

CNEA/AC - 11/81

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

MANUAL DE CAPACITACION PARA
CENTRALES NUCLEARES DE
600 Mwe.

Preparado por AECL para el entrenamiento del personal
de la Central Nuclear en Embalse

Nivel 2

TM 35210 - Conjuntos de Boquilla, Tambor, Ariete y Accio-
namiento a Cinta del Cabezal de la Máquina de
Recambio.

Córdoba - Argentina

1 9 8 0

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWeNivel 235210 Conjuntos de Boquilla, Tambor, Ariete y Accionamiento a cinta del Cabezal de la Máquina de RecambioIndice

1.0	INTRODUCCION
A	CONJUNTO BOQUILLA DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
A2.0	OBJETO
A3.0	DESCRIPCION DEL EQUIPO
	A3.1 Sello y Soporte Central de la Boquilla
	A3.2 Mecanismo de Acoplamiento de la Boquilla
	A3.3 Conjunto Traba de Emergencia de la Boquilla
	A3.4 Conjunto Antena del Cabezal
	A3.5 Palpador de la Boquilla
A4.0	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
A5.0	CUESTIONARIO DE REVISION - NIVEL 2
A6.0	REFERENCIAS
B	CONJUNTO TAMBOR DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
B2.0	OBJETO
B3.0	DESCRIPCION DEL EQUIPO
	B3.1 Conjunto Alojamiento del Tambor
	B3.2 Conjunto Rotor del Tambor
	B3.3 Eje del Rotor y Unidad de Accionamiento
	B3.3.1 Soporte del Eje del Rotor
	B3.3.2 Sello Compensado de Eje
	B3.3.3 Unidad de Accionamiento
	B3.3.4 Accionamiento de Emergencia del Tambor
	B3.4 Conjunto Drenaje nivelador de D ₂ O del Tambor
	B3.4.1 Operación del Puerto de Descarga de D ₂ O
B4.0	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
B5.0	CUESTIONARIO DE REVISION - NIVEL 2
B6.0	REFERENCIAS

Indice (continuación)

C	CONJUNTO ARIETE DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
C2.0	OBJETO
C3.0	DESCRIPCION DEL EQUIPO
	C3.1 Alojamiento del Ariete
	C3.2 Ariete 'B'
	C3.2.1 Conjunto Cabeza de Ariete
	C3.2.2 Tornillos de Bola
	C3.2.3 Paquete de Sellos Hidrostáticos y Cojinete
	C3.2.4 Unidad de Accionamiento del Ariete 'B'
	C3.2.5 Accionamiento Manual del Ariete 'B'
	C3.2.6 Conjunto Potenciómetro del Ariete 'B'
	C3.3 Ariete de Pestillo
	C3.3.1 Accionamiento del Ariete de Pestillo
	C3.3.2 Conjunto Potenciómetro del Ariete de Pestillo
	C3.4 Movimiento del Ariete 'B' y el Ariete de Pestillo
	C3.4.1 Movimiento del Ariete 'B' y el Ariete de Pestillo
	C3.4.2 Movimiento del Ariete de Pestillo estando el Ariete 'B' fijo
	C3.5 Ariete 'C'
	C3.5.1 Accionamiento del Ariete 'C'
	C3.5.2 Conjunto Anclaje de Cinta
	C3.5.3 Conjunto de Accionamiento a Cinta
	C3.6 Posicionamiento del Ariete
C4.0	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
C5.0	CUESTIONARIO DE REVISION - NIVEL 2
C6.0	REFERENCIAS
D	ADAPTADOR DEL ARIETE DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
D2.0	OBJETO
D3.0	DESCRIPCION DE COMPONENTES
D4.0	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
	D4.1 Recolección en la Estación del Tambor
	D4.2 Deposición en la Estación del Tambor
D5.0	CUESTIONARIO DE REVISION - NIVEL 2
D6.0	REFERENCIAS

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWeNivel 2

1.0 INTRODUCCION

Basicamente, el cabezal de la máquina de recambio es un recipiente a presión diseñado para constituir una extensión del Sistema de Transporte de Calor, que al mismo tiempo permite la operación de recambio de Combustible con el reactor a plena potencia. Sus subconjuntos principales son:

- Conjunto Boquilla
- Conjuntos Separadores
- Conjunto Tambor
- Conjunto Ariete
- Tapón de la Boquilla
- Conjunto Manguito guía y Herramienta de Inserción
- Adaptador del Ariete
- Cuna de Soporte

Este manual describe cuatro subconjuntos principales, de naturaleza básicamente mecánica:

- A - Conjunto Boquilla
- B - Conjunto Tambor
- C - Conjunto Ariete y Accionamiento a Cinta
- D - Adaptador del Ariete

Para obtener una noción general, previo a la lectura de éste Manual, el lector debe remitirse al TM35200 "Generalidades del Cabezal de la M/R". Los conjuntos Separador y Manguito Guía están cubiertos por el TM35216, mientras que en el TM35215 se describe el Tapón de la Boquilla.

- 2 -

A CONJUNTO DE LA BOQUILLA DE LA MAQUINA DE RECAMBIO

A2.0 OBJETO

- (i) Para realizar el recambio "en potencia", el conjunto boquilla permite al cabezal de la máquina de recambio acoplarse a cualquiera de las boquillas terminales del canal de combustible del reactor, y sellar la conexión a alta presión de D_2O y alta temperatura.
- (ii) Para llevar a cabo la carga de los elementos combustibles nuevos y la descarga de los elementos combustibles gastados de una máquina de recambio, como también ensayos y mantenimiento, el conjunto boquilla permite al cabezal de la máquina de recambio acoplarse al puerto de combustible nuevo, puerto de combustible gastado, puerto auxiliar ó al puerto de ensayo.

A3.0 DESCRIPCION DEL EQUIPO

El conjunto boquilla que se aprecia en la figura 1, comprende el soporte central, los mecanismos de acoplamiento, el conjunto traba de emergencia, la antena del cabezal y las sondas de la boquilla. Ha sido diseñado para evitar pérdidas de D_2O bajo altas presiones de operación y temperatura aumentada durante las operaciones de recambio en potencia. La conexión estanca a la presión está sometida a una fuerza axial de 18.000 Kg y que consiste de una fuerza hidráulica de 15.000 Kg más una fuerza máxima de ariete de 3.000 Kg. Para absorber esta fuerza, manteniendo al mismo tiempo un margen de seguridad, el conjunto boquilla ha sido diseñado para desarrollar una fuerza axial de acoplamiento de aproximadamente 27.000 Kg.

A3.1 Sello y Soporte Central de la Boquilla

El soporte central de la boquilla, Figura 1, ítem 14, es una pieza concéntrica forjada, de acero inoxidable, que extiende el límite de presión de la boquilla terminal del reactor hasta el tambor de la máquina de recambio. Se enchaveta a la tapa frontal del tambor y tiene un diámetro interior liso con una ranura de traba para el tapón de la boquilla y un chavetero para el manguito guía.

- 3 -

El sello estático, que evita pérdidas en la interfase entre la boquilla de la máquina de recambio y la boquilla terminal del canal de combustible, está ubicado en la cara frontal del soporte central de la boquilla. Este sello "Hydrodine" es un anillo metálico de una convolución y en la Figura 2 se aprecia un corte transversal. Está fijado en el frente del soporte central por un porta sello y un anillo porta sello, y debe ser cambiado cada 3 a 6 meses para asegurar la total hermeticidad de la boquilla.

A3.2 Mecanismo de acoplamiento de la Boquilla

El mecanismo de acoplamiento de la boquilla es accionado óleo-hidráulicamente por cuatro pistones (se aprecian en la figura 1, ítem 23) los cuales están montados en ambos extremos de las cremalleras superior e inferior (ítems 21, 22). El movimiento lineal del sector causa un movimiento de rotación en el conjunto tornillo y corona dentada (ítem 16), que a su vez mueve al cilindro de acoplamiento (ítem 9) en sentido axial. La fuerza de acople generada reacciona contra el soporte central de la boquilla por medio de un cojinete de empuje (ítem 17) y el anillo de traba (ítem 15) adelantando la sección del soporte central con respecto al anillo de traba que está bajo compresión durante el acoplamiento. Un segundo cojinete de empuje ubica el conjunto tornillo y corona dentada, mientras que un espaciador y una arandela elástica "Belleville" (ítems 18 y 19) compensan cualquier movimiento adicional debido a la dilatación térmica en el soporte central, una vez completa la acción de acoplamiento.

El engrane correcto del sector y la corona está asegurado por un tapón guía (ítem 26) para el sector superior, y el alojamiento del pistón de traba de emergencia, (ítem 28) para el sector inferior.

Se proveen cuatro mecanismos de articulación idénticos para posicionar cuatro segmentos de cuña (ítem 6) durante el acoplamiento.

- 4 -

Cada mecanismo de articulación, tal como se aprecia en las figuras 1 y 2, contiene un segmento de cuña (figura 1, ítem 6) una articulación roscada con perno (figura 1, ítem 8), una palanca con dos cojinetes de rodillos adosados (ítem 7), un bloque de leva (ítem 5) y un cojinete de palanca. El cojinete de palanca está montado rígidamente al cilindro de acoplamiento con un rebaje apropiado provisto en el soporte exterior para permitir el movimiento en sentido axial. El bloque de leva está montado rígidamente al soporte exterior y engancha los dos rodamientos de rodillos ubicados a ambos lados de la palanca, como se aprecia en la Figura 3. Las ranuras en el bloque de leva, Figura 3, tienen una forma tal que la palanca es forzada hacia abajo cuando se retrae el cilindro de acoplamiento durante el acople (y por lo tanto la palanca). Con los cuatro segmentos de cuña insertados, la fuerza de acople es transmitida axialmente del cilindro de acoplamiento, a través de los segmentos en cuña, hacia el escalón o reborde de la boquilla terminal, presionándola contra el soporte central de la boquilla con una fuerza de aproximadamente 27.000 Kg.

Cuando la boquilla está desacoplada, los segmentos de cuña están retraídos. Esto es necesario debido a que el escalón de la boquilla terminal debe pasar los segmentos de cuña previo al acople. Durante el acople, el cilindro de acoplamiento se mueve alrededor de 12mm, con una rotación correspondiente de 90° en el tornillo y corona.

Se provee un arosello "O" (Fig. 1 ítem 13 y Fig. 2 detalle 'A') para evitar la corrosión en el espacio anular que contiene la sección roscada, como también en el cojinete de empuje. El anillo "O" proporciona sellado a prueba de D₂O, que, de otra forma podría penetrar en esta área durante una posible pérdida en el sello de la boquilla. Se provee una purga entre cavidades desde el espacio anular para indicar tanto una pérdida de aceite a través de los pistones de los sectores, como así también una pérdida de D₂O por el pistón de traba de emergencia. Además, para detectar pérdidas internas del lado tambor, se provee otra purga desde la intercavidad que se encuentra entre los dos anillos "O" (ítem 25).

A3.3 Conjunto Traba de Emergencia de la Boquilla

El conjunto traba de emergencia de la boquilla protege contra un desacople inadvertido de la boquilla mientras la cavidad de la boquilla esta presurizada por encima de 40 kg/cm^2 . La cavidad de la boquilla se define como el área que está delante del tapón de la boquilla de la M/R cuando está instalado en la boquilla. Durante el recambio de combustible, tanto el tapón de cierre del canal como el tapón de la boquilla de la M/R son retirados, y la máquina de recambio pasa a ser una extensión del sistema de transporte de calor. Por lo tanto, no es posible el desacople inadvertido de la boquilla (accidente de pérdida de refrigerante).

El conjunto de traba de emergencia de la boquilla asegura esta condición enganchando mecánicamente un pistón macizo (Figura 1, ítem 29) dentro de una cavidad en el sector inferior, de esta forma evitando positivamente el movimiento de desacople. El pistón de traba es enganchado hidráulicamente a través de una línea directa que conecta la presión de la cavidad de la boquilla a la parte inferior del pistón de traba. Se ha seleccionado un resorte (ítem 30) con fuerza suficiente para retraer totalmente el pistón de traba si la presión en la cavidad de la boquilla cae por debajo de 40 Kg/cm^2 . A la inversa, si la presión en la cavidad de la boquilla sube por encima de 60 Kg/cm^2 el pistón se engancha totalmente. (Nota: La presión del Sistema de Transporte de Calor es de aproximadamente 110 Kg/cm^2).

A3.4 Conjunto Antena del Cabezal

La antena del cabezal consiste en una placa de acero inoxidable (Figura 1, ítem 1) con una forma tal que interfiere con las boquillas terminales de los canales de combustible si el error de posición entre las líneas centrales de la boquilla terminal y la boquilla de la M/R es mayor que 12mm durante la operación de "centrado" (homing). La placa se mantiene en posición por 4 conjuntos de resortes montados sobre un anillo de soporte (ítem 2) que a su vez fija la totalidad del conjunto de antena al cilindro de acople de la boquilla. Dependiendo de la dirección del error de posición, uno ó más de los cuatro interruptores de antena (ítem 3), montados a 90° entre sí en el anillo de soporte serán actuados si se oprime la placa de la antena, es decir, si la desalineación existente exceda la capacidad de los sistemas de corrección 'X' e 'Y'. De esta manera, el sistema de control detiene cualquier otro avance del cabezal de la M/R y se hace necesaria la acción correctora por parte del operador.

A3.5 Sondas de la Boquilla

Hay cuatro sondas ubicadas a 90° entre sí en la cara de sello del soporte central de la boquilla. Las sondas son accionadas por la boquilla terminal del reactor durante la operación de centrado, para indicar la proximidad de la cara de sello de la boquilla terminal y corregir así la posición para el acoplamiento de la boquilla. Cada sonda está montada en la boquilla por medio de un soporte de palanca y se conecta a un potenciómetro lineal que está montado en el soporte exterior, como se indica en la Figura 4. Un resorte conectado en paralelo al potenciómetro mantiene en tensión al conjunto de unión.

A4.0 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En el modo de funcionamiento normal, el acoplamiento de la boquilla se realiza bajo control de la computadora.

Una vez que las sondas de la boquilla indican las condiciones correctas para el acople, se imparte una orden a la válvula solenoide del sistema óleo-hidráulico y la presión de aceite se dirige a los pistones del sector correspondiente. El movimiento de retracción del cilindro de acople comienza y los segmentos de cuña se ponen en posición, previo a la transmisión de cualquier fuerza de acople. La fuerza de acople desarrollada es una función de la presión de aceite provista y el coeficiente de fricción en la rosca, ya que los racks no alcanzan el tope mecánico de fin de carrera.

El desacople solo se opera por control manual desde la consola de control. El proceso de desacople es detenido por enclavamientos si la presión de D_2O en la cavidad de la boquilla no se reduce a un nivel bajo ($< 35 \text{ Kg/cm}^2$), ó si no se extrae la traba de seguridad de la boquilla. Durante el desacople, los sectores hacen tope contra los topes mecánicos y la finalización tanto del acople como del desacople es indicada por medio de llaves magnéticas a lengüeta que detectan las posiciones del cilindro de acople y las palancas de acople.

La fuerza de acople disponible se mide en intervalos periódicos acoplados a una celda de carga portátil que brinda una lectura directa de la fuerza.

- 7 -

A5.0 CUESTIONARIO DE REVISION - Nivel 2

- 1) Describir los ocho subconjuntos del cabezal de una M/R.
- 2) Explicar el principio de acople de un conjunto boquilla.
- 3) Definir la función del conjunto Traba de Emergencia de la Boquilla.
- 4) Cuál es el objeto del uso de sondas en la boquilla ?

A6.0 REFERENCIAS

Especificaciones de Diseño

XX-35210	Cabezal de la M/R - Generalidades
XX-35211	Conjunto Boquilla
XX-35215	Tapón de la Boquilla

Planos

XX-35211-1-1-GA (3 hojas)	Conjunto Boquilla
XX-35211-52-1-GA	Conjunto Traba de Emergencia de la Boquilla
XX-35211-65-1-GA	Conjunto Antena de la Boquilla
XX-35211-85-S-GA	Conjunto Interruptores de la Boquilla
XX-35211-96 1-GA	Vástago de Extensión y Conjunto Magneto

- 8 -

B CONJUNTO TAMBOR DE LA MAQUINA DE RECAMBIOB2.0 OBJETO

El conjunto tambor provee capacidad para almacenar dentro del cabezal de la M/R , elementos combustibles, cierres de canal, tapones de blindaje, tapón de la boquilla, adaptador de ariete, manguito guía y herramienta de inserción.

B3.0 DESCRIPCION DEL EQUIPO

El conjunto tambor se puede dividir en tres partes principales a saber: El alojamiento del tambor, el rotor del tambor y la unidad accionadora del rotor.

B3.1 Conjunto Alojamiento del Tambor

El conjunto alojamiento del tambor es un recipiente a presión diseñado para operar a una presión nominal de 131 kg/cm^2 y una temperatura de 149°C . Consiste de dos piezas forjadas; la tapa frontal del tambor y el alojamiento posterior del tambor (fig. 6, items 18 y 23) que son mantenidos juntos por una abrazadera y un anillo de sello Graylock (items 21 y 22).

La abrazadera Graylock consiste de dos mitades hechas de acero fundido y un anillo de sello fabricado en acero inoxidable. Cada mitad de la abrazadera está diseñada con un cáncamo de izaje integral para conveniencia del manipuleo. Los espárragos rosados de acero que unen las mitades de la abrazadera están equipados con varillas indicadoras ubicadas axialmente a través de sus centros y aseguradas en un extremo. la fuerza de cierre apropiada se indica por la extensión de los espárragos en tensión con respecto a las varillas no tensionadas. Las tuercas de acero tienen extremos esféricos que sellan en asientos esféricos de las mitades de la abrazadera. Las tuercas tienen los extremos exteriores extendidos y de forma hexagonal para permitir el acceso de la llave tubo sin dañar el cuerpo de la abrazadera.

- 9 -

El anillo de sello provee concentricidad entre la tapa frontal del tambor y el alojamiento posterior, mientras que una espina que conecta ambas caras de contacto, asegura la alineación adecuada del alojamiento del tambor y la tapa frontal, como para que el conjunto ariete y la posición central superior del rotor del tambor estén alineadas con el conjunto boquilla.

La tapa frontal del tambor provee aberturas y superficies de montaje para el conjunto boquilla, los separadores y el vertedero, mientras que el alojamiento posterior del tambor tiene un cubo menor para acoplar el conjunto ariete por medio de otra abrazadera Graylock (item 33) y una extensión para alojar la unidad accionadora de posicionamiento. Los componentes que se encuentran dentro del alojamiento del tambor incluyen el rotor del tambor con su sello de eje, el vertedero para drenaje de D_2O que mantiene un nivel mínimo de D_2O en el tambor, 4 eductores para mezclar el D_2O , dispositivos para detectar la temperatura y un protector de flujo.

El protector de flujo que tiene forma de embudo, está colocado en el extremo posterior del alojamiento del tambor y está retenido en su lugar entre un escalón en el alojamiento y el alojamiento del cojinete esférico del conjunto ariete. Su función es la de minimizar los impactos térmicos en el extremo posterior del alojamiento del tambor escudándolo del flujo de agua más fría que entra al alojamiento del tambor desde el alojamiento del ariete.

La línea de suministro de D_2O del tambor alimenta los cuatro eductores mezcladores. Dos de los eductores mezcladores están colocados alrededor del cubo central próximos al extremo posterior y los otros dos están colocados dentro del alojamiento posterior, aproximadamente 40 cm más adelante. En la figura 7 se aprecia la ubicación de los eductores con el rotor del tambor extraído para mayor claridad. Los eductores internos dirigen el flujo en sentido horario y los eductores exteriores dirigen el flujo en sentido antihorario. Su objeto es suministrar un buen mezclado entre el agua entrante y el agua que ya se encuentra en el tambor (que viene del conjunto ariete) con el propósito de mantener uniforme la temperatura deseada de casi $100^{\circ}C$.

- 10 -

El vertedero de control de nivel del D₂O se aprecia en la Figura 5. Está montado en el interior de la tapa frontal y al abrir la válvula de drenaje hace bajar el nivel de agua dentro del tambor por debajo de la boquilla.

Hay tres detectores de temperatura por Resistencia (RTDs) que detectan la temperatura; uno se halla en la parte superior de la tapa frontal del tambor, uno en la parte superior del alojamiento del tambor, y otro en la parte posterior del alojamiento del tambor, sobre el lado derecho debajo del nivel de agua bajo.

B3.2 Conjunto Rotor del Tambor

El rotor del tambor consiste de un eje de rotor macizo y una pieza cilíndrica soldada que soporta 12 tubos del tambor. Todos los componentes están hechos de acero inoxidable. Las placas terminales de la pieza soldada están maquinadas en forma "dentada" de manera tal que posea 12 rebajes, equidistantes, para posicionar los tubos del tambor, con sus líneas de centro sobre un círculo de aproximadamente 50 cm de diámetro. Dos tacos en cada tubo permiten la fijación mediante tornillos y espigas a las placas de extremo de forma "dentada" de la pieza soldada. De esta forma se puede cambiar individualmente los tubos si sufren desgaste ó algún daño.

En la figura 8 se aprecia una vista frontal del conjunto rotor, con la tapa frontal retirada y además se indica en una lista la función de cada estación. Hay cinco estaciones para elementos combustibles (dos elementos por estación de canal), dos estaciones para cierres del canal (una de repuesto), dos estaciones para tapones de blindaje (una de repuesto), una estación para el adaptador del ariete, una estación para el manguito guía y la herramienta de inserción y una estación para el tapón de la boquilla. Nótese que la estación del manguito guía es la única que tiene una hendidura en toda su extensión, para proveer un chavetero de guía para el manguito guía. La estación del adaptador de ariete tiene una barra soldada a través de su abertura frontal para evitar la entrada de elementos combustibles.

B3.3 Eje del Rotor y Unidad de Accionamiento

B3.3.1 Soporte del Eje del Rotor

El soporte del eje del rotor, que se aprecia en la Figura 7 con el conjunto rotor soldado extraído, es una brida de acero inoxidable, de cuello largo. Sostiene al eje del rotor en el espacio de la pieza soldada dentada con un juego de rodamientos de bola radiales, de una hilera con ranura profunda en su frente y un juego de tres rodamientos de bola de contacto angular en la parte posterior. El soporte del eje del rotor está abulonado al alojamiento posterior del tambor. Los cojinetes están diseñados tanto para soportar las cargas mecánicas, como para balancear la carga hidráulica. Las cargas mecánicas incluyen el peso de las estaciones de canales del tambor cargadas y las fuerzas del ariete. La carga hidráulica se genera por la presión interna del tambor.

B3.3.2 Sello de Eje Balanceado

El alojamiento del tambor tiene dos compartimientos separados; el cerramiento del tambor y el cerramiento del accionamiento Ferguson. El eje del rotor pasa a través de la pared que divide los dos compartimientos y un sello de eje balanceado provee el límite de presión. Este conjunto de sello, como se aprecia en la figura 9, comprende un conjunto de rotor con carga a resorte montado sobre eje del rotor del tambor y apoya sobre un estator de Carburo de Tungsteno conectado al alojamiento del tambor por medio de una placa prensaestopa.

El rotor está hecho de carbono y tiene una forma tal que las zonas bajo presión del tambor resultan en una pequeña fuerza axial neta sobre el rotor, es decir que las pérdidas por fricción son prácticamente independientes de la presión del tambor. La constante carga a resorte en el rotor, que es de alrededor de 30 Kg en total, junto con la carga hidráulica aseguran un contacto suficiente como para obtener un sello al mismo tiempo que se minimizan las pérdidas por fricción.

B3.3.3 Unidad de Accionamiento

La sección del eje del rotor que se extiende dentro del cerramiento del accionamiento Ferguson, incluye una placa que contiene 12 seguidores de rodillos equidistantes, y también está conectada a un potenciómetro rotativo. Los seguidores de rodillos, que aparecen en la Figura 10, engranan con una leva de posicionamiento. Un árbol de levas que lleva montada la leva de posicionamiento, está instalada en forma perpendicular al eje del rotor y está soportado por dos juegos de rodamientos de rodillos cónicos. Ambos extremos del árbol de levas se extienden fuera del cerramiento del accionamiento Ferguson y están sellados por un par de retenes de aceite. Un extremo del árbol de levas, que se aprecia en la Figura 11, posee una corona de accionamiento que engrana con el engranaje sin fin del motor óleo-hidráulico en la caja de engranajes. El otro extremo, que no aparece en la Figura, tiene montado otro potenciómetro rotativo. El motor óleo-hidráulico, la caja de engranajes y el potenciómetro rotativo están montados del lado exterior del cerramiento del accionamiento Ferguson.

En cualquier oportunidad que el motor óleo-hidráulico sea energizado, el mismo acciona el árbol de levas a través de la caja de engranajes que cambia la posición de las estaciones del tambor haciendo girar el eje del rotor a través de la leva de posicionamiento y los seguidores de rodillos. Para cambiar una estación de canal, el eje y el seguidor de leva deben girar 30° mientras que la leva de posicionamiento tiene que girar 360° con 90° de reposo. En los 90° de reposo la estación del tambor permanece alineada.

Si el motor óleo-hidráulico queda incapacitado, se dispone de un accionamiento manual para girar del tambor.

B3.3.4 Accionamiento de Emergencia del Tambor

En el caso de fallas en el circuito óleo-hidráulico para el motor de accionamiento del tambor, se provee un accionamiento manual que se encuentra entre el conjunto reductor a sin fin y el motor hidráulico Vickers. Desde la caja de engranajes del accionamiento manual, hay un eje que sigue a la cuna hasta la parte posterior del conjunto ariete, donde es posible operar el accionamiento por medio de un eje manual de entrada.

