

CENTRALES NUCLEARES EN LA REPUBLICA ARGENTINA SU TECNOLOGIA Y SU IMPACTO REGIONAL

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

LA FOTO DE TAPA MUESTRA
EL NUCLEO DE LA CENTRAL
ATOMICA DE ATUCHA

LA INFORMACION CORRESPONDE AL MANUSCRITO
RECIBIDO EN ABRIL - 1974

DISEÑO GRAFICO: PLANIFICACION
Y DIAGRAMACION/C.F.I.
BUENOS AIRES - ARGENTINA
OCTUBRE 1974

Impreso en Argentina — Printed in Argentine
Hecho el depósito que marca la Ley 11.723
©1974 Comisión Nacional de Energía Atómica
Av. Libertador 8250 — Consejo Federal de Inversio-
nes — Alsina 1401 — Capital Federal — República
Argentina.

Diseño y especificación de los componentes principales y auxiliares

**Ings. Luis Darnond, Jorge Bertoni,
Jürgen Fritzsche, Juan M.
Larumbe Valle, Raúl Lopez,
Gerónimo Martinez, Omar Reatti
y Simón Simchez.**

4. I INTRODUCCION

Las centrales nucleoelectricas son, en última instancia, centrales térmicas en las cuales el reactor nuclear corresponde a la caldera de las centrales de tipo convencional. La energía calórica generada en el proceso de fisión nuclear se emplea, en forma directa o indirecta, para producir vapor, el cual acciona al grupo turboalternador. Este es el concepto aplicado en todas las centrales nucleoelectricas desarrolladas hasta el presente, a pesar de haberse estudiado otros sistemas para la transformación de la energía nuclear en electricidad, tales como conversión directa, turbinas de gas, etc., pero todos ellos se encuentran por ahora en etapa experimental y con toda seguridad pasarán muchos años antes de que puedan competir con el sistema "reactor de fisión-turbina de vapor-generator eléctrico".

En la actualidad se ha llegado a un grado tal en el desarrollo de la tecnología de los reactores, que se puede afirmar que las centrales nucleares están técnicamente comprobadas y aceptadas, y su operación resulta satisfactoria y segura. En lo que respecta a su interconexión con los sistemas eléctricos existentes, es necesario descartar, que, tanto las características propias de funcionamiento de los reactores, como el grado de automatización del control de las centrales nucleares, les confieren una capacidad de seguimiento de la carga eléctrica adecuada para su interconexión con redes eléctricas.

4. II DESCRIPCION TECNICA DE UN REACTOR HWR

Los reactores HWR (Heavy Water Reactors) son alimentados con uranio natural, moderados y refrigerados por agua pesada. En este caso particular se hará la descripción del reactor, desarrollado en Canadá. El recipiente que contiene el núcleo y sus componentes es un cilindro horizontal de acero inoxidable, denominado calandria. (Figs. 1 a 3). Las dimensiones, para un reactor de 600 MW, son: diámetro 9,00m, longitud 7,50m y 2,5cm de espesor de pared.

La calandria está atravesada longitudinalmente por 380 tubos de zircaloy, dispuestos en un reticulado cuadrado. Estos tubos están mandrilados a las placas frontales de la calandria. En el interior de la calandria se encuentra el moderador, que es agua pesada mantenida a presión ligeramente superior a la atmosférica y a temperatura ambiente. En la parte inferior, y conectado con la calandria, se encuentra el tanque de descarga del moderador. Esta descarga se puede realizar en contados segundos, provocándose así la detención del reactor. En el interior de los tubos de la calandria y concéntricos con los mismos, se encuentran los tubos de presión dentro de los cuales se alojan los ele-

mentos combustibles. También estos tubos están contruados con zircaloy y sirven de conducto para el agua pesada de refrigeración. El espacio comprendido entre el tubo de la calandria y el de presión es llenado con CO₂ para proporcionar una capa aislante y evitar las fugas de calor del refrigerante al moderador. La conexión de los tubos de presión con los conductos del circuito primario se realiza mediante una pieza llamada boquilla terminal, que permite simultáneamente alojar los tapones de cierre y efectuar las operaciones del reabastecimiento de combustible. Estas boquillas terminales son contruadas en acero inoxidable, y los tubos de presión están mandrilados a las mismas, en ambos extremos. (Fig. 4).

El movimiento del refrigerante se efectúa en direcciones opuestas en canales adyacentes, a fin de que no se produzcan gradientes térmicos a través del reactor. El agua de refrigeración ingresa a los tubos de presión a una presión que impide la ebullición del refrigerante. Tanto a la entrada como a la salida del reactor, se encuentran los colectores, que a su vez están conectados con los intercambiadores de calor. Los elementos combustibles consisten en pastillas de dióxido de uranio sinterizado, envainadas en tubos de zircaloy. Estos elementos, agrupados en manojos de barras, se alojan en el interior de los tubos de presión. El grado de quemado del combustible, en los HWR, es de orden de 10.000 MW(t)d/t. El circuito primario de refrigeración dispone de 4 intercambiadores de calor, 4 bombas centrífugas y los conductos respectivos con sus válvulas. Este circuito permite el establecimiento de una circulación natural, suficiente para refrigerar el reactor después de su detención accidental, para evitar el sobrecalentamiento de los elementos combustibles. Las condiciones de operación del circuito primario, de alta presión y temperatura, requieren cuidados especiales en la ingeniería y construcción, como en el control de la calidad, para asegurar una buena estanqueidad del circuito. Las pérdidas de agua pesada pueden significar un inconveniente debido a la radiactividad proveniente del tritio (H³). El circuito del moderador no presenta este inconveniente, pues trabaja a baja presión y temperatura. Cada intercambiador de calor consiste en una carcasa en cuyo interior hay tubos en U invertida. En el secundario de los intercambiadores se genera el vapor saturado que acciona el turbogenerador. El reactor y los componentes del circuito primario se encuentran alojados en un recinto estanco. Dicho recinto está recubierto interiormente con epoxy, con el objeto de facilitar la recuperación del vapor de agua pesada que pudiera escapar del reactor. El recinto estanco está contruido en hormigón denso y actúa como blindaje biológico para protección del personal.

El control de la potencia del reactor se efectúa por varios métodos: principalmente mediante la regulación del nivel del moderador en la calandria, y además, mediante barras de control con absorbentes de neutrones, y barras con material fisionable, y variando la concentración de veneno disuelto en el moderador. Los parámetros nucleares y térmicos que se obtienen mediante la instrumentación ubicada en el interior del reactor son procesados en una computadora que, en forma automática, efectúa las correcciones necesarias para optimizar la marcha de la central. De cada uno de los canales se extraen muestras de refrigerante, que se analizan automáticamente en un equipo de monitoreo, con el objeto de determinar pérdidas de productos de fisión provenientes de fallas eventuales en algún elemento combustible. El registro permanente de esta información permite solucionar de inmediato los eventuales inconvenientes producidos.

El reabastecimiento de combustible en los reactores HWR se efectúa durante su funcionamiento a plena potencia, mediante dos máquinas automáticas que operan simultáneamente en ambos extremos de cada canal (ver anexo II,3). Con el objeto de lograr una mayor eficiencia en quemado del combustible, el recambio de los elementos se hace en forma opuesta para canales adyacentes, según sea el sentido de circulación del refrigerante en cada canal. El combustible irradiado es almacenado bajo agua hasta su posterior traslado a la planta de procesamiento.

4.III DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO PRIMARIO

4. III. a Generadores de Vapor (Fig. 6 y 7)

Consta de grupos de tubos en U ubicados en una envoltura. La parte inferior de salida de los tubos en U se utiliza para precalentar el agua de alimentación entrante hasta la temperatura de saturación. En la parte superior de la envoltura se ubica el equipo separador de vapor. El agua de alimentación penetra a la zona laberíntica, a cuya salida se mezcla, a temperatura de saturación con el resto del agua del recinto. Agua a temperatura de saturación retorna desde el equipo separador de vapor por una zona anular exterior al haz de tubos. Se evita el contacto del agua de alimentación con la placa-tubo mediante una chapa separadora en el fondo de la sección de precalentamiento. Una camisa térmica que admite grandes variaciones de temperatura de agua de alimentación se encuentra instalada en el manguito de alimentación.

