

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

GERENCIA DESARROLLO

Departamento Química

LAZO EXPERIMENTAL DE CIRCULACION DE SULFURO DE HIDROGENO

Sellos del soplador de gases. Parte II

Norberto R. Strehar y Osvaldo N. Cancela

Norberto

Nestor

marzo, 1985

LAZO EXPERIMENTAL DE CIRCULACION DE SULFURO DE HIDROGENO

Sellos del soplador de gases

Parte II

Norberto R. Strehar y Osvaldo N. Cancela

marzo, 1985

<u>INDICE</u>	Pág.
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	2
2. SELLO MECANICO	2
3. ADJUDICACION	4
4. DISEÑOS TENTATIVOS Y PROPUESTA FINAL	5
5. MODIFICACIONES EN EL SOPLADOR	8
6. INSTALACION Y AJUSTE DEL SELLO	9
7. ENSAYOS REALIZADOS CON SELLOS MECANICOS	10
8. CONCLUSIONES	12
9. REFERENCIAS	12

RESUMEN

En el Informe anterior PQ-Q-FQ-65, se detallan las tareas llevadas a cabo para la instalación de sellos blandos en un soplador tipo "Roots", sus inconvenientes y limitaciones, y se fundamenta además, la decisión de utilizar sellos mecánicos.

En este Informe, se describen las tareas y tratativas llevadas a cabo por esta sección, tendientes a implementar esta alternativa, asimismo, se describen las conclusiones a que se arriba luego de su evaluación.

1.- INTRODUCCION

El Soplador Rotativo tipo "Roots" está instalado en un Lazo Experimental de Circulación de sulfuro de hidrógeno, su función en el mismo, es circular gas sulfuro de hidrógeno a una presión de 2 M Pa.

Dado el diseño del mismo, los dos extremos de eje de los dos lóbulos atraviesan la carcasa, es decir que existen cuatro puntos que se deben sellar. En un Informe anterior (PQ-Q-FQ-65) se detallan las tareas realizadas con sellos blandos y se fundamenta la decisión de utilizar sellos mecánicos.

2.- SELLO MECANICO: Decisión de su adopción como sistema de sellado

Como se menciona en el Informe PQ-Q-FQ-65, se han realizado una serie de ensayos con sellos blandos, tendientes a solucionar el problema con resultados no satisfactorios.

Asimismo, se enumeran las empresas proveedoras de sellos mecánicos tanto importados como nacionales, más relevantes en el mercado local.

De las respuestas obtenidas, se desprende, que solo una de ellas, estaría en condiciones de ofertar un sello importado, garantizar su funcionamiento, y participar en la instalación.

Dos inconvenientes aparecen al respecto, el primero de ellos, de índole técnico, debido a la dificultad aparente en prolongar los ejes, manteniendo la alineación, y el balanceo deseado; el segundo, de índole económico, debido al alto costo del sello, originado por la paridad cambiaria vigente en el momento de la propuesta.

Estos inconvenientes, motivaron la continuación de la búsqueda de proveedores nacionales, que estuvieran dispuestos a diseñar y construir un sello, que pudiese ser instalado en el soplador, sin efectuar modificaciones de importancia.

Surgen de ésta búsqueda, dos fabricantes nacionales, que proponen sendos sistemas de sellado, L.M. SAVASTA S.A.I.C.yF. e INDUSTRIAS ZAMBE S.A.C.I.F.I.C. cuyas propuestas, detallamos a continuación:

a) L.M. SAVASTA S.A.I.C.y F.

Esta firma, propuso un sello, que podría considerarse doble, con la particularidad de ser de pistas concéntricas, separadas entre sí por un canal de agua presurizada.

De características similares al sello Borw-Warner tipo GS, desarrollado para gases corrosivos, a bajas presiones de operación.

Por ser un diseño particular, este sello, podría ser instalado en la cavidad destinada a tal fin, sin otra modificación que efectuar perforaciones ciegas, contra la cara de la zona de presión, roscadas, para el anclaje del sello. En la Fig.1, se puede apreciar un esquema del sello propuesto, y una vista del arreglo de dos sellos como se dispondría en cada par de puntas de eje.

b) INDUSTRIAS ZAMBE S.A.C.I.F.I.C.

Esta firma, construye el sello, en forma lindante con lo artesanal, ya que se auto-provee de sus partes como ser, el carbón para sus pistas, aporte de stellite sobre acero, resortes, etc.. Si bien hubo una serie de diseños propuestos y modificaciones, que se detallan más adelante, esta empresa, en principio,

desestimó lo riguroso de las condiciones de operación en el espacio disponible, por no considerarlos críticos, proponiendo un sello simple, con un único resorte giratorio.

3.- ADJUDICACION

Los precios de estas dos últimas firmas, distaban mucho de las empresas anteriormente consultadas, y en particular la propuesta de la firma ZAMBE, era mucho menor que la de la firma SAVASTA.

Tres factores tuvieron influencia en la determinación final:

- a) La necesidad de encontrar un sistema de sellado.
- b) El costo.
- c) El carácter prototipo del soplador.

Partiendo de estas premisas, y recordando que en el soplador ya se habían probado las alternativas posible con sellos blandos y considerando que esta etapa no insumiría una gran cantidad de dinero, se creyó conveniente, encomendar a la firma INDUSTRIAS ZAMBE, la realización de cuatro sellos mecánicos.

Paralelamente a la etapa de diseño, se encargó al Departamento de Garantía de Calidad, de la Gerencia Planta Experimental de Agua Pesada, la provisión del material necesario para su construcción, con la doble finalidad de reducir costos, y asegurar la calidad del material utilizado, Acero inoxidable AISI 316-L, el que fue cedido por la firma SPITZNER S.A:

4.- DISEÑOS TENTATIVOS Y PROPUESTA FINAL

Siempre sobre la base de no modificar las dimensiones generales del alojamiento disponible para el sello mecánico, la firma ZAMBE, con el aporte de personal de este grupo de trabajo se abocó al diseño del sello mecánico más adecuado.