- 13 -

El accionamiento de emergencia está bloqueado en posición cuando el orificio en la brida del eje de entrada de accionamiento manual está acoplado con el perno (ver plano XX-35210-25-1-GA-E). En esta posición todas las chavetas de los ejes horizontales están en la posición inferior, y la leva del engranaje desplazable o tope interno (Figura 25) en la caja de engranajes del accionamiento manual de emergencia, está en la posición enganchada. Para operar el accionamiento de emergencia, es necesario empujar el eje de entrada de accionamiento manual usando herramientas de operación remota para desenganchar la brida del perno. Luego se hace rotar 190° . Esta acción desengancha el accionamiento de potencia y al mismo tiempo engancha el accionamiento de emergencia, es decir, la leva del engranaje desplazable gira 180° para permitir al manguito y al engranaje desplazable retroceder por acción del resorte. El engranaje desplazable está montado dentro del manguito. Esto hace que el engranaje externo sobre el engranaje desplazable se alinee con el engranaje del accionamiento manual, y al mismo tiempo desengancha el acoplamiento de engranaje del accionamiento del motor hidráulico del engranaje interno en el engranaje desplazable.

De esta forma se posibilita la rotación continua del accionamiento de emergencia en cualquier dirección, pero se debe ejercer una fuerza de elevación sobre el eje de entrada de accionamiento manual para evitar que el orificio de la brida se reacople en el perno.

Para poner nuevamente el sistema en el accionamiento de potencia, primero se debe orientar el eje como para que las chavetas queden en la posición superior. Luego, se hace girar en sentido horario, hasta la posición reposición, la palanca de reposición (reset) manual que está al lado de la caja de engranajes del accionamiento de emergencia, con el fin de mover el manguito hacia adelante y mantenerlo allí mientras se hace girar el eje 180° para hacer que engrane la leva del engranaje desplazable. Las chavetas de los ejes horizontales están en la posición inferior, y el orificio en la brida del eje de entrada de accionamiento manual enganchará con el perno. De esta forma se puede liberar la palanca de reposición, la cual volverá a su posición original por medio de la fuerza ejercida por resorte.

B3.4 Conjunto Drenaje Nivelador de D₂O del Tambor

El alojamiento del tambor es un recipiente a presión, normalmente lleno de D₂O. Cuando se carguen nuevos elementos combustibles en el tambor, ó cuando se requiera descarga de elementos combustibles usados del mismo, el tambor debe ser despresurizado y se de-

- 14 -

be hacer descender el nivel de agua por debajo de la abertura de la boquilla. Con este propósito el tambor está provisto de un vertedero incorporado a la tapa frontal, como se aprecia en la figura 12. Cuando se opera una válvula de drenaje, el vertedero mantiene el nivel de agua como para que todas las estaciones del canal permanezcan sumergidas, excepto la que está alineada con la boquilla. La figura 5 muestra que el vertedero, provee un drenaje al tambor a través de un pasaje de drenaje en la tapa frontal del tambor. Debajo de la parte inferior de la tapa frontal del tambor hay montada una válvula de drenaje, que es energizada por un actuador óleo-hidráulico. El vástago del actuador de la válvula de drenaje tiene un resorte fuerte. Cuando la presión de aceite sobre el actuador iguala a (ó supera a) la fuerza del resorte, la válvula se cierra. De lo contrario, el resorte hará que la válvula se abra, si la presión de aceite disminuye. Un potenciómetro lineal ligado al vástago de la válvula de drenaje suministra realimentación de señales eléctricas al sistema de control. Siempre que la operación de recambio requiera que se disminuya el nivel de agua del tambor, entra en funcionamiento un mecanismo denominado puerto de descarga de D_2O .

Los puertos de descarga de D_2O , ubicados en el piso de los recintos de mantenimiento de ambas M/R, debajo de los puertos de combustible nuevo, usado y de calibración auxiliar, suministran: (i) descarga de D_2O del tambor de la M/R para ser devuelto al sistema de recuperación de D_2O y (ii) drenaje del tanque colector de D_2O TK101, montado en la cuna de la M/R. TK101 es un tanque de 45 litros que contiene D_2O limpio, recolectado durante el venteo de la cavidad de la boquilla y posible transferencia de D_2O del tambor durante disminución parcial del nivel mientras la M/R se traslada con combustible usado desde la cara del reactor.

B3.4.1 Operación del Puerto de Descarga de D_2O

El puerto de descarga de D_2O consiste en un conjunto bloque de montaje que se une con la brida de drenaje en la tapa frontal del tambor de la M/R. El bloque de montaje contiene una válvula mariposa Keystone MV48, unida a una manguera flexible con malla de acero inoxidable trenzado de 7,62 cm de diámetro. Este conjunto se apoya en una viga pivotada unida a otra viga pivotada, y está conectado a un actuador neumático por medio de un mecanismo de unión.

- 15 -

Al energizar el actuador neumático se hace que el conjunto de bloque de montaje se eleve (carrera libre 9,28 cm) hasta 1,27 cm de su carrera total, haciendo contacto con la brida de drenaje de la M/R, y al mismo tiempo abriendo las válvulas mariposa KEYSTONE MV48, MV49, ó MV50 por medio del mecanismo de unión, Del mismo modo MV48, MV49 ó MV50 se cierran cuando el actuador neumático es desenergizado.

NOTA: MV48, MV49 y MV50 están en los puertos de Combustible Nuevo, Auxiliar, y Combustible Usado Respectivamente.

Para mayor conveniencia hay actuadores neumáticos montados en cada conjunto de puerto de descarga. En el puerto de combustible usado y en los puertos auxiliares, hay dos actuadores neumáticos que operan la válvula mariposa Keystone MV44 situada sobre el puerto de descarga unido a la M/R para drenar el tambor a nivel del vertedero luego de que se abre la válvula de drenaje MV37, y/o para drenar el tanque de 45 litros. El excedente pasa por gravedad al tanque TK3, y luego devuelto por medio de una bomba a la instalación principal de almacenamiento de D₂O.

En el puerto de combustible Nuevo, hay un tercer actuador neumático, el cual opera una válvula esférica JAMESBURY MV45 la cual drena al tanque de mezcla de aceite y D₂O de 4,5 litros. El excedente se descarga en un recipiente y se desecha manualmente.

Todos los actuadores neumáticos ubicados en el conjunto puerto de descarga están acoplados a potenciómetros, a los fines de realimentación posicional, y los actuadores neumáticos son controlados por válvulas direccionales operadas a solenoide, que tienen un panel de control separado.

B4.0 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En el modo de operación normal, la rotación de la estación del canal del tambor se controla por el programa de la computadora digital.

La alineación entre la estación del tambor y la abertura de la boquilla es indicada por un medidor del ángulo de reposo del eje de accionamiento desde el potenciómetro del árbol de levas. La posición del tambor es indicada por un medidor de posición accionado desde el potenciómetro del eje del rotor del tambor. Ambos medidores exhiben en la consola de control de la M/R en la sala de control principal.

El rotor del tambor gira tanto en sentido horario como antihorario, dependiendo de cuál es la ruta más cercana hacia la estación deseada.

Los enclavamientos detendrán la rotación del rotor del tambor si el separador está en la posición de empuje completo, ó el ariete "C" está avanzado más de 8 cm de la posición de descanso, ó el ariete "B" está avanzado más de 1 cm.

Durante el balanceo del cabezal de la M/R el rotor del tambor se carga con cuatro elementos además de los componentes normales de cierre para proveer una condición media entre tambor lleno y vacío de combustible.

B5.0 CUESTIONARIO DE REVISION - NIVEL 2

- 1) Describir brevemente el conjunto de rotor del tambor.
- 2) Definir las doce estaciones de canal del tambor.
- 3) Cómo trabaja el sello compensado de eje ?
- 4) Describir el conjunto de accionamiento Ferguson del tambor.

B6.0

REFERENCIAS

Especificaciones de Diseño

XX-35210	Cabezal de la Máq. de Recambio - Generalidades
XX-35213	Tambor de la Máquina de Recambio

Planos

XX-35213-2-2-GA (4 hojas)	Conj. Tambor de la M/R - Disposición General
XX-35213-63-1-GA	Accionamiento de engranaje a rodillo Ferguson
XX-35312-76-1-GA	Conjunto Sello del Tambor
XX-35213-80-1-GA	Rotor del Tambor - Conjunto Núcleo
XX-35213-124-1-GA	Conjunto de Accionamiento de Emergencia del Tambor
XX-35230-011-GA	Conjunto Puerto de Descarga de D ₂ O

- 18 -

C CONJUNTO ARIETE DE LA MAQUINA DE RECAMBIO

C2.0 OBJETO

El conjunto ariete suministra las fuerzas y movimientos necesarios requeridos para la transferencia y descarga de elementos combustibles, ó para instalación y retiro del manguito guía, el tapón de cierre del canal, el tapón de blindaje, y el tapón de la boquilla.

C3.0 DESCRIPCION DEL EQUIPO

El conjunto ariete de la máquina de recambio consiste de un ariete 'B', el ariete de pestillo y el ariete 'C'. Estos arietes son esencialmente conjuntos de tubos concéntricos soportados por el alojamiento de ariete. Cada ariete tiene un conjunto cabeza de ariete diferente para realizar las operaciones de cierre ó recambio necesarias. Tanto el ariete 'B' como el ariete de pestillo son accionados por motores óleo-hidráulicos por medio de un sistema de engranajes y tornillos de bola. El ariete 'C' es energizado por agua desde el sistema de suministro de D₂O. Estos tres arietes tienen potenciómetros rotativos para suministrar al sistema de control información constante de las posiciones del ariete.

El ariete 'B' tiene tres velocidades y cinco niveles de fuerzas para realizar su función operacional. El ariete de pestillo tiene una velocidad y un nivel de fuerza, mientras que el ariete 'C' tiene cinco niveles de fuerza y su velocidad varía de acuerdo con la fuerza seleccionada.

En las siguientes secciones se tratan en detalle los subconjuntos de ariete.

C3.1 Alojamiento del Ariete

El alojamiento del Ariete es un recipiente a presión que consiste de dos partes: alojamiento de ariete y pieza forjada posterior del ariete. El alojamiento que se aprecia en la figura 13 tiene un diámetro interno de 25,4 cm y una longitud total de 400 cm. El extremo frontal del alojamiento del ariete se une al cubo de acople menor del alojamiento del tambor, mientras el extremo posterior del alojamiento del ariete se conecta a la pieza forjada posterior del ariete por medio de abrazaderas y aro-sellos Grayloc de 25,4 cm. La caja de engranajes está abulonada a la pieza forjada posterior del ariete y está fuera del límite de presión.

C3.2 Ariete 'B'

De los tres conjuntos de ariete, el ariete 'B' es el de más afuera. Consiste en un tubo y cabezal de ariete, dos conjuntos de tornillos de bolas, sellos hidrostáticos, una unidad de accionamiento y un conjunto de potenciómetro para realimentación de posición. Los subconjuntos se describen separadamente a continuación:

C3.2.1 Conjunto Cabezal de Ariete

En la figura 14 se aprecia el conjunto cabezal de ariete. El cabezal de acero inoxidable del ariete 'B' (item 1) está roscado al extremo frontal del tubo del ariete 'B'. Su diámetro mayor es de 10,34 cm reduciéndose a 10,16cm en ambos extremos y además está recubierto con una capa de cromado. Cuatro conductos axiales en el diámetro exterior suministran pasajes de agua. El extremo frontal cromado se reduce en diámetro y está ahusado para entrar en los tapones y la herramienta de manguito guía, y para proveer un escalón para empuje. Con el fin de sujetar los tapones y la herramienta de manguito guía, se han recalcado en el extremo delantero 12 bolillas de Colmonoy #6 de 0,93 cm de diámetro.

Dos pernos pasantes de 1,27cm de diámetro (figura 14, item 6) están ubicados entre el anillo de empuje y el cabezal del ariete 'B' a través de aberturas en el tubo de pestillo. Esto permite que la fuerza del ariete 'B' se aplique a la barra deflectora por medio del anillo de empuje (items 4 y 5 respectivamente).

El manguito de pestillo de acero inoxidable (item 2) está roscado al extremo frontal del tubo de pestillo. Ocho bolillas de pestillo de Colmonoy #6 de 0,93 cm de diámetro se encuentran recalcadas aproximadamente en el punto medio de la longitud de los manguitos (item 10). Todas las superficies que se encuentran más adelante de estas bolillas están recubiertas con aleación de armoloy (armoloyed).

El cabezal de acero inoxidable del ariete 'C' está roscado al extremo frontal del tubo del ariete 'C'. Hay seis bolillas de Colmonoy #6 de 1,27 cm de diámetro recalcadas en el extremo frontal para sujetar al tapón, la herramienta ó los vástagos adaptadores. El extremo trasero del cabezal del ariete 'C' está ranurado y cuando se lo enrosca al tubo del ariete 'C' una proyección en el tapón de anclaje de la cinta entra por su extremo posterior para prevenir cualquier tendencia al aplastamiento de las secciones roscadas divididas.

C3.2.2 Tornillos de Bola

Como se aprecia en las Figuras 15 y 16, hay cuatro tornillos de bola y dos placas de cojinetes con cojinetes radiales de bolillas. Una placa de cojinete fija en la parte frontal del alojamiento del ariete soporte los cuatro extremos frontales de los tornillos de bola. Los cuatro extremos posteriores de los tornillos de bola son soportados por un juego de cojinetes ubicados en la pieza forjada posterior del ariete.

El ariete 'B' tiene dos tornillos de bola montados con una separación de 17.78 cm en un plano vertical, y el ariete de pestillo tiene los otros dos tornillos de bola montados con una separación de 17.78 cm en un plano horizontal. Los dos tornillos de bola están unidos al ariete 'B' por medio de una conexión del tipo a muñón la cual distribuye una carga uniforme. Cada tornillo de bola tiene un conjunto de sello hidrostático para minimizar la fricción y las diferencias relativas entre las cuplas de arranque y marcha. Una pila de arandelas elásticas Belleville precargadas que se encuentran en ambos extremos de los tornillos de bola del ariete 'B', suministran al mismo topes amortiguadores de sobrecarrera. El ariete de pestillo tiene topes de sobrecarrera ajustables en forma independiente. Por delante de la placa de cojinete frontal, un cojinete esférico de acero al carbono montado dentro de un alojamiento de cojinete, soporta al conjunto tubo del ariete 'B' y además suministra óptima alineación al conjunto ariete y alojamiento del tambor. Un sistema de lubricación forzada con aceite abastece a la galería de aceite de cojinete de cada alojamiento de sellos de tornillo de bola, y fluhe a través del cojinete al interior de la caja de engranajes. También abastece a los cojinetes de los ejes sin fin del ariete 'B' y el ariete de pestillo.

La instalación de sellos de aceite y conexiones de drenaje en el pasaje de lubricación evita la pérdida ó el desborde de aceite.

C3.2.3 Paquete de Sellos Hidrostáticos y Cojinetes

Cada uno de los cuatro tornillos de bola tiene un paquete de sellos hidrostáticos especialmente diseñado, como se aprecia en la Figura 17. La función del sello hidrostático del tornillo de bola es la de minimizar las pérdidas por fricción y obtener una cupla relativamente baja y constante, independiente de la presión durante el arranque y la marcha. Comprende los componentes de sello de fuelle, rotor, estator, alojamiento, sello de clebite, sello de aceite, aro-sellos, espina elástica, suplemento, y seis cojinetes de contacto angular de una hilera.

El sello compensado de eje es capaz de trabajar con una característica de cupla baja, constante, con una presión en el canal del reactor de alrededor de 115 kg/cm^2 , una presión de estacionamiento de la M/R de 35 kg/cm^2 , y a presión atmosférica cuando la máquina de recambio reduce su nivel de D_2O en el tambor para transferir combustible nuevo.

Los fuelles permiten al rotor moverse axialmente. El estator está estacionario y presenta seis cavidades con toberas Lee. El flujo de suministro a los sellos de D_2O pasa a través de estas toberas a las superficies de contacto entre el rotor y el estator. El agua empuja las dos superficies de contacto separándolas, hasta que se obtiene un balance de fuerzas entre la superficie del rotor multiplicada por la presión interna del alojamiento del ariete, por un lado, y la superficie del rotor multiplicada por la presión en la separación por el otro lado. El suministro de los sellos de D_2O más el D_2O proveniente del area que rodea al sello fluye radialmente hacia adentro, reduciendo así la diferencial entre la presión interna de la M/R y la presión atmosférica. De esta forma se obtiene la característica de cupla baja y costante necesaria para controlar la fuerza del ariete. La única variación en la cupla se produce a consecuencia de la carga hidrostática en los cojinetes de contacto angular, y cambia moderadamente con presión interna en la M/R. El flujo de retorno de los sellos de D_2O combinado se hace retornar a la estación de válvulas.

- 22 -

El alojamiento del paquete de sello hidrostático está abulonado a la pieza forjada posterior del ariete. El sello "Clevite" es el último de los sellos de D_2O del paquete de sellos, y suministra contención de D_2O desde el lado óleo-hidráulico. Está normalmente expuesto a la baja presión de la línea de retorno, que es de aproximadamente $0,35 \text{ kg/cm}^2$. El retén de aceite "Chicago Rawhide" evita que fluya axialmente D_2O de la caja de engranajes a lo largo del eje del tornillo de bola hacia el lado de D_2O . Cualquier pérdida de aceite que se produzca a través de este retén, retorna al tanque recolector 3523-TK 103. Los seis cojinetes de bola de contacto angular soportan el extremo posterior de cada tornillo de bola además de absorber la fuerza de empuje hacia atrás combinada de las cargas hidráulicas y dinámicas.

Durante el armado inicial de los fuelles del rotor, las caras anterior y posterior deben estar paralelas dentro de $0,025 \text{ mm}$ y concéntricas dentro de $0,050 \text{ mm}$ con una precarga de 11 kg . aproximadamente.

El huelgo entre el rotor y el estator determina el régimen de flujo a través del sello. Cuando el conjunto sello está funcionando normalmente, el huelgo es de $.009 \text{ mm}$ con una presión en el tambor de 112 kg/cm^2 y es de $.007 \text{ mm}$ cuando se opera con baja presión. Es preciso comprender la función del sello hidrostático del ariete. Con el fin de interpretar significativamente los flujos del sello, comprender que es lo que ocurre realmente en el área de sello y tomar medidas preventivas para corregir cualquier situación adversa, es importante una buena comprensión.

Los parámetros de operación básicos del paquete de sellos para un rendimiento adecuado del sello son:

- (i) El sello de fuelle debe estar concéntrico dentro de $0,050 \text{ mm}$ con respecto al eje del tornillo de bola, mientras que las caras de los extremos deben ser paralelas dentro de $0,025 \text{ mm}$.
- (ii) Los sellos deben ser precargados cuando se instalen en el paquete de sellos con un mínimo de $0,025 \text{ mm}$ y un máximo de $0,050 \text{ mm}$. Esta precarga aplica una fuerza constante de aproximadamente 11 kg al rotor. Con cero flujo de suministro de sello, las caras del rotor y el estator están en contacto debido a esta precarga. El giro de los tornillos de bola en esta condición dañará las caras de sello, lo que debe ser evitado bajo cualquier condición.
- (iii) Tanto el Rotor como el Estator deben estar planos dentro de 3 bandas ópticas de luz.

- 23 -

El diagrama N°1 muestra las condiciones de operación normales del reactor, es decir, presión del tambor de alrededor de 112 kg/cm^2 , con el suministro del sello del ariete mantenido en alrededor de 119 kg/cm^2 . Las toberas "Lee" en el estator, hacen que la presión de 119 kg/cm^2 disminuya a aproximadamente 84 kg/cm^2 en las cavidades del estator. Esta presión separa al rotor y al estator y permite un flujo combinado de retorno de sello de alrededor de 1600 ML/min: 600 ML/min del área de recubrimiento más alrededor de 1000 ML/min del flujo de suministro del sello. Bajo estas condiciones de flujo, la impedancia en la cara de sello es suficiente para bajar la alta presión del tambor a presión atmosférica. En realidad, la presión en la línea de retorno de los sellos se encuentra levemente por encima de la atmosférica, alrededor de $0,7 \text{ kg/cm}^2$, causada por la impedancia en la línea de retorno del sello.

El perfil de presión que se aprecia en el Diagrama N°1, indica el funcionamiento normal a alta presión, graficando la caída de presión a través de la cara de sello. Una fuerza constante F_1 aproximadamente igual a 2000 Kg tiende a empujar el rotor contra el estator debido a la presión del D_2O en la máquina de recambio. Una fuerza hidráulica equivalente F_2 se desarrollará en el espacio entre el rotor y el estator para balancear las fuerzas en el rotor. La separación resultante en el espacio será de alrededor de 0,009mm. Durante la operación a alta presión de la M/R, la fuerza causada por la precarga de los fuelles es insignificante comparada con las fuerzas hidráulicas actuantes.

El flujo de suministro de sello correcto es crucial para funcionamiento satisfactorio de los sellos, y se provee un medidor de flujo en la sala de control para tener exhibición constante. La reducción en el flujo de suministro de sello es perjudicioso en el sentido que el rotor y estator se acercan demasiado, o talvez entran en contacto uno con otro, lo que a su vez causa un desgaste pronunciado en las caras de sello, y eventualmente lleva a una destrucción por completo de los sellos.

Por otra parte, si el flujo de suministro de sello es demasiado alto, el espacio entre el Rotor y el Estator se agranda demasiado. El flujo aumenta por encima 1600 ML/min y en consecuencia la presión en la línea de retorno aumenta por encima de los $0,7 \text{ kg/cm}^2$. Esto tiene un efecto adverso en el sello Clevite, ya que está expuesto a mayor presión. Con presión aumentada, los segmentos de cuña del sello hacen contacto con el eje del tornillo de bola con una fuerza radial mayor, y en consecuencia aumenta notablemente la cupla del tornillo de bola debido a la pronunciada fricción.

- 24 -

Consideremos ahora el funcionamiento del sello hidrostático en el otro extremo, cuando el tambor de la máquina de recambio está a presión cero.

En el diagrama N°2 se aprecia la configuración del sello, con una presión en el sumidero de sello del ariete de aproximadamente 10 kg/cm^2 para dar nuevamente un flujo en la tobera de 1000 ML/min. La presión cae a alrededor de 5 kg/cm^2 en las cavidades del estator donde desarrolla $F_1 = F_2$ para una condición balanceada. Con presión cero en el tambor, F_1 consiste solamente de la fuerza generada por la precarga de los fuelles, es decir alrededor de 11 kg/cm^2 . Con presión cero en el tambor, no hay flujo de recubrimiento en el sello y así la presión cae radialmente hacia la parte exterior como también hacia el diámetro interno. Con la ausencia del flujo de recubrimiento y con la mitad del flujo de suministro de los sellos entrando al área de recubrimiento, el flujo de retorno de los sellos es en este modo, menor que durante la operación de la M/R a alta presión y no importa que aumente la cupla en el sello "Clevite". El flujo de retorno del sello es sólo alrededor de 500 ML/min, ó sea la mitad del flujo de suministro del sello. Si bien el flujo de suministro de sellos pronunciado no es de importancia, se debe evitar el bajo flujo de suministro de sellos para prevenir daños al sello.

Al cerrar esta sección se enfatiza que los sellos del ariete deben funcionar casi con cupla cero, de acuerdo con el diseño y con el fin de conservar la salida de cupla fijada y la fuerza del ariete para el control de fuerza requerido para el funcionamiento de la máquina de recambio. El flujo de suministro de sellos correcto debe ser mantenido para evitar daños a los sellos, y bajo ninguna circunstancia se debe mover el ariete 'B' y la totalidad del ariete si no se conecta el flujo de suministro de los sellos. Hasta un movimiento manual de corta distancia dañará las caras de sello, y se necesitará el cambio del conjunto ariete.

C3.2.4 Unidad de Accionamiento del Ariete 'B'

La unidad accionadora del ariete 'B' incluye principalmente un motor óleo-hidráulico, un sistema de engranajes y dos tornillos de bola. El motor está montado fuera de la caja de engranajes y es energizado por el sistema óleo-hidráulico de la M/R. El sistema de engranajes está contenido en el alojamiento de la caja de engranajes y está sumergido en aceite en todo momento. El sistema de engranajes en la caja de engranajes está ilustrado en las Figuras 16 y 18.

En la Figura 18 (ítem 7) un engranaje de manguito, compuesto por un cilindro hueco con dos engranajes rectos, monta sobre un eje principal estacionario (ítem 3) con un rodamiento de doble hilera de bolas de contacto angular (ítem 6) en la parte frontal, y un rodamiento a rodillo (ítem 42) en la parte posterior. Uno de los engranajes rectos en el engranaje de manguito engrana con dos piñones de igual tamaño (ítem 51), el otro engranaje recto engrana con el engranaje sin fin del ariete 'B' (ítem 50). Cada uno de los dos piñones de igual tamaño está enchavetado al extremo posterior de un tornillo de bolas del ariete 'B' (ítem 2). Un motor óleo-hidráulico que está montado fuera de la caja de engranajes (ítem 4) acciona el juego de engranaje sin fin del ariete 'B' por medio de un eje sin fin.

El eje sin fin está montado en forma transversal a la tapa frontal de la caja de engranajes y acciona dos pares de potenciómetros de arrollamiento helicoidal. Los dos tornillos de bola están unidos al tubo del ariete 'B' por medio de una placa de muñón.

Toda vez que se energiza el motor óleo-hidráulico, este acciona los dos tornillos de bola por medio del engranaje sin fin, el engranaje de manguito y los dos piñones. Los dos tornillos de bola giran en direcciones opuestas con la misma velocidad, avanzando ó retrayendo al ariete 'B' a través del conjunto muñón.

C3.2.5 Accionamiento Manual del Ariete 'B'

La sección B-B de la Figura 19 que se aprecia en la Figura 19a, corresponde al conjunto accionamiento manual del ariete 'B'. Tiene dos pasos para mover al ariete 'B' manualmente, a saber:

i) Desconectar el engranaje sin fin del acoplamiento del motor .

Frente al motor óleo-hidráulico del ariete 'B' hay un acoplamiento del ariete 'B' que conecta el eje del motor al eje del engranaje sin fin. Una unidad de acople y desconexión, como se aprecia en la Figura 19a, está contenida en un alojamiento de eje y montada en forma perpendicular al eje del engranaje sin fin. Un seguidor de leva sellado se conecta al acoplamiento del manguito del eje sin fin del ariete 'B'. En caso que el motor óleo-hidráulico del ariete 'B' quedara inhabilitado, se usará una herramienta especial para enganchar y hacer girar la contratuerca, la cual desenganchará del motor al eje de engranaje sin fin y permitirá el accionamiento manual.