La presión de vapor en el manguito de salida se controla a 43,5 atm, y el contenido de humedad en 0,25 o/o en peso. El nivel de agua de alimentación se programa de forma tal

que se eleve con el aumento de potencia para minimizar el efecto de hinchado.

Los tubos son de Incoloy 800, la placa-tubo está plaqueada con Inconel. Debe cumplir con los requerimientos del ASME Code, Secc. III. El lado de los tubos es clase I.

4. III. b Bombas principales. (Fig. 6 y 8)

Son de tipo centrífuga, doble voluta, succión simple, de posición vertical. Los sellos del eje son tres, mecánicos y de presión total. Todos ellos, seguidos de un cuarto sello que evita, aún en el caso de falla de los 3 sellos mecánicos, grandes pérdidas mientras la bomba está parada o disminuyendo la marcha. La cavidad entre el cuarto sello y los 3 sellos mecánicos está conectada al sistema de recolección de pérdidas, para recoger la pérdida normal durante la falla de los sellos primarios. El conjunto de ellos es removible e intercambiable como un todo para facilitar el mantenimiento. Los sellos se refrigeran mediante agua pesada fría del sistema de sellos.

Las bombas están equipadas con volantes, cuya energía prolonga la operación luego de pérdida de energía del motor. El flujo de agua es así similar al que sigue a una excursión del reactor. Con las bombas paradas, la circulación natural mantiene la refrigeración adecuada del núcleo.

4. III. c Tubería principal

Consta de varios tramos, desde tubos en paralelo hasta únicos. Así, el reactor se conecta mediante 95 tubos alimentadores a cada cabezal colector de salida, con distintos tamaños de acuerdo a la potencia del canal de combustible que corresponda, luego el cabezal se conecta mediante 2 tubos con el generador de vapor, éste mediante uno con la bomba, otra vez dos al cabezal colector de entrada y nuevamente 95 al reactor. (Fig. 5). En 40 canales seleccionados se miden diferencias entre temperatura de entrada y salida, al igual que flujo. Temperatura de salida se verifica en todos los canales.

4. III. d Conjunto Calandria — blindajes terminales.

Compuesto esencialmente por un recipiente cilíndrico (calandria) conectado integralmente en cada extremo a dos estructuras (blindajes terminales) que a su vez descansan en las paredes de concreto del recinto del reactor.

El conjunto contiene los canales de combustible, los componentes del núcleo del mecanismo de reactividad, el moderador y reflector en forma de agua pesada, el blindaje del reactor, estando todo el conjunto sumergido en el agua que forma el blindaje del recinto del reactor. La calandria en sí consiste en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable

de acero inoxidable y tiene como funciones primarias la de contener el agua pesada que es moderador y reflector y soportar los mecanismos internos del núcleo. Está formada por una cáscara exterior de los blindajes extremos. Un total de 380 tubos de calandria atraviesan la calandria horizontalmente con un paso de 286 mm, para formar un arreglo circular. Los tubos están mandrilados dentro de la perforaciones de la placa-tubo y son una parte integral del límite del recipiente de presión que es la calandria. Son de una aleación de zirconio y sus dimensiones son 129 mm, de diámetro interior por 1.37 mm, de pared.

Otros componentes internos de la calandria también son de aleación de zirconio. Horizontalmente, el recipiente es trabado por los manguitos para los detectores de flujo y para la inyección de veneno dentro del moderador que atraviesan las hileras de los tubos de calandria normalmente. Verticalmente, el recipiente es trabado por el conjunto de control zonal, las guías de las barras de apagado, de los ajustadores de flujo, de los absorbedores de control y los manguitos para los detectores de flujo. Tubos de acero inoxidable conectan la calandria desde las penetraciones de mecanismos de reactividad a través del blindaje de agua hacia el exterior del recinto del reactor para conectar los componentes del mecanismo de reactividad externa. Cuatro conexiones de acero inoxidable de 153 mm a cada lado de la calandria a través de las tuberías correspondientes proveen moderador frío, que retorna a través de 2 tuberías de Ø 306 mm, que penetran al fondo de la calandria. Conexiones para despresurización, en cantidad de 4 y diámetros de 460 mm, van desde la parte superior a través del blindaje de agua hasta discos de ruptura ubicados en la cubierta blindada (shielded deck). Los blindajes extremos soportan los canales combustibles y proveen blindaje en los extremos del núcleo del reactor durante la parada.

Son de acero inoxidables y están compuestos de la placa-tubo común a la calandria y blindaje extremo, y conectan a la placa tubo exterior mediante 380 conectores y una cáscara exterior. Los blindajes extremos se hallan rellenos de bolillas de acero y agua que proveen un blindaje radioactivo. Los tubos conectores están alineados con los tubos de calandria y soportan los ensamblajes de los "end fittings" de los canales combustibles.

Una estructura soporte integral, soldada a la circunferencia de los blindajes terminales, está embutida en las paredes terminales del recinto. Está diseñada para permitir movimientos diferenciales entre el conjunto del reactor y el recinto, que son resultado de efectos térmicos y de carga. El conjunto es montado en fábrica. Así ensamblado es

llevado sobre ruedas al recinto del reactor, donde es soportado por gatos con apoyos en los anillos soportes de los blindajes extremos, permitiendo retirar el transportador. La calandria se construirá según la secc. III cl. 3 del ASME como requerimiento mínimo.

4. IV DISEÑO MECANICO

4. IV. a. Diseño de cañerías

Las actividades relativas al diseño de cañerías se ubican en el área de Ingeniería de Detalle incluyendo los estudios generales de distribución, planos relativos a la ubicación de equipos, planos de detalle de cada línea, planos isométricos, especificaciones detalladas de materiales y características de cada línea, listado de materiales, análisis de flexibilidad, cálculo económico, programación del montaje.

A fin de determinar la capacidad existente en el país en relación al diseño de cañerías, se ha establecido contacto con diversas empresas de ingeniería, quienes han provisto información sobre su experiencia en el tema y la metodología de trabajo seguida, que se resumen a continuación:

4. IV.a.1 1.1 – Códigos y normas aplicados

- ANSI B-31.1 Power Piping
- ANSI B-31.3 Petroleum refinery piping
- API American Petroleum Institute
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society for Testing and Materials
- AWWA American Water Works Association
- IRAM Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- MSS Manufacturers Standarization Society for Valve and Fitting Industry.

1.2 – Factores intervinientes en el cálculo

- Fluido
- Caudal
- Presión
- Temperatura
- Viscosidad
- Corrosión
- Velocidad
- Pérdida carga
- Peso molecular
- Peso específico
- Calor específico
- Punto congelamiento
- Vibraciones
- Contenido sólidos

4. iV. a. 2 2 – Métodos de cálculo

2.1 Cálculo económico.

Se realiza teniendo en cuenta las condiciones fijadas por el proceso y evaluando los costos diferenciales de energía contra los requerimientos de inversión. Los cálculos se realizan generalmente basándose en los métodos que se indican a continuación:

- 1) Flow of Fluids. Tech. Papel Nº 410 de la firma CRANE
- 2) Cameron Hydraulic Data
- 3) Pipe Frictional Manual, Hydraulic Institute of New York
- 4) Piping Handbook, Sabin Crocker
- 5) Pipe Engineering Tube Turns Corp.

2.2 Ubicación espacial de cañerías y componentes.

La determinación de la ubicación espacial de cañerías y componentes se basa en consideraciones sobre:

- Requerimientos de proceso
- Accesibilidad operativa y de mantenimiento
- Economía
- Seguridad
- Condiciones técnicas de diseño y requerimientos de construcción y montaje.
- La resolución puede basarse en métodos analíticos o en escala.