En los primeros diseños se trabajó sobre la base de un sello simple con un solo resorte giratorio, sin refrigeración y con partes críticas expuestas a la acción del H_2S . Posteriormente este diseño se modificó a fin de proveer una fuerza de cierre de las caras más efectiva, utilizando varios resortes, suministrar una entrada de agua presurizada para lavado y refrigeración y tratar de evitar que el sulfuro de hidrógeno estuviese en contacto con los resortes.

Surge así el diseño de un sello doble que quedó desestimado de inmediato dado el poco espacio disponible y la pequeñez de los componentes del mismo, lo que no aseguraba la precisión necesaria de los mismos.

En ese momento, personal del Departamento de Ingeniería de la P.E.A.P., aportó la idea de fabricar una brida normalizada que se pudiese adaptar a distintos sellos de la firma CHESTERTON, y conseguir un sello simple de la misma a modo de prototipo (Fig. 2).

Esto, trajo aparejado una modificación sustancial del sello que podría ser provisto por la firma ZAMBE, quedando de esta forma la C.N.E.A. con la responsabilidad del diseño.

Esta situación obviamente, no era deseada, por lo tanto se regresó al punto de partida, dejando al proveedor la libertad de diseñar el sello y quedando la C.N.E.A. con la decisión de la aprobación o no del mismo, y la posibilidad de sugerir algunas modificaciones de ser necesario.

Dado el diseño de las bridas del mismo y a fin de brindarle al proveedor más espacio útil y versatilidad en el diseño final del mismo, se aprobó, conjuntamente con la empresa REPICKY S.A. proveedora del soplador, la modificación de la estopera y la caja separadora, según las necesidades del sello.

Luego de estudiar varios diseños se convino, con la firma proveedora del sello, un proyecto más sencillo y efectivo como sería sellar agua en vez de gas, razón por la cual, esta empresa se abocó al diseño del mismo, resultando así, una cámara de agua separada del cuerpo del soplador por medio de un retén bilabial, mientras que el sello propiamente dicho sellaría el agua a presión contenida en esa pequeña cámara, actuando al mismo tiempo como refrigerante de los componentes rotativos del sello.

El retén bilabial, generó una línea de estudio para determinar su conformación y material.

El proveedor del sello, propuso usar un retén de PTFE construido por su firma, esto quedó descartado, dada la mala experiencia obtenida por este grupo de trabajo con sellos blandos de ese material.

Consultadas distintas empresas fabricantes de retenes, el modelo ideal, sería del tipo, bilabial y bi-resorte.

La medida de retén requerida para el soplador, no integraba las líneas estandar de producción. Como alternativa válida, se encontró un retén con dos labios, uno principal, accionado con un resorte, y otro secundario, más duro y sin resorte, que le permite trabajar con presiones de hasta 10 Kg/Cm^2 .

En cuanto a los materiales del retén fué necesario realizar una evaluación de los mismos, para lo cual se fijaron dos criterios, inercia química frente al H_2S y costo.

Para evaluar la inercia química, se realizaron una serie de ensayos de exposición de distintos elastómeros con sulfuro de hidrógeno a presión atmosférica, tanto en fase líquida como gaseosa. Después del tratamiento, las probetas fueron evaluadas por la empresa proveedora de los retenes, mostrando los resultados un comportamiento adecuado tanto el VITON como el neoprene.

Por razones de costo, se eligió el neoprene, que por otro lado es uno de los materiales usados en la fabricación estandar.

En lo relativo al material para los resortes, se adoptó uno de bronce, para prevenirlo de la acción corrosiva del agua, dado que los de serie son de hierro común.

Un esquema del retén, puede apreciarse en la Fig. 3.

El diseño del sello definitivo, queda entonces conformado por un retén de la firma TH modelo 0917 GALG ALP, y un sello mecánico simple, con resortes múltiples de acero inoxidable, una pista rotativa de acero inoxidable AISI 316, con aporte de STELLITE, lapidado por la firma ZAMBE, una pista estacionaria de carbón lapidado, y una brida de acero inoxidable INTEC 5000, con conexiones de entrada y salida de agua presurizada.

Queda así conformado un sello de tipo cartucho dispuesto de la siguiente forma: La cara estacionaria y la rotativa, se encuentran alojadas en la brida de ajuste, el estacionario, de carbón se mantiene fijo a la brida por medio de un anillo "O", el rotativo se fija al eje por medio de otro anillo "O", soportado por una arandela de acero inoxidable, la cual se encuentra en contacto con los resortes de acero inoxidable, que se mantienen tensionados en una caja del mismo material que gira con el eje y que se fija al mismo por medio de tres tornillos tipo "ALLEN". Todo el conjunto, está contenido dentro de la brida del sello, la cual ajusta contra la cámara de presión, a través de cuatro tornillos roscados.

La disposición y dimensiones generales del sello pueden verse en Figs.4.

5.- MODIFICACIONES EN EL SOPLADOR

Como se ha mencionado anteriormente, se decidió modificar la estopera del soplador para facilitar la instalación del sello. Dado que el retén obtenido era de un espesor mayor que el propuesto originalmente, fue necesario que el alojamiento del mismo fuese compartido por el sello y por la pared del soplador (Fig 4 PL3).

Por otro lado, era necesario sellar el sector entre la brida y la pared del soplador. Sobre la base de la experiencia en sistemas de sellado anteriormente usados, se decidió utilizar un anillo "O" ubicado de forma tal que permitiese el movimiento de la brida, sin perjuicio del sellado de esta.

