l/min	9.6 gal/min

Capacidad del Tanque Hidraulico

70 L 17.9 gal.

Refrigerado por agua (marca: Furke Tipo: R6F 301—H230)

Panel de Mandos

Unidad separada, con mandos para:

- *Regulación sin escalonamiento de la velocidad de rotación.
- *Dirección y presión de avance.
- *Selector de velocidad de avance.
- *Introducción/Extracción de varillas.
- *Cilindro de elevación.
- *Cabrestante de wireline.
- *Cancelar la función de sujeción de varillas.
- *Compensación de paso de rosca para perforación descendente y ascendente.
- *Fuerza de sujeción axial del cabezal.
- *Bomba de barrido.
- *Válvula de aguja para estabilizar la presión de sistema y veloc. De rotación (opcional).

Instrumentos para:

- *Presión del sistema hidraulico.
- *Empuje de avance.
- *Presión del cabezal.
- *Presión del agua de barrido.
- *Cuenta revoluciones digital (opcional).

Peso del panel de mandos con mangueras 190 Kg 418 lbs

Bomba de Barrido (Trido 80H)

Longitud	800 mm	31.5 pulg.
Ancho	730 mm	28.7 pulg.
Altura	440 mm	17.3 pulg.
Peso	115 Kg	253 lbs
Caudal max	75 l/min	20 gal/min
Presión max.	40 bar	588 psi
Motor hidraulico.	200 bar,	18 l/m

motor hidraulico de la bomba de barrido

Marca: Brueninghaus Hydromatik
Modelo: A2FM 28/61W - PPB 020

Bomba de Agua

Marca: Beam Pump FMC
Modelo: L0918BCDES

Equipo Opcional

- *Soporte de pared.
- *Colector de agua.
- *Mesa giratoria
- *Engranaje sinfín
- *Dispositivo de apuntalamiento hidraulico.
- *Mastil de perforación.
- *Cabrestante wireline otras versiones
- *Abrazadera para tubo de revestimiento.
- *Unidad de rotación de baja velocidad.
- *Unidad de rotación de trabajo pesado.
- *Valvulas de aguja.
- *Cuenta revoluciones y otros.

Capacidad de Perforación

Tipo de Varilla	Diámetro Barreno	Profundidad Perforac. Aprox.	
		m	pies
Alu 43 Aluminio	46-A	1200	3960
Alu 53 Aluminio	56-B	800	2640
Compolite 43 mm (TT46) acero liviano	46	1000	3300
Compolite 53	56	725	2392
42 Acero	46	800	2640
50 Acero	56	450	1485
60 Acero	66-76	360	1188
AW	A	700	2310
BW	B	550	1815
NW	N	400	1320
AK (AQ)	A	800	2640
AGM	A	860	2838
BK (BQ)	B	600	1980
BGM	B	700	2310
NK (NQ)	N	450	1485
NGM	N	450	1485

6.3 Condiciones Generales.- Parámetros que nos definen la estructura de costos.

* **Vida Económica Util.-** Es el periodo durante dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable. El criterio de determinación de la vida económica ó vida efectiva es el estadístico. Generalmente los manuales y libros técnicos estiman la vida útil en horas totales y que para efecto de la utilización de formulas debe convertirse en años, estimando 2,000 horas anuales para máquinas pesadas (un año de 10 meses, un mes de 25 días y un día de 8 horas); de 1,150 hrs anuales como promedio para el rubro de vehículos y 1,000 horas anuales para equipos como martillos. En nuestro medio se carece de estadísticas

nacionales por lo que en base a experiencias se calcula que es de 3 años con un periodo de funcionamiento de 250 horas mensuales lo cual genera una perforación promedio de 600 metros. El periodo de vida indicado corresponde al momento donde es necesario someter al equipo a una reparación general para darle una nueva vida de uso. Es en éste momento es donde debe decidirse si se repara ó se reemplaza por un equipo nuevo. En nuestra realidad la utilización de equipos llega en promedio de 2 ó 3 veces este periodo.

Tabla 10.- Consideraciones para realizar el calculo económico.

*Vida Economica:	En años (N):	N =	3 años
	En horas (Vh): 250hrs/mes x 36meses:	Vh =	9,000 hrs
	En metros (Vm): 600m/mes x 36meses:	Vm =	21,600 m
	Equivalencia horas vs metros de perforac.	1 hr =	2.40 m
* Tasa de Interes Anual en Dolares (i):		i =	18%
* Seguro TREC (Todo Riesgo Equipo Contratista) (S): 1% anual durante su vida economica.		S =	3%
* Almacenaje (Permanencia en taller ó inactivo entre obras) (A):		A =	1.5%
* Valor CIF Maquinaria Importada (Vcif)		Vcif =	\$158,907.89
* Derecho de Importación 12% del Valor CIF (Dimp)		Dimp =	\$19,068.95
* Desaduanaje es el 2% del Valor CIF (Dsje)		Dsje =	\$3,178.16
* Transporte Aduana - Almacen (T)		T =	\$100.00
* Valor del Equipo sin Impuesto (VsinIGV=Vcif+Dimp+Dsje+T)		VsinIGV =	\$181,254.99
* Impuesto General a las Ventas (IGV=18%VsinIGV)		IGV =	\$32,625.90
* Valor de Adquisición de Equipo (Va=VsinIGV + IGV) Es el precio actual en el mercado		Va =	\$213,880.89
* Valor de Rescate ó Salvamento (Vr = 20%Va)		Vr =	\$42,776.18
* Tipo de Cambio a la Fecha 1\$ equivale a 3.5 Nuevos Soles.			

6.4 Costo de Posesión del Equipo (CP). - El costo de posesión puede representar entre el 15 y 20% de gastos totales del equipo en su vida útil y es necesario recuperarlo para poderlo remplazarlo al término de su vida.

El precio inicial es solo un factor del costo de posesión, a continuación presentamos los factores que involucran el costo de posesión.

1. Depreciación (D).- Es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. El método más usado es el de la función lineal; que se basa en la suposición de que la depreciación se produce a ritmo uniforme a lo largo del tiempo de su vida útil del equipo, la formula a emplearse es la siguiente:

$$D = (\text{Valor Adquisición} - \text{Valor Rescate})/\text{Vida Hrs} = (V_a - V_r)/v_h$$

$$D = 19.01 \text{ \$/hr} = 7.92 \text{ \$/m}$$

2. Interés de Capital Invertido (I).- Cualquier empresa para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercado de capitales, pagando por ello los intereses correspondientes; o puede darse el caso, que si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente, esperando que la máquina reditúe en proporción con la inversión efectuada. Por lo tanto, este rubro será equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en la maquinaria. Debemos insistir que a pesar de que el empresario pague su equipo al contado, debe cargársele los interés de la inversión, ya que ese

dinero bien pudo haberse invertido en otro negocio que produzca dividendos a su propietario. La formula genérica para el calculo de este costo es:

$$I = ((N + 1) / (2 \times N) \times Va \times i \times N) / Vh$$

$$I = 8.56 \$/hr = 3.56 \$/m$$

3. Seguros, Almacenaje, etc. (S,A).- Las primas de seguro varían de acuerdo al tipo de maquinaria y a los riesgos que debe cubrir durante su vida económica. El tipo de seguro a considerar en este estudio, es el TREC (Todo Riesgo Equipo Contratista) que como promedio se ha asumido en 3% por los tres años de la vida económica, el cual cubre trabajos en mina y proyectos, además incluye transporte terrestre ida y vuelta a la obra, terrorismo, daños de la naturaleza, riesgos políticos, robo, carga y descarga. En cuanto se refiere al almacenaje, debe incluirse en este costo el ocasionado por concepto de permanencia del equipo en talleres centrales cuando esta inactiva o entre dos contratos de obras sucesivas; este costo se estima que es del orden del 1.5%. Para el cálculo del gasto por seguros y almacenaje se aplicará la siguiente formula:

$$S,A = (N + 1) / (2 \times N) \times N / Vh \times Va \times (S + A)$$

$$S,A = 2.14 \$/hr = 0.89 \$/m$$

$$\text{Costo de Posesión } CP = D + I + S,A.$$

$$CP = 29.71 \$/hr = 12.38 \$/m$$

6.5 Costos de Operación (CO).- Se define "Costos de Operación" de una maquinaria a la cantidad de dinero invertido en hacerla funcionar, realizar

trabajo y mantenerla en buen estado de conservación. Se adjunto los rubros que involucran este costo.

1. Costos de Mantenimiento y Reparaciones (CMR).- Se considera como gastos de mantenimiento, los originados para realizar la conservación de la maquinaria en buenas condiciones, a fin de que trabaje con un rendimiento normal durante su vida económica; el costo de reparación es aquel que incluye el valor de la mano de obra de los mecánicos y de los repuestos necesarios para mantener el equipo en operación.

a. Mano de Obra del Personal técnico, Herramientas, Comunicación, Movilidad, etc. (Cmo).- De acuerdo al estudio realizado por Atlas Copco, el costo aproximado por este rubro es de \$ 3,520.09 + IGV por mes, para lograr estandarizar nuestros valores tomamos de referencia que el equipo durante un mes trabaja aproximadamente 250 horas, por lo tanto:

$$Cmo = 4,153.71 \$ / 250 \text{ hrs}$$

$$Cmo = 16.61 \$/\text{hr} = 6.92 \$/\text{m}$$

b. Repuestos (Cr).- Según información del consumo de repuestos que se ha obtenido de un contrato de servicio, en la cual este modelo de maquina figura bajo control, el costo es de \$ 821.10 + IGV por mes.

$$Cr = 968.90 \$ / 250 \text{ hrs}$$

$$Cr = 3.88 \$/\text{hr} = 1.61 \$/\text{m}$$

$$\text{Costo Total de Mantenimiento y Reparación } CMR = Cmo + Cr$$

$$\text{CMR} = 20.49 \text{ \$/hr} = 8.54 \text{ \$/m}$$

2. Costo de Energía (CE).- Es la energía que consume el equipo para poner en funcionamiento la unidad de potencia la cual alimenta de energía hidráulica a la unidad de perforación y a los otros componentes, el equipo tiene un motor eléctrico que funciona con los siguientes parámetros:

$$440\text{V}, 60\text{Hz}, 52\text{Kw}, 1775\text{Rpm}, 86\text{A}, \text{Cos } \phi = 0.85$$