En el segundo caso se construye un modelo conteniendo todos los equipos, estructuras, bases, cañerías, válvulas, accesorios, instrumentación, etc.

Del modelo se toman los planos isométricos para cómputo de materiales, estudios de flexibilidad y prefabricación de cañerías.

El modelo es usado finalmente como complemento de los planos en las operaciones de instalación y montaje y para entrenamiento de personal.

2.3 Análisis de flexibilidad.

Para los sistemas con temperaturas de diseño diferentes de los límites ambientes se realiza un análisis de flexibilidad, para lo cual se emplean métodos analíticos manuales o programas de cálculo por computadora.

- 1) Flex Analytical Charts -Design of Piping for Flexibility
- 2) Tube Turns -Piping Flexibility Analysis
- 3) M.W. Kellogg -Expansion stresses and reactions in Piping Systems
- 4) Petroleum Refinery Piping -Expansion Flexibility, Structural Attachements and Restraints.
- 5) S. W. Spielvogel -Piping Stress calculation simplified.

- 6) Programa para análisis de flexibilidad de cañerías. Computadora IBM 360 y 370—Origen USA.
- 7) Programa para cálculo de espesores de cañerías. Computadora IBM 360 y 370 — Origen USA.

2.4 Documentación Técnica

La documentación técnica que conforma el proyecto de ingeniería de detalle comprende:

Diagramas de cañería e instrumentación.
 Planos de distribución de planta.
 Plano de implantación.
 Planos de distribución de cañerías.
 Modelo en escala (si corresponde).
 Planos isométricos.
 Listado de materiales.
 Listado de líneas.
 Análisis flexibilidad.
 Especificaciones generales de proyecto.
 Selección y ubicación de soportes.
 Aislación.

4. IV. a. 3 Conclusiones

Resulta evidente la existencia de capacidad técnica y experiencia previa en el país en el diseño de cañerías. Esto se refiere en todos los casos a instalaciones no nucleares, algunas de las cuales significan sin embargo una complejidad equivalente a la de ciertos sistemas nucleares y a los sistemas convencionales de las Centrales Nucleares. En consecuencia, se estima que puede encararse en el país el diseño de sistemas bajo la jurisdicción de la Sección VIII y Sección III clase C (o normas de complejidad equivalentes) (Ver Anexo I). Los sistemas según Sección III clase A, que requieren un complejo y detallado análisis de tensiones, están fuera del alcance de las posibilidades actuales de diseño en el país. La adquisición de la capacidad técnica necesaria para encarar este aspecto del diseño significará una compleja tarea de investigación y desarrollo que por sus características encuadra en los lineamientos de lo que debería realizar la CNEA, como aporte a la maximización de la participación nacional en los proyectos nucleares.

4. IV. b. Diseños Equipos de Calderería

4. IV. b.1. Objetivo

Este informe tiene por objeto presentar el panorama de la capacidad de diseño y desarrollo de componentes para Centrales Nucleares en las principales empresas de ingeniería del país. A tal efecto, se han desarrollado una serie de entrevistas con los responsables de las áreas de trabajo respectivas, orientando las indagaciones en el sentido de

detectar experiencias anteriores, nivel de capacitación del personal, tendencias futuras de la empresa, etc.

4. IV. b.2. Consideraciones generales

Se ha tomado como punto de partida para esta evaluación las exigencias impuestas por el código ASME, Sección III Nuclear Vessels. En todos los casos se ha supuesto que la ingeniería básica es provista, siendo necesario elaborar la ingeniería de detalle.

A fin de aclarar la exposición posterior, se hará una breve síntesis de la caracterización y exigencias del código en lo que a diseño se refiere:

—Los recipientes para uso nuclear se dividen en tres clases: A, B y C.

a) Los componentes Clase A son aquéllos cuyas exigencias de operación y seguridad son elevadas y en las que el control periódico es dificultoso por su uso, ubicación o imposibilidad de remoción.

Las exigencias de cálculo comprenden la realización de análisis elásticos, al límite y plástico.

b) Los recipientes Clase B tienen por objeto contener elementos del sistema, a los efectos de evitar pérdidas peligrosas de los mismos.

Los requerimientos de cálculo de esta clase exigen la realización de un análisis elástico.

c) Los recipientes Clase C son aquéllos para los que rigen con muy pocas variantes, las exigencias del código ASME, Sección VIII, Pressure Vessels.

Se adjunta en un anexo el resumen de los puntos sobresalientes del código ASME, para mayor explicación sobre las características de cada una de las clases mencionadas. Este análisis ha sido realizado en base al código ASME, edición 1968, ante la imposibilidad de contar con la última edición.

4. IV. b.3. Informaciones obtenidas:

a) Componentes Clase A:

Hay una total falta de experiencia en trabajos similares, lo que hace que se desconozca la verdadera magnitud de los problemas de diseño involucrados. Asimismo, en lo referente al cálculo de tensiones y a las verificaciones requeridas por el código, se advierte una carencia de conocimientos al respecto.

b) Componentes Clase B:

Esta clase tiene requerimientos similares a la Clase A en lo referente al cálculo de tensiones.

c) Componentes Clase C:

En lo referente al diseño, esta clase cumple los mismos re-

querimientos que la Sección VIII del Código ASME. Hay experiencia previa en recipientes que respondan a esta sección, lo que supone la posibilidad de encarar esta clase de componente.

4. IV. b.4. Conclusiones

El estado actual de la capacidad de diseño, sólo hace posible la realización de la ingeniería de detalle de componentes Clase C.

Sin embargo, se ha podido detectar cierta predisposición de las empresas a adecuarse a exigencias mayores, en tanto las condiciones del mercado lo hagan conveniente. No obstante, se estima que la CNEA debiera encarar tareas de investigación y desarrollo en las áreas todavía no cubiertas. La complementación de estas actividades de la CNEA podrían lograrse a través de Convenios suscriptos con las respectivas empresas.

ANEXO 1

EL REACTOR NUCLEAR DE POTENCIA

El reactor nuclear es un dispositivo dentro del cual se produce la reacción de fisión nuclear en cadena, automática y en forma controlada. Se denomina reacción de fisión nuclear al proceso mediante el cual, bajo el impacto de un neutrón, el núcleo de ciertos átomos pesados se divide en dos o más fragmentos, dando lugar a la liberación de energía (principalmente en forma de calor), de radiaciones y de 2 ó 3 neutrones. Si los neutrones emitidos durante esta reacción inciden sobre otros núcleos de material fisiónable, pueden provocar nuevas fisiones. Cuando el evento de la fisión nuclear se propaga de un átomo a otro y de éste a un tercero, puede continuar la propagación de la reacción, en cuyo caso se denomina de fisión nuclear en cadena.

Se denomina combustible nuclear a la sustancia que contiene material fisiónable y que permite la propagación de una reacción de fisión nuclear en cadena. El nombre de "combustible" proviene de la analogía que se puede encontrar cuando se compara al reactor nuclear con una caldera de tipo convencional en la que se quema combustible fósil. El elemento uranio es el único combustible nuclear que se encuentra en la naturaleza. Está constituido casi totalmente por dos isótopos: el uranio-235 (U^{235}), en una proporción del 0,71 o/o en peso, y el uranio-238 (U^{238}) que constituye prácticamente todo el resto.