El anillo "O" utilizado corresponde al modelo 2-232. La instalación del sello, imponía la eliminación de algunas costillas de refuerzo que posee el soplador. Para evitar esto, y para facilitar el ajuste del sello, el constructor del soplador sugirió cortar los separadores en dos partes, bridarlos y alinearlos por medio de espigas (Fig. 5). De esta forma la instalación y ajuste se haría con el sello libre.

Aprovechando estas modificaciones, se decidió cambiar de posición las espigas de alineación existentes entre el separador y la cámara de presión a un lugar más accesible. Para ello, se soldaron dos pares de "orejas" a cada tapa y cámara de presión, que previa rectificación alojaron a las nuevas espigas de alineación, estas soldaduras fueron realizadas utilizando el método de soldadura "TIG", para evitar posibles fases cristalográficas no deseadas y deformaciones permanentes. Esta tarea se realizó en los talleres especializados de Sede Central de la C.N.E.A.

Dado que la decisión de cortar los separadores fue posterior al maquinado de la estopera y a la realización de los agujeros roscados de anclaje, estos últimos, fueron realizados desde el interior de la cámara de presión. Teniendo en cuenta el corte de los separadores y considerando el funcionamiento de este tipo de sopladores, fue necesario taparlos, para lo cual se construyeron tornillos de dos a tres mmilímetros de largo, y luego se soldaron con el método "TIG" y fueron posteriormente rectificadas, previniendo así, posibles fugas de gas sulfuro de hidrógeno y evitando disminuir la eficiencia del equipo.

Las dos partes en que quedó dividido cada separador, se unieron entre sí por medio de bulones que aprietan sendas escuadras, que a modo de bridas, fueron soldadas en ambas partes.

Es de destacar que todas estas modificaciones fueron desinteresadamente efectuadas por la firma REPICKY .S.A.C.I.F.I.M.A.

6.- INSTALACION Y AJUSTE DEL SELLO

Luego de instalar los lóbulos en la cámara de presión, alinearlos y abulonar sus tapas, se introducía cada caja porta resorte, la cual se alinea con respecto al eje, por medio de tres tornillos "ALLEN" de fijación. Una vez centrada y alineada dicha caja, se procede a instalar la cara rotativa del sello por medio de un manguito de bronce, el cual impide que el anillo "O" se muerda o estropee, al pasar por los diferentes diámetros del eje. Una vez armada la unidad rotativa, se instalan las bridas y se ajustan a la tapa de la cámara de presión, por medio de los bulones correspondientes. De esta forma, el retén, queda aprisionado entre la tapa de la cámara de presión y la brida de ajuste, quedando la unidad rotativa, libre dentro de ella, y con un adecuado ajuste en sus caras.

A continuación, se prosigue con el armado del soplador en forma tradicional.

Es de hacer notar, que una vez entregados los sellos, se observó que las pistas rotativas de stellite, no se encontraban con el lapidado requerido por los mismos, por lo tanto fue necesario realizar esta tarea en dependencias del INTI, así se hicieron evidentes una serie de imperfecciones como poros, fisuras, etc.. A pesar de todo, se instalaron en esas condiciones dado que era imposible en ese momento rehacerlos.

Asimismo, fue necesario cambiar los resortes del sello, pues estos se encontraban defectuosos, no estaban rectificadas, y aparentemente no tenían la misma tensión, por tal motivo, estos fueron provistos por la firma MARISCAL RESORTES, empresa dedicada a la fabricación de resortes de precisión calibrados.

7.- ENSAYOS REALIZADOS CON SELLOS MECANICOS

Una vez armado el soplador, se lo instaló en el Lazo de Circulación de Sulfuro de Hidrógeno, y se realizaron una serie de pruebas tendientes a verificar su funcionamiento y posibles fugas de gas.

- a) Sin presión de nitrógeno, (tanto en el lazo, como en el equipo lavador de sellos). Se puso en funcionamiento la bomba de circulación de agua de lavado de sellos y se observó, abundante pérdida de agua por la parte posterior del sello N°3. Los otros sellos, perdían agua por el mismo lugar, pero en menor cantidad.
- b) Se realiza nuevamente la experiencia sin presión y sin funcionamiento de la bomba de circulación o sea simplemente con la presión dada por la altura del equipo de circulación de agua ($h = 1,50 \text{ m}$) y se observan las mismas pérdidas.
- c) En las condiciones de (a), se dieron "golpes de presión" en los sellos, con nitrógeno para tratar de acomodar el anillo "O" del sello. No se observaron mejoras, e inclusive se detectaron pérdidas en las caras del soplador con la zona de presión.

Llegado este punto, se estudiaron las causas posibles de pérdida, algunas de las cuales serían:

- a) El anillo "O" de la unidad rotativa no ajusta lo suficiente con el eje.
- b) Por falta de acomodamiento de los resortes, las caras quedan abiertas.
- c) Dado que el equipo de circulación de agua de los sellos, no tiene nivel de líquidos, no se observó la pérdida de agua del mismo. Esta apareció, dentro del soplador una vez que se lo retiro del lazo. Este hecho determina que los retenes, no se comportaron adecuadamente. En teoría, estos retenes deberían soportar una presión absoluta de 10 kg.cm^{-2} , presión que no se alcanza con la bomba y menos con la presión hidrostática de la columna correspondiente.

Por lo tanto, se decide, desarmar el soplador para observar el estado de los retenes, comprobar la situación de los componentes del sello, así como solucionar la pérdida por las tapas cambiando las correspondientes juntas.