La tarifa promedio de energía eléctrica de nuestro mercado es de:

$$0.091\text{\$/Kw-hr} + \text{IGV} = 0.11\text{\$/Kw-hr}$$

$$\text{CE} = 52 \text{ Kw} \times 0.11 \text{ \$/Kw-hr}$$

$$\text{CE} = 5.58 \text{ \$/hr} = 2.33 \text{ \$/m}$$

3. Costo de Lubricantes (CL).- El consumo de aceites y grasas esta en relación con la capacidad de la máquina y el mantenimiento que el propietario le aplique periódicamente. Sin embargo para un cálculo rápido se podría estimar que fluctúa entre un 15 a 20% del costo de energía. Para nuestro caso el cálculo es el siguiente:

a. Aceites (Ca).- Se esta considerando el cambio de aceite hidráulico y relleno por fugas (50glns) a las 2000hrs, el precio del aceite que usamos (Tellux T68) es de 7.94 \\$/gln.

$$\text{Ca} = 50 \text{ glns} / 2000\text{hrs} \times 7.94 \text{ \$/gln}$$

$$\text{Ca} = 0.20 \text{ \$/hr} = 0.08 \text{ \$/m}$$

b. Grasas (Cg).- Se esta considerando el consumo de 15Kg al mes, y el precio del balde de 15Kg de grasa Retinax es de \$ 111.00.

$$\text{Cg} = 15\text{Kg} / \text{mes} \times 1\text{mes} / 250\text{hrs} \times 111 \text{ \$/15Kg}$$

$$\text{Cg} = 0.44 \text{ \$/hr} = 0.19 \text{ \$/m}$$

Costo de Lubricantes: $CL = Ca + Cg$

$$CL = 0.64 \text{ \$/hr} = 0.27 \text{ \$/m}$$

Costo de Operación $CO = CMR + CE + CL$

$$CO = 26.72 \text{ \$/hr} = 11.13 \text{ \$/m}$$

6.6 Costo del Equipo de Pozo (C_{eq}).- Para el cálculo del costo que representa el equipo de pozo, se dividirá el valor de cada accesorio entre la cantidad de metros que se estima pueda perforar.

Tabla N° 11.- Cuadro costos equipo pozo vs metros perforados.

Artículo	Valor \$	Metros Perfor. (m)	US\$/m
Tubería de Perforación	15,000.00	7,000	2.14
Tubo Sacatestigo	1,300.00	1,200	1.08
Revestimiento	3,000.00	10,000	0.30
Escareador	290.00	300	0.97
Corona Diamantina	530.00	50	10.60
Zapata	485.00	200	2.43
Kit de Accesorios	900.00	600	1.50
			19.02

Costo del Equipo de Pozo

$$C_{eq} = 45.64 \text{ \$/hr} = 19.02 \text{ \$/m}$$

6.7 Costos de Servicios (C_{ser}).- Viene hacer los requerimientos que necesita la operación para poder cumplir con el proceso de la perforación, dentro de estos los podemos ubicar a lo siguiente:

1. Agua (C_{ag}).- Es el fluido necesario para la expulsión de los detritus, refrigerar la corona diamantina, maniobra del tubo interior y el pescador. El flujo de agua promedio que se utiliza para un diámetro de perforación de NQ

es de 20 Lt/min, la tarifa que se está utilizando para el cálculo es de 0.31 \$/m³.

$$Cag = 0.31 \text{ \$/m}^3 \times 20 \text{ Lt/min} \times \text{m}^3/1000\text{Lt} \times 60 \text{ min/hr}$$

$$Cag = 0.37 \text{ \$/hr} = 0.15 \text{ \$/m}$$

2. Aditivos (Cad).- Es un polímero biodegradable que se utiliza para estabilizar y lubricar las paredes del pozo, mejora la recuperación de los testigos, también ayuda a refrigerar la corona diamantina. Por todas estas ventajas nos permite aumentar la vida útil de todos los accesorios y de la columna de perforación. El consumo varía entre 0.5 a 2 Kg/m³.

Valor del Aditivo (Supermix): \$ 346.92 / 25 Kg. = 13.87 \$/Kg.

Utilización del Aditivo: 1 Kg/m³.

Flujo de agua utilizado: 20 Lt/min.

$$Cad = 13.87 \text{ \$/Kg} \times 1 \text{ Kg/m}^3 \times 20 \text{ Lt/min} \times 60 \text{ min/hr} \times 1\text{m}^3 / 1000\text{L}$$

$$Cad = 16.64 \text{ \$/hr} = 6.93 \text{ \$/m}$$

3. Mano de Obra del Operador y Ayudantes (Cop).- Para obtener el costo de la mano de obra, tomaremos un operador con un salario bruto de \$ 800.00 mensuales y dos ayudantes con un sueldo promedio de \$ 350.00 por mes.

$$Cop = (800 + 2 \times 350) = 1500 \text{ \$/mes} \times 1\text{mes}/250\text{hrs}$$

$$Cop = 6.00 \text{ \$/hr} = 2.50 \text{ \$/m}$$

$$\text{Costo de Servicios } Cser = Cag + Cad + Cop$$

$$Cser = 23.01 \text{ \$/hr} = 9.59 \text{ \$/hr}$$

Resumen.- Adjuntamos la estructura de costos completa, a la cual le incluimos un 15% adicional por concepto de costos varios, los que se refieren a la pérdida de tubería y accesorios, deterioro del cable del wire line y otros imprevistos que se presentan en la perforación. Además adicionamos un 10% por concepto de gastos administrativos que son propios de esta actividad.

Tabla 12.- Tablas resumen de la estructura de costos.

RESUMEN DE LOS COSTOS EN LA PERFORACION DIAMANTINA		
Rubro	Dolares/hora	Dolares/met.
Costo de Posesión del Equipo (CP = D + I + S,A).	29.71 \$/hr	12.38 \$/m
Depresión (D).	19.01 \$/hr	7.92 \$/m
Interes de Capital Invertido (I).	8.56 \$/hr	3.56 \$/m
Seguros, Almacenaje, etc (S,A).	2.14 \$/hr	0.89 \$/m
Costos de Operación (CO = CMR + CE + CL).	26.72 \$/hr	11.13 \$/m
Costos de Mantenimiento y Reparaciones (CMR = Cmo + Cr).	20.49 \$/hr	8.54 \$/m
M.O Personal técnico, Herram., Comunicación, Movilidad, etc. (Cmo).	16.61 \$/hr	6.92 \$/m
Repuestos (Cr).	3.88 \$/hr	1.61 \$/m
Costo de Energia (CE).	5.58 \$/hr	2.33 \$/m
Costo de Lubricantes (CL = Ca + Cg).	0.64 \$/hr	0.27 \$/m
Aceites (Ca).	0.20 \$/hr	0.08 \$/m
Grasas (Cg).	0.44 \$/hr	0.19 \$/m
Costo del Equipo de Pozo (Ceq).	45.64 \$/hr	19.02 \$/m
Costos de Servicios (Cser = Cag + Cad + Cop).	23.01 \$/hr	9.59 \$/m
Agua (Cag).	0.37 \$/hr	0.15 \$/m
Aditivos (Cad).	16.64 \$/hr	6.93 \$/m
Mano de Obra del Operador y Ayudantes (Cop).	6.00 \$/hr	2.50 \$/m
Sub Total:	125.08 \$/hr	52.11 \$/m
Costos Varios (15%).	18.76 \$/hr	7.82 \$/m
Costos Administrativos (10%).	12.51 \$/hr	5.21 \$/m
TOTAL:	156.34 \$/hr	65.14 \$/m

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Existe la ventaja en la aplicación de los equipos hidráulicos en la perforación diamantina, sobre los equipos neumáticos y convencionales, lo cual se demuestra en el cuadro comparativo de la tabla N° 8.
2. La capacitación, en la parte operacional y técnica es importante, para incrementar el factor Costo/Beneficio del equipo.
3. Se determina que la perforación hidráulica es hoy en día un sistema muy confiable y económico y que su uso va en aumento.
4. Con este tipo de perforación se determina si un proyecto de explotación (mina) va ser rentable o no.
5. Debido al rendimiento de estos equipos, ha permitido que el mercado de perforación diamantina sea mas competitivo, lo que ha traído como consecuencia la disminución del precio por metro perforado.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar al personal para prepararse, ya que la tendencia es a disponer de equipos de ultima generación (computarizados). Los cuales predominaran en un futuro no muy lejano.

2. Al momento de decidir la compra de un equipo se debe priorizar los criterios técnicos y logísticos sobre el económico, ya que de esta manera se obtendrá el mayor beneficio del equipo durante su vida.
3. Definir los costos que involucran la perforación diamantina para determinar la rentabilidad de la inversión.
4. Llevar estadísticas de perforación y mantenimiento lo cual permite planificar el recambio y/o reparación de componentes, o del equipo completo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Atlas Copco AB
"The Atlas Copco Way"
Editorial page One Publishing, Estocolmo 1998
2. Ramos, Salazar Jesús.
"El equipo y sus costos de operación"
Cámara Peruana de La construcción, Lima 1991
3. Universidad Nacional de Ingeniería- Facultad de Ingeniería Mecánica
"Nuevas tecnologías y aplicaciones de maquinaria pesada"
Seminario de actualización profesional, Lima 1989
5. Colegio de ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Lima -
Capítulo de ingeniería mecánica eléctrica
"Mantenimiento de maquinaria pesada Caterpillar"
Seminario de actualización profesional, Lima 1994
6. Galea S.A de A.G
"Manual Atlas Copco"
Cuarta edición, Madrid 1984
7. Vickers Incorporation training center
"Manual de oleohidráulica Industrial"
Michigan 1993
8. Jose Salas Egueren
"Procedimientos de Sondeo"
Editorial Navinsa, Tercera edición, Madrid 1992

APENDICE

STOCK DE REPUESTOS MINIMO PARA EL CLIENTE

EQUIPO: DIAMEC 262

BASTIDOR DE AVANCE

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
43	8	3715895500	2	Slide Shoe		2	
-	27	3716618890	1	Packing Cil Avance			1

UNIDAD DE ROTACION

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
20	16	3716152800	1	Muff			1
22	16	3716152900	8	Support Ring		2	
26	16	0102040500	4	Pin		4	
28	16	0663615600	4	O'Ring		1	
30	16	3715873000	16	Spring			16
33	16	0663215400	2	O'Ring		1	
35	16	0663214900	2	O'Ring			2
32	16	3715872700	1	Wear plate			1
47	16	0663614100	1	O'Ring			1
50	16	0666719001	1	Seal Ring		1	
	16	3715855890	1	Inserto Filtro			1
31	16	3716141503	4	Mordaza AQ		4	
31	16	3716141506	4	Mordaza BQ		4	
31	16	3716141511	4	Mordaza NQ		4	