El U^{235} , por ser fisiónable, constituye la parte activa del combustible nuclear, pero también el U^{238} cumple una función importante, que consiste en transformarse en plutonio-239 (Pu^{239}) bajo el efecto del bombardeo neutrónico. Este material artificial es también fisiónable. Mediante el proceso llamado "enriquecimiento", es posible aumentar la proporción de U^{235} respecto del U^{238} . Al producto así obtenido se lo denomina uranio enriquecido. El U^{238} también tiene una pequeña probabilidad de fisiónar dentro de un reactor y de tal manera contribuir a la generación de energía calórica. Es así como dentro de un reactor nuclear no solamente se quema el U^{235} , sino también una pequeña parte del U^{238} , además del Pu^{239} en el que este último se transforma. Cabe aquí mencionar la propiedad que tiene el torio-232 (Th^{232}), que bajo los efectos de un bombardeo neutrónico es capaz de transformarse en otro material fisiónable, U^{233} . A los ya citados Th^{232} y U^{238} se los denomina materiales "fértil", debido a la propiedad mencionada.

Las partes principales que constituyen un reactor nuclear de potencia son: los elementos combustibles, el moderador, el reflector, el refrigerante, el sistema de control, el recipiente del reactor y el blindaje. Los elementos combustibles están constituidos por material combustible nuclear totalmente revestido o envainado en un recubrimiento especial que lo aísla del exterior. Generalmente adoptan formas de barra o placa, y deben satisfacer apropiadas condiciones nucleares, mecánicas y de transferencia de calor.

El núcleo del reactor está compuesto por los elementos combustibles y el moderador. Los elementos combustibles están dispuestos en forma especial y cada uno de ellos está rodeado por un canal de circulación de fluido refrigerante y tiene además intercalado el material moderador. Este conjunto está rodeado por el material reflector, y tiene además dispuesto en forma conveniente el sistema de control.

El moderador es el material colocado dentro del núcleo del reactor, que tiene la finalidad de reducir o moderar la velocidad de los neutrones hasta un nivel conveniente, de manera que sea mayor la probabilidad de que produzcan la reacción de fisión nuclear. Entre los materiales moderadores más utilizados en reactores de potencia se pueden citar el agua pesada, el agua natural, el grafito y materiales orgánicos. De éstos, el material que modera más rápidamente, a los neutrones es el agua natural, mientras que el que produce menos pérdida de neutrones por absorción es el agua pesada. Existe un tipo de reactor que no usa moderador, debido al hecho de trabajar solamente con neutrones de elevada energía (reactores rápidos). El reflector es el material que se coloca rodeando el núcleo del reactor y tiene por misión devolver al núcleo la mayor cantidad posible de neutrones que de él pueden escapar hacia el exterior, mejorando con ello la economía neutrónica y, en consecuencia, permitiendo disminuir la cantidad de combustible nuclear necesaria. Los materiales que se utilizan son los mismos que para el moderador.

El refrigerante es el fluido que extrae el calor generado en los elementos combustibles. Este refrigerante puede ser un fluido que simultáneamente actúe como moderador y reflector, o bien puede ser otro que no contribuya apreciablemente al proceso de fisión, debiendo reunir buenas características de transferencia calórica y baja capacidad para absorber neutrones. Los refrigerantes que suelen emplearse son: dióxido de carbono, agua natural, agua pesada, metales líquidos (sodio y potasio), líquidos orgánicos, y helio. El control del reactor se realiza actuando sobre la población neutrónica existente en el núcleo,

aumentándola o disminuyéndola, variando en esta forma el número de fisiones por unidad de tiempo. Se logra así la modificación del nivel de potencia del reactor, introduciendo o extrayendo material absorbente de neutrones, material fisionable, o moderador.

Todo el conjunto de elementos ya citados se dispone dentro de un recipiente construido de acero u hormigón pretensado, que puede adoptar distintas formas, por lo general cilíndricas o esféricas, y que durante su operación se halla sometido a una determinada presión interior. La presencia de radiaciones y neutrones que escapan del núcleo del reactor, obliga a rodear todo ese conjunto con un blindaje de grueso espesor, que cumple una función de protección biológica del personal que debe trabajar en las cercanías. Los materiales que generalmente se utilizan como blindaje, son: hormigón (ya sea común o pesado), agua, plomo y roca.

El funcionamiento de los reactores nucleares de potencia que operan mediante fisiones provocadas por neutrones de baja energía (reactores "termales"), y que constituyen la gran mayoría de los que se emplean en la actualidad, puede ser sumariamente descrito de la manera siguiente: la presencia de neutrones lentos en el combustible da lugar a que comience la reacción en cadena. Los neutrones emitidos en esas fisiones son proyectados con elevada velocidad. La magnitud de esta última se reduce por sucesivas colisiones con los núcleos del moderador, hasta llegar a adquirir la energía apropiada para que sea óptima la probabilidad de que produzcan nuevas fisiones.

Cuando la masa de combustible alcanza o supera un cierto valor ("masa crítica"), la reacción de fisión nuclear en cadena puede, ya sea automantenerse o bien aumentar en forma exponencial. Con los dispositivos de control se puede gobernar el número de fisiones por unidad de tiempo que se producen en el núcleo. De esta manera se puede controlar el nivel de potencia del reactor, ya sea manteniéndolo en un cierto valor, o aumentándolo o disminuyéndolo a voluntad. Las fisiones que se producen dan lugar a la liberación de energía térmica y, en consecuencia, al consiguiente aumento de temperatura de los elementos combustibles. El refrigerante que circula en contacto con estos últimos les extrae el calor y lo transporta al exterior del núcleo. Los neutrones, que tienden a escapar hacia el exterior, chocan contra el reflector y una parte de ellos vuelve a la zona activa, pudiendo producir nuevas fisiones. Las radiaciones que salen del núcleo son detenidas por los blindajes, no contribuyendo a la generación de energía aprovechable. La potencia térmica que es posible extraer del núcleo de

un reactor dado está limitada, entre otras cosas, por la máxima temperatura del recubrimiento de los elementos combustibles, compatible con su integridad mecánica y seguridad de funcionamiento. Asimismo, las diferencias existentes entre las características físicas de cada tipo de reactor, hacen que también difiera el grado de "quemado" del combustible en cada uno de ellos.

Según sean el sistema y los materiales constitutivos adoptados en el diseño de un reactor, como así también el grado de enriquecimiento de su combustible, varía la masa operativa necesaria para el mismo. Todo reactor nuclear opera con una masa de combustible superior a la crítica. Esta diferencia proporciona un "exceso de reactividad", que se traduce en una capacidad de aumento de potencia del reactor. Para evitar que la misma supere la máxima potencia de operación es necesario compensar dicho exceso de reactividad mediante los dispositivos de control. Cuando el exceso de reactividad decrece como consecuencia de la disminución del número de átomos fisionables de combustible y el aumento de los productos de fisión (veneno), es necesario proceder al recambio de elementos combustibles agotados.

En general, los reactores de potencia poseen ciertas características inherentes de autocontrol. Entre los factores de autorregulación del reactor, el más importante es el llamado "coeficiente de temperatura", que actúa en el sentido de disminuir la reactividad, si por alguna causa aumentase la temperatura en el núcleo. Los reactores termales no pueden dar lugar a una explosión nuclear. Sin embargo pueden ocurrir accidentes, cuyos posibles efectos están limitados por las medidas de seguridad que se adoptan en el diseño.