Una vez desarmado el soplador se observó lo siguiente:

- 1º) En las pistas rotativas, se observa en una parte de su superficie un contacto deficiente con el grafito.
- 2º) En el eje, se vió una marca dejada por el anillo "O", posiblemente debido a que giró el eje con el anillo estático.
- 3º) Los retenes, presentan un desgaste prematuro de sus labios, teniendo en cuenta el tiempo de funcionamiento.

Visto esto, se decide:

Cambiar los anillos "O" por otros de menor diámetro y el mismo espesor, cambiar los retenes por otros de labios más duros y variar las medidas relativas de montaje de los sellos, de tal forma de darle a las caras una mayor fuerza de ajuste.

Paralelamente a estos cambios, se solicitó la colaboración de personal del Departamento de Ingeniería de la Gerencia P.E.A.P., se les comentó las experiencias realizadas y las conclusiones a que llegó este grupo de trabajo, estando de acuerdo con nuestras propuestas y recomendando que una vez instalado el soplador, se lo hiciera funcionar durante 10 minutos, con agua, pero sin circulación y sin presión, para que se acomoden las pistas (hermanado).

Una vez armado nuevamente el soplador, con los cambios descriptos, se lo instala nuevamente en el Lazo y se comienza una nueva serie de experiencias, ídem a las descriptas en a) b) y c).

Como resultado de éstas, se comprueba una pérdida menor de agua que en las experiencias anteriores, pero un recalentamiento inadecuado de los sellos, conjuntamente con un persistente olor a goma quemada, esto impuso una nueva cancelación de las pruebas y un nuevo desarme del soplador.

Hecho esto, se verificó que los anillos "O" del sello se hallaban "quemados", dada la alta temperatura que adquirieron los sellos debido posiblemente a un excesivo ajuste de las caras del mismo.

Una vez solucionados estos inconvenientes, se armó nuevamente el soplador, variando también en esta oportunidad las medidas de montaje del sello.

Montado en el Lazo, se realizaron varias experiencias, no obteniéndose resultados satisfactorios, por cuanto las pérdidas no pudieron ser reducidas, y en algunos casos, estas fueron incontrolables.

8.- CONCLUSIONES

Sobre la base de lo expuesto, se puede concluir que si bien los ensayos realizados hasta el momento no han dado resultados satisfactorios, no puede descartarse que nuevos diseños de sello, adecuadas técnicas de fabricación y/o incorporación de otros tipos de materiales lo logren.

9.- REFERENCIAS

- 1: Lazo Experimental de Circulación de Sulfuro de Hidrógeno.
Ensayo Dinámico PQ-Q-FQ-58.
N. Strehar, P. Bruzzoni, J.J. Moras, E. Cogozzo y M. Molinari
(1980).
- 2: Seminario sobre Sellos mecánicos a cargo del Sr. L. Pagano,
de la firma CHESCO INC.
- 3: Lazo Experimental de Circulación de Sulfuro de Hidrógeno.
Sellos del Soplador de Gases PQ-Q-FQ-65. .
N. Strehar, J.J. Moras, E.O. Cogozzo y O. Cancela.