PANEL DE MANDOS

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
38	29	3176602000	1	Manometro 60bar			1

CONJUNTO DE VALVULAS

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
10	31	3716516300	1	Glyd ring			1
7	31	3742065500	1	Reducing Valve			1

SUJETADOR DE VARILLAS

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
5	35	0663213100	2	O'Ring			1
8	35	3715324000	1	O'Ring			1
13	35	0665002030	1	Piston seal			1
3	35	0384367500	15	Disc Spring			15
21	35	3715361400	2	Mordaza AQ(45)		2	
21	35	3715361600	2	Mordaza BQ(55)		2	
21	35	3715361800	2	Mordaza NQ(70)		2	

UNIDAD DE POTENCIA (45E)

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
114	17	3716210500	2	Filtro			2
10	21	3715335900	1	Respiradero			1

BOMBA TRIDO 80H

Nº	Pág	Nº de Parte	Stock minimo	Descripción	250Hrs	500Hrs	1000Hrs
8	4	3715736400	3	Copa			3

EVALUACION DE EQUIPOS DIAMEC 262 (VERSION ELECTRICA)

CLIENTE:..... MINA:.....
 EQUIPO: DIAMEC MARCA: ATLAS COPCO MODELO: 262
 SERIE:..... N° INTERNO:..... HOROMETRO:.....
 FECHA:..... NOMBRE DEL TECNICO:.....
 LONGITUD PERFORADORA:..... PLATAFORMA:.....

BUENO: B REGULAR: R MALO: M NO TIENE: NT NO APLICABLE: NA

		B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A EFECTUARSE						
	UNIDAD DE POTENCIA PU 45E (ELECTRICA)						
1	Revisar estado del motor eléctrico						
2	Revisar torque de pernos de anclaje						
3	Revisar la tensión de alimentación al equipo (sin hacer funcionar el motor eléctrico)						
4	Revisar consumo de corriente, voltaje en arranque en vacío						
5	Revisar consumo de corriente y voltaje durante la perforación						
6	Revisar desbalance de corriente entre fases						
7	Revisar aislamiento de bobinas del motor eléctrico						
8	Revisar estado de la Bomba principal Vickers PVH 57						
9	Testeo hidráulico de Bomba principal Vickers(presión 260 Bar y caudal 75 litros/min.)						
10	Revisar estado de la Bomba de servicio Vickers PVQ 40						
11	Testeo hidráulico de Bomba de servicio Vickers(presión 210 Bar y caudal 36 litros/min.)						
	UNIDAD DE ACCIONAMIENTO ELECTRICO	B	R	M	NT	NA	
12	Revisar estado de caja de arranque de accionamiento eléctrico						
13	Revisar estado de luz de control, potencia conectada						
14	Revisar estado de luz de control de inversión de fases						
15	Revisar estado luz de protección de seguridad del motor elect.						
16	Revisar estado luz de control de nivel aceite hidráulico						

		B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A EFECTUARSE						
	UNIDAD DE ACCIONAMIENTO ELECTRICO						
17	Revisar estado luz de control de temperatura aceite hidráulico						
18	Revisar estado del pulsador de control de prueba de luces indicadoras						
19	Revisar estado del botón de arranque motor eléctrico						
20	Revisar estado del botón de parada motor eléctrico						
21	Revisar estado del botón de parada de emergencia						
22	Revisar estado del interruptor principal						
	SISTEMA ELECTRICO	B	R	M	NT	NA	
23	Revisar el Amperímetro						
24	Revisar el Voltímetro						
25	Revisar el Horometro						
26	Revisar interruptores termomagneticos						
27	Revisar el disyuntor principal						
28	Revisar el arrancador estrella / triangulo (contactores)						
29	Revisar relé de secuencia de fases						
30	Revisar relé de fallo a tierra						
31	Revisar relé de sobrecarga del motor						
32	Revisar parada de emergencia						
33	Revisar otros relés						
34	Revisar cables y otros componentes eléctricos						
	SISTEMA HIDRAULICO DE UNIDAD DE POTENCIA	B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
35	Revisar tanque hidráulico de rajaduras y/o abolladuras						
36	Revisar el nivel del aceite hidráulico						
37	Registrar el tipo de aceite hidráulico que están usando						
38	Registrar frecuencia de cambio del aceite hidráulico						
39	¿Sacar muestra de aceite hidráulico para enviar analizar?						
40	Registrar horómetro del último cambio aceite hidráulico						
41	Revisar temperatura aceite hidráulico (rango normal 40°C a 60°C)						
42	Revisar estado de los filtros hidráulicos						
43	Revisar estado del indicador de restricción de filtros hidráulicos						

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A EFECTUARSE	B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
	SISTEMA HIDRAULICO DE UNIDAD DE POTENCIA						
44	Registrar horómetro del último cambio de filtros hidráulicos						
45	Registrar marca y N/parte de los filtros hidráulicos						
46	Revisar estado de la bomba manual de relleno de aceite hidraul.						
47	Revisar estado de las mangueras hidráulicas						
48	Revisar fugas de aceite por las conexiones hidráulicas						
	BASTIDOR DE AVANCE	B	R	M	NT	NA	
49	Revisar estado del bastidor						
50	Revisar estado de los cilindros hidráulicos de avance						
51	Verificar el funcionamiento de los rodamientos delanteros y posteriores.						
52	Revisar el engrase de los rodamientos y guía.						
53	Revisar el estado y ajuste de las cadenas.						
54	Revisar el estado de las zapatas deslizantes.						
55	Revisar el estado de las guías metálicas.						
56	Revisar el estado de la cuna (base de la unidad de rotación).						
57	Revisar el estado del cilindro de elevación del bastidor.						
	UNIDAD DE ROTACION	B	R	M	NT	NA	
58	Revisar estado del filtro hidráulico de la unidad de rotación						
59	Registrar marca y N/parte del filtro hidráulico de la unidad de rotación						
60	Registrar el horómetro del último cambio del filtro hidráulico de la unidad de rotación						
61	Revisar el caudal de drenaje del distribuidor de la unidad de rotación mas el motor hidraul. (caudal máximo 10-12 litros/min.)						
62	Revisar desgaste de la arandela (Plato) de desgaste del chuck (mandril) tolerancia aceptable 0.1 a 0.2 mm.						
63	Revisar estado del manguito de goma del chuck						
64	Revisar estado de los dos support ring del chuck.						
65	Revisar estado de las mordazas del chuck						
66	Revisar estado de los resortes del chuck						
67	Revisar la tapa y los pines del chuck.						

		B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A EFECTUARSE						
	SUJETADOR DE VARILLAS						
68	Revisar fugas de aceite en la carcasa del sujetador de varillas						
69	Revisar los discos resortes.						
70	Revisar estado de las planchas bases de las mordazas. (shim)						
71	Revisar estado y desgaste de las mordazas del sujetador de varillas						
72	Revisar estado de los rodajes y piezas del guiador de varillaje						
	PANEL DE MANDOS	B	R	M	NT	NA	
73	Revisar estado del panel de mandos hidráulicos						
74	Revisar válvula selectora para maniobra/perforación.						
75	Revisar palanca de control de avance.						
76	Revisar palanca de control de rotación.						
77	Revisar palanca de control del wire-line.						
78	Revisar palanca de control de la bomba de barrido.						
79	Revisar válvula de conmutación para la velocidad de avance.						
80	Revisar válvula de contrapresión (perforación positiva).						
81	Revisar válvula de contrapresión (perforación negativa).						
82	Revisar válvula de control de velocidad de rotación.						
83	Revisar válvula de control de presión del chuck.						
84	Revisar válvula de control de la fuerza de avance.						
85	Revisar válvula de regulación de presión del sistema.						
86	Revisar manómetro de presión del sistema.						
87	Revisar manómetro de presión de avance.						
88	Revisar manómetro de presión de agua de barrido.						
89	Revisar manómetro de presión del chuck.						
90	Revisar presión del sistema hidráulico (260 Bar)						
91	Revisar presión de pilotaje del motor hidráulico de la unidad de rotación (35 - 40 Bar)						
92	Revisar presión del chuck (100 - 140 Bar)						
		B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
	ACCESORIOS OPCIONALES						
	BOMBA DE BARRIDO TRIDO 140 H						
93	Revisar estado de la bomba de barrido						

		B	R	M	NT	NA	OBSERVACIONES
ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A EFECTUARSE						
	BOMBA DE BARRIDO TRIDO 140 H						
94	Revisar fugas de agua (copas, asientos, retenes, etc) en bomba de barrido						
95	Revisar el aceite en caja de engranajes de la bomba de barrido						
96	Registrar el tipo de aceite que están usando						
	CABRESTANTE WIRELINE	B	R	M	NT	NA	
97	Revisar estado del motor hidráulico del cabrestante wireline						
98	Revisar estado del cable del cabrestante wireline						
99	Revisar el ajuste de los pernos de sujeción del cabrestante wireline con el bastidor						
	DISPOSITIVO DE APUNTALAMIENTO HIDRAULICO (GATOS HIDRAULICOS)	B	R	M	NT	NA	
100	Revisar estado de los cilindros hidráulicos						

Fecha:..... V°B° :.....
Nombre del
Cliente

V°B° :.....
Nombre del
Evaluador

Atlas Copco Peruana S.A.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA DIAMEC 262 (V. ELECTRICA)

PROGRAMA N° 1

TIPO DE SERVICIO: ANTES DE CADA GUARDIA

FECHA DEL SERVICIO:..... TURNO:.....
 EQUIPO : SERIE:..... N° INTERNO:.....
 HOROMETRO INICIO GUARDIA:.....
 HOROMETRO FINAL GUARDIA:.....
 NOMBRE DEL MECANICO :