(ii) Conjunto Accionamiento Manual

El accionamiento manual del ariete 'B' que está alojado en un tubo guía, está instalado en forma paralela a la unidad de acoplamiento y desconexión. Tiene un eje de accionamiento y un engranaje helicoidal. El eje de accionamiento con un extremo expuesto al aire está soportado por un eje roscado, cojinetes de empuje y cojinetes de bola. Normalmente el engranaje helicoidal es desplazado por un resorte de compresión hacia una posición en la cual no podría enganchar al engranaje helicoidal en el eje sin fin del ariete 'B'. Una vez que el acoplamiento del motor se ha desenganchado del eje sin fin, se usa una herramienta especial para enganchar al eje de accionamiento manual del ariete 'B', que hará que el engranaje helicoidal en el eje de accionamiento manual engrane con un engranaje helicoidal en el eje sin fin del ariete "B", comprimiendo el resorte de compresión. Por lo tanto, la cupla producida por la herramienta especial es transmitida al tubo del ariete "B" a través del eje de accionamiento manual, los engranajes helicoidales, el eje sin fin del ariete 'B', los piñones del engranaje de manguito y los tornillos de bola del ariete 'B'.

La herramienta especial puede ser girada tanto en sentido horario como anti-horario. Esto accionará el ariete 'B' en dirección de avance ó retroceso, respectivamente.

C3.2.6 Conjunto Potenciómetro del Ariete 'B'

El conjunto potenciómetro del ariete 'B', que se aprecia en la Sección A-A de la figura 19 y 19a, está fijado en una tapa cilíndrica de potenciómetro que se encuentra cerrada y abulonada a la tapa frontal de la caja de engranajes con una placa de montaje. En la tapa del potenciómetro, hay cuatro potenciómetros de arrollamiento helicoidal montados en el espacio superior, y un contador montado en la parte inferior. Los cuatro potenciómetros se dividen en dos juegos. Uno es el juego principal; el otro es el de reserva. Cada juego puede proveer una lectura gruesa y fina. Los mismos son accionados por el eje del engranaje sin fin del ariete 'B' por medio de reductores de velocidad, engranajes, y acoplamiento de fuelles. Sobre la superficie inferior de la tapa del potenciómetro, hay un lente de aumento a través del cual el operador puede leer el contador. El contador es accionado por el eje sin fin del ariete 'B' por medio de reductores de velocidad, una serie de engranajes y una acoplamiento de fuelles. Esta instalación se usa en principio para calibración cuando se tiene acceso al cabezal de la máquina de recambio.

C3.3 Ariete de Pestillo

De los tres conjuntos de ariete, el ariete de pestillo se encuentra en segundo lugar con respecto al tubo exterior. Normalmente, se mueve cuando el ariete 'B' está en movimiento, pero puede moverse independientemente, y se extiende 3,82 cm más que el tubo del ariete 'B' para la operación de traba del tapón. Consiste de un cabezal y tubo de pestillo, dos conjuntos de tornillos de bola, sellos hidrostáticos, una unidad de accionamiento, y un conjunto de potenciómetro para retroalimentación de posición. Los sub-conjuntos se describen separadamente a continuación:

B3.3.1 Accionamiento del Ariete de Pestillo

El motor de accionamiento del ariete de pestillo tambien está montado fuera de la caja de engranajes y es energizado por el sistema óleo-hidráulico de la M/R. El sistema de engranaje está contenido en el alojamiento de la caja de engranajes y está constantemente bañado en aceite. La figura 18 describe el sistema de engranajes del ariete de pestillo en la caja de engranajes. Un engranaje interno con un cojinete de contacto angular de doble hilera en la parte frontal y un cojinete de aguja de una hilera en la parte posterior, se encuentra montado detrás del engranaje de manguito (item 7) en el eje principal de la caja de engranajes (item 3). Frente al engranaje interno, un porta satélites interno (item 16) que está fijado al manguito gufa lleva tres juegos de piñones satélite dobles (item 17). Los piñones satélite dobles están libres para girar con respecto a su eje en común. Los tres piñones satélite posteriores engranan con el engranaje interno y un engranaje central del ariete de pestillo (item 44), el cual está enchavetado al engranaje de manguito. Los tres piñones satélite frontales engranan con un engranaje interno (item 29) y un engranaje central doble (item 1). En engranaje interno está fijado dentro de la tapa frontal de la caja de engranajes. El engranaje central doble está montado en el engranaje de manguito con dos cojinetes de aguja, y engrana con dos piñones de igual tamaño (item 47). Cada uno de los dos piñones de pestillo de igual tamaño está enchavetado al extremo posterior de cada tornillo de bola de ariete de pestillo. En la parte trasera del engranaje interno, un engranaje sin fin de pestillo (item 36), con un cojinete de rodillos, está montado sobre el eje principal de la caja de engranajes. Este engranaje sin fin de pestillo engrana con el sin fin del ariete de pestillo y está abulonado al extremo posterior del engranaje interno. El sin fin del ariete de pestillo es accionado por un motor óleo-hidráulico. El eje sin fin está montado en forma transversal con respecto a la tapa posterior de la caja de engranajes en el plano horizontal y acciona un par de ponteciómetros de arrollamiento helicoidal.

Los tornillos de bola del ariete de pestillo y los paquetes de sellos hidrostáticos se mencionan en las secciones C3.2.2 y C3.2.3.

El accionamiento manual del ariete de pestillo tiene una construcción similar a la mencionada en la Sección C3.2.5 - "Accionamiento Manual del Ariete 'B'". Se usa solamente en una situación de emergencia para el posicionamiento del ariete de pestillo.

C3.3.2 Conjunto Potenciómetro del Ariete de Pestillo

La construcción y disposición del conjunto potenciómetro del ariete de pestillo son similares a las mencionadas en la sección C3.2.6 - Conjunto Potenciómetro del Ariete 'B'. Las excepciones son: Hay sólo dos potenciómetros de arrollamiento helicoidal; uno es el principal, el otro es de reserva. Los mismos son accionados por el eje del engranaje sin fin del ariete de pestillo.

El potenciómetro del ariete de pestillo alimenta señales eléctricas continuamente, tanto a la computadora digital como a la consola de control para controlar el movimiento del ariete de pestillo; además monitorea para el personal de operación la posición del ariete de pestillo.

C3.4 Movimiento del Ariete "B" y Ariete de Pestillo

Tanto el Ariete 'B' como el ariete de pestillo se pueden mover independientemente en el modo de avance como también en el de retracción, aunque el ariete de pestillo tiene una carrera mucho menor comparado con el ariete 'B'. Cuando se requiera movimiento del ariete 'B', el ariete de pestillo y el ariete 'B' se mueven juntos y paran en posiciones predeterminadas. Para trabarse sobre varios componentes, se impone el movimiento del ariete de pestillo al ariete 'B', en ese momento estacionario.

C3.4.1 Movimiento del Ariete 'B' y Ariete de Pestillo Combinados

Cuando se energiza el motor óleo-hidráulico del ariete 'B', se hace rotar el engranaje de manguito alrededor del eje principal de la caja de engranajes. Debido a que el eje principal está fijado a la caja de engranajes, la energía del engranaje sin fin del ariete 'B' se transmitirá a los piñones del ariete 'B' y al engranaje central de pestillo a través del engranaje de manguito. La cupla hacia los piñones del ariete 'B' hace girar, entonces los dos tornillos de bola del ariete 'B' para moverlo, avanzando ó retrayendo.

La cupla transmitida al engranaje central de pestillo desde el motor óleo-hidráulico del ariete "B" a través del engranaje de manguito, hará girar los dos tornillos de bola del ariete de pestillo por medio de los tres juegos de piñones dobles, el engranaje central doble, y los dos piñones de pestillo, sea el motor óleo-hidráulico del ariete de pestillo energizado ó no.

Por lo tanto, la disposición del sistema de engranajes satélite de la caja de engranajes, brinda al accionamiento del ariete de pestillo una superposición y sincronización sobre el accionamiento del ariete 'B'.

C3.4.2 Movimiento del Ariete de Pestillo con el Ariete 'B' estacionario

Cuando se energize el motor óleo-hidráulico del ariete de pestillo, el mismo hace rotar el engranaje interno alrededor del eje principal de la caja de engranajes, la energía desde el engranaje sin fin del ariete de pestillo se transmitirá sólo a los dos tornillos de bola del ariete de pestillo a través del engranaje interno, a los tres juegos de piñones dobles, el engranaje central doble y los dos piñones de pestillo. Debido a que el sistema óleo-hidráulico de control traba al motor del ariete 'B', el engranaje de manguito y el engranaje central de pestillo no tienen, de esta forma, movimiento relativo con respecto al eje principal de la caja de engranajes. En consecuencia los tres piñones dobles posteriores sólo giran en el engranaje de pestillo de centro. El ariete de pestillo se mueve, entonces, solo con el ariete 'B' en una posición estacionaria. Los dos pares de potenciómetros del ariete 'B' indicarán a la consola de control dónde está trabado el ariete 'B'. Debido a que el ariete de pestillo se puede mover hacia adelante entre 3,3 y 3,82 cm más allá de la posición del ariete 'B' trabado, los potenciómetros del ariete de pestillo proveerán a la consola de control información adicional acerca de la posición movida del ariete de pestillo.

C3.5 Ariete 'C'

La disposición del ariete 'C' se aprecia en la Figura 20. El mismo es energizado por el sistema de D_2O de la M/R. Está formado por un tubo de ariete 'C' y tres tubos telescópicos (tubo N°1, N°2 y N°3). Estos tubos están colocados concéntricamente en el tubo del ariete de pestillo. El tubo del ariete 'C' y el tubo N°3 son móviles y son los tubos más largos. Los tubos N°1 y N°2 son estacionarios y son los tubos más cortos. Los extremos frontales de los tubos N°1 y N°2 están fijados al pistón del tubo N°2. El pistón que tiene anillos de pistón sella contra el diámetro interior del tubo N°3 y soporta los extremos frontales de los tubos N°1 y N°2. Los extremos posteriores de los tubos N°1 y N°2 están fijados a la pieza forjada posterior del ariete y sellados por arosellos y sellos cleavite. El frente del tubo del ariete 'C' y el tubo N°3 están unidos

- 31 -

y sellados por un conjunto de anclaje de cinta. El extremo posterior del tubo N°3 está roscado al muñón del ariete de pestillo. El espacio anular entre el tubo N°3 y el tubo de ariete de pestillo pasa a ser el cilindro hidráulico del ariete 'C'. El montaje del muñón del ariete de pestillo forma la cabeza posterior para el cilindro hidráulico del ariete 'C'. Cuando el ariete de pestillo se mueve hacia adelante, el cilindro hidráulico del ariete 'C' se mueve con él. El extremo posterior del tubo del ariete 'C', está roscado a un conjunto pistón de ariete 'C'. El conjunto incluye: anillos de pistón, sello clevite, arandela de empuje, tapa de cabeza de pistón, arandelas Belleville y manguito. El pistón se mueve en el espacio anular entre el ariete de pestillo y el tubo N°3, el cual -cuando el ariete 'B' llega a su posición delantera máxima- suministrará al cabezal de la M/R una longitud adicional de ariete. El ariete 'C' tiene una sobrecarrera de 12,7 cm antes de que su pistón llegue a tocar el tope del muñón del ariete de pestillo. Las arandelas Belleville del pistón del ariete 'C' actúan como amortiguador. Esta disposición compensa los cambios dimensionales debidos al cambio de temperatura en los diferentes tubos cuando los mismos se acoplan a un tapón y lo mueven desde el ambiente de D₂O caliente de una boquilla terminal hacia el ambiente relativamente más frío en el tambor de la M/R.

C3.5.1 Accionamiento del Ariete 'C'

En las figuras 20 y 21 se aprecia el principio del accionamiento del ariete 'C'. Debido a que el ariete 'C' es energizado por el sistema de D₂O de la M/R, el mismo no parará en ninguna posición prefijada, sino que se detendrá sólo cuando haga tope contra algún objeto. La posición de desplazamiento del ariete 'C' se indica mediante un conjunto de accionamiento a cinta. El ariete 'C' con un adaptador de ariete se usa para empujar los elementos combustibles hacia su posición final en el reactor.

Cuando el ariete 'C' avanza, se produce la entrada de D₂O al espacio anular entre los tubos N°1 y N°2 a través de un pasaje taladrado en la pieza forjada posterior del ariete. Pasa por este espacio anular en dirección a la parte posterior del pistón del tubo N°2, en donde pasa a través de orificios al espacio anular entre los tubos N°2 y N°3. Posteriormente, pasa a la parte posterior de este espacio anular hacia los orificios cercanos al extremo trasero del tubo N°3, donde penetra al espacio posterior del pistón del ariete 'C'. Por lo tanto, la presión de D₂O se ejerce sobre el pistón del ariete 'C' y empuja al ariete 'C' hacia adelante.

Cuando el ariete 'C' se retrae, se produce la entrada de D_2O al espacio interior del tubo N°1 a través de un pasaje taladrado en la pieza forjada posterior del ariete. Pasa hacia adelante, con dirección al extremo frontal del tubo N°1 a través de la abertura del pistón del tubo N°2, y entra a la parte frontal del tubo N°3, Una vez pasados los orificios en la parte frontal del tubo N°3, el D_2O llega al espacio anular entre el tubo N°3 y el tubo del ariete 'C'. Por este espacio anular pasa entonces hacia atrás con dirección a los orificios que se encuentran cerca del extremo posterior del tubo 'C', por donde entra al espacio frontal del pistón del ariete 'C'. Por lo tanto, la presión de D_2O , se ejerce sobre el pistón del ariete 'C' y empuja al ariete 'C' hacia atrás.

C3.5.2 Conjunto anclaje de cinta

En la figura 22 se aprecia el conjunto anclaje de cinta del ariete 'C'. Un perno de anclaje de cinta une a la cinta, el anclaje de cinta y el contra peso de anclaje de cinta. La cinta que pasa por el soporte del tubo N°3 se mantiene en posición horizontal. El anclaje de cinta está sellado en un tapón de anclaje de cinta. El tapón está sujeto por un anillo de retención en la parte posterior de la cabeza del ariete 'C'. La función del conjunto anclaje de cinta es evitar que se retuerza la cinta, en caso que el ariete 'C' sufra algún giro cuando se mueve hacia adelante.

C3.5.3 Conjunto de Accionamiento a Cinta

El conjunto de accionamiento a cinta, que se aprecia en la Figura 23, está alojado en un recipiente cilíndrico, a presión, vacío, que está montado en el extremo trasero de la pieza forjada posterior del ariete. La presión nominal del recipiente es de 164.5 kg/cm^2 a 148.8°C , pero la temperatura normal no será mayor que 79°C . El conjunto completo consiste en una cinta, polea, motor a resorte (spirator), engranajes, eje de accionamiento y cuatro potenciómetros de arrollamiento helicoidal. El alojamiento del accionamiento a cinta tiene un cerramiento de conjunto de accionamiento y una tapa de potenciómetro. El cerramiento del conjunto de accionamiento está presurizado por el sistema de suministro de D_2O de la M/R. La tapa del potenciómetro está abulonada al cerramiento del conjunto de accionamiento, que se encuentra a presión atmosférica. El eje de accionamiento que se extiende hasta la tapa del potenciómetro está soportado y sellado por el cerramiento del conjunto de accionamiento.

- 33 -

La cinta es un fleje de acero inoxidable 17-7 PH de aproximadamente 1,27 cm de ancho x 0,015cm de espesor x 1,270 cm de largo. Su extremo frontal está unido al conjunto anclaje de cinta que sella el extremo frontal del ariete 'C', y su extremo posterior se enrolla sobre la polea accionada por la misma cinta. Cuando el ariete 'C' avanza, tira de la cinta hacia adelante. Esta función no sólo brinda a la polea una cupla para hacer girar el eje de accionamiento, sino también carga el motor a resorte (spirator) con el fin de suministrar tensión a la cinta misma. Una vez que el eje de accionamiento está girando, hace rotar los potenciómetros por medio de un juego de engranajes. Estos potenciómetros ofrecen una indicación continua de la posición del ariete 'C' ya que proveen señales eléctricas de realimentación a la computadora digital y a la consola de control.

C3.6 Posicionamiento de Ariete

Para realizar las secuencias de varias operaciones, tales como recolección del tapón de blindaje, instalación del manguito guía, etc., la computadora controla el posicionamiento del ariete 'B' por medio de un programa de posicionamiento del circuito. Esto permite al ariete 'B' y al ariete de pestillo desplazarse a la posición prefijada, para realizar la tarea asignada.

El ariete 'C' no se posiciona de esa forma, pero sus realimentaciones son controladas con un punto de referencia para exactitud en el posicionamiento. Con diferencia al funcionamiento del ariete 'B', el ariete 'C' sólo puede avanzar ó retraerse para detenerse contra una obstrucción. Usando un adaptador de ariete, el ariete 'C' empuja los elementos combustibles del canal aguas arriba de combustible, o mantiene la presión contra la columna de elementos combustibles del canal de combustible aguas abajo. Por contraste, también se usa el ariete 'C' para descargar los elementos combustibles gastados del tambor de la máquina de recambio hacia la plataforma elevadora de combustible gastado, a través del puerto de combustible gastado.

- 34 -

C4.0 PRINCIPIOS DE OPERACION

Los movimientos de ariete de la M/R son normalmente controlados por la computadora digital. Las señales de realimentación de los instrumentos de monitoraje de ariete estarán exhibidas en la consola de control en la sala de control principal S-324 del Edificio de Servicios. La consola de control tiene los pulsadores e instrumentación necesarios para operar la máquina de recambio en control AUTO ó MANUAL.

El conjunto ariete de la M/R debe proveer un medio para las operaciones de recambio cuando el reactor está funcionando. Sus carreras, velocidades, niveles de fuerza y funciones operacionales están resumidas a continuación:

- 1) Recoger el tapón de boquilla de la boquilla de la máquina de recambio y depositarlo en el tambor de la máquina de recambio.
- 2) Extraer el cierre de canal del canal de combustible y, temporariamente, depositarlo en el tambor de la máquina de recambio.
- 3) Recoger el manguito gufa y la herramienta de inserción del tambor de la máquina de recambio y, primeramente, instalar el manguito gufa en la posición entre la boquilla de la máquina de recambio y el canal de combustible; en segundo lugar, volver a colocar la herramienta de inserción en el tambor de la máquina de recambio.
- 4) Extraer el tapón de blindaje del canal de combustible y temporariamente depositarlo en el tambor de la máquina de recambio.
- 5) Empujar elementos combustibles nuevos (dos por vez) desde el tambor de la máquina de recambio hacia el canal de combustible.
- 6) Soportar la columna de combustible en el tambor de la máquina de recambio a medida que es descargada del canal de combustible aguas abajo.

- 35 -

NOTA: Los elementos combustibles nuevos se empujan dentro del canal de combustible desde el extremo aguas arriba del canal (el extremo del canal con la entrada de D_2O). Los elementos combustibles gastados son recibidos en el extremo aguas abajo del canal (el extremo del canal con la salida de D_2O).

7) Una vez que se ha cambiado la cantidad deseada de elementos combustibles en un canal de combustible, los arietes comienzan a reinstalar el cierre del canal y el tapón de la boquilla. Este paso suministrará barreras de presión a la máquina de recambio y al canal de combustible, permitiendo su separación sin pérdidas de D_2O .

El nivel de fuerza, la carrera del ariete y el nivel de velocidad están establecidos por la siguiente lista:

NOTA: Carrera total del Ariete = Carrera del Ariete 'B' + Carrera del Ariete 'C'
 = ~ 335 cm + 398 cm
 ~ 734 cm

Designación del Ariete	Carrera Máxima	Velocidad (m/min)	Fuerza	Fuerza de Bloqueo correspondiente Kg
'B'	335	rápida 3.0	1	3000
			2	1800
		Intermedia 0.76	3	1500
			4	1600
		Baja 0.30	5	cero
'C'	398	La velocidad varía con la fuerza seleccionada	1	1100
			2	1000
			3	540
			4	200
			5	cero
Pestillo	3.5	0.11		900

C5.0 CUESTIONARIO DE REVISION - Nivel 2

- 1) Definir la función y operación del conjunto sello hidrostático del tornillo de bola.
- 2) Definir la carrera, velocidad y fuerza de bloqueo del ariete 'B', el ariete de pestillo y el ariete 'C'.
- 3) Explicar el tren de accionamiento del ariete 'B'; utilizar un croquis según corresponda.
- 4) Dibujar la disposición del ariete 'C', el ariete de pestillo , y los tubos y sellos del ariete 'B'.
- 5) Explicar cómo se realizan los movimientos de avance y retracción del ariete 'C'.
- 6) Qué es un conjunto anclaje de cinta ?
- 7) Describir el sistema de realimentación de posición del ariete 'C'.

C6.0 REFERENCIAS

Especificaciones de Diseño

XX-35210	Generalidades de la Máquina de Recambio
XX-35214	Conjunto Ariete de la Máquina de Recambio

Planos

XX-35214-1-1-GA (10 hojas)	Conjunto Ariete
XX-35214-125-1-GA (2 hojas)	Conjunto Cabeza de Ariete
XX-35214-160-1-GA	Conjunto Sello de Tornillo de Bola del Ariete
XX-35214-164-1-GA	Conjunto Sello de Fuelle del Tornillo de Bola
XX-35214-201-1-GA	Conjunto Accionamiento a Cinta

- 37 -

D ADAPTADOR DEL ARIETE DE LA MAQUINA DE RECAMBIOD2.0 OBJETO

El adaptador de ariete suministra:

- i) Una cara adecuada para el contacto con la placa extremo de un elemento combustible.
- ii) Centraliza el ariete 'C', minimizando la flexión del ariete durante operaciones dentro de un canal de combustible.
- iii) Suministra una zona de aislación, absorbiendo los neutrones emitidos por los elementos combustibles gastados, evitando, en consecuencia, el sobrecalentamiento de los elementos combustibles y la cabeza de ariete.

D3.0 DESCRIPCION DEL COMPONENTE

El adaptador de ariete consiste de cinco partes. El cuerpo del adaptador de ariete (figura 24, ítem 1) suministra la cara de contacto con la parte trasera. La cara está maquinada de forma tal que simula un elemento combustible, con el fin de que el huelgo entre el adaptador del ariete y un elemento combustible sea idéntico al espacio entre dos elementos combustibles. El flujo pasante de D_2O a través del adaptador del ariete es a través de orificios que se encuentran en el cuerpo del adaptador. El manguito de traba (ítem 2) está contenido dentro del cuerpo del adaptador, y está precargado hacia el extremo de la máquina de recambio por un resorte interior y exterior (ítems 4 y 5). El vástago (ítem 3) el cual está maquinado de una pieza maciza y está conectado en forma centrada con respecto al cuerpo del adaptador, suministra un escalón para el manguito adaptador y acopla al ariete 'C' de la M/R.

D4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTOD4.1 Recolección de la Estación del Tambor

Los pasos involucrados están ilustrados en la figura 24, vistas 1, 2 y 3. Una vez seleccionada la estación de tambor correcta, se hace avanzar la cabeza del ariete de la máquina de recambio como para que la barra deflectora del ariete haga contacto con el vástago del adaptador ubicado en la estación del tambor (vista 1). Se hace avanzar en-

- 38 -

tonces el ariete 'C', lo que hace que las bolillas en la cabeza del ariete 'C' asciendan sobre la inclinación del vástago. Las bolillas sobresalientes entran en contacto con el manguito adaptador, haciendo que el manguito se mueva hacia adelante contra los resortes (vista 2). Un mayor movimiento de avance del ariete 'C' hace que las bolillas caigan detrás del diámetro mayor del vástago. El manguito de traba se encuentra ahora libre para moverse hacia atrás bajo la fuerza de los resortes, y de esta forma atrapa las bolillas del ariete 'C'. Así el ariete 'C' está trabado con el adaptador de ariete (vista 3). La retracción del ariete 'C' superará la fuerza de resorte de un pequeño émbolo (construido dentro de la estación del tambor para mantener al adaptador del ariete en su posición de almacenamiento) y hará que el adaptador del ariete se bloquee contra la cara frontal de la cabeza del ariete 'B'. Con movimiento continuo de retracción del ariete 'C', el adaptador del ariete pasa a ser una extensión de la cabeza del ariete, adecuada para hacer contacto con y empujar la hilera de elementos combustibles.

D4.2 Deposición en la Estación del Tambor

Con la estación del tambor correctamente seleccionada y el adaptador en la cabeza del ariete (trabado con el ariete 'C' que está seleccionado para retracción), se hace avanzar al ariete hasta que se bloquee contra la barra de ubicación en la estación del tambor (vista 4). Luego, se hace avanzar al ariete de pestillo, lo que empuja al manguito de traba hacia atrás contra el resorte (vista 5). Una vez que el diámetro interno del manguito mayor llega al plano de las bolillas del ariete 'C', las mismas se destraban y el ariete 'C' queda libre para retraerse a su posición original (de descanso) (vista 6). El adaptador del ariete está en este momento desconectado de la cabeza del ariete y asegurado en su posición de almacenamiento en el tambor.

D5.0 CUESTIONARIO DE REVISION - Nivel 2

- 1) Establecer los objetos del adaptador de ariete
- 2) Explicar los pasos involucrados en la extracción e instalación de un adaptador de ariete, estando el tambor en la posición 'J'.

D6.0

REFERENCIAS

Planos

XX-35217-1-1-GAD

Conjunto Adaptador de Ariete

XX-35214-125-2-GA-E

Conjunto Cabeza de Ariete de la Máquina de
Recambio

Especificaciones de Diseño

XX-63594-23-507

Secuencia de control #7 del Cabezal de la
Máquina de Recambio.

XX-63594-23-208

Idem #9.