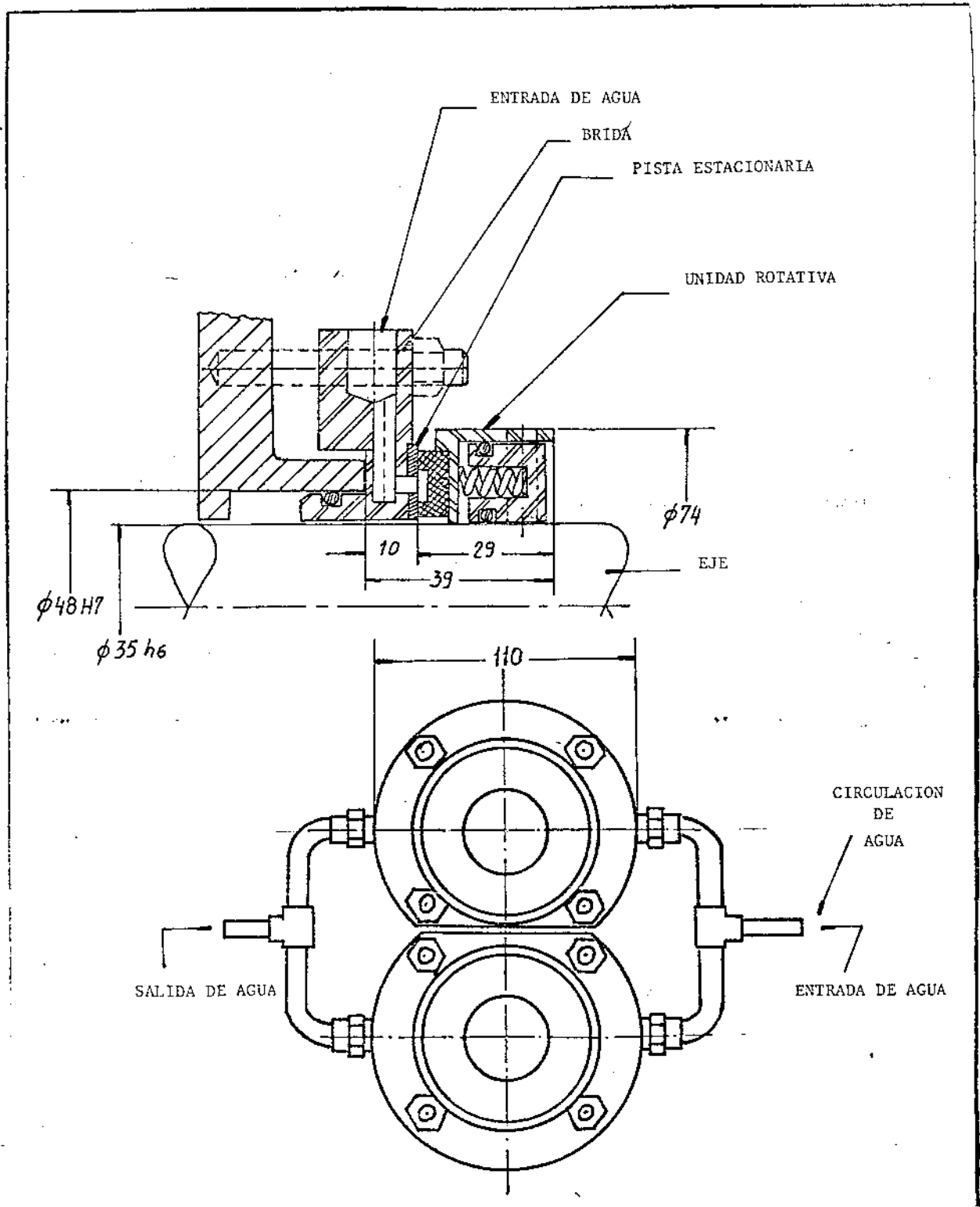


Fig. 1

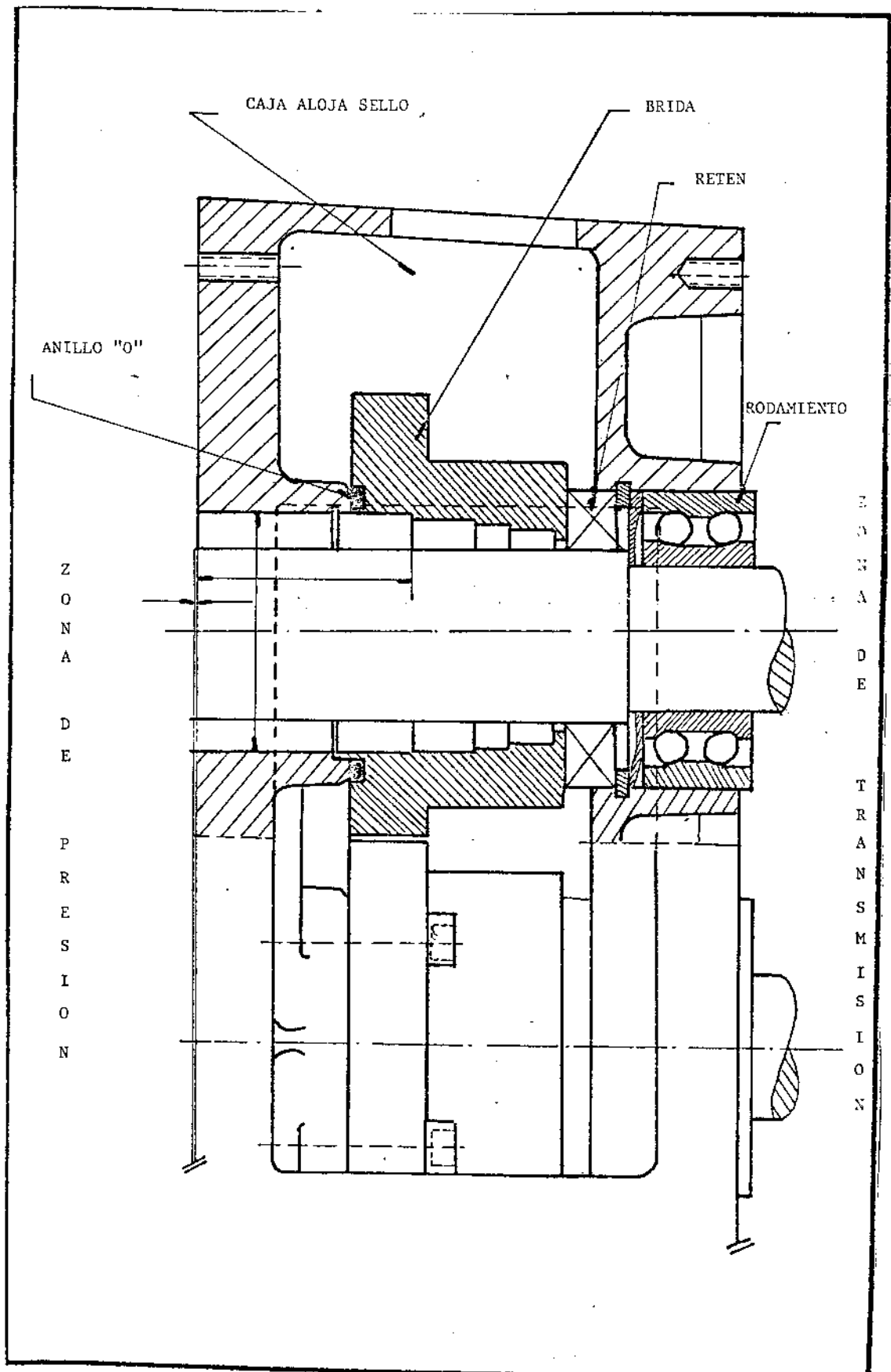


Fig. 2

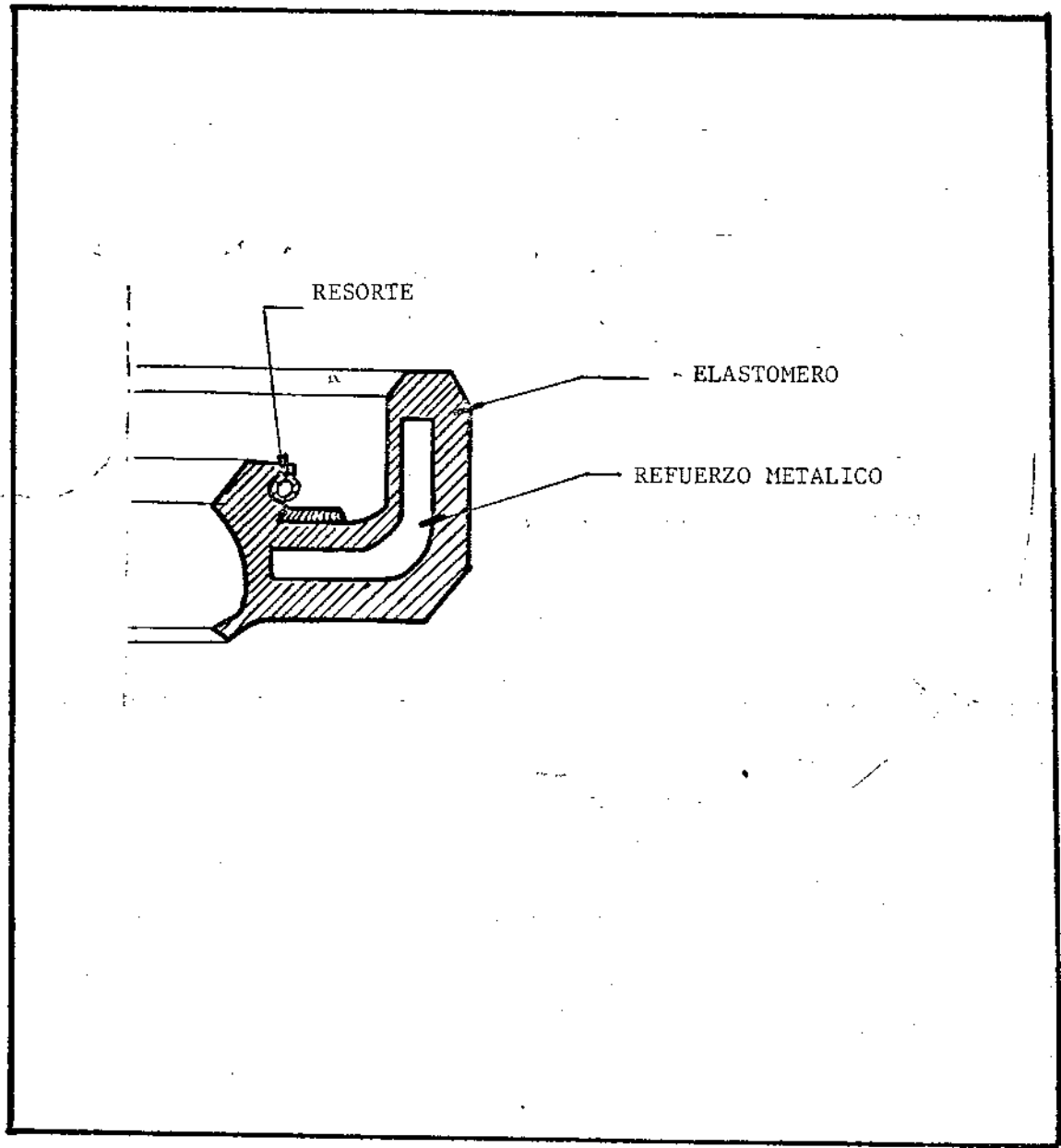


Fig. 3

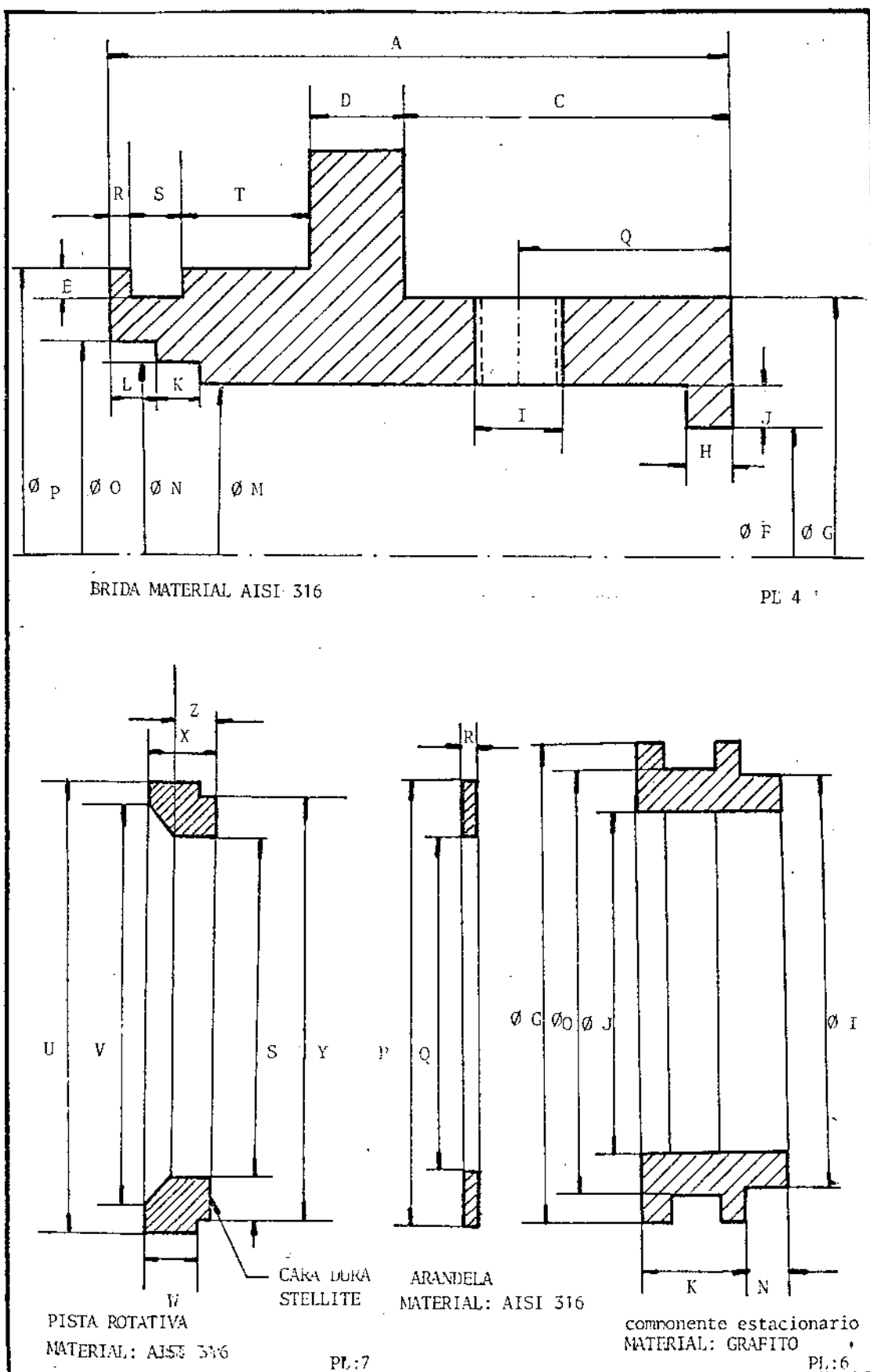


Fig. 4

Posición	SELLO N°			
	1	2	3	4
A	63,75	63,60	63,75	63,60
B	-----	-----	-----	-----
C	33,00	34,50	33,65	34,00
D	10,25	9,80	10,20	9,75
E	21,70	23,00	22,70	22,30
F	45,05	45,25	44,90	44,95
G	70,10	70,0	69,90	70,00
H	4,95	4,5	5,50	4,95
I	9,25	9,25	9,25	9,25