PUNTOS A REVISAR	CLAVE:	EFECTUADO		OK	RELLENADO
		E		OK	GAL
1.- GENERAL					
# VERIFICAR LIMPIEZA, DEFORMACIONES, ROTURAS Y ESTADO DE LAS MANGUERAS.					
2.- UNIDAD DE POTENCIA 45E					
# VERIFICAR Y/O RELLENAR NIVEL DE ACEITE HIDRAUL. (TANQUE)					
# VERIFICAR TEMPERATURA ACEITE HIDRAUL. MAX.60°C(TANQUE)					
# VERIFICAR EL ESTADO DE LOS FILTROS HIDRAULICOS DEL SISTEMA (RETORNO Y SALIDA) CON LOS INDICADORES DE RESTRICCION (CAMBIAR SI INDICADOR PERMANECE AFUERA)					
# COMPROBAR O LIMPIAR EL ENFRIADOR DE ACEITE HIDRAULICO					
# REVISAR ESTADO DE LOS INDICADORES Y INSTRUMENTOS DEL TABLERO ELECTRICO (INCLUY. BOTON PARADA DE EMERG.)					
3.- BASTIDOR DE AVANCE					
# VERIFICAR O APRETAR LOS 8 PERNOS DE FIJACION DE LA GUIA DE LA DESLIZADERA.					
# COMPROBAR ESCAPES DE ACEITE EN LOS CILIND. DE AVANCE					
# VER AJUSTE DE LA TENSION DE LA CADENA.					
# ENGRASE EN LOS PUNTOS DONDE HAY RODAMIENTOS.					
# VERIFICAR FUGAS EN EL PISTON DE ELEVACION.					
4.- UNIDAD DE ROTACION					
# LUBRICACION Y LIMPIEZAD DE LAS MORDAZAS DEL CHUCK.					
# VERIFICAR EL ESTADO DEL FILTRO HIDRAULICO SEGUN EL INDICADOR DE RESTRICCION (SI SE PONE ROJO CAMBIAR)					
5.- SUJETADOR DE VARILLAS (PRENSA)					
# VERIFICAR FUGA DE ACEITE.					
6.- PANEL DE MANDOS					
# PRUEBA DE FUNCIONAM. DEL DISPOSITIVO DE EMERGENCIA					
# VERIFICAR CONTROLES Y INSTRUMENTOS DE MEDICION					
7.- CABRESTANTE WIRE LINE					
# COMPROBAR O APRETAR LOS PERNOS DE SUJECION					
# CHEQUAR VISUALMENTE EL ESTADO DEL CABLE.					
8.- BOMBA DE BARRIDO (TRIDO 140H)					
# VERIFICAR Y/O RELLENAR EL NIVEL DEL ACEITE DE LA CAJA DE ENGRANAJES					
# ENGRASAR LOS 3 PTOS DE LOS PISTONES.					

ATLAS COPCO PERUANA S.A.

OBSERVACIONES:

V°B° :.....
 Cliente

V°B° :.....
 Supervisor Atlas Copco

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA DIAMEC 262 (V. ELECTRICA)

PROGRAMA N° 3

TIPO DE SERVICIO: CADA 200 HRS. DE FUNCIONAMIENTO

FECHA DEL SERVICIO:..... TURNO:.....
 EQUIPO : SERIE:..... N° INTERNO:.....
 HOROMETRO INICIO GUARDIA:.....
 HOROMETRO FINAL GUARDIA:.....
 NOMBRE DEL MECANICO :

PUNTOS A REVISAR	CLAVE:	EFECTUADO		OK		CAMBIADO	
		E		OK		C	
1.- GENERAL							
# REALIZAR MANTTO. DE 40 HRS DE ACUERDO A CARTILLA							
2.- UNIDAD DE POTENCIA 45E							
# ENGRASAR MOTOR ELECTRICO (30 GRAMOS)							
# VERIFICAR Y/O AJUSTAR PERNOS DEL ACOPLAMIENTO DEL MOTOR ELECTRICO - BOMBAS							
# CAMBIAR LOS FILTROS HIDRAUL. DEL SISTEMA (RETORNO Y DRENAJE), A LAS 600 HRS POR SEGURIDAD AUN SI LOS INDICADORES MARCARAN RESTRICCION,							
# REVISION DE SISTEMA Y COMPONENTES ELECTRICOS DEL TABLERO DE CONTROL.							
# REVISAR Y/O CAMBIAR EL RESPIRADERO DEL TANQUE.							
3.- BASTIDOR DE AVANCE							
# VERIFICAR DESGASTE DE LAS ZAPATAS Y CAMBIAR SI ESTAN DESGASTADAS.							
# VERIFICAR DESGASTE DE LAS GUIAS DESLIZADERAS Y CAMBIAR SI ESTAN DESGASTADAS.							
4.- UNIDAD DE ROTACION							
# LIMPIAR Y PLATO DEL CHUCK CAMBIAR SI ESTAN DESGASTADOS.							
# VERIFICAR FUGA POR EL RETEN POSTERIOR DE LA UNIDAD (CAMBIAR RETEN SI ESTA DAÑADO).							
5.- SUJETADOR DE VARILLAS (PRENSA)							
# VERIFICAR Y/O CAMBIAR LA GUIA Y RODAJES DEL GUIDOR DE TUBERIA.							
6.- BOMBA DE BARRIDO (TRIDO 140H)							
# CAMBIAR ACEITE DE LA CAJA							
# REVISAR COPAS, ASIENTOS, RETENES, ETC A LAS 400HRS							

ATLAS COPCO PERUANA S.A.

OBSERVACIONES:

V°B° :
 Cliente

V°B° :
 Supervisor Atlas Copco

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA DIAMEC 262 (V. ELECTRICA)

PROGRAMA N° 4

TIPO DE SERVICIO: CADA 1000 HRS. DE FUNCIONAMIENTO

FECHA DEL SERVICIO:..... TURNO:.....
 EQUIPO : SERIE:..... N° INTERNO:.....
 HOROMETRO INICIO GUARDIA:.....
 HOROMETRO FINAL GUARDIA:.....
 NOMBRE DEL MECANICO :

PUNTOS A REVISAR	CLAVE:	EFECTUADO		OK		CAMBIADO	
		E		OK		C	
1.- GENERAL							
# REALIZAR MANTTO DE 200 HRS DE ACUERDO A CARTILLA.							
2.- UNIDAD DE POTENCIA 45E							
# VERIFICAR ESTADO Y/O CAMBIAR EL ACEITE HIDRAULICO DEL TANQUE (CAMBIO NORMAL A LAS 2000 HRS)							
# CHEQUEAR PRESIONES Y CAUDALES DE LAS BOMBAS:							
BOMBA PRINCIPAL: P = 260 BAR Q = 75 L/MIN							
BOMBA AUXILIAR: P = 210 BAR Q = 36 L/MIN							
3.- BASTIDOR DE AVANCE							
# VERIFICAR DESGASTE DE LAS ZAPATAS SI ES NECESARIO CAMBIARLOS							
4.- UNIDAD DE ROTACION							
# VERIFICAR DESGASTE Y ROTURA DE COMPONENTES INTERNOS DEL CHUCK (TAPA, MANGUITO, ORINS, PLATO, RESORTES, MORDAZAS, PINES, ETC.), CAMBIAR SI ES NECESARIO.							
# CAMBIAR EL FILTRO HIDRAULICO DE LA UNIDAD AUN SI EL INDICADOR DE RESTRICCION MARCARA VERDE (POR SEGURIDAD)							
5.- SUJETADOR DE VARILLAS (PRENSA)							
# VERIFICAR ESTADO Y/O CAMBIAR LAS MORDAZAS.							
6.- PANEL DE MANDOS							
# COMPROBAR PRESIONES:							
PRESION SISTEMA: 260 BAR							
PRESION DEL CHUCK: 100 BAR							
PRESION PILOT. MOTOR HIDRAULICO: 35-45 BAR							
RPM MINIMA: 550 REV.							
RPM MAXIMA: 2200 REV.							
7.- BOMBA DE BARRIDO (TRIDO 140H)							
# REVISAR Y/O CAMBIAR LAS LOSAS (CILINDROS).							

ATLAS COPCO PERUANA S.A.

OBSERVACIONES:

V°B° :.....
 Cliente

V°B° :.....
 Supervisor Atlas Copco

PLANOS
(DIAGRAMAS HIDRAULICOS Y ELECTRICOS)

DIAGRAMA DE LINEAS HIDRAULICAS

DIAMEC 262

Componentes hidráulicos

- A. Bomba de servicio
- E. Bomba principal
- C. Refrigerador de aceite
- D. Filtro de aceite hidráulico, línea de drenaje
- E. Filtro de aceite hidráulico, línea de presión
- F. Soporte de filtro
- G. Depósito de aceite hidráulico
- H. Bloque de válvulas principal (panel de mandos)
- I. Bloque de válvulas (panel de mandos)
- J. Cilindro hidráulico (elevación del mástil)
- K. Bloque de válvulas (mandos para elevación del mástil, gatos hidráulicos)
- L. Cilindro de avance
- M. Gatos hidráulicos
- N. Unidad de rotación
- O. Filtro hidráulico para el distribuidor
- P. Sujetador de varillas
- Q. Bomba de barrido
- R. Cabrestante wireline
- S. Bomba de mano (bomba de llenado)

Mangueras hidráulicas (Funciones)

1. Línea de presión desde la bomba principal
Dimensiones: 19 x 6000 mm
3. Línea de retorno - circuito principal
Dimensiones: 25 x 6000 mm
5. Línea de presión desde la bomba de servicio
Dimensiones: 10 x 6000 mm
6. Línea de presión para rotación izquierda
Dimensiones: 19 x 6000 mm
7. Línea de presión para rotación
Dimensiones: 19 x 6000 mm
8. Línea de presión para el mandril hidráulico
Dimensiones: 10 x 6500 mm
9. Línea de presión para el sujetador de varillas
Dimensiones: 10 x 6500 mm
10. Línea de presión para extracción de varillas
Dimensiones: 12,5 x 6000 mm
11. Línea de presión para introducción de varillas
Dimensiones: 12,5 x 6000 mm
12. Línea de presión para introducción de varillas
Dimensiones: 12,5 x 6000 mm
13. Línea de presión para extracción de varillas
Dimensiones: 12,5 x 6000 mm
14. Línea de presión para el piloto para regular las rpm
Dimensiones: 6,3 x 7000 mm
21. Línea de drenaje para el distribuidor y motor de rotación
Dimensiones: 12,5 x 8000 mm
22. Línea de drenaje para el bloque de válvulas (K, cilindro de elevación del mástil, gatos hidráulicos etc.)
Dimensiones: 6,3 x 6000 mm
23. Línea de presión para el bloque de válvulas (K, cilindro de elevación del mástil, gatos hidráulicos etc.)
Dimensiones: 6,3 x 6000 mm
24. Línea de presión para descenso de la deslizadera
Dimensiones: 6,3 x 1200 mm
25. Línea de presión para elevación de la deslizadera
Dimensiones: 6,3 x 1200 mm