XX-63594-23-519

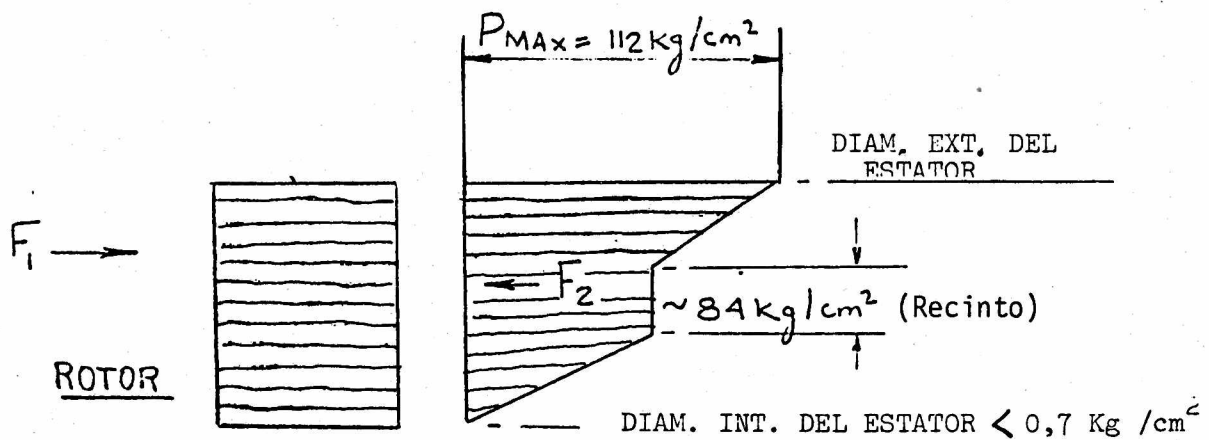
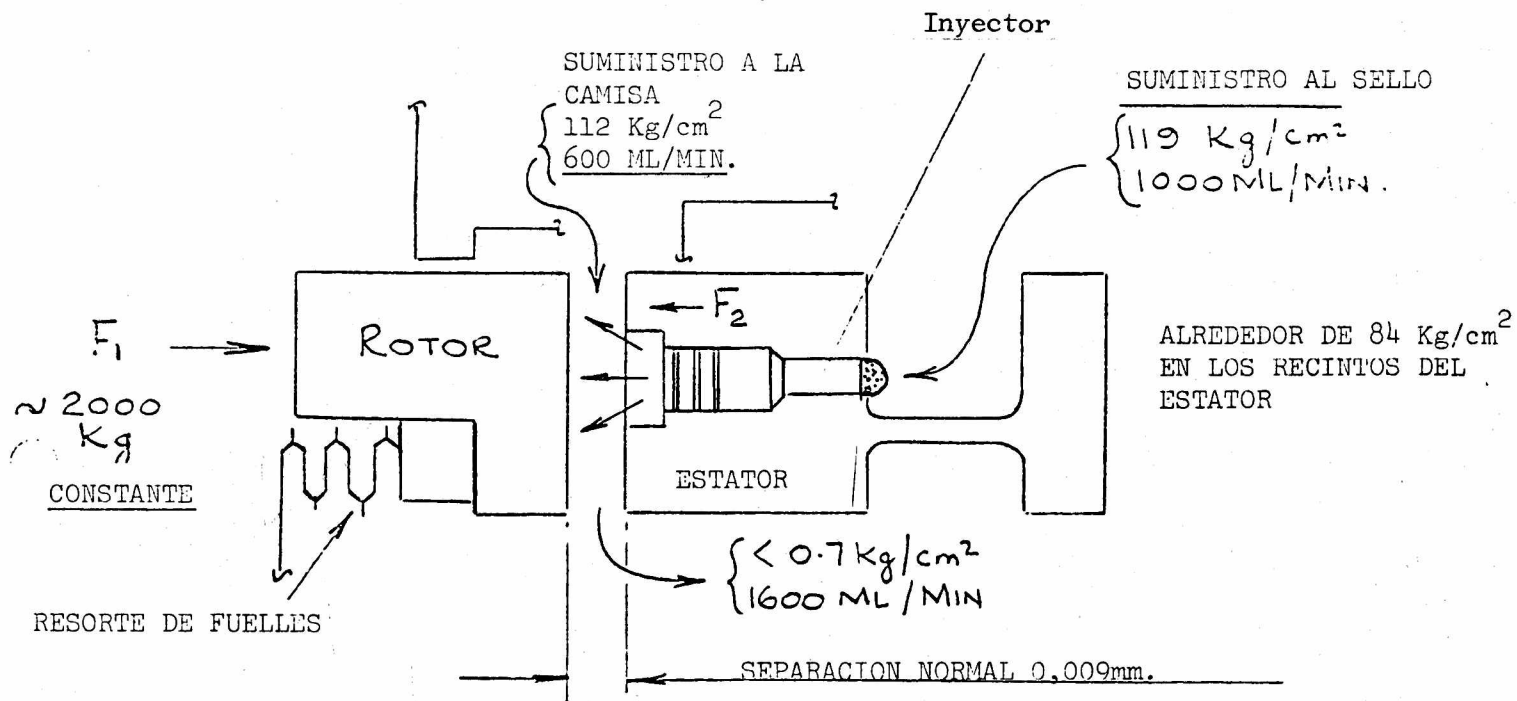
Idem #27.

XX-63594-23-520

Idem #29.

XX-63594-23-524

Idem #37.

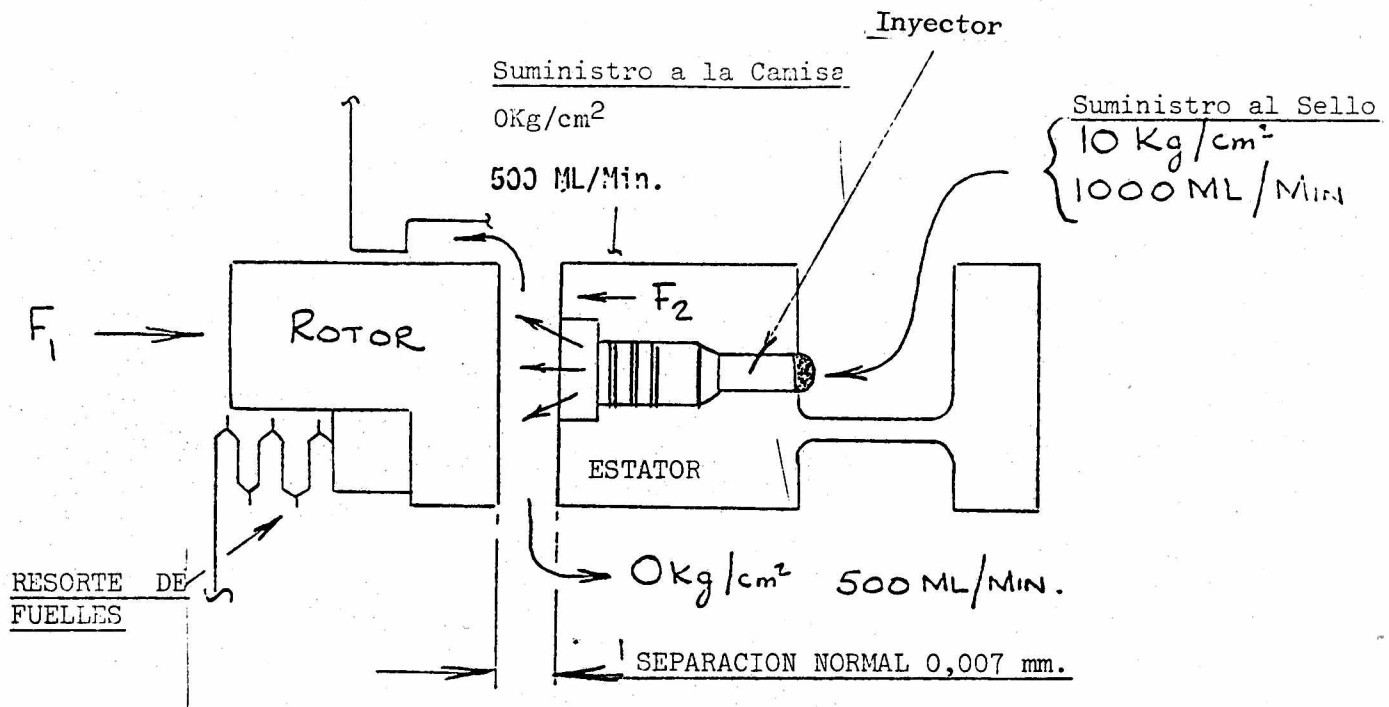


$$F_1 = F_2$$

PERFIL NORMAL DE PRESION

OPERACION NORMAL DE ALTA PRESION DEL CONJUNTO DE SELLOS DEL ARIETE

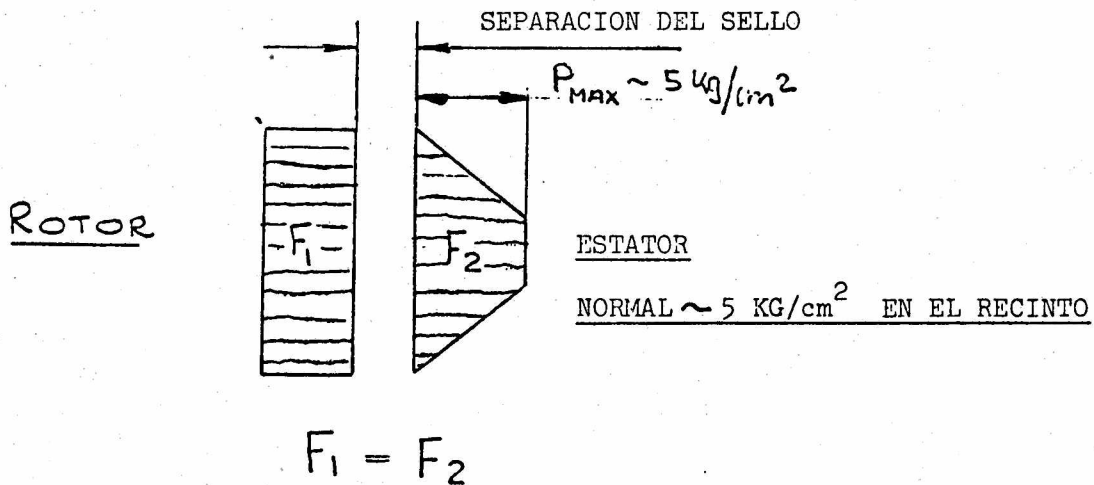
DIAGRAMA No.1



$$F_1 \cong 11 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_2 = \int p dA \cong 11 \text{ Kg.}$$

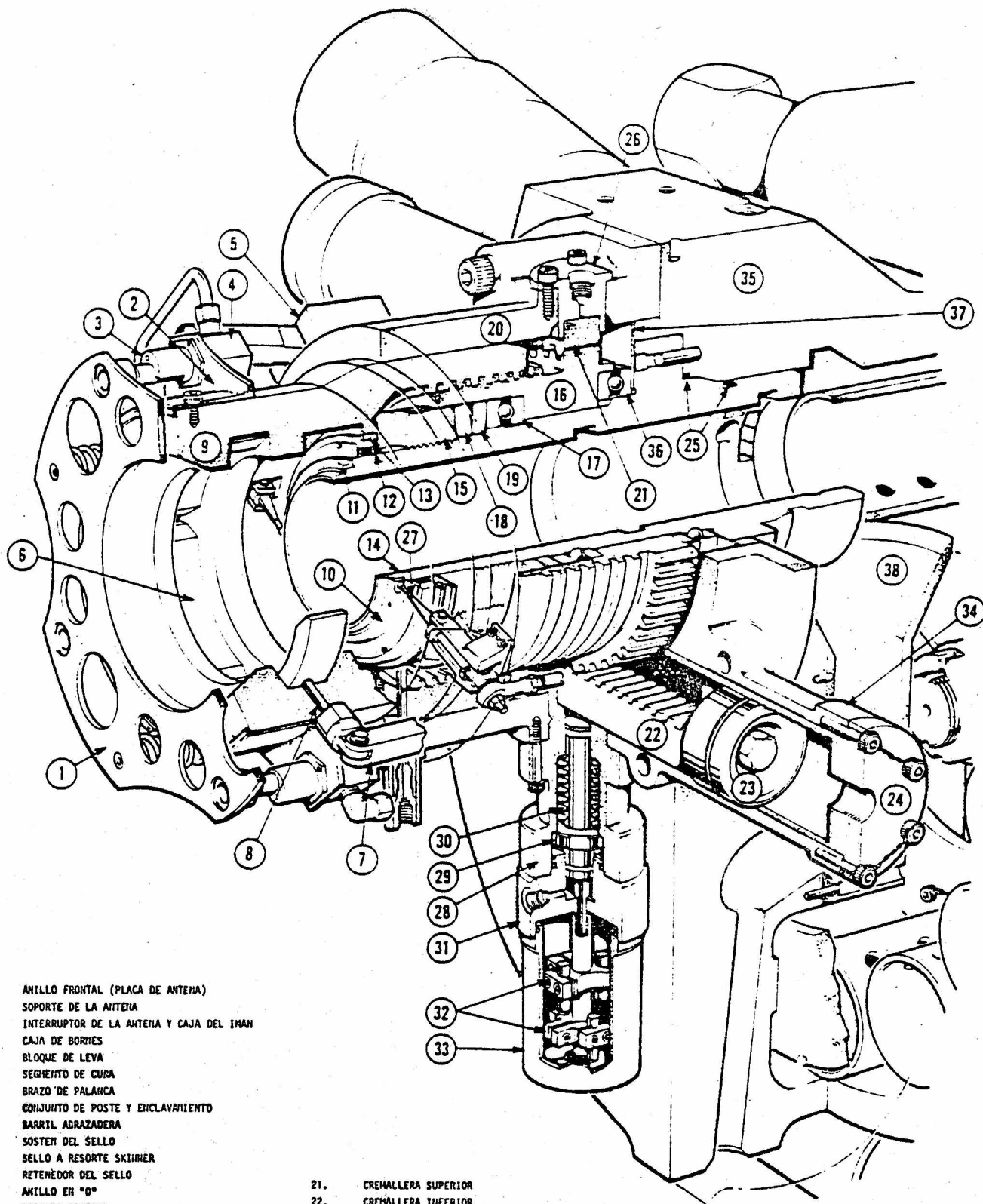
LA FUERZA F_1 ES CAUSADA POR LA PRECARGA DEL RESORTE DE FUELLES



PERFIL NORMAL DE PRESION

OPERACION NORMAL DE PRESION CERO DEL CONJUNTO DE SELLOS DEL ARIETE

DIAGRAMA No.2

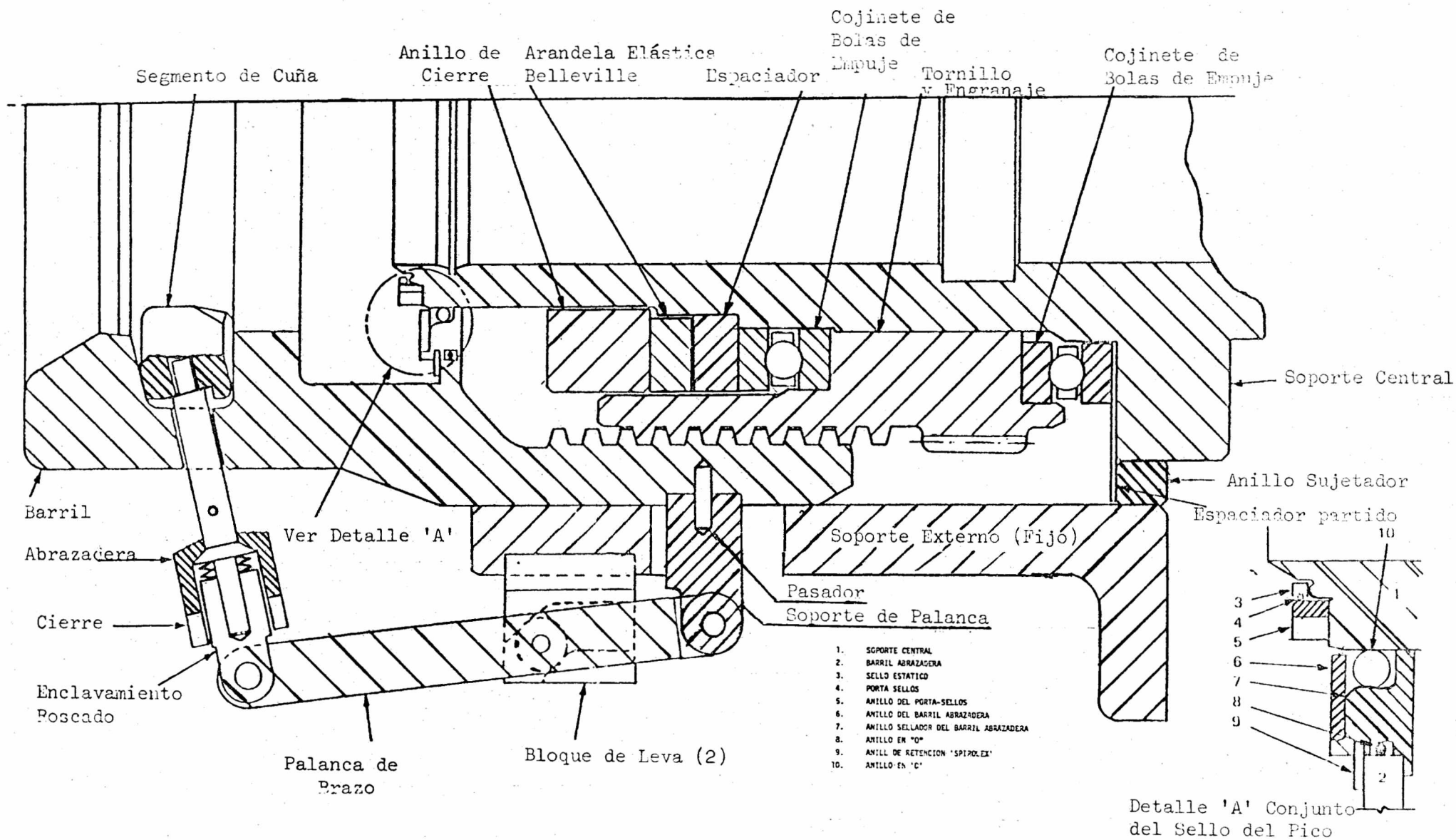


1. ANILLO FRONTAL (PLACA DE ANTENA)
2. SOPORTE DE LA ANTEÑA
3. INTERRUPTOR DE LA ANTEÑA Y CAJA DEL IMAN
4. CAJA DE BORIES
5. BLOQUE DE LEVA
6. SEGUEMTO DE CURVA
7. BRAZO DE PALANCA
8. CONJUNTO DE POSTE Y ENCLAVAMIENTO
9. BARRIL ADRAZADERA
10. SOSTEN DEL SELLO
11. SELLO A RESORTE SKINNER
12. RETENEDOR DEL SELLO
13. ANILLO EN "0"
14. SOPORTE CENTRAL
15. ANILLO DE CIERRE
16. TORILLO Y ENGRAJAJE
17. COJINETE DE EMPUJE FRONTAL
18. ESPACIADOR
19. ARANDELA ELASTICA BELEVILLE
20. SOPORTE EXTERIOR

21. CREMALLERA SUPERIOR
22. CREMALLERA INFERIOR
23. PISTON
24. CILINDRO
25. ANILLO EN "0"
26. TAPON DE GUTA
27. SONDAS DEL PICO
28. ALOJAMIENTO DEL PISTON DEL CIERRE DE EMERGENCIA
29. PISTON DEL CIERRE DE EMERGENCIA
30. RESORTE DEL CIERRE DE EMERGENCIA

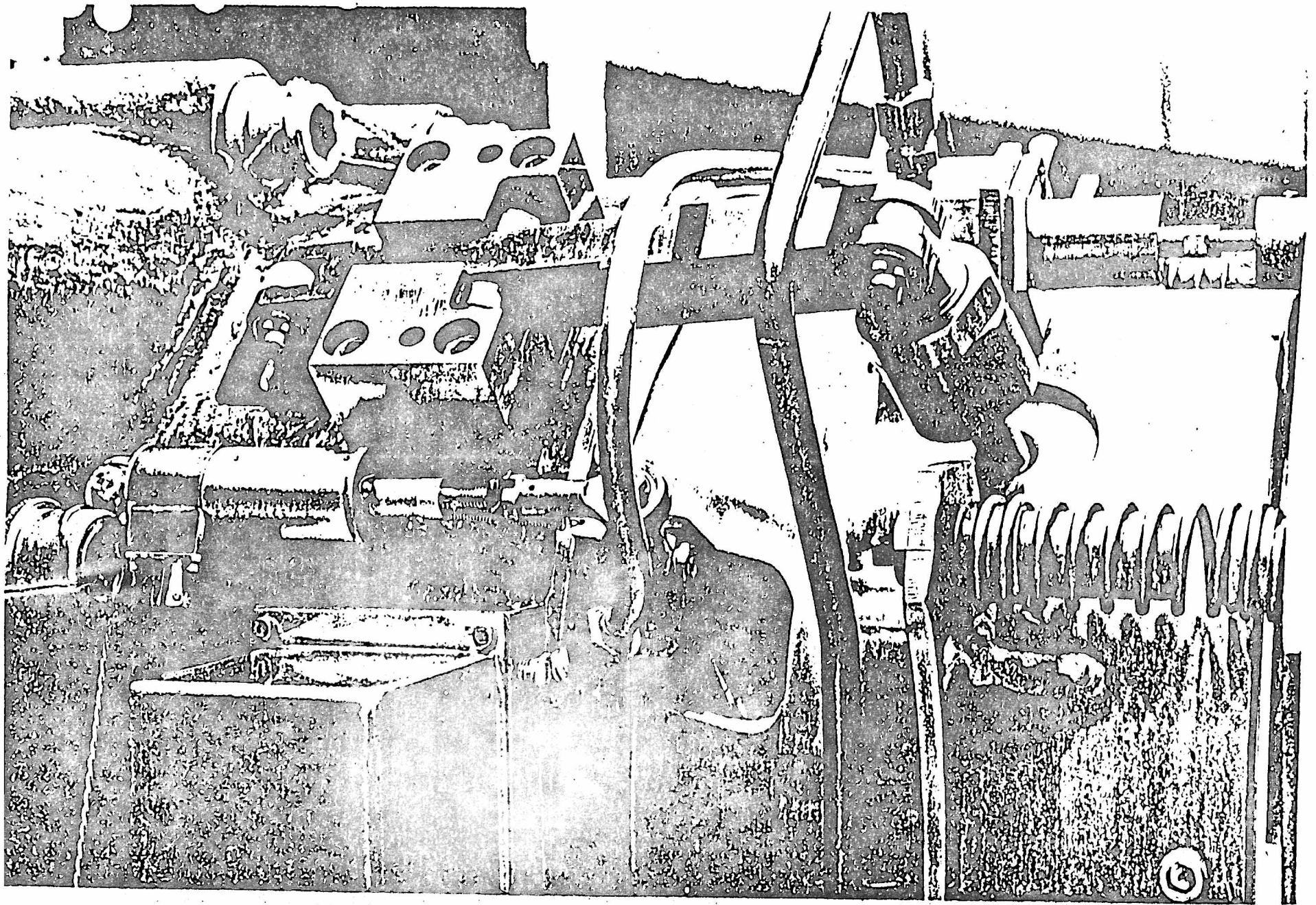
31. CUBIERTA DEL CIERRE DE EMERGENCIA (CILINDRO)
32. INTERRUPTORES DE LAMINA
33. CUBIERTA DEL CIERRE DE EMERGENCIA
34. CILINDRO
35. CUBIERTA DE EXTREMO DEL CARGADOR
36. COJINETE DE EMPUJE TRASERO
37. ESPACIADOR PARTIDO
38. VERTEDERO