ANEXO II

I COMPONENTES DEL SISTEMA PRIMARIO

I.1 Calandria

Máximo diámetro exterior (excluyendo boquillas)	7.960 mm
Espesor de paredes	28,5 mm
Diámetro interior	7.900 mm
Disposición de los canales de combustible	Cuadrado uniforme
Longitud	5.940 mm
Distancia entre centros de canales de combustibles	285,5 mm

Material:		
Carcasa	Acero inoxidable tipo 304L (ASTM A—240)	
Tubos de calandria	Aleación de Zirconio	
Peso:		
Vacío incluyendo blindajes terminales	460.000 Kg.	
Presión:		
Operativa — No presurizada		
Hidrostática máxima en el fondo	1,2 Kg/cm ²	
Temperatura:		
Operativa	77°C	
Máxima	99°C	
Mínima	18°C	
Diseño	100°C	
Peso de cada blindaje	250.000 Kg.	
Espesor total	1.070 mm	
Dimensiones del anillo del blindaje externo:		
Diámetro	9.000 mm	
Espesor	1.200 mm	
Espesor de la placa tubo exterior	50,8 mm	

1.1.a Cantidad de Conexiones en la Carcasa de la Calandria

Ubicación	Motivo	Cantidad
	Detectores de flujo	27
	Barras de parada	22
	Barras de ajustadoras	21
Parte Superior	Barras de control de zonas de agua liviana	6
	Barras de control sólidas	4
	Presión de alivio	4
	Sistemas de helio	2
	Observación	2
	Entradas del sistema del moderador	8
	Canales de inyección de veneno para la parada	6
Costado	Compartimentos para cámaras iónicas	6
	Detectores de flujo	3
	Salidas del sistema del moderador	2
Parte Inferior	Sistema de helio	1
	Drenaje	1

1.2 Generadores de Vapor (Fig. 6 y 7)

Número de unidades	4
--------------------	---

Diámetro exterior de la carcasa		
Extremo mayor	4,627 mm	
Material de la carcasa		Acero al carbono ASTM A516 grado 70 (Las soldaduras son del tipo de penetración total).
Número de tubos (cada generador)		3.500
Diámetro interior del tubo		13,6 mm
Espesor del tubo		1,12 mm
Distancia entre tubos		6,4 mm
Disposición de los tubos		Tresbolillo
Material de los tubos		Incoloy 800
Temperatura de entrada del refrigerante primario		310°C
Temperatura de salida del vapor		260°C
Potencia térmica por generador		500 MW (t)
Caudal de vapor Nominal		873,7 t/h
Lado carcasa		
Presión (absoluta):		
Operativa		43,9 Kg/cm ²
Diseño		52,27 Kg/cm ²
Prueba		80,2 Kg/cm ²
Caída de presión:		
Nominal (100 o/o de potencia)		0,19 Kg/cm ²
Máxima (20°C)		0,23 Kg/cm ²
Temperatura: Diseño		265,6°C
Placa tubo		
Material Base		Acero al carbono ASTM A105 grado II (forjado)
Material del recubrimiento		Inconel (depositado por soldadura en una o varias capas de ambos lados)
Separadores de vapor y secadores		
Número		49
Tipo		Ciclónico
Contenido en o/o del vapor de salida		99,75 o/o
Pasos de hombres y agujeros de mano:		
Número		3
Función		2 para acceso a la parte inferior de la placa tubo y 1 para acceso a los separadores de vapor.
Tamaño		406 mm
Detalles de cierre		Tipo de sel, o de presión.

1.3 Tuberías

1.3.a Sistema de transporte de calor

(Solo grandes tuberías)

Diámetro interior	400 mm
Espesor	29,4 mm
Presión (absoluta)	
Operativa — máxima	104,7 kg/cm ²
Diseño — máxima	117,1 kg/cm ²
Prueba — mínima	168,7 kg/cm ²
Temperatura	
Operativa	299°C
Máxima	304°C
Diseño	316°C
Prueba	20°C
Material	Acero al carbono ASTM A-106 grado B

1.3.b Cañería Principal de Vapor

Diámetro interior	570 mm
Espesor	19 mm
Presión absoluta:	
Operativa	43,7 kg/cm ²
Diseño	53,8 kg/cm ²
Prueba — mínima	80,2 kg/cm ²
Temperatura:	
Operativa	254°C
Máxima	267°C
Diseño	268°C
Prueba	20°C
Material	Acero al carbono ASTM A 106 Grado B

1.3.c Cañería de Agua de Alimentación

Diámetro interior	203 mm
Espesor	8,2 mm
Presión absoluta	
Operativa	149°C
Máxima	149°C
Diseño	149°C
Ensayo	20°C
Material	Acero carbono ASTM A 106 Grado B
Espesor	8,2 mm

1.3.d Sistema del Moderador

Diámetro nominal	508 mm
Espesor	Varios
Material	Acero inoxidable 304
Presión de diseño	10,5 kg/cm ²

Presión de prueba	13,13 kg/cm ²
Temperatura de operación	77,0°C

1.4 Bombas Principales (Fig. 6 y 8)

Tipo	Vertical centrífuga, doble voluta, simple succión.
Caudal	8.020 m ³ /h
Altura de elevación	229 mca
Tipo de sellos	Triple sello mecánico del eje, inyección desde la descarga de la bomba y retorno al sistema de inyección desde la bomba de alimentación del sistema.
Presión del agua de sellos	89,7 Kg/cm ²
Temperatura del agua de sellos	40°C
Presión de diseño de los sellos	123 kg/cm ²
Temperatura de diseño	279°C
Potencia del motor de accionamiento	6,7 MW

1.5 Tubos de Presión (Fig. 4)

Número	380
Material	Zirconio—2,5 o/o Niobio
Espesor de pared	4,16 mm
Diámetro interno	103,7 mm
Longitud	6.300 mm
Material de los extremos (end Fitting)	Acero inoxidable 403
Peso de un tubo, extremos incluidos	480 kgr.
Presión de diseño	127,7 kg. a/cm ²
Presión de ensayo con el canal ensamblado	192,5 kg. a/cm ²
Presión de ensayo del tubo solo	259,2 kg. a/cm ²
Temperatura de diseño	315°C
Temperatura de ensayo	18°C

1.5.a Tubo de Calandria

Número	380
Material	Zircaloy 2
Diámetro interno	129,0 mm
Espesor de la pared	1,37 mm
Longitud	5.700 mm

I.6 Válvulas del sistema de transporte de Calor

Tipo	Esclusa, globo, retención y regulación.
Diámetro nominal	Varios (detalle parcial en planilla 1)
Cantidad	Idem anterior
Material	Acero al carbono
Standard	ASTM A 216 Grado WCB A 105 Grado II II
Método de fabricación	Fundición; forjado
Tipo de Unión	Bridada y soldada
Material del asiento	Bajo cobalto
Tipo del accionamiento	Esclusa: convencional Globo: convencional Retención: oscilación convencional Regulación: globo de doble compuerta convencional.
Tipos de sellos	Esclusa: doble empaquetadura con carga variable. Globo: fuelle Retención: soldado Regulación: doble empaquetadura con carga variable.
Presión de diseño	Valor de referencia según ANSI igual a 408,6 kg.
Presión de ensayo	294,6 kg/cm ²
Fluido	D ₂ O
Ensayos	ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III.

TIPO	DIAMETRO NOMINAL	CANTIDAD
Esclusa motorizada	12"	6
	10"	16
	8"	8
	2"	1
Esclusa manual	3/4"	3
	12"	1
	4"	1
Globo motorizada	3/4	3
	4"	1
	2"	1
	1 1/2"	1

Globo manual	4"	6
	2"	1
	1 1/2"	4
	3/4"	26
Retención	12"	2
	4"	4
	2"	2
	3/4"	1
Regulación	4"	10
	3"	2

II SISTEMAS AUXILIARES NUCLEARES

II.1 Sistema de Purificación del Sistema de Transporte de Calor (Fig. 10).
(ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III Clase 2)

II.1.a Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 2
Tipo = Lecho mixto, resinas desechables
Recipiente = Cilíndrico, fondo cónico
Di = 1,22 m
Vol. resina = 1,08 m³
Altura lecho = 0,92 m
tº diseño = 315ºC
P diseño = 112,6 kg/cm²
Caudal máximo = 122 m³/h (c/columna)
Material = Acero al Carbono
Medio = D₂O

II.1.b Intercambiadores de Calor

II.1.b.i Intercambiador de Calor Regenerativo

Nº = 1
Tipo =
Superficie = 313,2 mm²
tº diseño = lado tubos = 315ºC
lado carcasa = 315ºC
P diseño = lado tubo = 116,2 kg/cm²
lado carcasa = 116,2 kg/cm²
Material = tubos = Acero al Carbono
Q normal = 122,4 m³/h
Q máximo = 244,8 m³/h
tº estimada entrada = tubos = 266ºC
carcasa = 50ºC
tº estimada salida = tubos = 116ºC
carcasa = 204ºC