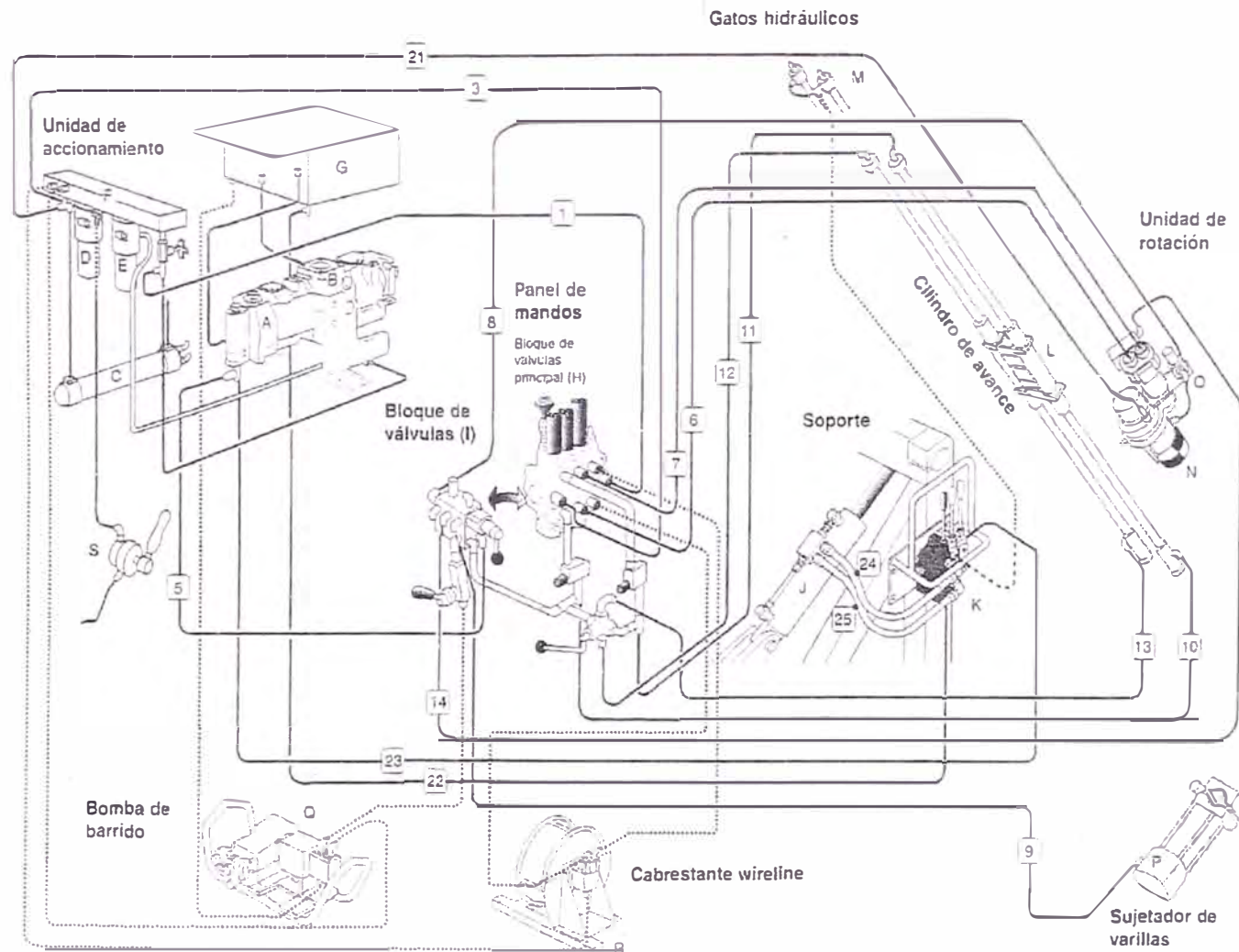


Fig. 71 Componentes hidráulicos / Diagrama de mangueras

DIAGRAMA HIDRAULICO

DIAMEC 262

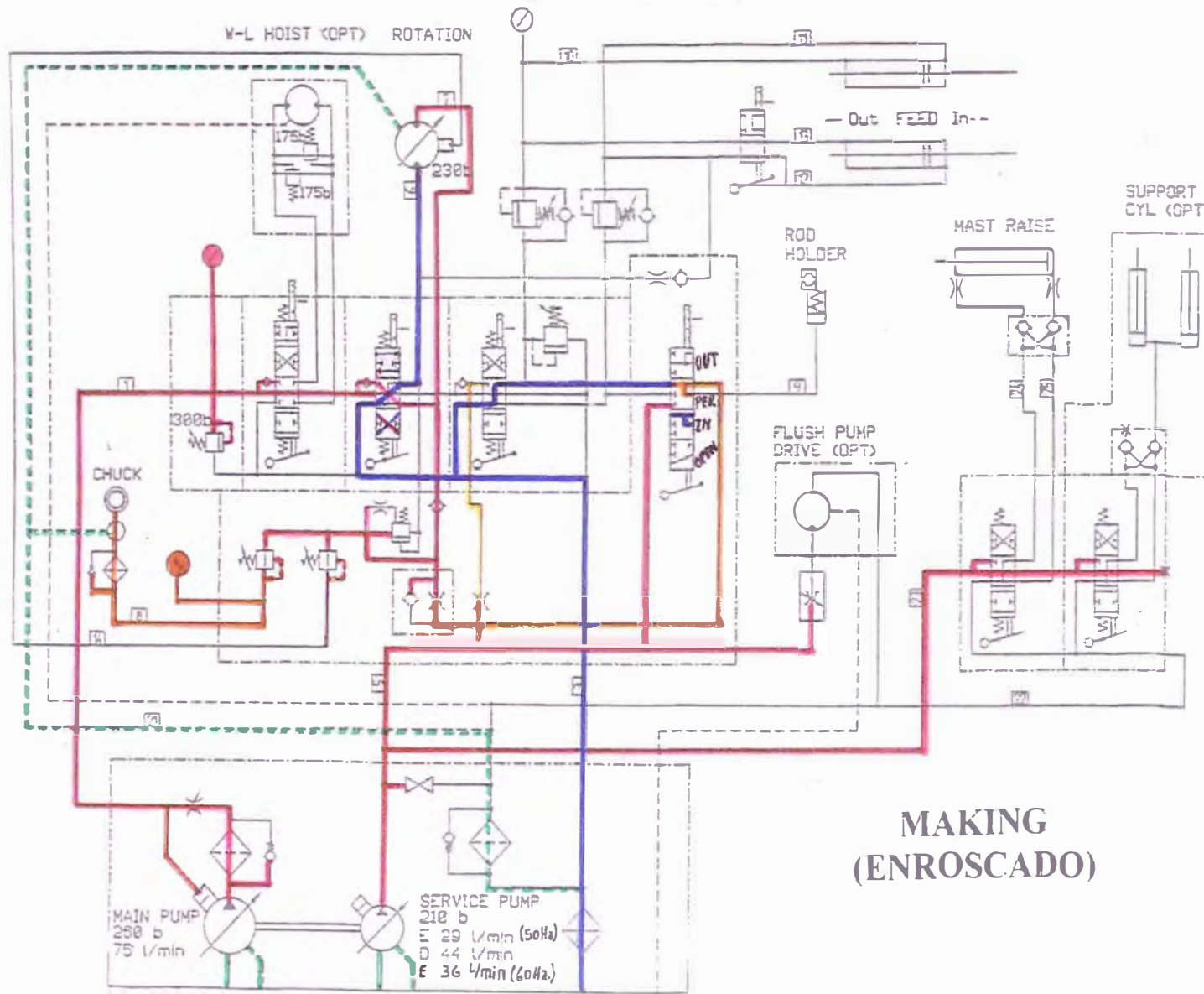
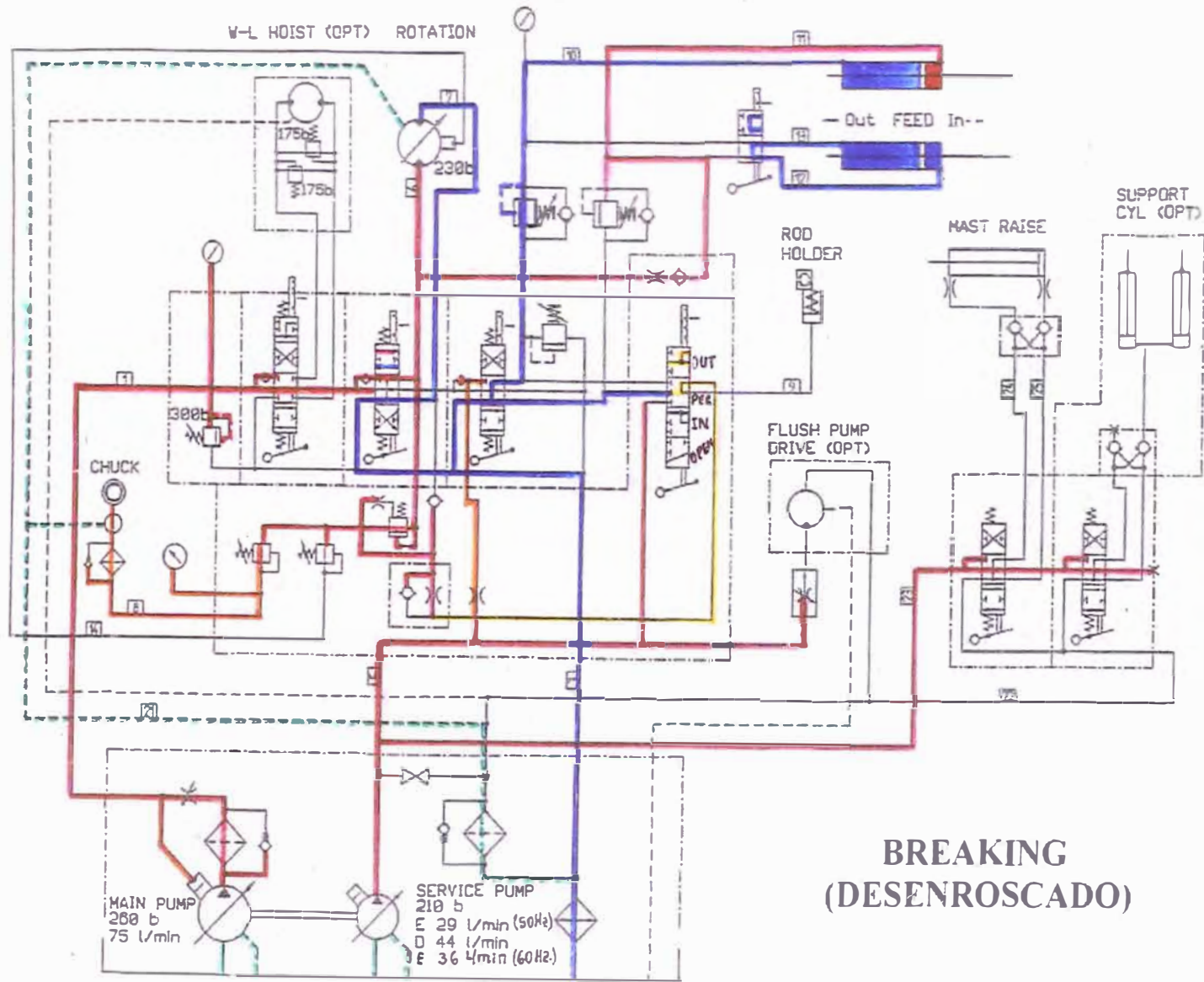