TM 35210 FIGURA 1 CONJUNTO DEL PICO

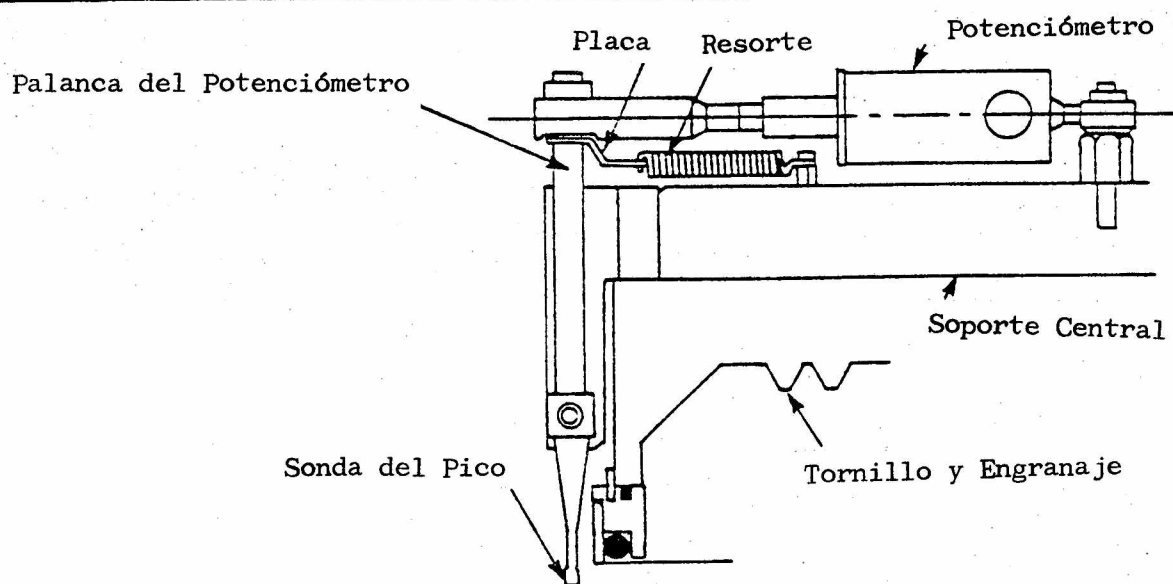
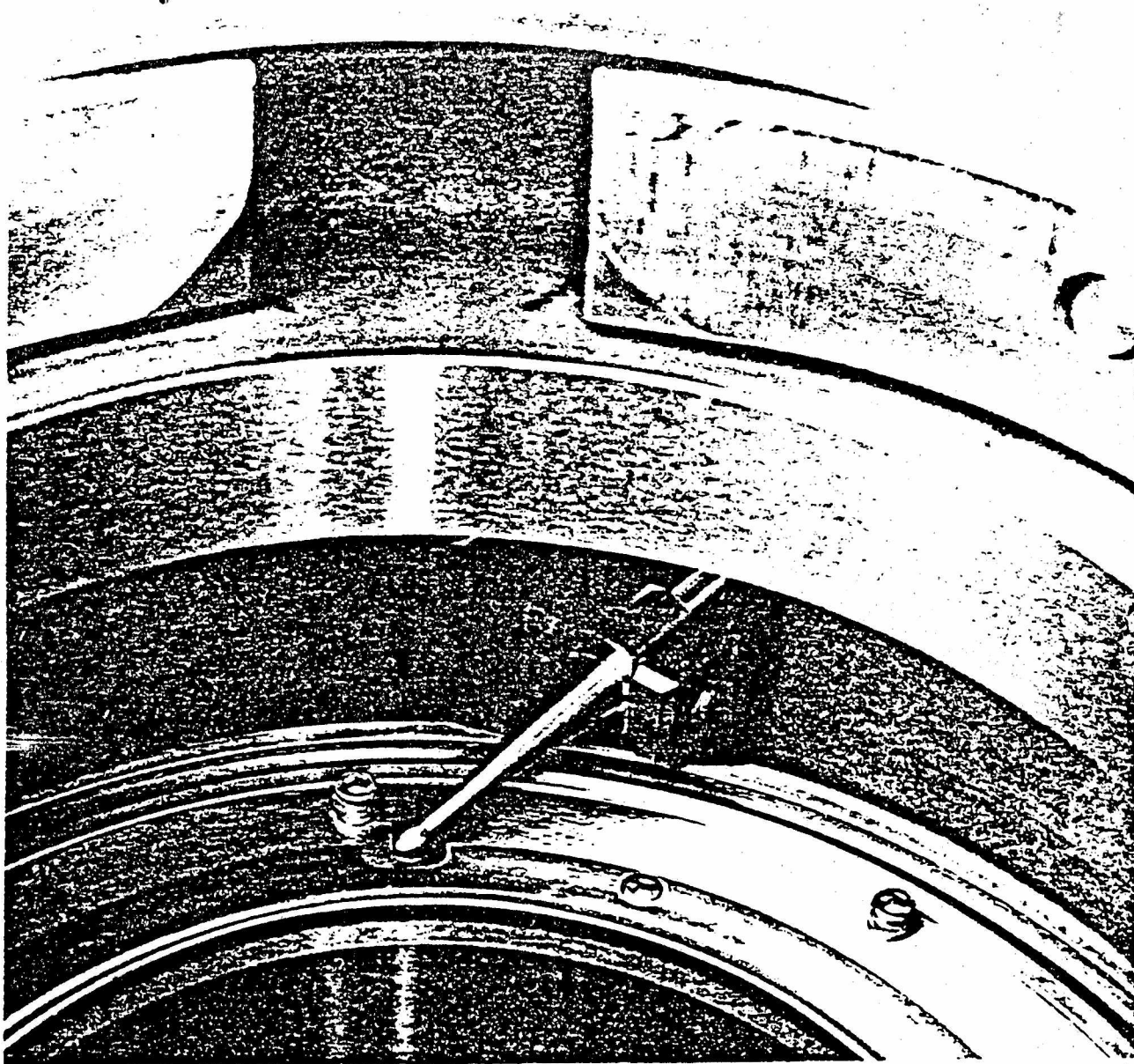


TM 35210 FIGURA 2

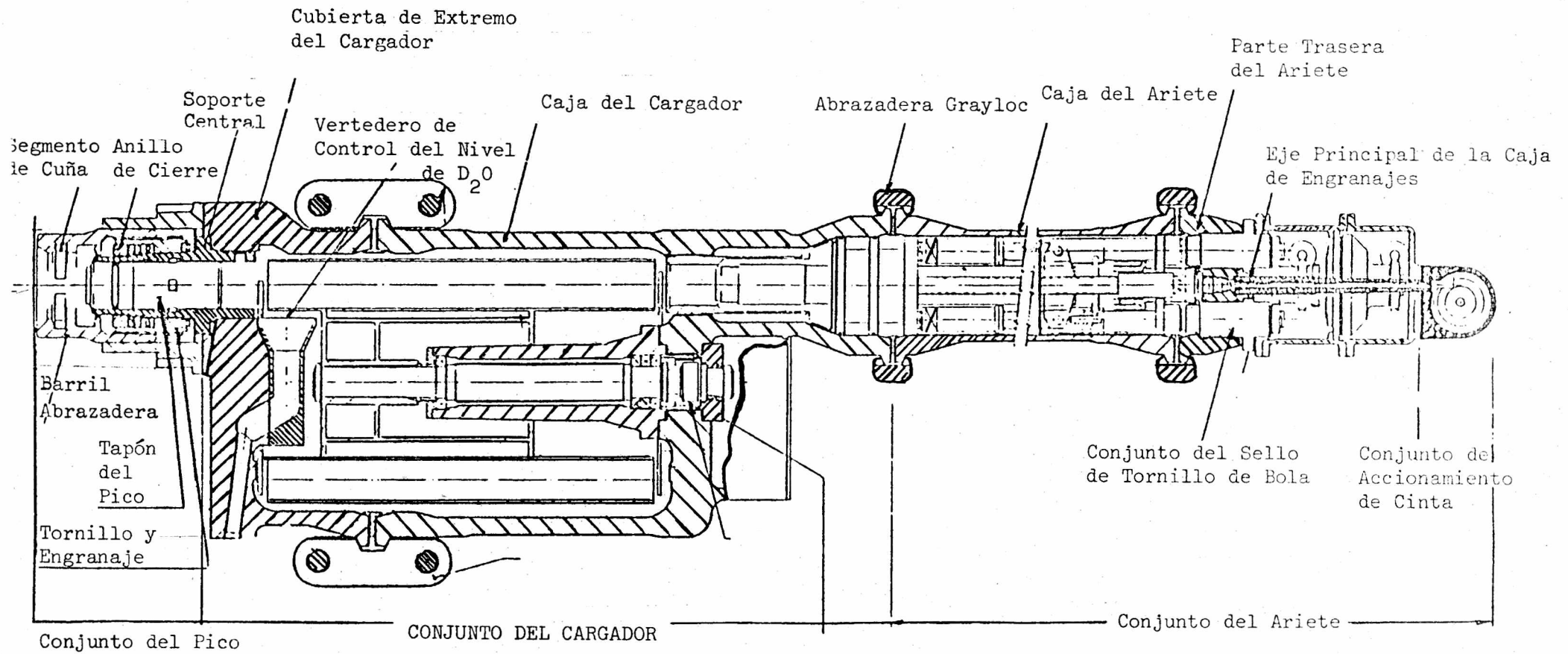
CABEZAL DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
CONJUNTO DEL PICO (VISTA SECCIONAL)



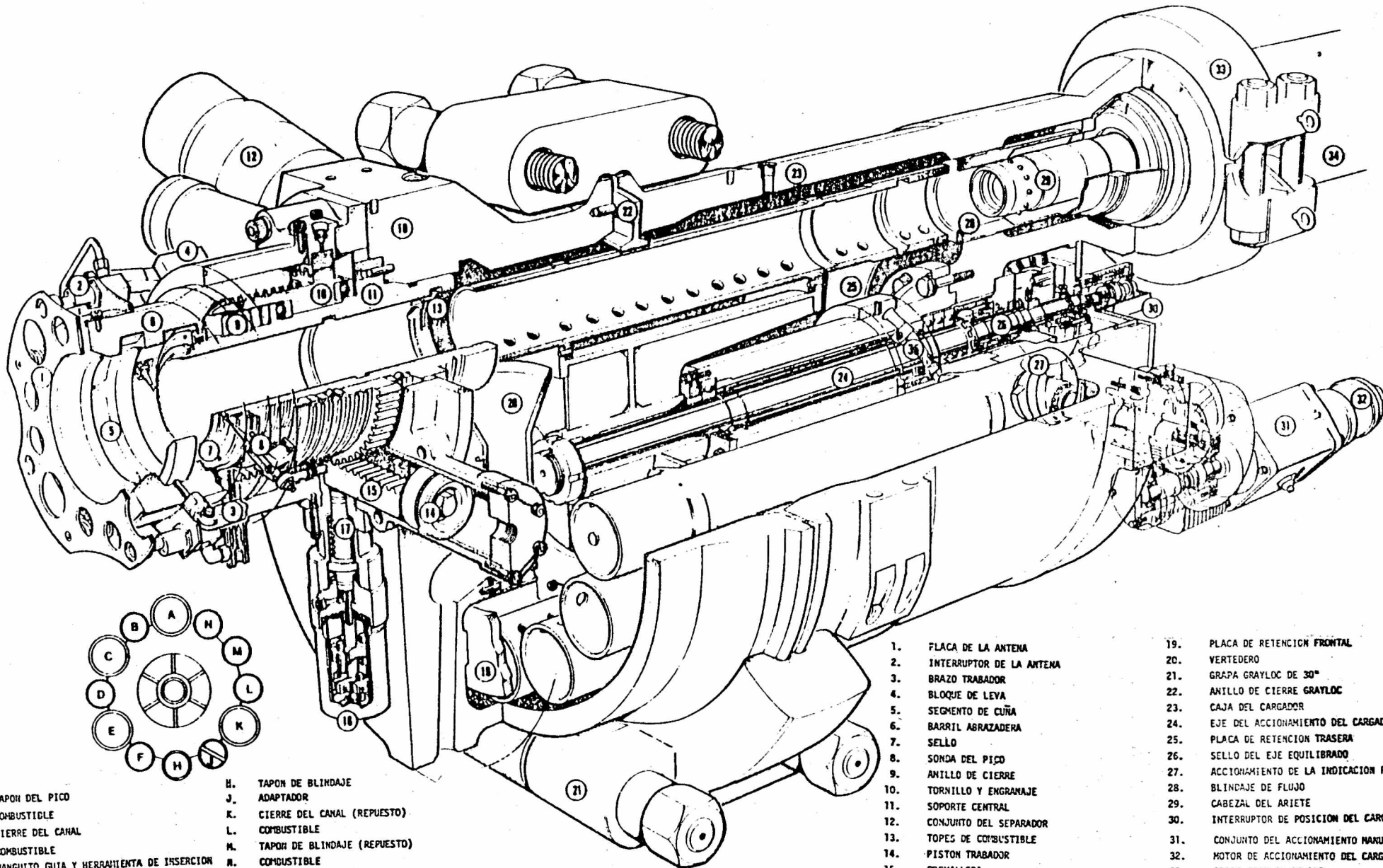
TM 35210 FIGURA 3 ENCLAVAMIENTO DEL CABEZAL DE LA M/R-TRABA DEL PICO



TM 35210 FIGURA 4 CONJUNTO DE LA SONDA DEL PICO



TM 35210 FIGURA 5 CABEZAL DE LA MAQUINA DE RECAMBIO DE 600 MWe (VISTA SECCIONAL)

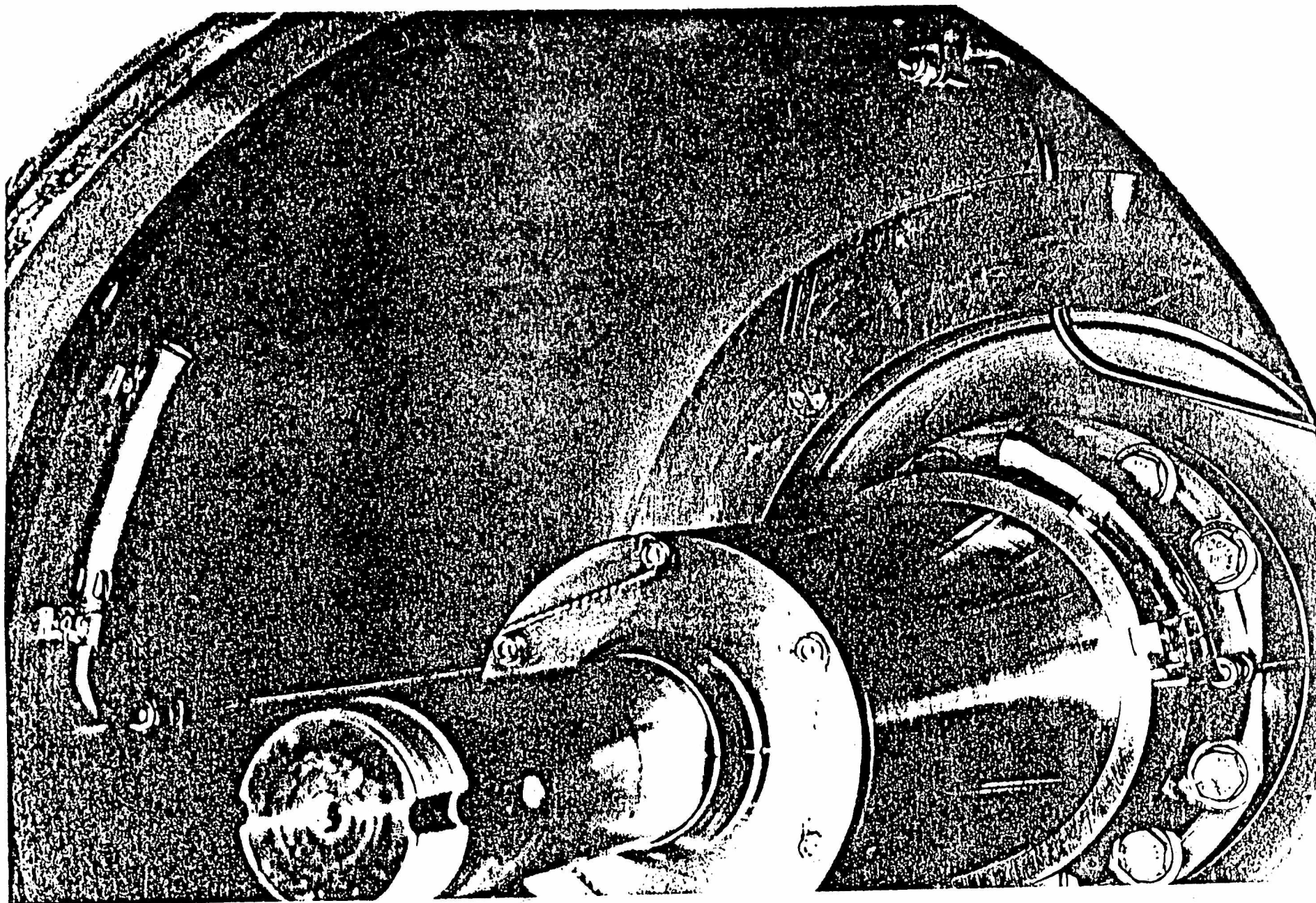


- A. TAPON DEL PICO
- B. COMBUSTIBLE
- C. CIERRE DEL CAHAL
- D. COMBUSTIBLE
- E. MANGUITO GUIA Y HERRAMIENTA DE INSERCIÓN
- F. COMBUSTIBLE

- H. TAPON DE BLINDAJE
- J. ADAPTADOR
- K. CIERRE DEL CANAL (REPUESTO)
- L. COMBUSTIBLE
- M. TAPON DE BLINDAJE (REPUESTO)
- N. COMBUSTIBLE

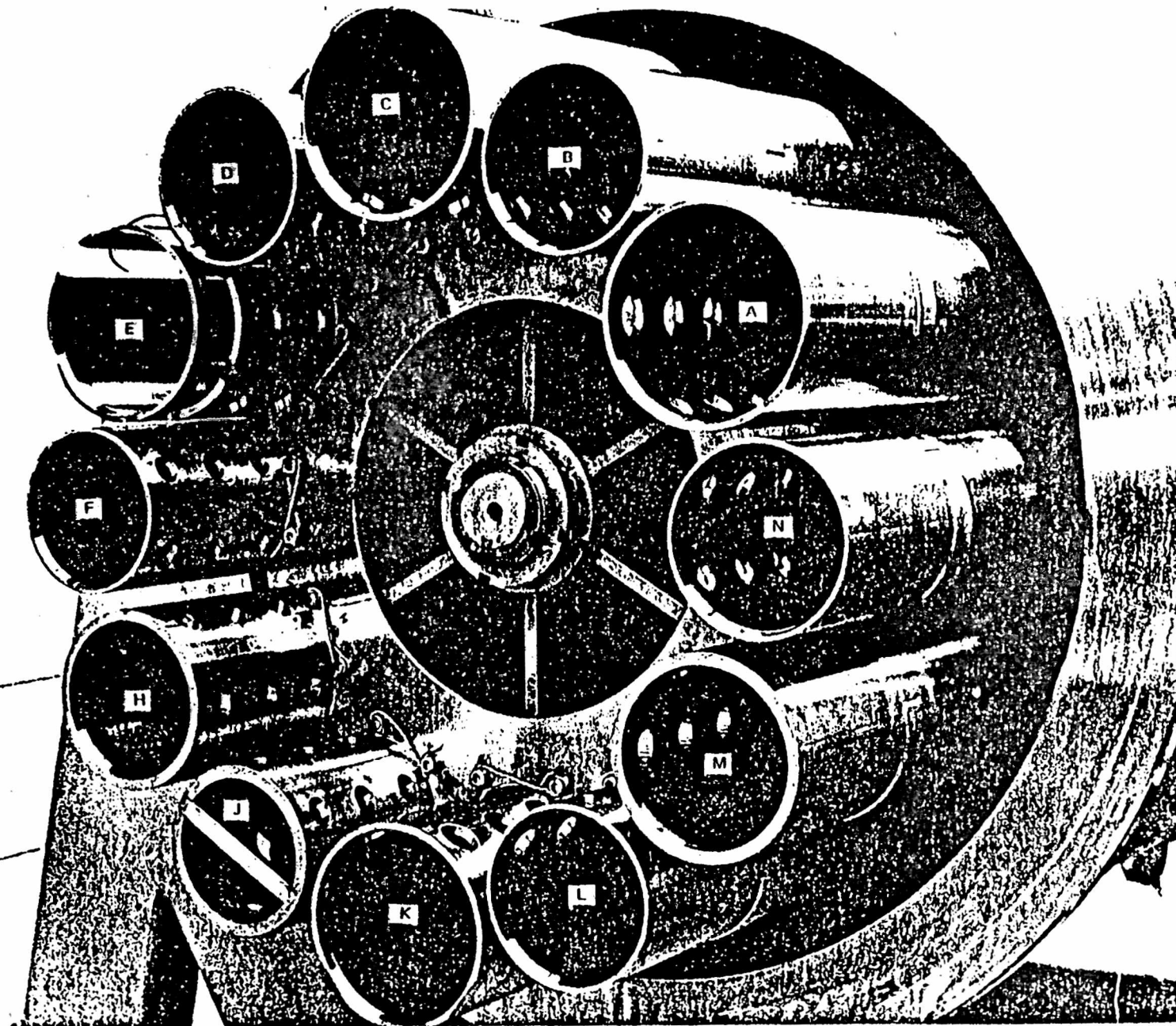
- 1. PLACA DE LA ANTENA
- 2. INTERRUPTOR DE LA ANTENA
- 3. BRAZO TRABADOR
- 4. BLOQUE DE LEVA
- 5. SEGMENTO DE CUÑA
- 6. BARRIL ABRAZADERA
- 7. SELLO
- 8. Sonda del pico
- 9. ANILLO DE CIERRE
- 10. TORNILLO Y ENGRANAJE
- 11. SOPORTE CENTRAL
- 12. CONJUNTO DEL SEPARADOR
- 13. TOPES DE COMBUSTIBLE
- 14. PISTON TRABADOR
- 15. CREMALLERA
- 16. CONJUNTO DEL CIERRE DE EMERGENCIA DEL PICO
- 17. PISTON DE CIERRE
- 18. CUBIERTA DE EXTREMO DEL CARGADOR
- 19. PLACA DE RETENCIÓN FRONTAL
- 20. VERTEDERO
- 21. GRAPA GRAYLOC DE 30°
- 22. ANILLO DE CIERRE GRAYLOC
- 23. CAJA DEL CARGADOR
- 24. EJE DEL ACCIONAMIENTO DEL CARGADOR
- 25. PLACA DE RETENCIÓN TRASERA
- 26. SELLO DEL EJE EQUILIBRADO
- 27. ACCIONAMIENTO DE LA INDICACIÓN FERGUSON
- 28. BLINDAJE DE FLUJO
- 29. CABEZAL DEL ARIETE
- 30. INTERRUPTOR DE POSICIÓN DEL CARGADOR
- 31. CONJUNTO DEL ACCIONAMIENTO MANUAL DEL CARGADOR
- 32. MOTOR DE ACCIONAMIENTO DEL CARGADOR
- 33. GRAPA GRAYLOC DE 10°
- 34. CAJA DEL ARIETE
- 35. EDUCTOR

TM 35210 FIGURA 6 CABEZAL DE LA MAQUINA DE
RECAMBIO CONJUNTO DEL CARGADOR

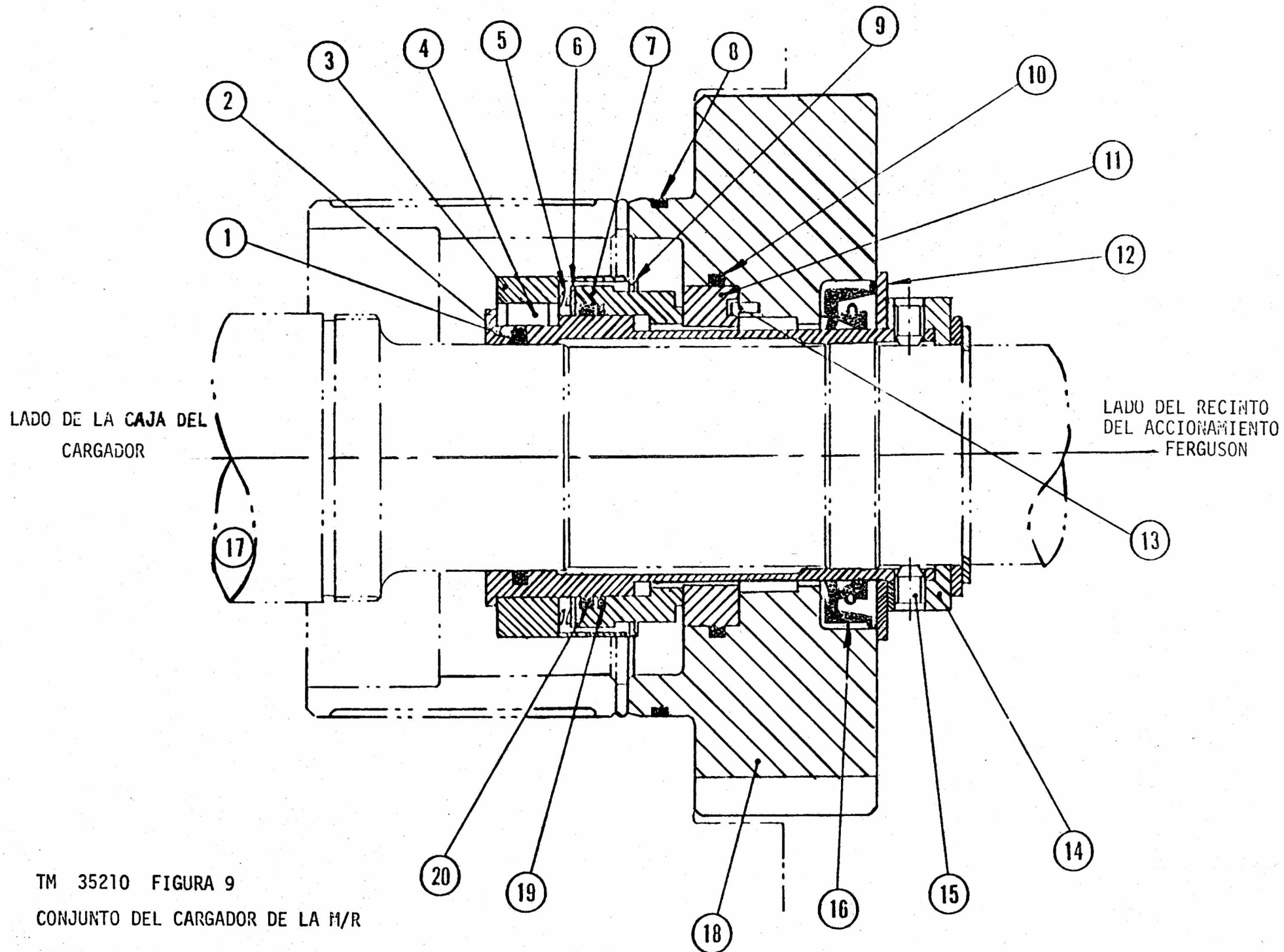


TM 35210 FIGURA 7 CONJUNTO DE SOPORTE DEL ROTOR DEL CARGADOR DE LA M/R

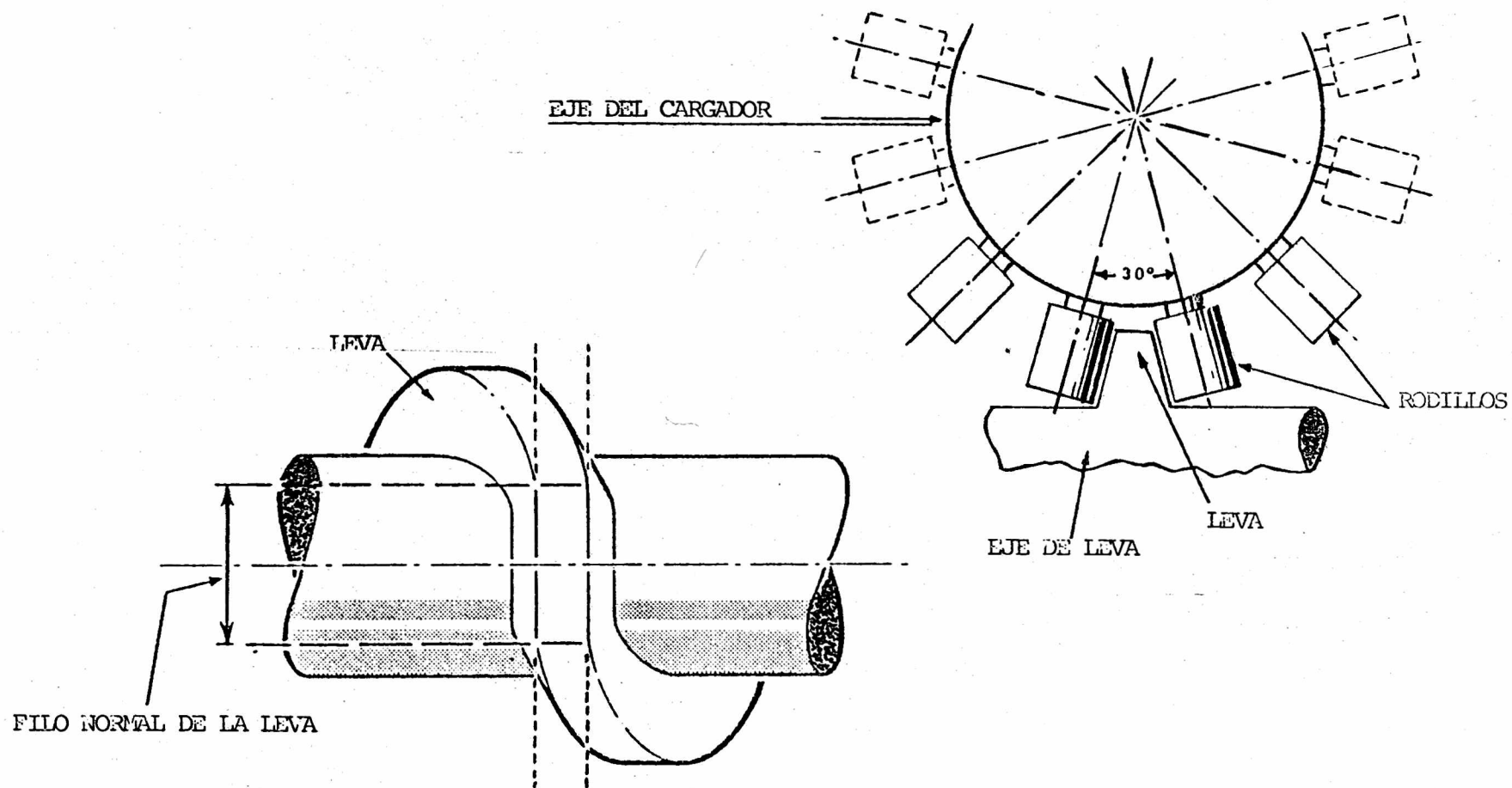
- A TAPON DEL PICO
- B COMBUSTIBLE
- C CIERRE DEL CANAL
- D COMBUSTIBLE
- E MANGUITO GUIA Y HERRAMIENTA DE INSERION
- F COMBUSTIBLE
- H TAPON DE BLINDAJE
- J ADAPTADOR
- K CIERRE DEL CANAL (REPUESTO)
- L COMBUSTIBLE
- M TAPON DE BLINDAJE (REPUESTO)
- N COMBUSTIBLE