II.1.b.ii Intercambiadores de calor posterior (no regenerativo)

N° = 1
 Tipo =
 Area = 173,7 m²
 t° diseño = lado tubos = 315°C
 lado carcasa =
 P diseño = lado tubo = 116,2 kg/cm²
 lado carcasa =
 Material = D₂O Incoloy
 lado carcasa = acero al carbono
 Q normal = lado tubo = 122,4 m³/h
 lado carcasa =
 Q máxima = lado tubos = 244,8 m³/h
 lado carcasa =
 t° entrada estimada = lado tubos = 116°C
 t° entrada estimada = lado carcasa = 22°C
 t salida estimada = lado tubos = 50°C
 lado carcasa =

II.1.c Filtros

II.1.c.i Principales

N° = 2
 Tipo = Cartuchos desechables
 Material filtrante = papel plegado
 Caudal de diseño = 122,4 m³/h
 Capacidad = 326,5 m³/h
 P diseño = 112,6 kg/cm²
 t° diseño = 315°C
 Capacidad de Retención = partículas mayores a 10 μ
 Medio D₂O
 Material = Acero al Carbono

II.1.d Calderería

Material = Acero al Carbono
 P diseño = 112,6 kg/cm²
 t° diseño = 315°C
 Medio = D₂O
 Diámetros = 6", 4", 3", 2" 3/4"

II.1.d Válvulas y Accesorios

II.1.d.i Exclusa accionada por motor = 3"
 N° = 4 (clase 1)

II.1.d.ii Exclusa accionada por motor 4"
 N° = 4

II.1.d.iii Globo accionada por motor 6"
 N° = 1

II.1.d.i.v Globo accionada por motor 3/4"
 N° = 1

II.1.d.i.v Globo 6"

N° = 2"

II.1.d.i.v Globo 4"
 N° = 2

II.1.d.i.v Globo 3/4"
 N° = 6

II.1.d.i.v Globo 2"
 N° = 2

II.1.d.i.v Esféricas 2"
 N° = 4

II.1.d.i.4 Retención 3/4"
 N° = 1

II.1.d.i.v Caudalímetro tipo Venturi (6")

II.1.e Sistema de Transferencia de Resinas, Deuteración, y Dedeuteración del Sistema de Transporte de Calor

II.2. Sistema de Presurización y Control de Inventario de D₂O (Fig. 11)

II.2.a Presurizador (Fig. 9)

Cantidad	1
Volumen	42,5 m ³
Material	Acero al carbono
Presión de diseño	109 Kg/cm ²
Temperatura de diseño	315°C
Diámetro interno	2.000 mm
Largo total	16.200 mm
Potencia total de calefacción	1 Mw.

II.2.b Bomba de alimentación

Cantidad	2
Caudal	32,6 m ³ /h
Altura de elevación	914,4 m.c.a.
Requerimiento de energía eléctrica	Clase III

II.2.c Condensador de sangría

Cantidad	1
Materiales de la carcasa	Acero al carbono
Presión de diseño de la carcasa	105,6 kg/cm ²
Temperatura de diseño de la carcasa	315°C
Area total de intercambio	86,9 m ²

II.2.d Refrigerador de sangría

Material del tubo	Incolou 800
Material de la carcasa	Acero al carbono
Presión de diseño-lado tubos	105,6 Kg/cm ²
Temperatura de diseño-lado tubos	315°C
Area total de intercambio	65 m ²

II.3 Sistema de Refrigeración en la Parada (Fig. 12)

II.3.a Bomba

Cantidad	2
Caudal	714,0 m ³ /h
Altura de elevación	58,5 m.c.a.
Requerimiento de energía eléctrica	Clase III
Presión de diseño	116,2 Kg/cm ²
Temperatura de diseño	315°C

II.3.b Intercambiador de Calor

Cantidad	2
Area de intercambio por unidad	255 m ²
Presión de diseño	116,2 Kg/cm ²
Temperatura de diseño	315°C

II.3.c Sistemas de Sellos

II.3.d Intercambiador de Calor

Cantidad	1
Material del tubo	Incoloy
Material de la carcasa	Acero al carbono
Area de intercambio	32,5 m ²
Presión de diseño—lado tubos	116,2 Kg/cm ²
Temperatura de diseño—lado tubos	315°C

II.3.e Filtros

Cantidad	2
Caudal de diseño por unidad	3,3 m ³ /h
Material de la carcasa	Acero al carbono
Presión de diseño	116,2 Kg/cm ²
Temperatura de diseño	315°C

II.3 Sistema de Refrigeración del Blindaje (Información incompleta) (Fig. 13)

(Cañerías—Código—USAS, B 31—1—O (Acero al Carbono)

II.3.a Recipientes

II.3.a.i Recipiente de expansión

Nº = 1

Tipo

Capacidad = 25,3 m³

P Operación = Atmósferica

tº máxima operación estimada = 66°C

Medio: H₂O desmineralizada

Material = Acero al Carbono

II.3.b Bombas

II.3.b.1 De circulación

Nº = 3

Tipo

Caudal = 1.072 m³/h

Altura = 24,4 m.c.a.

Motor = 150 HP.

Medio = H₂O desmineralizada

Material

tº operación = 66°C

II.3.c Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 1

Tipo = Lecho mixto — Resinas desechables

Caudal = 30,7 m³/h

Volumen de Resinas = 0,57 m³

tº operación = 50°C

Medio = H₂O desmineralizada

II.3.d Intercambiadores de Calor

Nº = 2

Tipo

Caudal = 1,072 m³/h

tº entrada = tubos = 63°C

Carcasa = 22°C

tº salida = tubos = 49°C

Carcasa

Material = tubos = Bronce Admiralty

Carcasa = Acero al Carbono

Capacidad = 13,6 MW

Medios = tubos = H₂O desmineralizada

Carcasa = H₂O

II.4 Sistema de Purificación y Refrigeración de las Piletas de Combustibles Usados (Fig. 14)

(Cañerías: ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

II.4.a Columnas de Intercambio Iónico

II.4.a.1 De las piletas de recepción y elementos combustibles fallados.

Nº = 2

Tipo = Lecho mixto, resinas desechables

Caudal = 62 m³/h

Volumen de resina = 1,07 m³

Medio = H₂O desmineralizada

Material

tº operación = 29°C

II.4.a.2 De la pileta de elementos Combustibles Gastados

Nº = 1

Tipo = Lecho mixto, resinas desechables

Caudal = 583 m³/h

Máximo

Volumen de resinas = 1,07 m³

Medio = H₂O desmineralizada
Material
tº operación = 29°C

II.4.b Bombas

II.4.b.1 De las piletas de recepción y elementos combustibles fallados

Nº = 2
Tipo
Caudal = 60 m³/h
Altura = 29 m.c.a
Motor = 10 HP
Medio = H₂O desmineralizada
Material

II.4.b.2 De la pileta de elementos Combustibles Gastados

Nº = 2
Tipo
Caudal = 291 m³/h
Altura = 18,3 m.c.a.
Motor = 30 HP
Medio = H₂O desmineralizada
Material

II.4.b.3 De Vacío

Nº = 1
Tipo = Sumergible
Caudal = 8,24 m³/h
Altura = 13,7 m.c.a
Motor = 7,5 Hp
Medio = H₂O desmineralizada
Material

II.4.b.4 Del rebosadero

Nº = 1
Tipo
Caudal = 54,8 m³/h
Altura = 10,7 m.c.a
Motor = 5 HP
Medio = H₂O desmineralizada
Material
Accesorios = filtro