DIAGRAMA HIDRAULICO

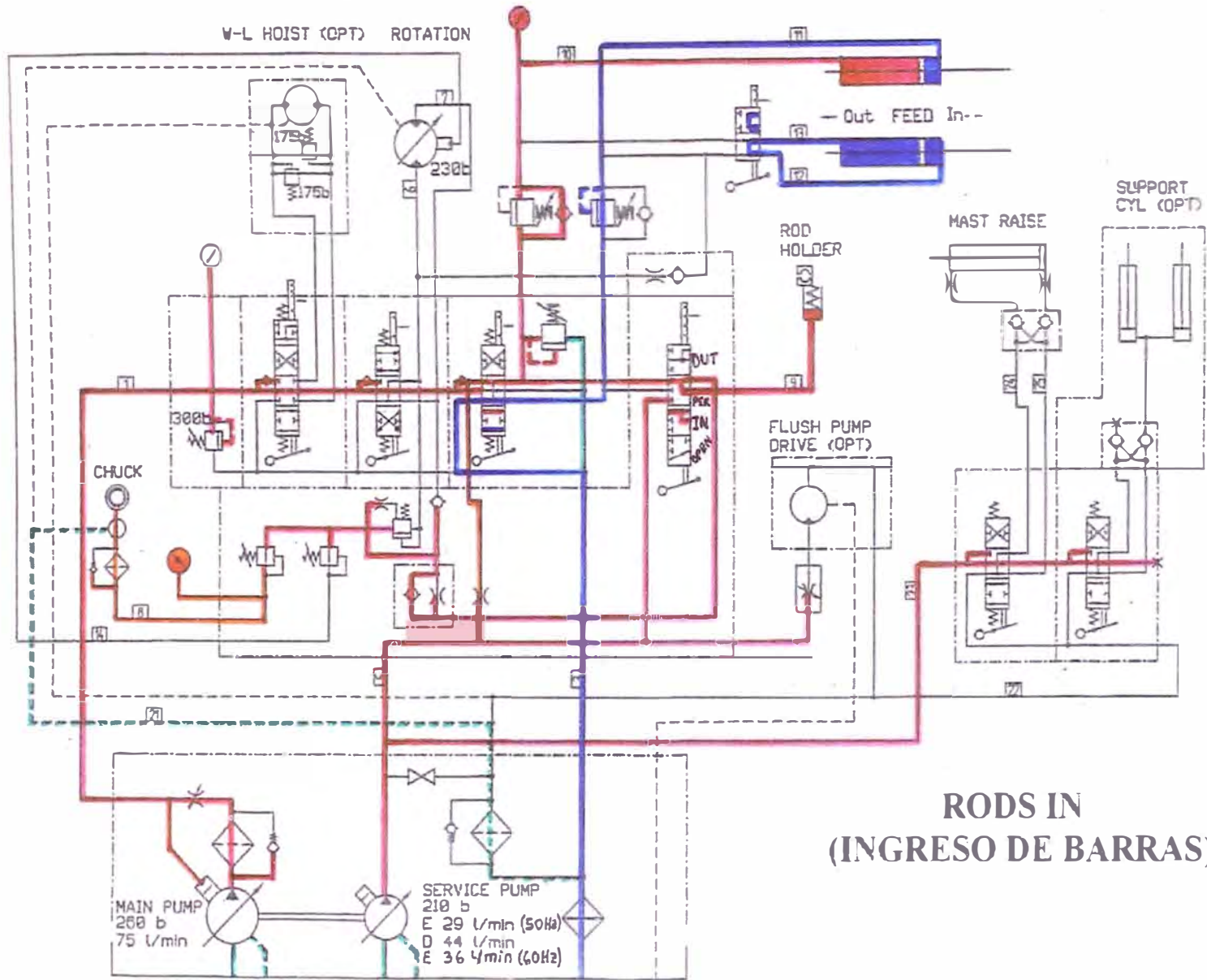
DIAMEC 262



**BREAKING
(DESENROSCADO)**

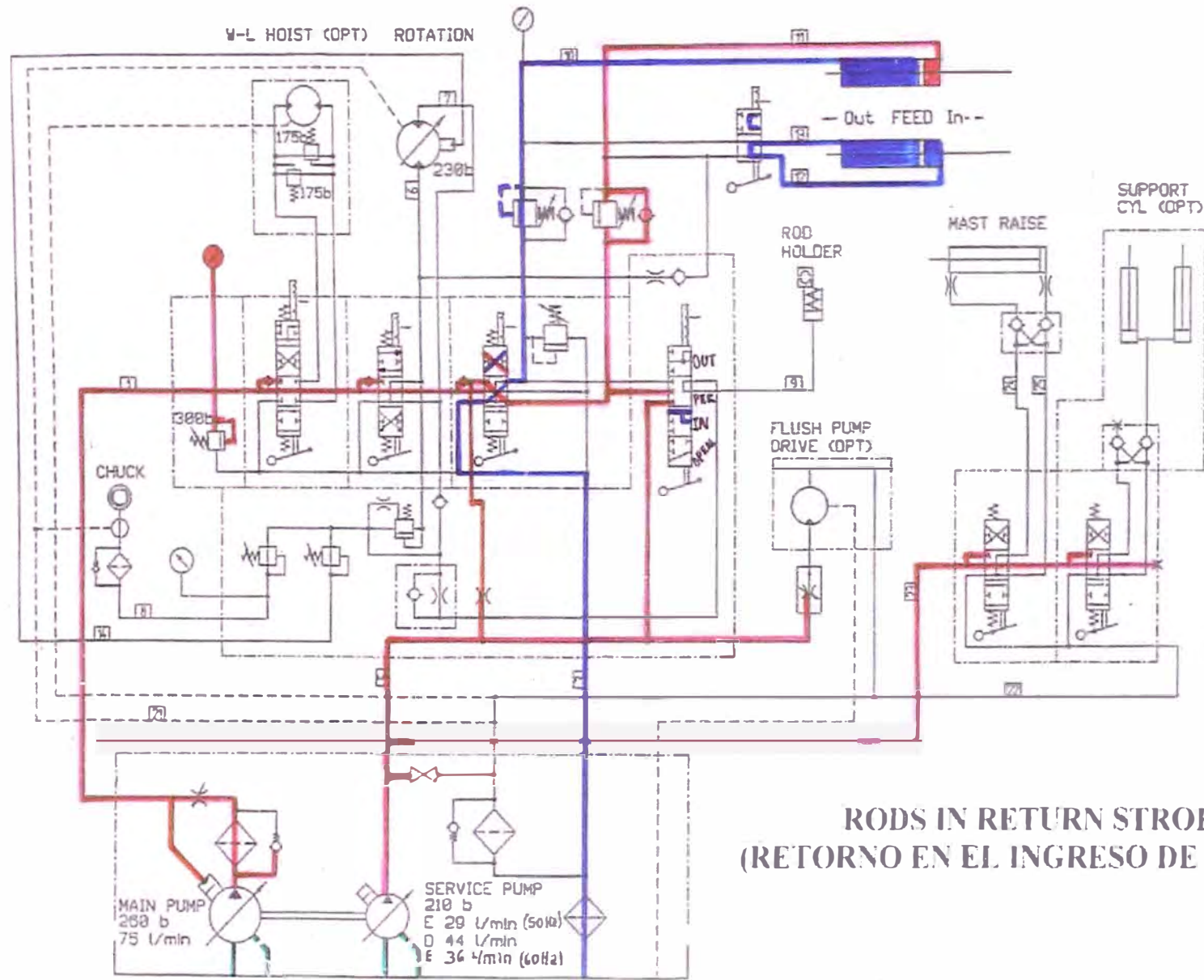
DIAMEC 262

DIAGRAMA HIDRAULICO

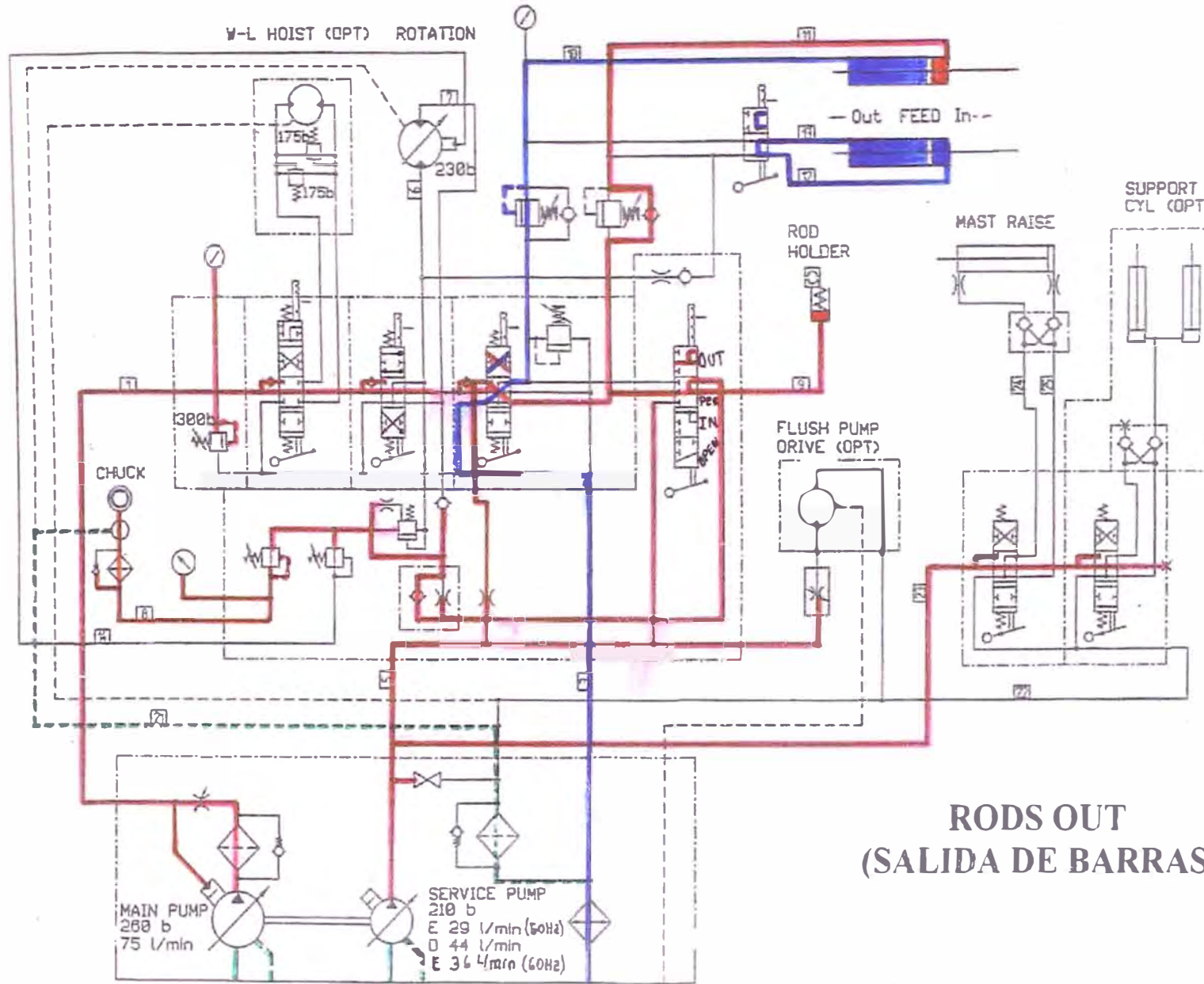


**RODS IN
(INGRESO DE BARRAS)**

DIAMEC 262



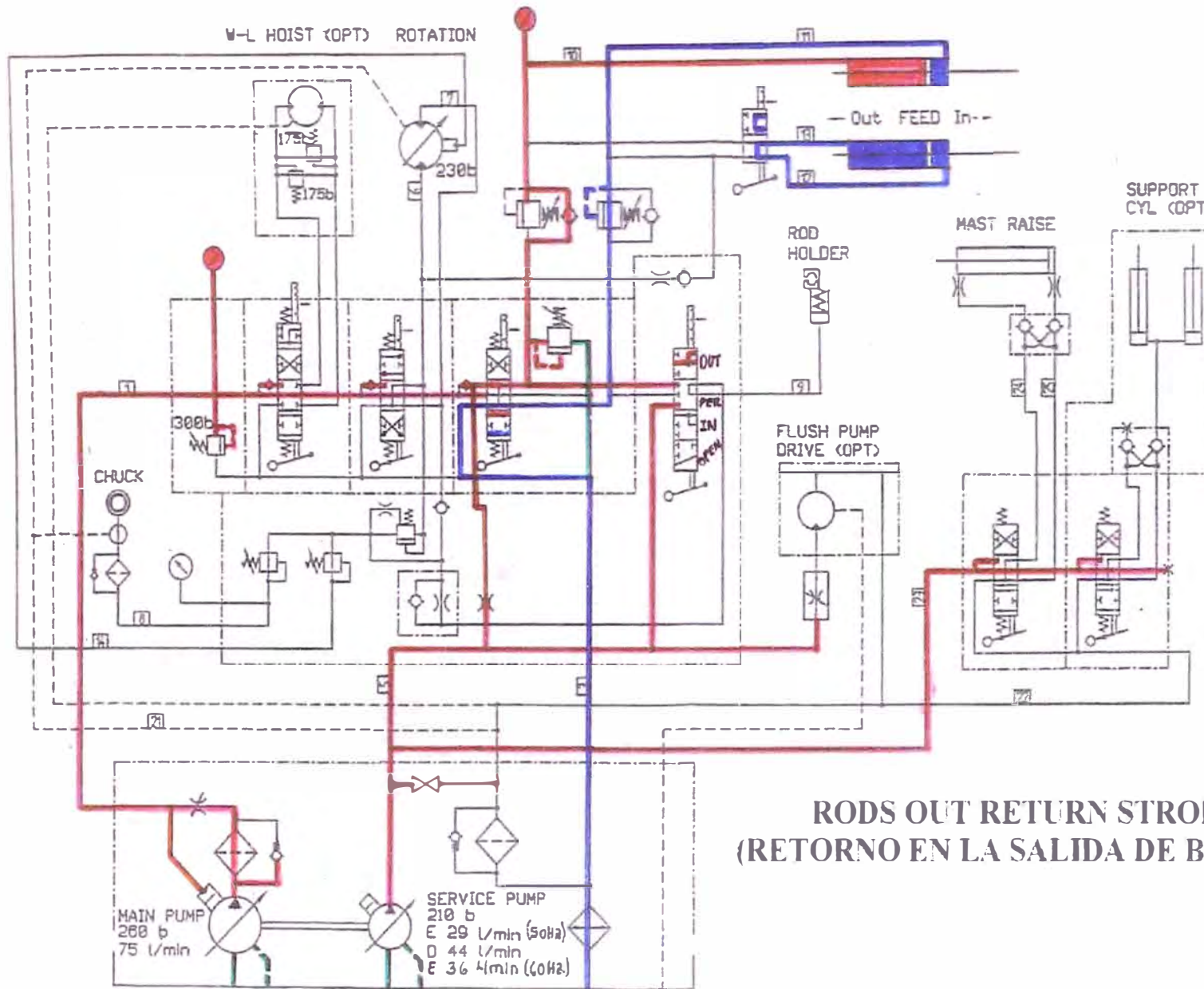