TM 35210 FIGURA 8 CONJUNTO DEL ROTOR DEL CARGADOR
DE LA M/R

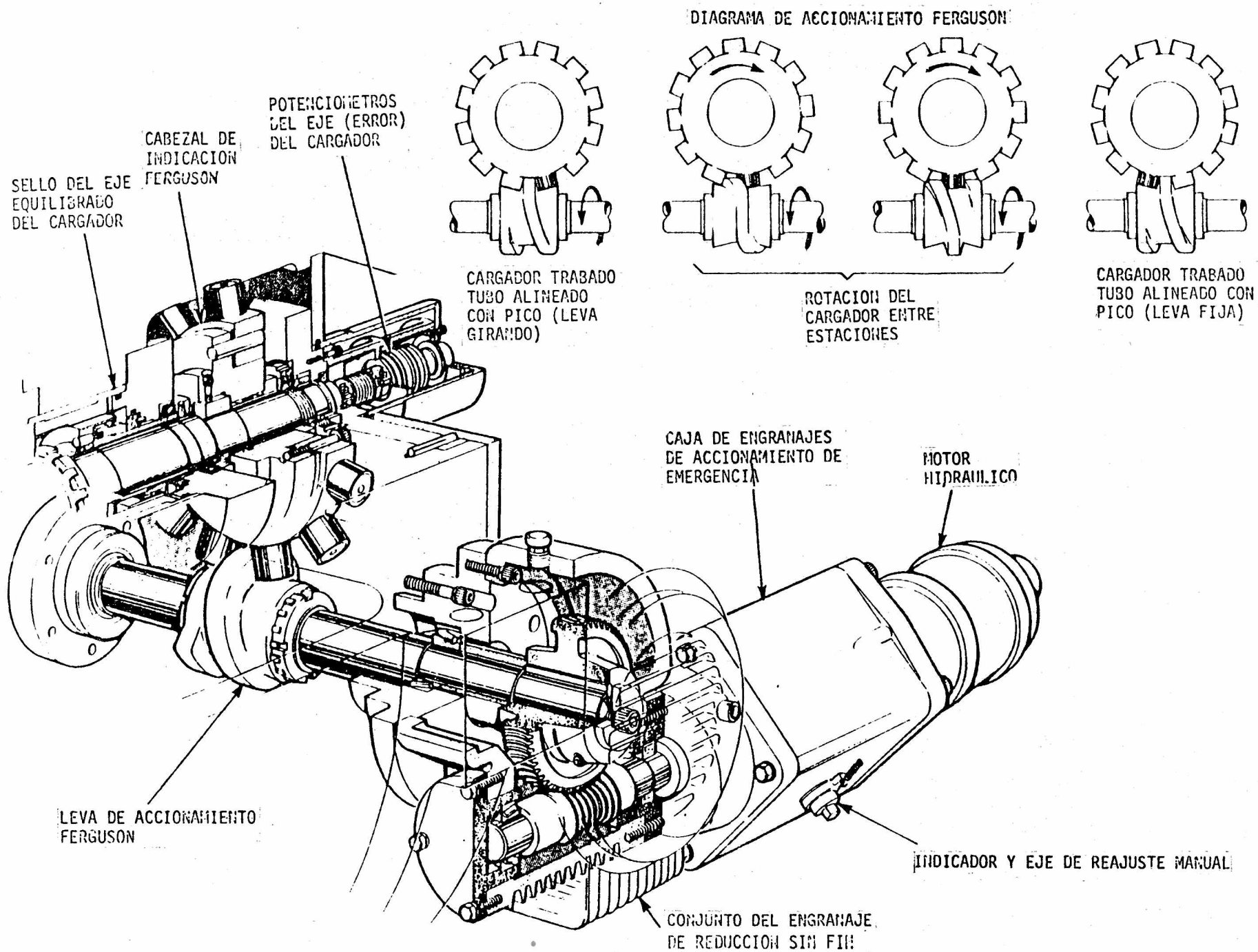


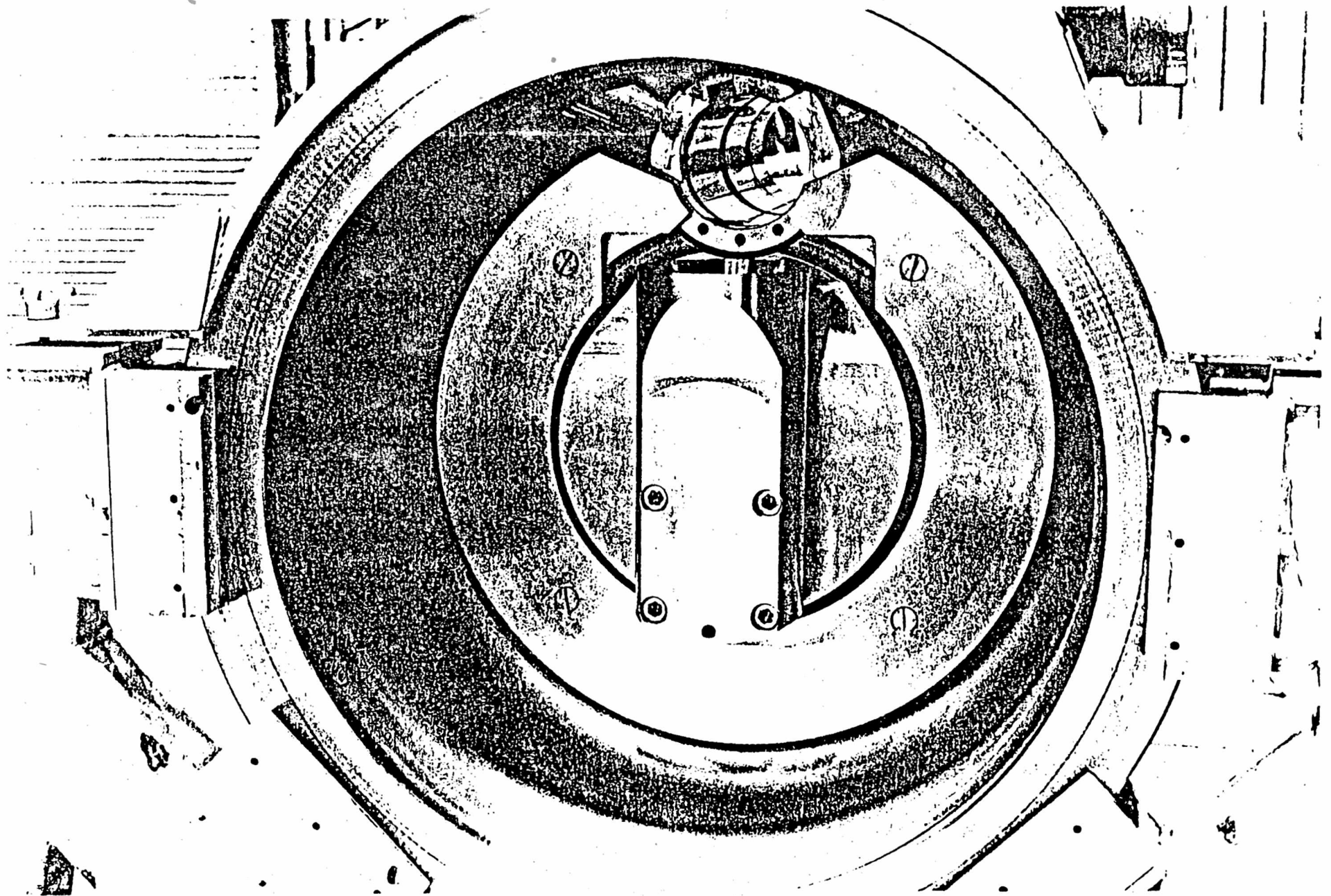
TM 35210 FIGURA 9
 CONJUNTO DEL CARGADOR DE LA M/R
 SELLO DEL EJE EQUILIBRADO (VISTA SECCIONAL)



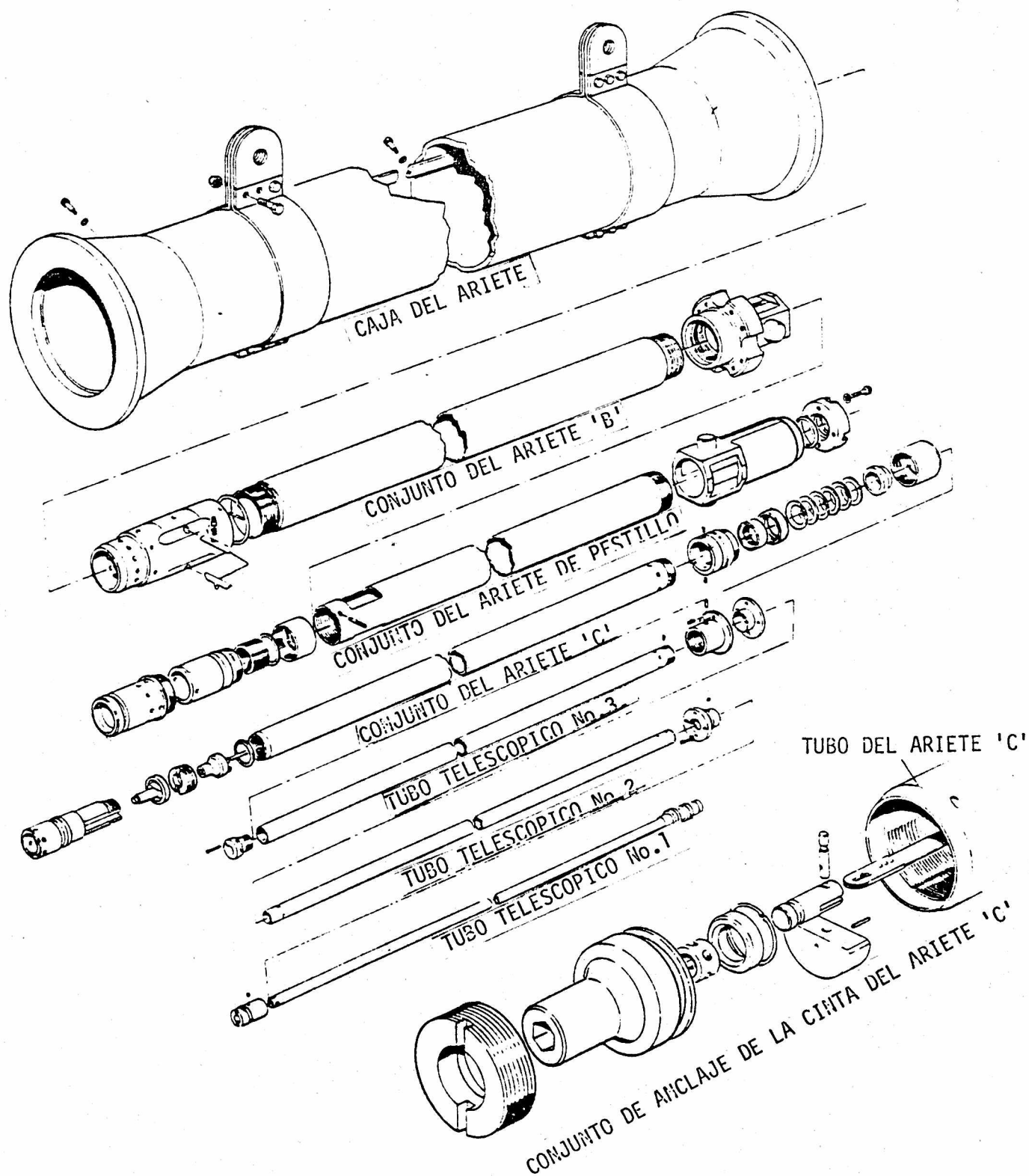
NO HAY ROTACION DEL CARGADOR
DURANTE EL ACOPLAMIENTO DEL
FILO NORMAL DE LA LEVA (90°)

TM 35210 FIGURA 10 PRINCIPIO DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DEL CARGADOR



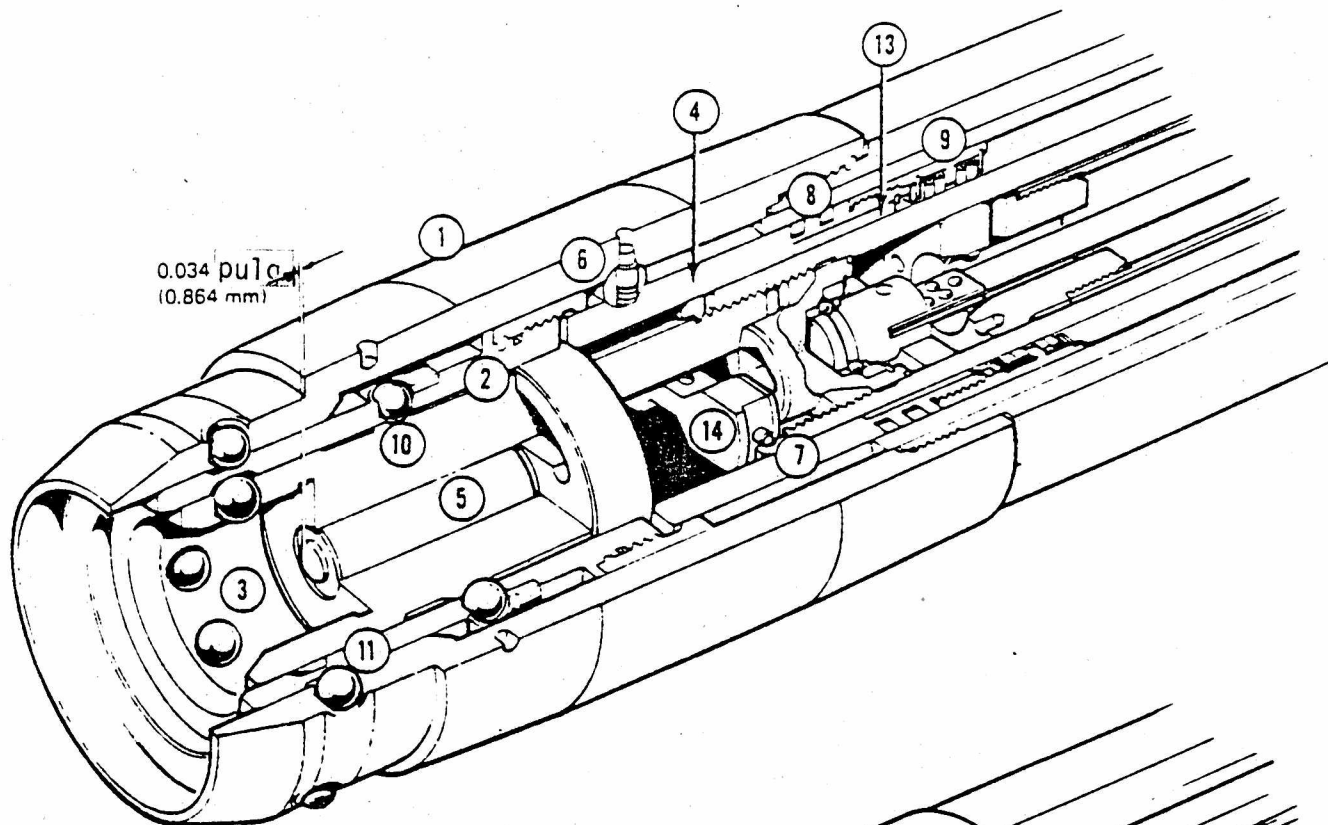


TM 35210 FIGURA 12 VERTEDERO DEL CARGADOR DE LA MAQUINA DE RECAMBIO

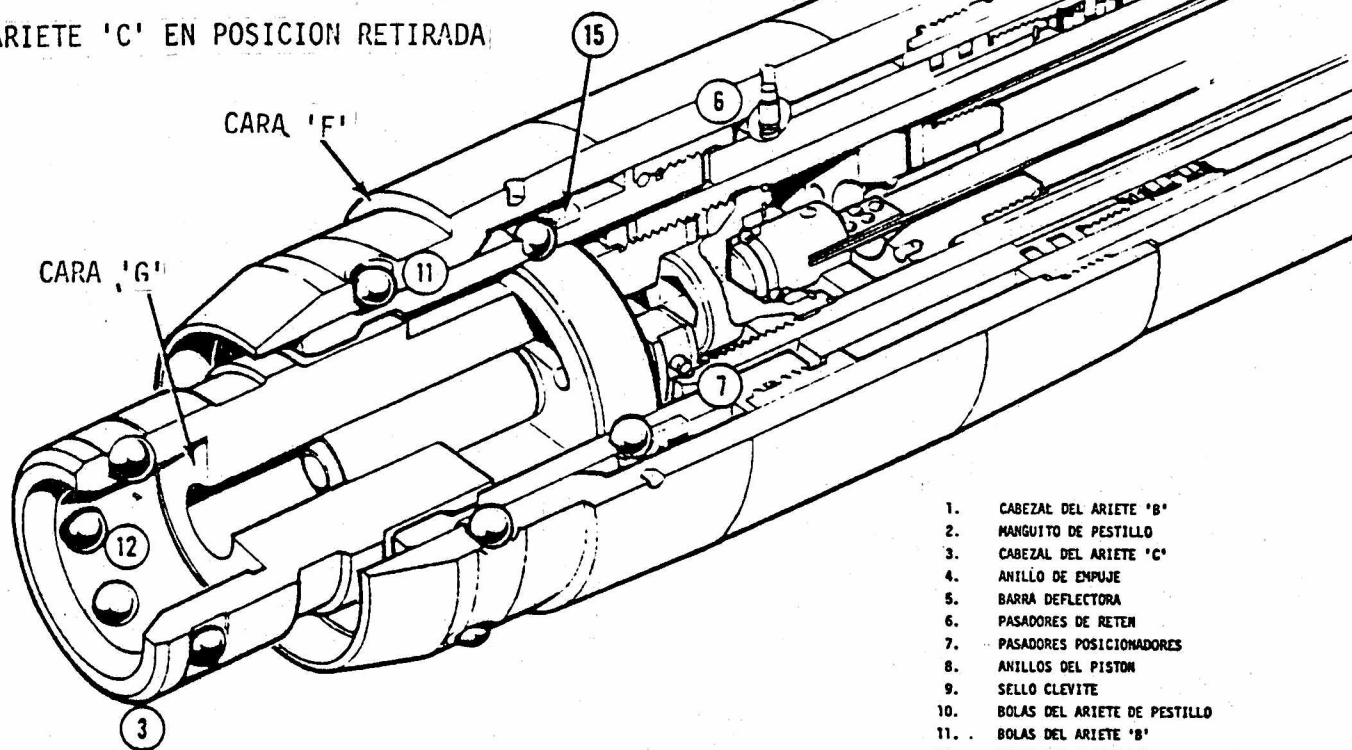


TM 35210 FIGURA 13

CONJUNTO DEL ARIETE - VISTA CON PIEZAS
DESMONTADAS

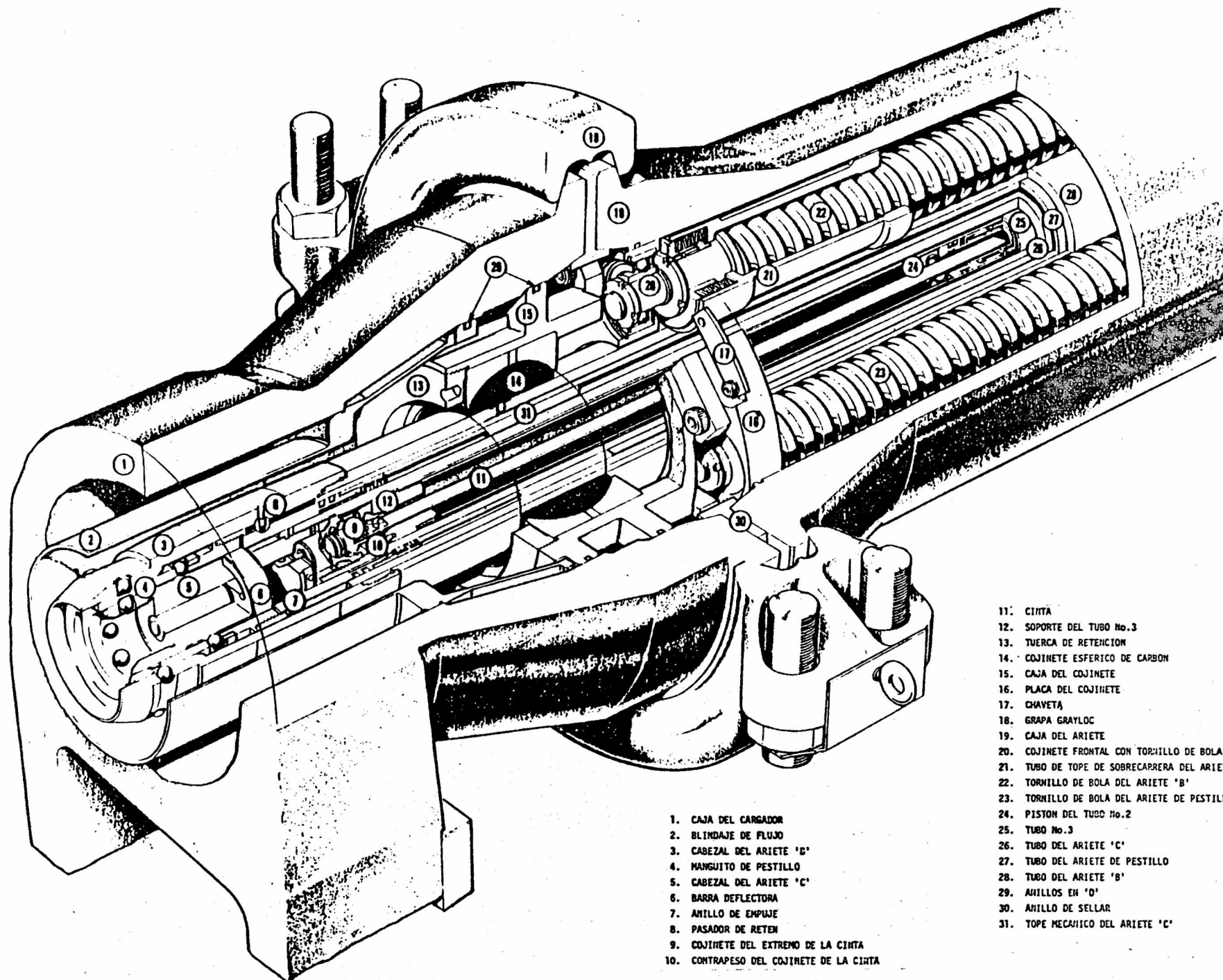


ARIETE 'C' EN POSICION RETIRADA



1. CABEZAL DEL ARIETE 'B'
2. MANGUITO DE PESTILLO
3. CABEZAL DEL ARIETE 'C'
4. ANILLO DE EMPUJE
5. BARRA DEFLECTORA
6. PASADORES DE RETEN
7. PASADORES POSICIONADORES
8. ANILLOS DEL PISTON
9. SELLO CLEVITE
10. BOLAS DEL ARIETE DE PESTILLO
11. BOLAS DEL ARIETE 'B'
12. BOLAS DEL ARIETE 'C'
13. BUJE DE CARBON
14. BLOQUE TRABADOR
15. ANILLO PARTIDO DEL MANGUITO DE PESTILLO