J	3,50	3,50	3,55	3,50
K	3,95	4,30	3,85	4,50
L	4,15	4,10	4,00	3,90
M	52,10	52,25	52,00	51,90
N	56,35	56,35	56,15	56,45
O	61,15	61,55	61,00	61,35
P	75,60	75,60	75,70	75,85
Q	2,65	2,90	2,95	2,65
R	1,65	1,50	1,75	1,70
S	5,00	5,10	5,70	5,45
T	13,20	13,50	12,50	12,45

FIGURA 4
Dimensiones correspondientes a PL4

Posición	SELLO N°			
	1	2	3	4
A	47,75	47,60	47,55	48,45
B	50,30	50,00	50,15	50,4
C	35,30	35,15	35,25	35,10
D	24,45	24,30	25,00	24,80
E	18,80	18,46	19,37	17,39
F	38,15	38,75	37,40	38,70
G	51,6	51,50	51,45	51,45
I	44,30	44,40	44,45	44,45
J	35,80	35,80	36,00	35,9
K	10,0	10,25	9,75	10,35
N	5,45	5,30	4,85	5,25
O	45,50	45,65	46,00	45,70
P	47,10	47,15	47,15	47,15
Q	35,55	35,35	35,45	35,65
R	1,50	1,55	1,50	1,55
S	35,65	35,80	35,80	36,00
T	3,6	3,95	3,50	3,75
U	47,15	47,25	47,10	47,65
V	41,6	42,15	41,0	41,70
W	4,95	4,80	5,15	4,45
X	6,95	7,0	6,85	6,65
Y	42,55	43,8	43,10	43,8
Z	4,0	3,8	4,35	3,70