II.4.c Intercambiadores de Calor

II.4.c.1 De las Piletas de Recepción y Elementos Combustibles fallados

Nº = 1
Tipo
Capacidad = 0,32 MW
Caudal = 123,5 m³/h

Material: tubos = Bronce admiralty
Carcasa = Acero al Carbono
Medio = tubos = H₂O desmineralizada
Carcasa = H₂O

II.4.c.2 De la Pileta de Elementos Combustibles Gastados

Nº = 1
Tipo
Capacidad = 2 MW
Caudal máximo = 583 m³/h
Material = tubos = Bronce Admiralty
Carcasa = Acero al Carbono
Medio = tubos = H₂O desmineralizada
Carcasa = H₂O

II.5 Sistema de Transferencia de Resinas (Fig. 15)

II.5.a Recipientes

II.5.a.1 De Resinas Nuevas

Nº = 1
Tipo = Cilíndricos Vertical, con Fondo Cónico 120º
Dimensiones = Diámetro = 1,20 m
Altura = 1,20 m
Recta
Material = Acero al Carbono
Presión Operación = Atmosférica
tº Operación = Ambiente

II.5.a.2 De Resinas Gastadas

Nº = 1
Tipo = Rectangular dividido en 3 secciones
Dimensiones = 11 m x 3,35 m x 3,66 mm
Capacidad = 238 m³

II.5.b Bombas

II.5.b.1 De Evacuación de Líquidos Radiactivos

Nº = 1
Tipo = Centrífuga horizontal
Caudal = 2,74 m³/h
Altura = 18,3 m.c.a
Material = Acero Inoxidable
Medio = H₂O radiactiva

II.5.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable
Diámetros = 1" - 1/2"

II.5.d Válvulas y Accesorios

II.5.d.1 Diafragma 1" y 1/2"

Nº = 20

II.5.d.2 Conexiones Móviles

Nº = 10

II.6 Sistema de Abastecimiento de D₂O (Fig. 16)
(ASME, Boiler an Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

II.6.a. Recipientes

II.6.a.1 De Almacenamiento de D₂O

Nº = 2

Tipo = Cilíndrico Vertical

Capacidad = 182 m³

Medio = D₂O

Material = Acero Inoxidable 304

II.6.b Bombas

II.6.b.1 De Carga

Nº = 2

Tipo = "Canned"

Caudal = 30 m³/h

Motor = 15 HP

Medio = D₂O

Material = Acero Inoxidable 316

II.6.a Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304 L

Diámetro = 2", 2 1/2"

II.6.d Válvulas y Accesorios

II.6.d.1 Diafragma 2"

Nº = 8

II.6.d.2 Diafragma 2 1/2"

Nº = 16

II.6.d.3 Retención 2"

Nº = 3

II.6.d.4 Recipiente de Muestra

II.6.d.5 Estación de trasvase de D₂O

II.6.d.6 Flotámetros

II.6.d.7 Manómetros

II.7 Sistema de Recuperación de D₂O del Edificio del Reactor Reactor (Fig. 17)

Presión de diseño = 2,1 Kg/cm²

Presión de operación = 0 – 2,1 Kg/cm²

tº diseño = 99°C

tº operación = 0,99

II.7.a Recipientes

II.7.a.1 De Colección

Nº = 1

Tipo = Cilíndrico horizontal

Capacidad = 0,5 m³

Medio = D₂O Sucia

Material = Acero Inoxidable 304

II.7.b Bombas

II.7.b.1 De Evacuación de Drenajes

Nº = 1

Tipo

Caudal

Material = Acero Inoxidable 304

II.7.b.2 De Sumidero

Nº = 3

Tipo = Rotor Sumergido

Caudal = 4,05 m³/h

Altura = 15 m.c.a. – Material = Acero Inoxidable 304

II.7.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304

Diámetros = 2", 4", 1"

II.7.d Válvulas – Accesorios

II.7.d.1 Diafragma 1"

Nº = 2

II.7.d.2 Retención = 2"

Nº = 5

II.7.d.3 Retención = 4"

Nº = 2

II.8 Sistema de Limpieza de D₂O (Fig. 18)

(ASME Code, Sección III – Clase 3)

II.8.a Recipientes

II.8.a.1 De Alimentación

Nº = 6

Tipo = Cilíndrico Vertical

Capacidad = 5.662 m³

Medio = D₂O/H₂O

Material = Acero Inoxidable 304 L

Accesorios = Nivel

II.8.b Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 3

Tipo = Lecho mixto, Resinas desechables

Recipiente = Cilíndrico vertical, fondo cónico

D columna = 0,61 m

h total = 1,71 m

V resinas = 200 lt.

Mallas colectoras = tipo "Johnson" – 0,2 mm

Material = Acero Inoxidable 304 L

Medio = D₂O/H₂O

II.8.c Filtros

II.8.c.1 De Carbón Activado

Nº = 1

Tipo = De Material Filtrante Desechable (Carbón Activado)

Recipiente = Cilíndrico horizontal, fondo cónico

D = 0,6 m

h = 1,7 m

V Material filtrante = 200 lt.

Mallas Colectoras = Acero Inoxidable Tipo "Johnson" 0,2 mm

Medio = D₂O/H₂O

Material = Acero Inoxidable 304 L

II.8.c.2 Colectores de Resinas

Nº = 2

Tipo = Strainers – de Mallas retirables

Material = Acero Inoxidable 304 L

Medio = D₂O/H₂O

II.8.d Bombas

II.8.d.1 De Alimentación

Nº = 2

Tipo = "Canned"

Caudal = 0,54 – 1,35 m³/h

Material = Acero Inoxidable 304 L

Medio = D₂O/H₂O

Motor = 1 HP

II.8.e Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304 L

Medio = D₂O/H₂O

Diámetros = 1", 1/2"

II.8.f Válvulas y Accesorios

II.8.f.1 Diafragma 1"

Nº = 42

II.8.f.2 Diafragma 1/2"

Nº = 30

II.8.f.3 Flotámetros

II.8.f.4 Conductímetros

II.8.f.5 Manómetros

II.8.f.6 Conexiones móviles

II.9 Sistema de Enriquecimiento de D₂O

No se poseen datos para caracterizar los componentes.

ANEXO III

SISTEMA MODERADOR

III.1 Sistema Principal del Moderador (Fig. 19)

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code – Sección III, Clase 3)

III.1.a Recipientes

III.1.a.1 Recipiente de Cabeza

Nº = 1

Tipo = Cilíndrico horizontal

Capacidad = 8,5 m³

P_d

t_d

Medio = D₂O

Material = Acero Inoxidable

Accesorios = Nivel

III.1.b Bombas

III.1.b.1 De Circulación

Nº = 2

Tipo = Centrífuga – Vertical – doble Succión

Caudal = 3.400 m³/h

Altura = 76,2 m.c.a

Material = Acero Inoxidable (en contacto con D₂O)

Medio = D₂O (71°C)

Motor = 1.500 Hp

Refrigeración Motor = H₂O

Pony Motor = 50 KW, 200 rpm, 341 m³/h

Características Particulares: Doble sello mecánico con sello de retroceso. Acoplamiento rígido. Eje de la bomba soportado con cojinetes de empuje radiales.