**RODS IN RETURN STROKE
(RETORNO EN EL INGRESO DE BARRAS)**



**RODS OUT
(SALIDA DE BARRAS)**

DIAMEC 262

DIAGRAMA HIDRAULICO



**RODS OUT RETURN STROKE
(RETORNO EN LA SALIDA DE BARRAS)**

DIAMEC 262

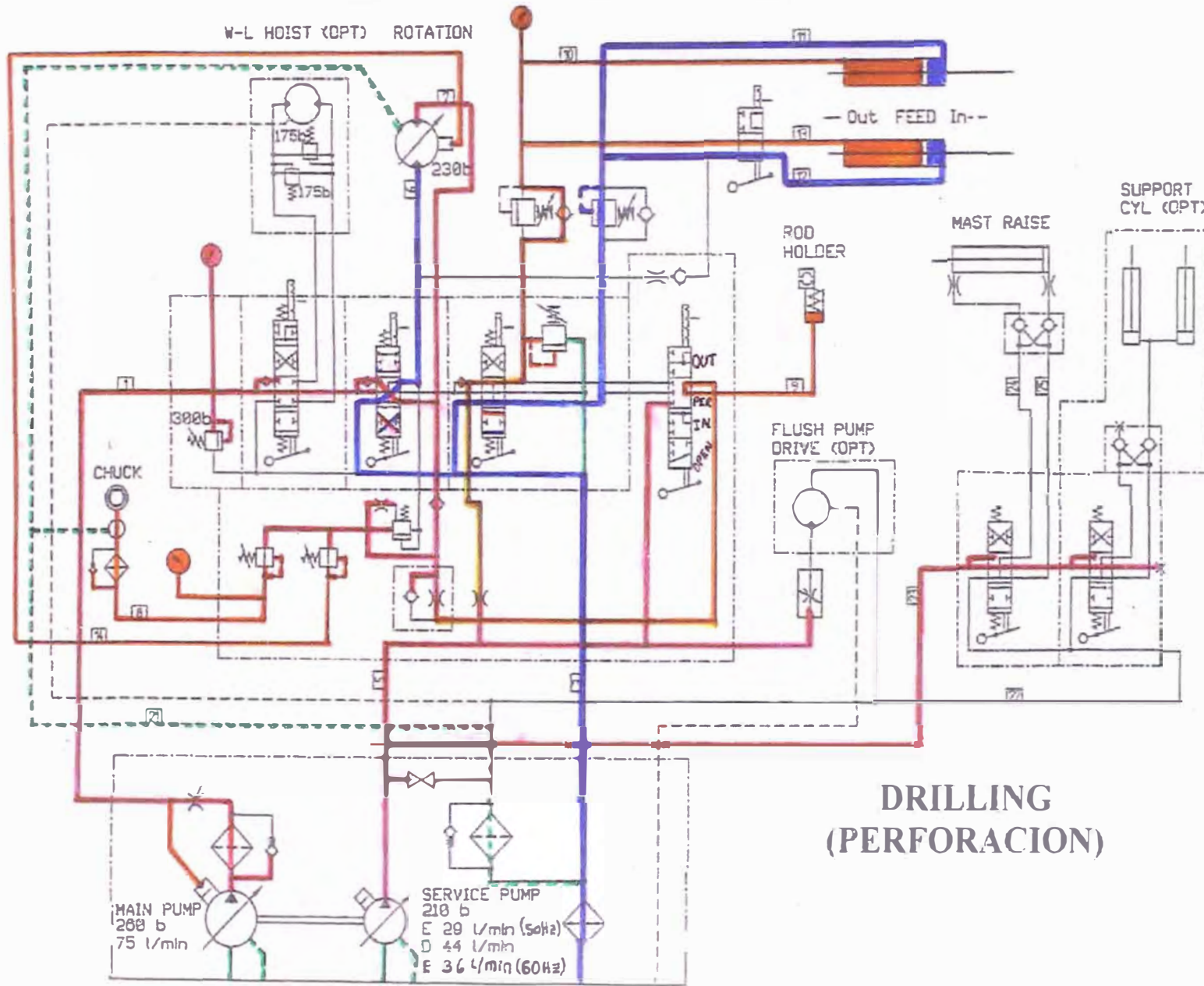
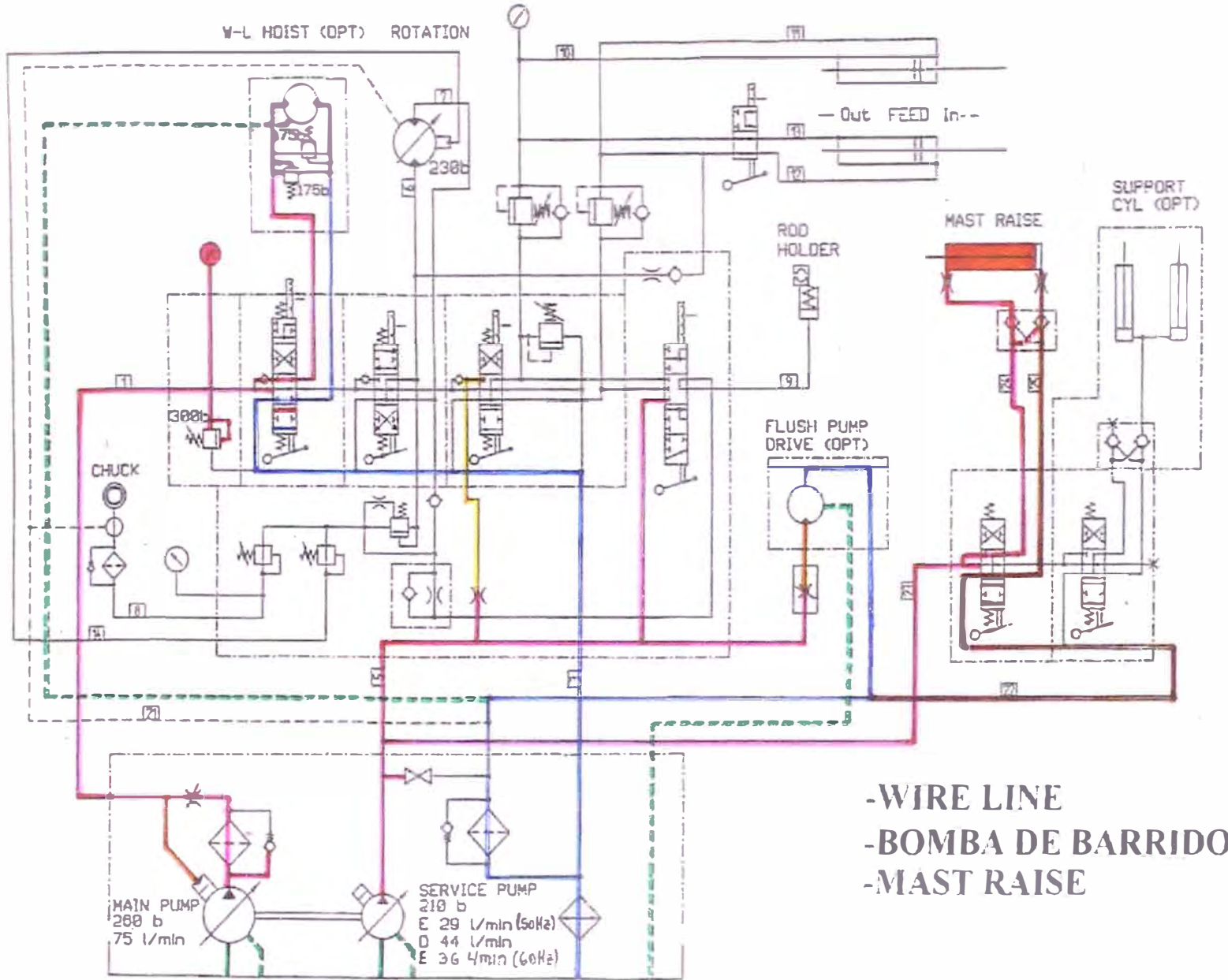