FIGURA 4

Dimensiones correspondientes a PL 6 y 7

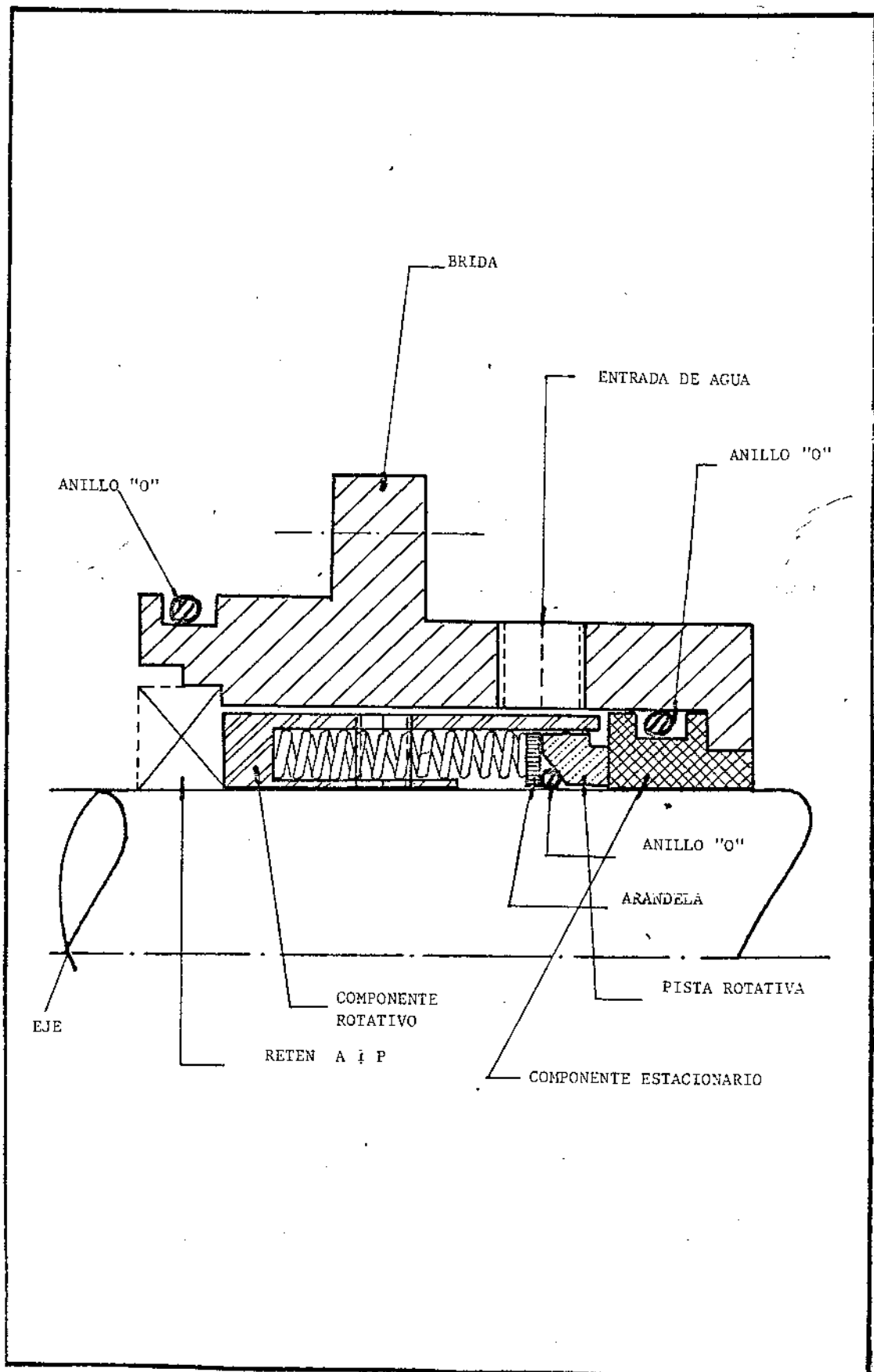


Fig. 4

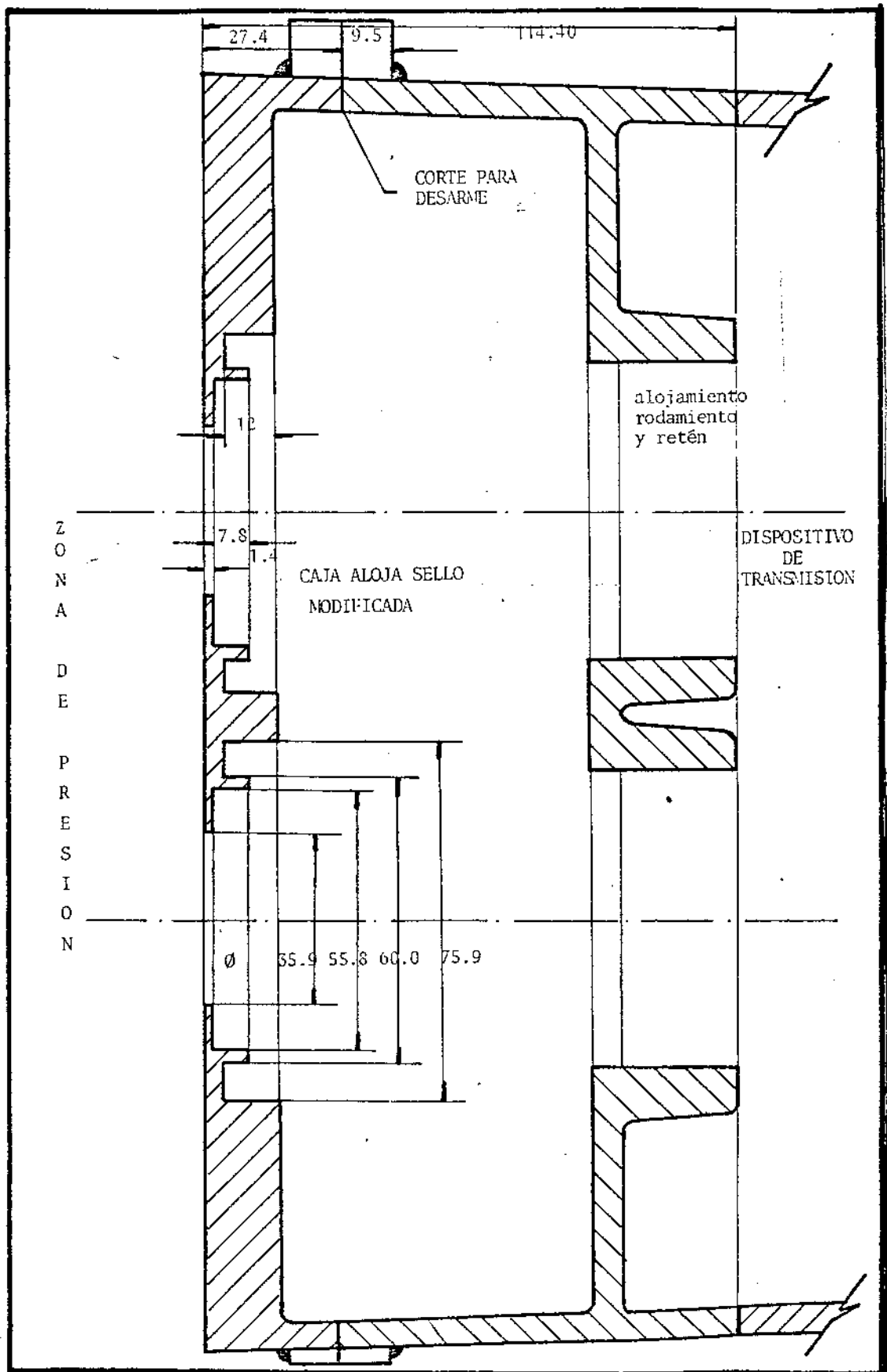


Fig. 5