ARIETE 'C' EN POSICION EXTENDIDA

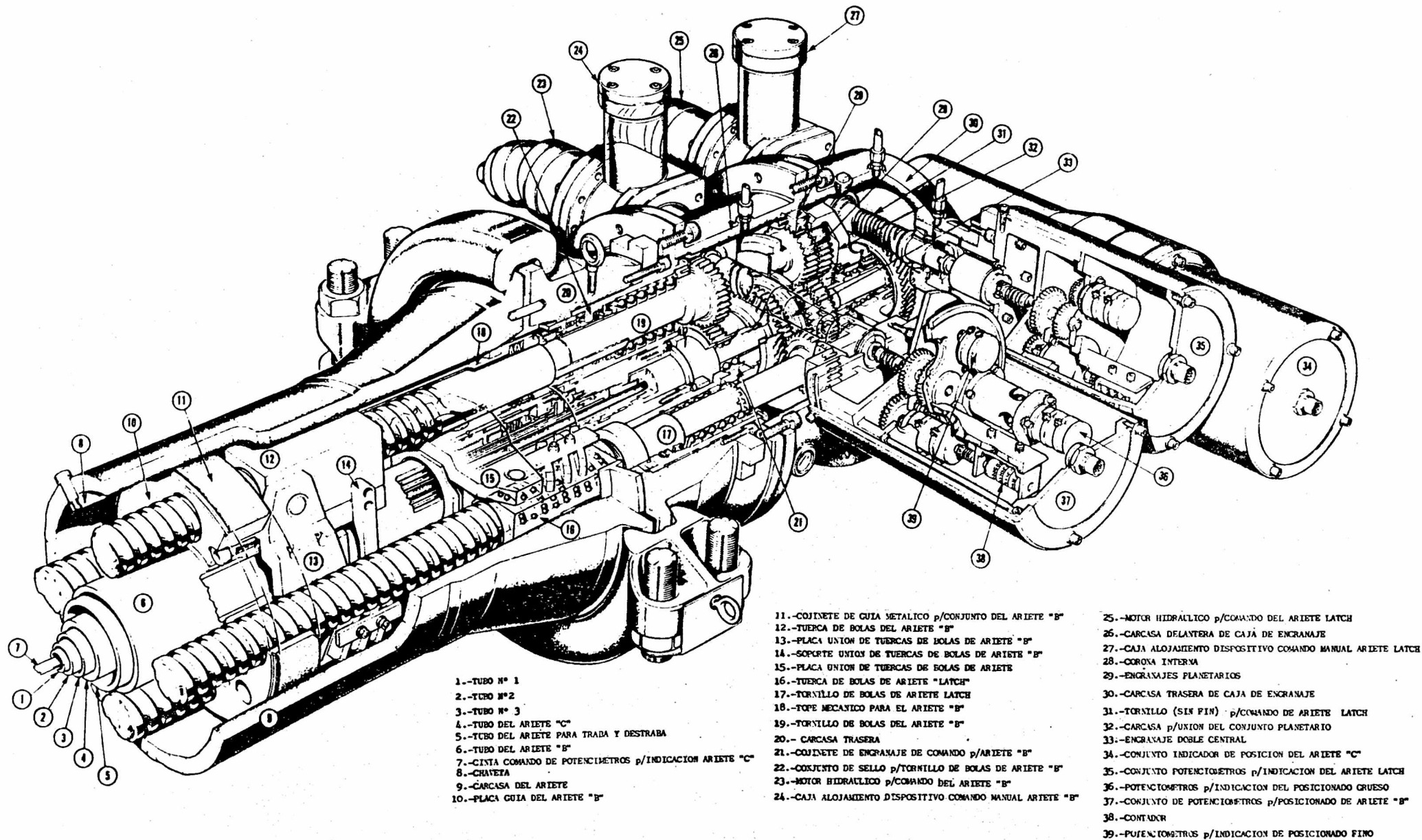


TM 35210 FIGURA 15 CONJUNTO DEL ARIETE-EXTREMO

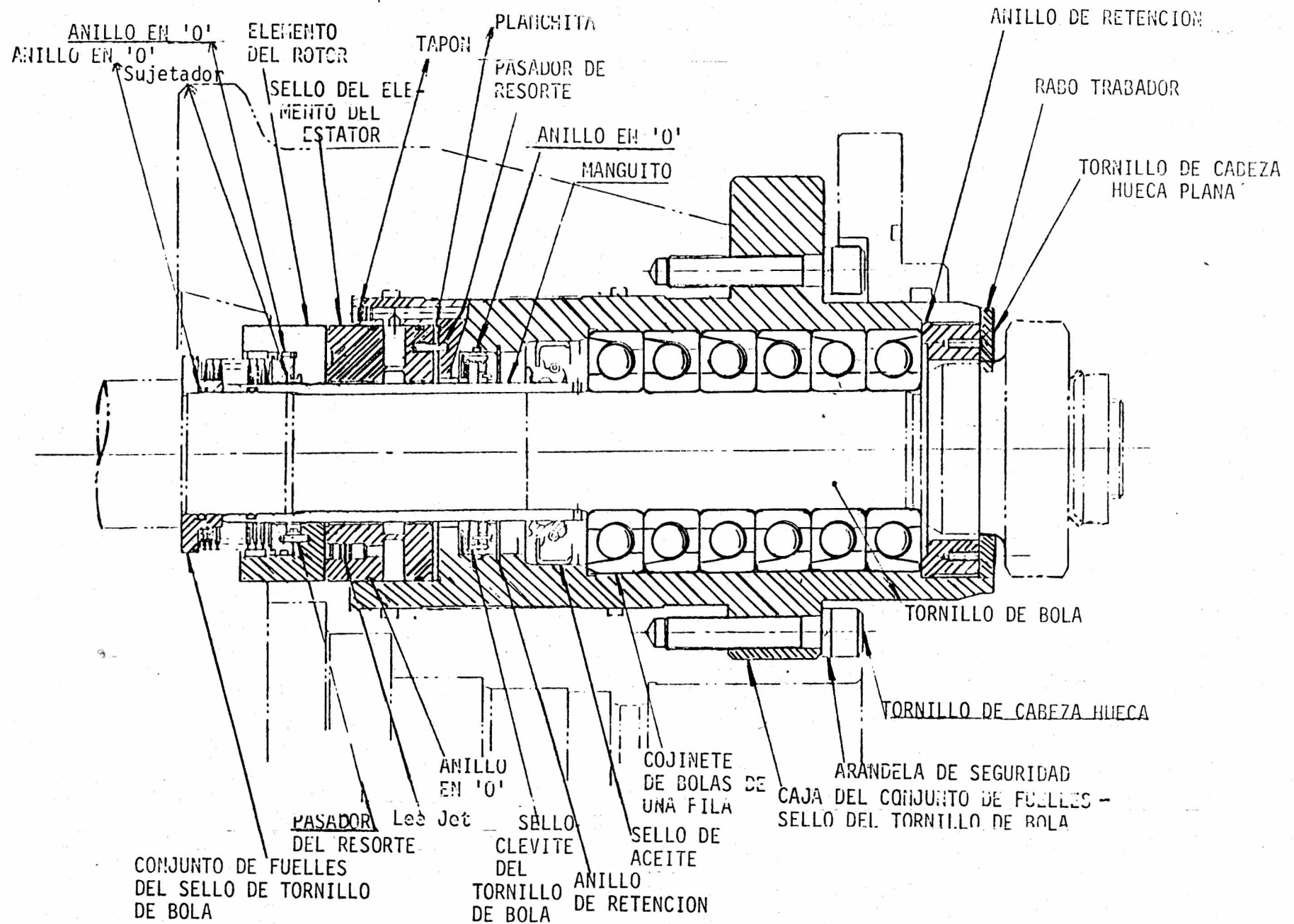
FRONTAL

1. CAJA DEL CARGADOR
2. BLINDAJE DE FLUJO
3. CABEZAL DEL ARIETE 'B'
4. MANGUITO DE PESTILLO
5. CABEZAL DEL ARIETE 'C'
6. BARRA DEFLECTORA
7. ANILLO DE EMPUJE
8. PASADOR DE RETEN
9. COJINETE DEL EXTREMO DE LA CINTA
10. CONTRAPESO DEL COJINETE DE LA CINTA

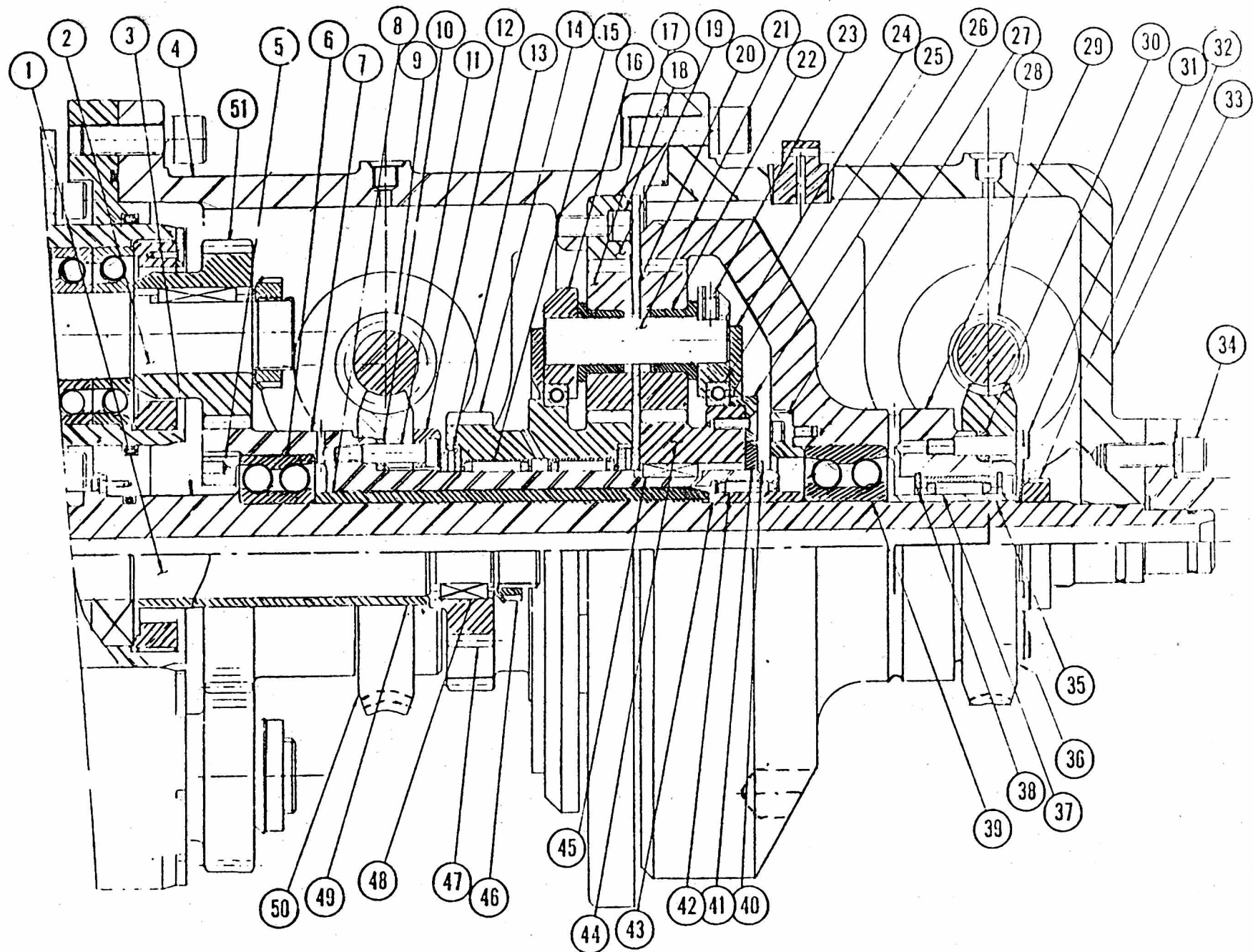
11. CINTA
12. SOPORTE DEL TUBO No.3
13. TUERCA DE RETENCION
14. COJINETE ESFERICO DE CARBON
15. CAJA DEL COJINETE
16. PLACA DEL COJINETE
17. CHAVETA
18. GRAPA GRAYLOC
19. CAJA DEL ARIETE
20. COJINETE FRONTAL CON TORNILLO DE BOLA
21. TUBO DE TOPE DE SOBRECARRERA DEL ARIETE 'B'
22. TORNILLO DE BOLA DEL ARIETE 'B'
23. TORNILLO DE BOLA DEL ARIETE DE PESTILLO
24. PISTON DEL TUBO No.2
25. TUBO No.3
26. TUBO DEL ARIETE 'C'
27. TUBO DEL ARIETE DE PESTILLO
28. TUBO DEL ARIETE 'B'
29. ANILLOS EH 'O'
30. ANILLO DE SELLAR
31. TOPE MECANICO DEL ARIETE 'C'



TM 35210- FIGURA 16- CONJUNTO DEL ARIETE-VISTA TRASERA



TM 35210 FIGURA 17 SELLO HIDROSTATICO DEL CONJUNTO DE LA M/R
 (VISTA SECCIONAL)



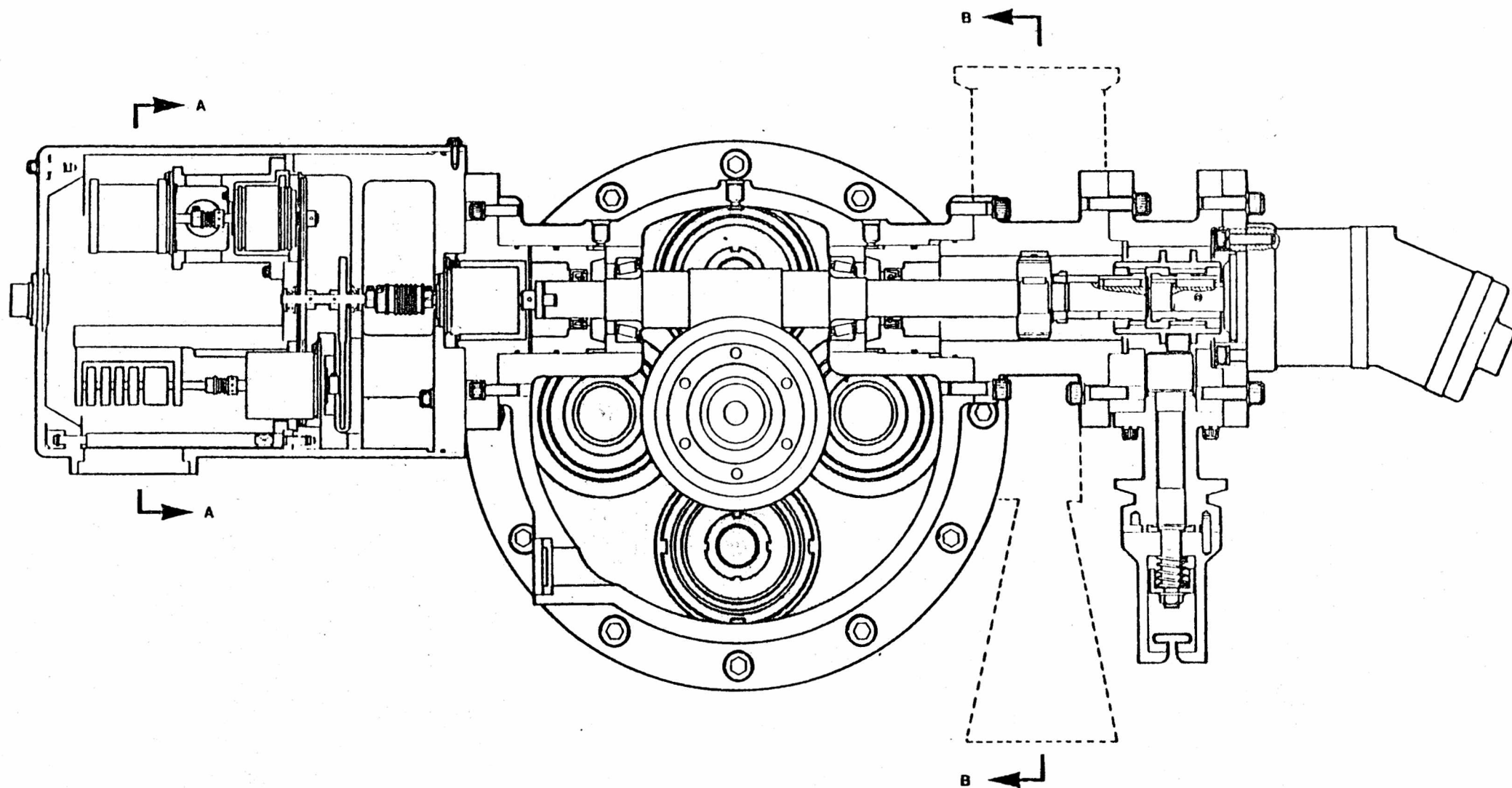
TM 35210 FIGURA 13 - CONJUNTO DEL ARIETE DE LA M/R (NOTA: VER PAGINA SIGUIENTE PARA LA LISTA DE PIEZAS DE REPUESTO)
ARIETE 'B', ARIETE DE PESTILLO Y CAJA DE ENGRANAJES (VISTA SECCIONAL)

TM 35210 FIGURA 18 LISTA DE PIEZAS DE REPUESTO DE LA
CAJA DE ENGRANAJES DEL ACCIONAMIENTO
DEL ARIETE

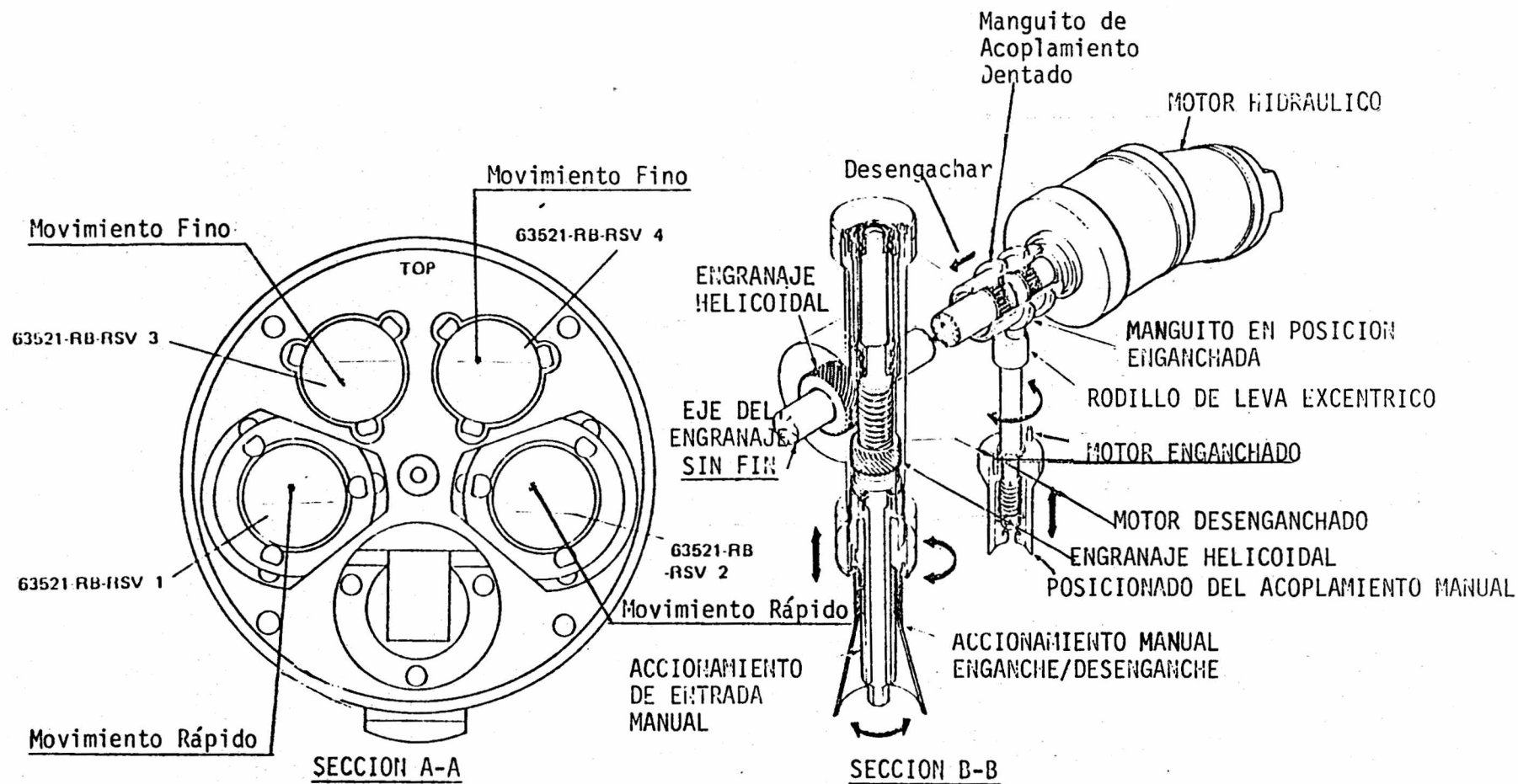
1. TORNILLO DE BOLA DEL ARIETE DE PESTILLO
2. TORNILLO DE BOLA DEL ARIETE 'B'
3. EJE PRINCIPAL DE LA CAJA DE ENGRANAJES
4. CUBIERTA FRONTAL DE LA CAJA DE ENGRANAJES
5. TUERCA DE ENGRANAJE DEL MANGUITO DEL COJINETE
6. COJINETE DE CONTACTO AXIAL EN PARALELO
7. ENGRANAJE DE MANGUITO
8. ESPACIADOR
9. ACCIONAMIENTO DEL ARIETE 'B'
10. ANILLO DE RODADURA, ESPACIADOR DE ENGRANAJE SIN FIN
11. INSERTO DE CIERRE A TORNILLO
12. ANILLO ESPACIADOR
13. ANILLO DE EMPUJE, COJINETE DE EMPUJE
14. ENGRANAJE DE CENTRO DOBLE
15. COJINETE DE AGUJAS
16. PORTA PIÑÓN SATELITE
17. PIÑÓN
18. ARANDELA DE SEGURIDAD, TORNILLO DE CABEZA, PASADOR
19. ENGRANAJE DE ANILLO INTERNO
20. COJINETE DE EMPUJE, ANILLO DE RETENCION
21. EJE - PIÑONES SATELITES
22. COJINETE DEL PIÑÓN SATELITE
23. TORNILLO PRISIONERO
24. TORNILLO ANILLO DE RETENCION
25. COJINETE DE ANILLO DE RODADURA Y BOLAS
26. ANILLO DE SELLAR, RETEN DEL COJINETE
27. TAPA DEL COJINETE - ENGRANAJE INTERNO
28. ACCIONAMIENTO DEL ARIETE DE PESTILLO
29. ENGRANAJE INTERNO
30. ANILLO DE RODADURA, ESPACIADOR DE ENGRANAJE SIN FIN

TM 35210 FIGURA 18. LISTA DE PIEZAS DE REPUESTO DE LA
CAJA DE ENGRANAJES DEL ACCIONAMIENTO
DEL ARIETE

31. CHAVETA DE SOBRECARRERA
32. TUERCA Y ARANDELA DE SEGURIDAD DEL COJINETE
33. CUBIERTA TRASERA DE LA CAJA DE ENGRANAJES
34. TORNILLO DE CABEZA, ARANDELA DE SEGURIDAD
35. COJINETE DEL ANILLO DE RODADURA INTERNO
36. CONJUNTO DEL ENGRANAJE SIN FIN - PESTILLO
37. COJINETE DE RODILLOS
38. ANILLO DE RETENCION
39. COJINETE DE CONTACTO AXIAL EN PARALELO
40. ANILLO DE RETENCION
41. ESPACIADOR DEL ENGRANAJE PLANETARIO
42. COJINETE DE RODILLOS
43. ANILLO EN 'O'
44. ENGRANAJE CENTRAL (PESTILLO)
45. CHAVETA
46. CONTRATUERCA, ARANDELA DE SEGURIDAD
47. PIÑÓN DE PESTILLO
48. CHAVETA
49. MANGUITO DE TORNILLO DE BOLA DE PESTILLO
50. JUEGO DE ENGRANAJE SIN FIN DEL ARIETE 'B'
51. PIÑÓN DEL TORNILLO DE BOLA DEL ARIETE 'B"