DIAGRAMA HIDRAULICO

DIAMEC 262

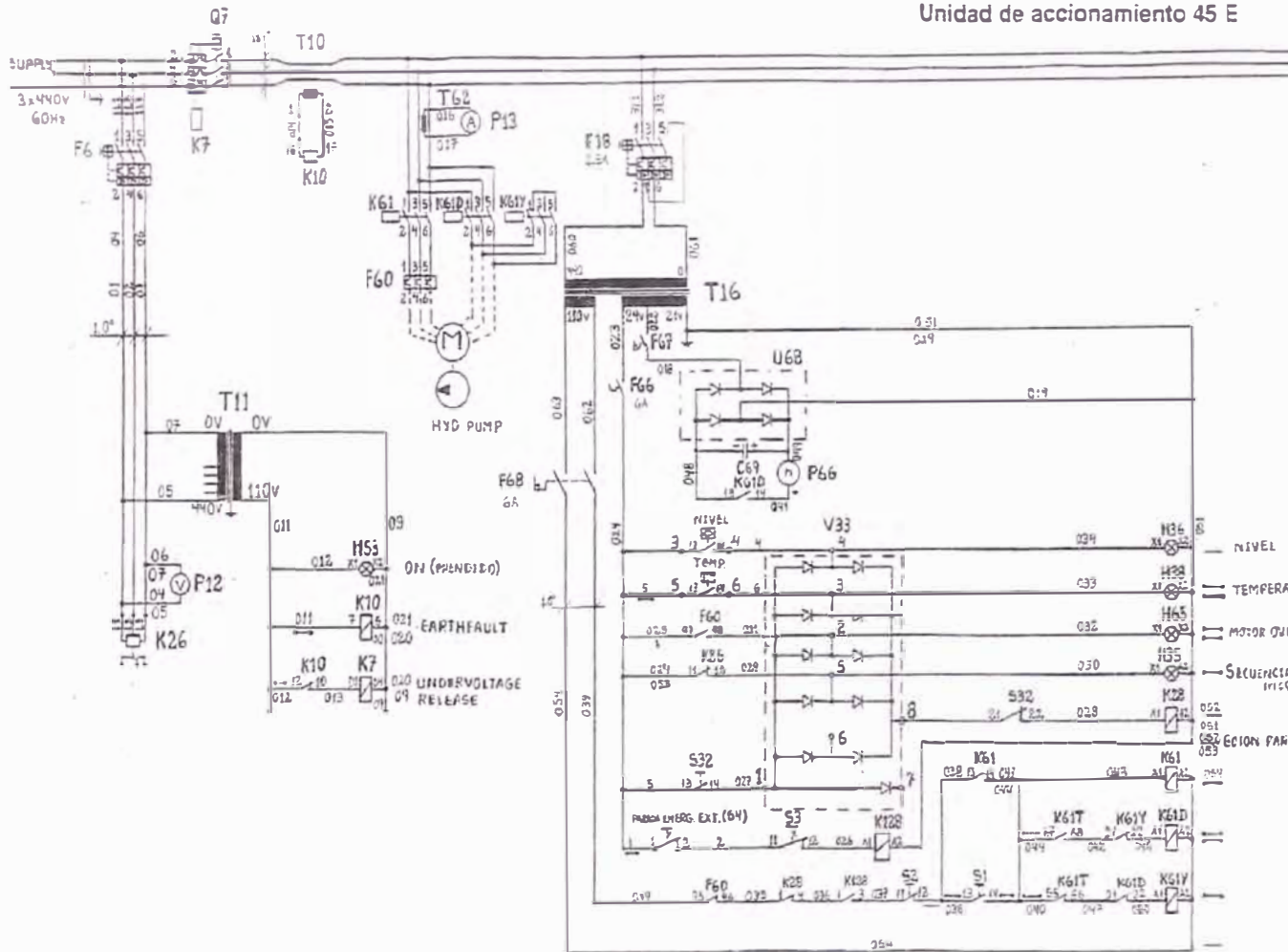


- WIRE LINE
- BOMBA DE BARRIDO
- MAST RAISE

DIAMEC 262

DIAGRAMA ELECTRICO

Unidad de accionamiento 45 E



Descripción

Los componentes del sistema eléctrico son:

- Motor eléctrico trifásico
- Caja de arranque incluyendo el disyuntor principal, arrancador estrella/mángulo, y sistema de fallo a tierra.
- Parada de emergencia

La potencia de entrada está conectada al disyuntor principal (Q7) donde se puede conectar o desconectar. La caja de arranque no se puede abrir con el disyuntor principal conectado.

Después del disyuntor principal, las líneas de las tres fases pasan a través de un transformador de corriente total (T10). Si el sistema funciona correctamente, sin ninguna fuga de corriente, la suma de las corrientes de todas las fases es cero. El transformador de corriente total capta la diferencia de corriente entre las fases, indicando un error en el sistema. La corriente diferencial es medida por el relé de fallo a tierra (K10). Si la corriente es mayor que un valor preajustado, el disyuntor principal dispara, y el sistema queda sin potencia. El relé de fallo a tierra funciona a 110 V, desde el transformador T11 protegido contra sobrecarga por un disyuntor (F6).

El motor eléctrico es arrancado por el arrancador estrella/mángulo, que reduce la intensidad durante el arranque, comparado con el arranque directo. Cuando se pulsa el botón de arranque (S1), primero se cierra el contactor K61 y después el contactor K62. Después de un tiempo preajustado (el motor deberá haber alcanzado casi la máxima velocidad), el contactor K63 abre y el contactor K64 cierra. Si por ejemplo la intensidad nominal del motor (la intensidad especificada en la placa de características del motor) es 1, la intensidad:

- a través de K61, K62 y F60 será aproximadamente 2.5 x 1, durante la secuencia de arranque.
- a través de K63, K64 y F60 será aproximadamente 1 / +3 durante la operación plena.

El relé térmico de sobrecarga (F60) está ajustado a 1 / +3 - 0.6 x 1. Durante la operación, la lámpara de control H63 indica que el motor está funcionando.

Al pulsar el botón de parada S2, o cualquiera de las paradas de emergencia S3 y S4, los contactores K65, K66 abren, y el motor se para.

El circuito de control para el arrancador estrella/mángulo funciona a 24 V, desde el transformador T16 protegido en el lado primario por el disyuntor F18 y en el lado secundario por el disyuntor F68.

Si el voltaje cae en una o más líneas de fase, la bobina de mínima tensión K7 hace que dispare el disyuntor principal Q7 y el motor se para.

*NOTA: EN ALGUNOS TABLEROS EL DISYUNTOR F67 NO EXISTE, Y LOS TERMINALES C20 Y C24 SON GOBERNADOS POR EL DISYUNTOR F66.