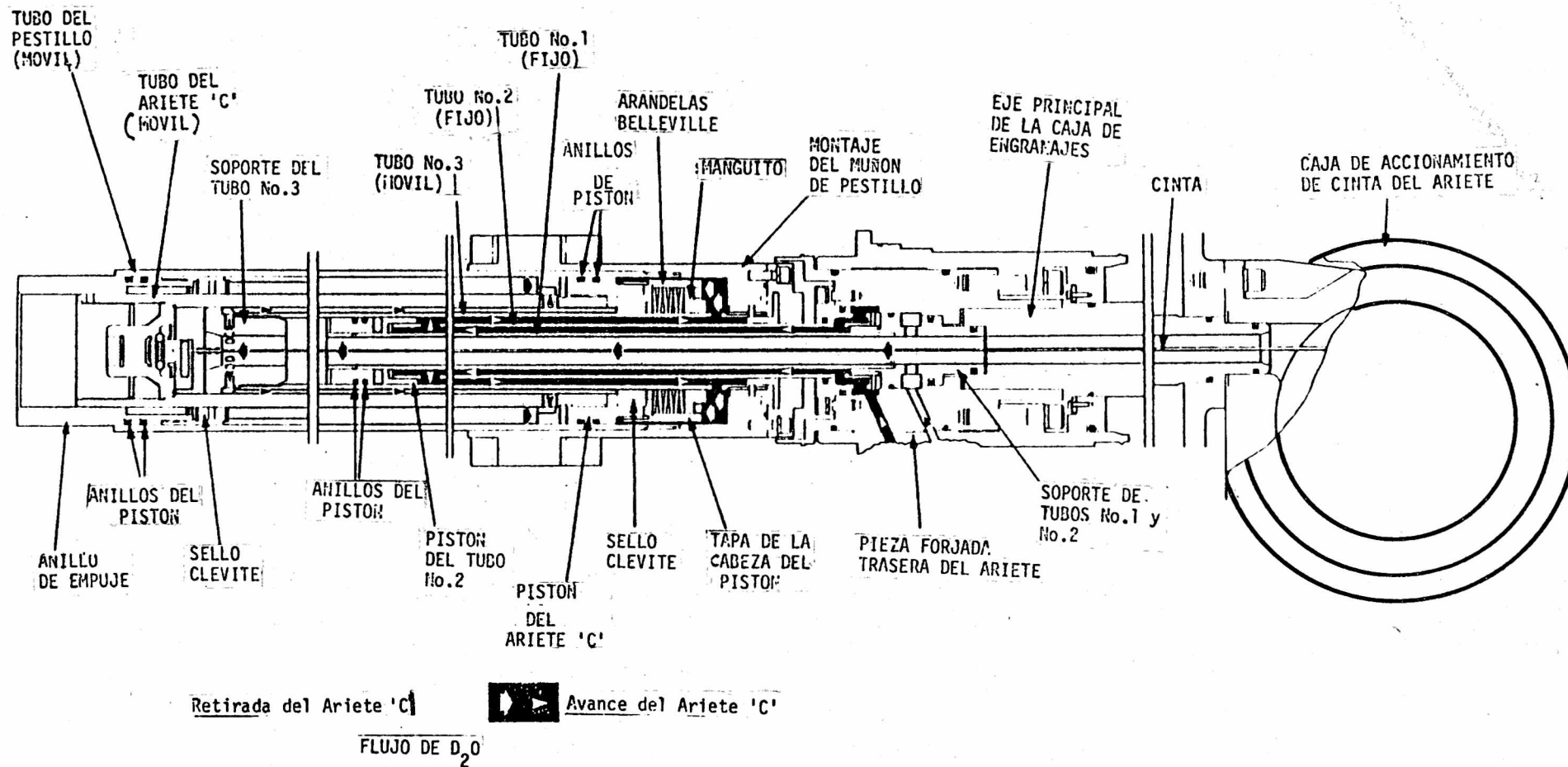


TM 35210 FIGURA 19 CONJUNTO DE ARIETE DE LA M/R, POTENCIOMETRO DEL ARIETE B
Y ACCIONAMIENTO MANUAL (VISTA SECCIONAL)
NOTA: PARA LA VISTA SECCIONAL DE A-A. Y B-B VER FIG.19a

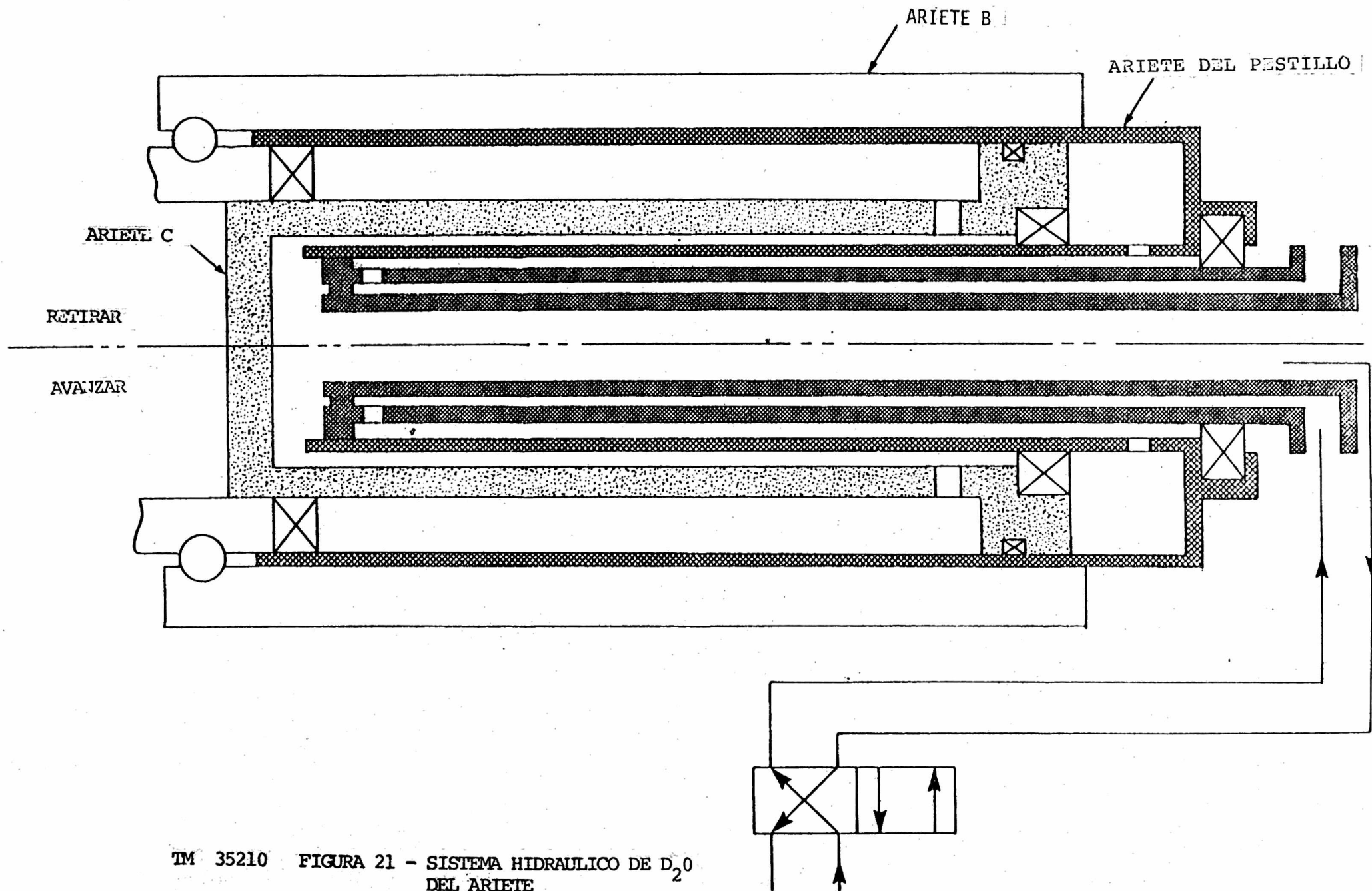


TM 35210 FIGURA 19a

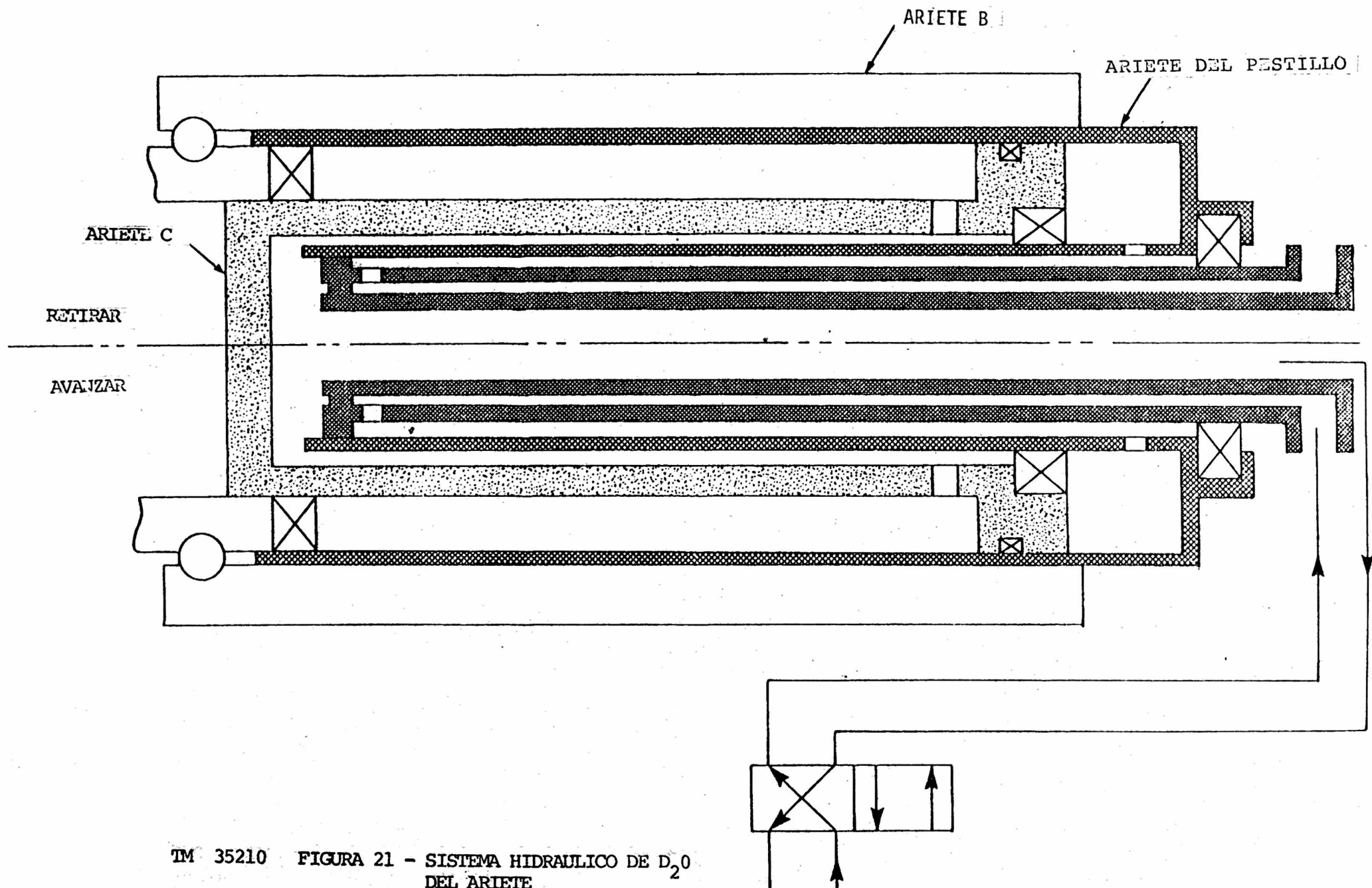
POTENCIOMETRO DEL ARIETE 'B' (SECCION A-A)
ACCIONAMIENTO MANUAL DEL ARIETE 'B' (SECCION B-B)



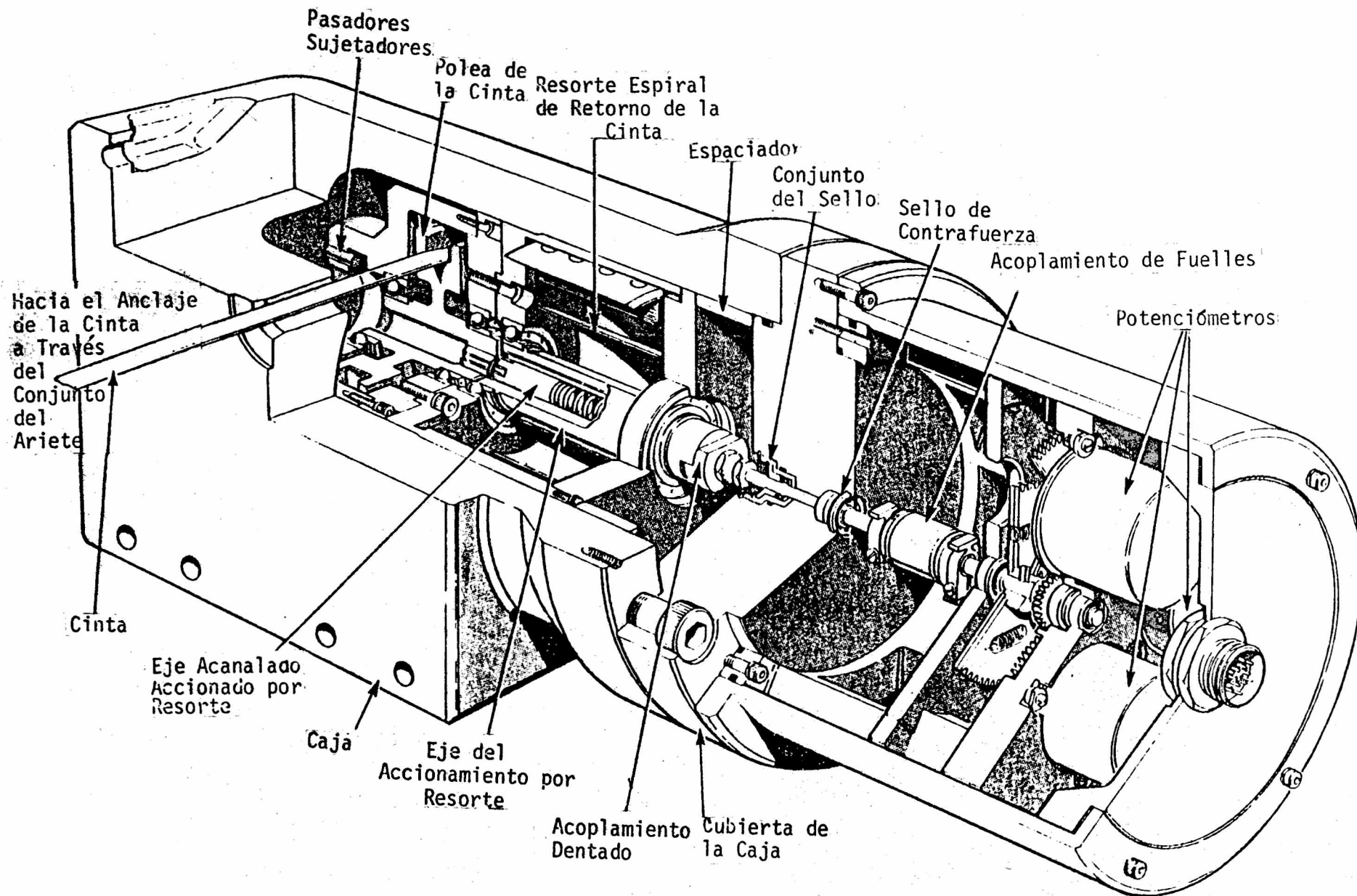
TM 35210 FIGURA 20 FLUJO DEL SISTEMA DE D₂O DEL ARIETE "C"



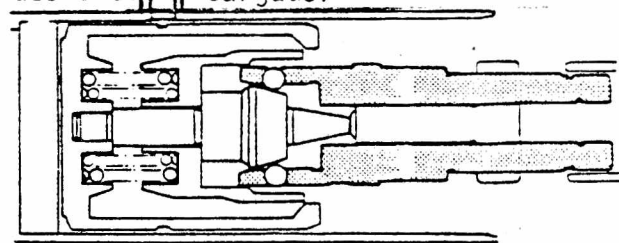
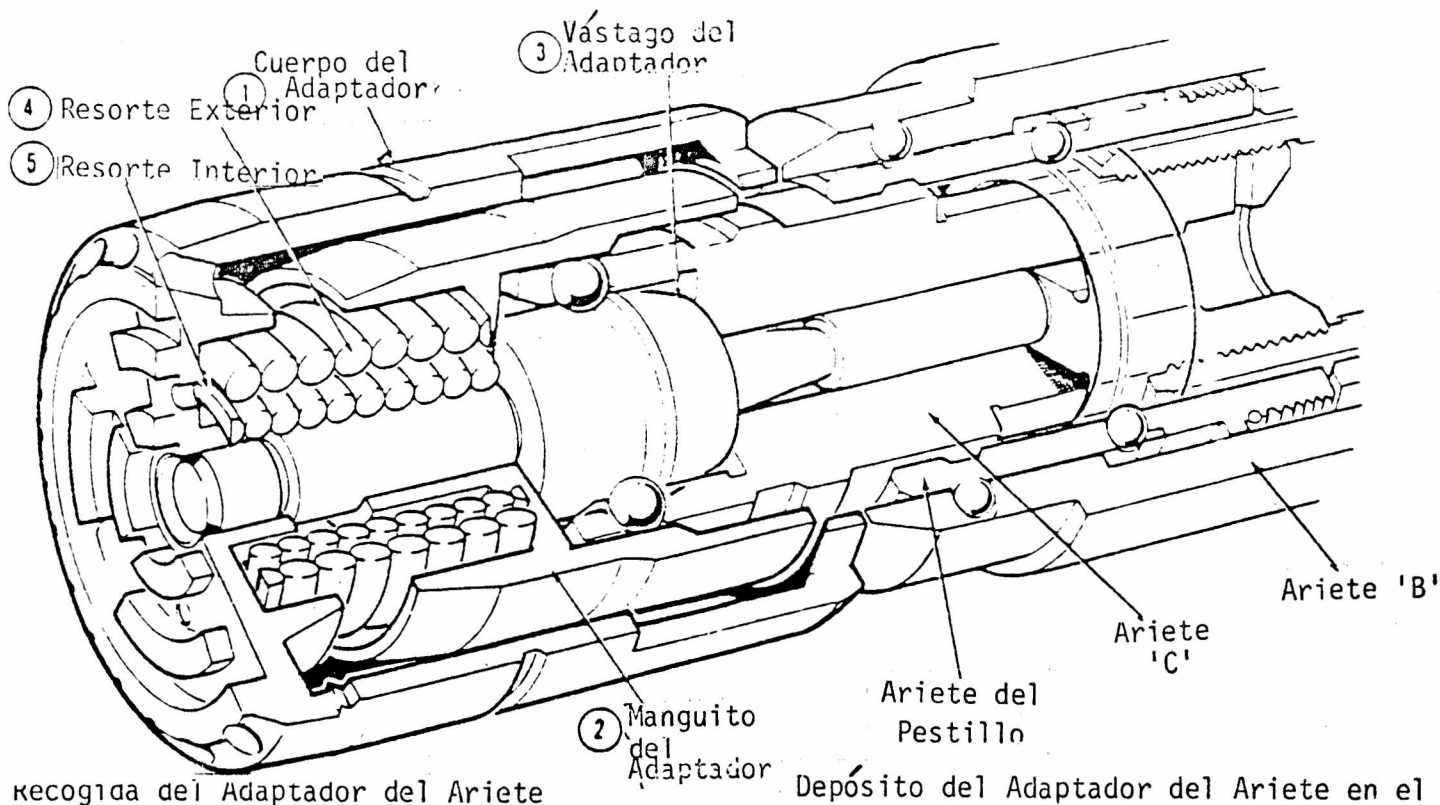
TM 35210 FIGURA 21 - SISTEMA HIDRAULICO DE D₂O DEL ARIETE



TM 35210 FIGURA 21 - SISTEMA HIDRAULICO DE D_2O DEL ARIETE

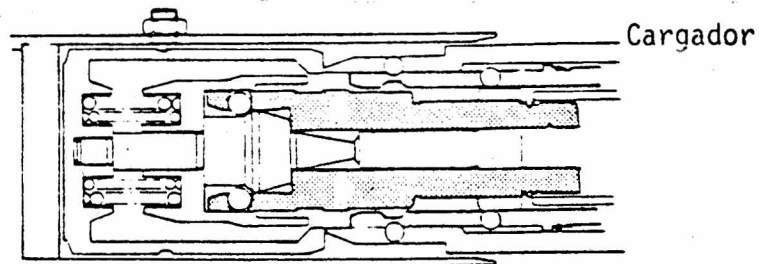


TM 35210 FIGURA 23 CONJUNTO DEL ACCIONAMIENTO DE LA CINTA DEL ARIETE
 'C' DE LA M/R



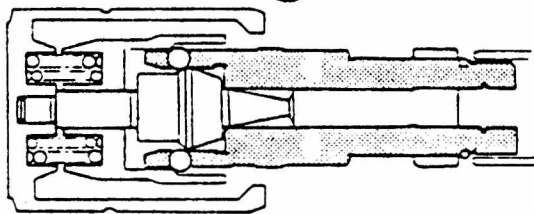
El Cabezal del Ariete se aproxima al Adaptador del Ariete en el Cargador

①



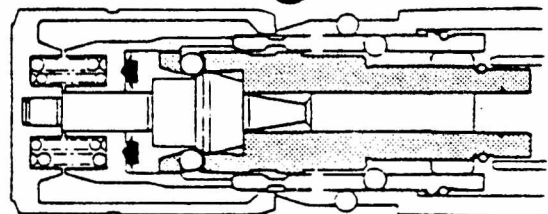
El Adaptador del Ariete con el Cabezal del Ariete dentro del Tubo del Cargador

④



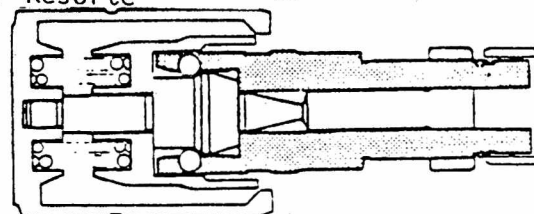
El Ariete 'C' avanza para Enganchar el Adaptador del Ariete haciendo retroceder el Manguito de Bloqueo por Resorte

②



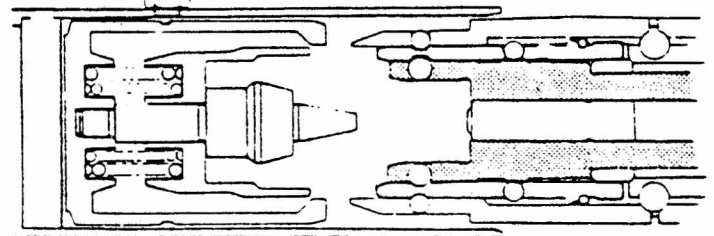
El Pestillo avanza para hacer retroceder el Manguito de Bloqueo y desengancha el Adaptador del Ariete

⑤



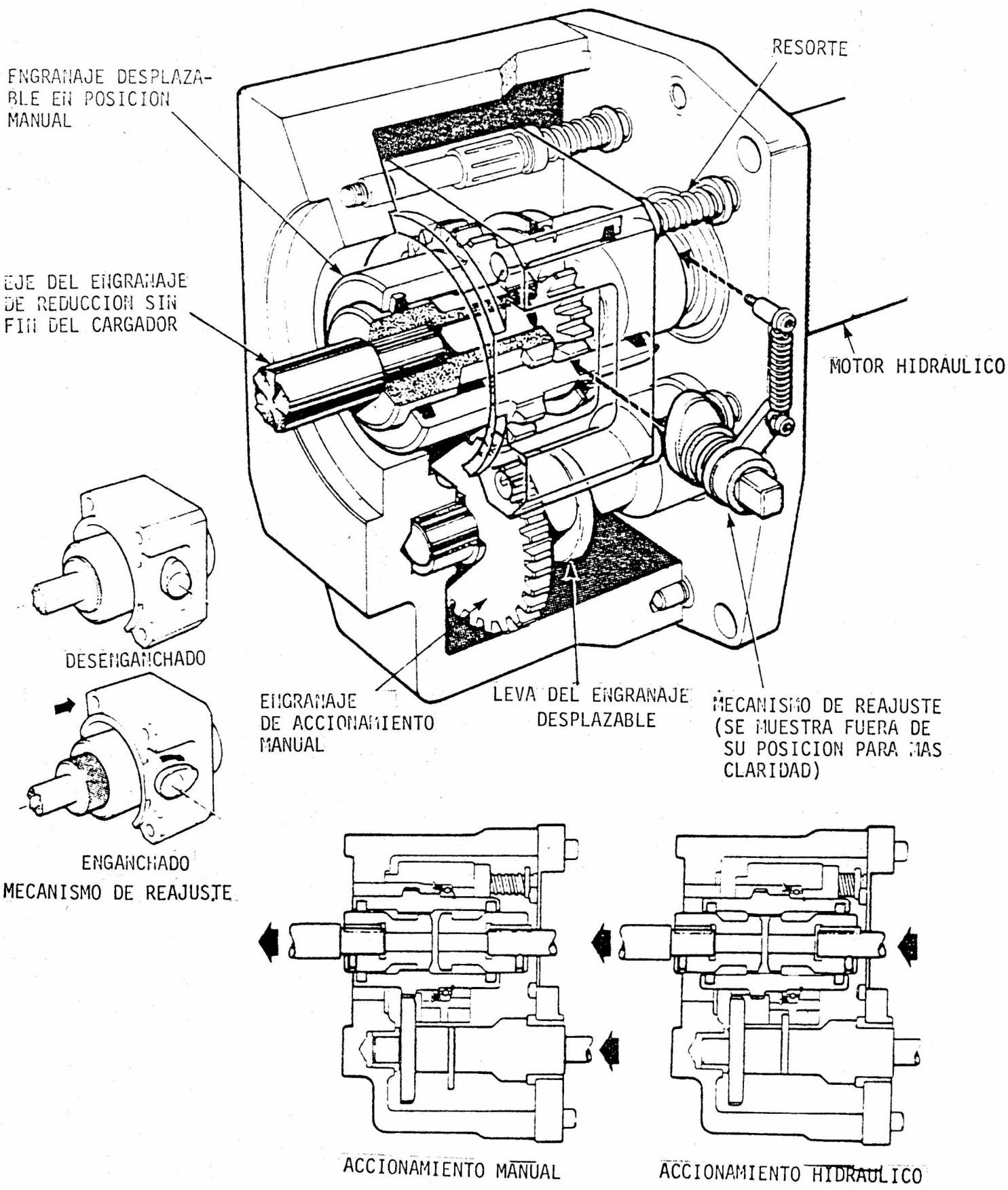
El Enganchador del Ariete enganchado al Ariete 'C'

③



El Ariete 'C' retrocede del Adaptador del Ariete

⑥



T-1 35210 FIGURA 25 CAJA DE ENGRANAJES DE ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA DEL CARGADOR