III.1.c Intercambiadores de Calor

III.1.c.1 Principales

Nº = 2

Tipo = Tubos en U; 4 pasos lado tubo, 2 pasos lado

Carcasa – Montados Verticalmente

t_i tubos = 71°C t_i máxima 77°C

t_f tubos = 41°C

t_j carcasa = 22°C

Medio Tubos = D₂O

Medio Carcasa = H₂O

Caudal tubos = 1,692 m³ (normal)

Caudal normal H₂O Carcasa 469 m³/h

Capacidad = 60 MW

Tubos = a) Diámetro externo = 15,8 mm

b) Espesor = 1,12 mm

c) Material = Incoloy 800

Placa tubo = Material = Acero al Carbono
Recubrimiento = Inconel 600
Presión tubos = 8 Kg/cm²

III.1.d Cañerías

Material = Acero Inoxidable
Diámetro = 12", 16", 14", 10", 4", 3", 2", 1", 1/2"
Presión = 8 Kg/cm²
Medio = D₂O

III.1.e Válvulas y Accesorios

Material = Acero Inoxidable

III.1.e.1 Exclusa 16"
Nº = 2

III.1.e.2 Retención 14"
Nº = 2

III.1.e.3 Exclusa 14"
Nº = 2

III.1.e.4 Exclusa 10"
Nº = 4

III.1.e.5 Globo 1"
Nº = 12

III.1.e.6 Globo 3"
Nº = 2

III.1.e.7 Globo 1/2"
Nº = 2

III.1.e.8 Reducciones

III.1.e.9 Manómetros
Nº = 2

III.1.f Filtros

III.1.f.1 De succión de las bombas
Nº = 2

Tipo = Strainer, de mallas removibles
Característica = retención partículas mayores a 1/4"
Material = Acero Inoxidable
Caudal = 3.400 m³/h

III.2 Sistema de Purificación del Moderador (Fig. 20)

(ASMA Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III Clase 3)

III.2.a Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 5

Tipo = Lecho Mixto, Resinas Desechables
Recipiente = Cilíndrico, fondo cónico
D Columna = 0,61 m
h total = 1,7 m
V resina = 200 lt

tº operación = 43º C

P operación = 8 Kg/cm²

Caudal normal = 27,36 m³/h (1 Columna)

Caudal máximo = 54,7 m³/h (2 Columnas)

Mallas Colectoras = "Johnson" 0,2 mm

Material = Acero Inoxidable 304 L

Medio = D₂O

III.2.b Intercambiadores de Calor

III.2.b.1 Refrigerador de entrada

Nº = 1

Tipo

t_i (tubos) = 71º C

t_f (tubos) = 43º C

t_i (carcasa) = 22º C

Medio tubos = D₂O

Medio carcasa = H₂O

Caudal normal tubos = 27,36 m³/h

Caudal máximo = 54,7 m³/h

Tubos = a) Diámetro = 15,8 mm

b) Espesor = 1,12 mm

c) Material = Incoloy 800

Placa tubo = Acero al Carbono, recubierta con Inconel

Carcasa = material = Acero al Carbono

Presión en los tubos = 8 Kg/cm²

III.2.c Filtros

III.2.c.1 De entrada

Nº = 1

Tipo = Cartuchos cambiables

Material filtrante = papel plegable

Retención = partículas mayores de 10 µ

Medio = D₂O

Material = Acero inoxidable 304 L

tº operación = 43º C

Presión operación = 8 Kg/cm²

Caudal = normal = 27,36 m³/h

máximo = 54,7 m³/h

III.2.c.2 Trampas de Resinas

Nº = 2

Tipo = Strainer

Material filtrante = Acero Inoxidable

Retención = partículas mayores de 0,2 mm (60 mesh)

Caudal = normal = 27,36 m³/h

máximo = 54,7 m³/h

Medio = D₂O

tº operación = 43º C

P operación = 8 Kg/cm²

Material = Acero Inoxidable 304 L

III.2.d Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304 L
 Presión trabajo = 8 Kg/cm²
 t máximo = 71°C
 Diámetros = 2" – 3"
 Medio = D₂O

III.2.e Válvulas y Accesorios

Material = Acero Inoxidable 304 L

III.2.e.1 Globo 3"
 N° = 5

III.2.e.2 Globo 2"
 N° = 5

III.2.e.3 Neumáticas Si – No 2"
 N° = 5

III.2.e.4 Automático de Control 3"
 N° = 1

III.2.e.5 Caudalímetro tipo placa orificio
 N° = 1

III.2.e.6 Medidores de presión diferencial
 N° = 4

III.2.e.7 Reducciones

III.3 Sistema de Deuteración y de Deuteración del Modificador (Fig. 21)

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III – Clase 3)

III.3.a Recipientes

III.3.a.1 De Cabeza de D₂O
 N° = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical
 Capacidad = 0,425 m³
 Medio = D₂O
 Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
 Accesorios = Nivel de posición múltiple (4)
 P de trabajo = Atmosférica
 t° de trabajo = Atmosférica
 t° de trabajo = Ambiente

III.3.a.2 De Cabeza de H₂O
 N° = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical
 Capacidad = 0,425 m³
 Medio = H₂O desmineralizada
 Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
 Accesorios = Nivel de Posición Múltiple (5)
 P de Trabajo = Atmosférico
 t° de trabajo = Ambiente

III.3.a.3 De Deuteración

N° = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical, fondo cónico
 Capacidad = 0,255 m³ (D = 0,6 m – h = 1,6 m)
 Medio = D₂O/H₂O

Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
 Accesorios = Colectores "Johnson", 0,20 mm
 Presión de operación = 1 Kg/cm² estimado
 t° de operación = Ambiente

III.3.a.1 De Deuteración
 N° = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical
 Capacidad = 0,255 m³
 Diámetro = 0,6 m
 Altura = 1,6 m
 Accesorios = Colectores "Johnson" 0,20 mm
 P. de Operación = 1 Kg/cm² estimado
 t° de operación = Ambiente
 Material = Acero Inoxidable = 304 L ó 316

III.3.b Bombas

III.3.b.1 De Circulación
 N° = 1

Tipo = "Canned"
 Caudal = 5,5 m³/h
 Motor = 7 Hp
 Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
 Medio = D₂O

III.3.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable = 304 L ó 316
 Medio = D₂O, H₂O, Resinas Fluidificadas
 Diámetro = 2", 1", 1/2", 3/4", 3/8"
 P máxima = 8 Kg/cm²

III.3.d Válvulas y Accesorios
 Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316

III.3.d.1 Diafragma 1"
 N° = 3

III.3.d.2 Diafragma 3/4"
 N° = 10

III.3.d.3 Diafragma 1/2"
 N° = 8

III.3.d.4 Diafragma 3/8
 N° = 12

III.3.d.5 Esféricas 1"
 N° = 6

III.3.d.6 Esféricas 2"

Nº = 6

III.3.d.7 Esféricas 3/4"

Nº = 1

III.3.d.8 De aguja = 3/8"

Nº = 3

III.3.d.9 Automáticas 3/8"

Nº = 2

III.3.d.10 Recipientes de Muestreo

Nº = 2

III.3.d.11 Conexiones flexibles

Nº = 10

III.3.d.12 Flotámetros

Nº = 3

III.3.d.13 Densímetros

Nº = 2

III.3.d.14 Visores

Nº = 2

III.3.e Filtros

Nº = 6

Tipo = Strainer

Material Filtrante = Acero Inoxidable, removible

Retención = Partículas Mayores 0,2 mm

Material = Acero Inoxidable = 304 L ó 316

III.4 Sistema de Gas de Cubierta del Moderador (Fig.22)

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Code, Sección III, Clase 3)

III.4.a Compresores

III.4.a.1 Principales

Nº = 2

Tipo = De diafragma o Sopladores tipo "Canned"

Caudal = 15 a 7 m³/h

Presión de descarga = 0,14 atm

Material = Acero Inoxidable 316 ó 304 L

Medio = He

Motor = 1,5 Kw

III.4.b Recombinadores

Nº = 2

Tipo = con Catalizador. Paladio sobre Alumina en forma de Pellets en forma anular.

Caudal = 7 a 15 m³/h

Presión Normal = 0 – 0,28 Kg/cm²

Presión Máxima = 0,28 Kg/cm²

Presión diseño = 10,5 Kg/cm²

tº normal = 93°C

tº máxima = 400°C

tº diseño = 400°C

Material = Acero Inoxidable 316 ó 304 L

Características = Refrigerado por H₂O (13,5 m³/h)

Reacción = 2D₂ + O₂ – 2D₂O

en atmósfera de He

Accesorios = 2 cortallamas por cada unidad recombinedora (4)

III.4.c Precalentadores de Gas

Nº = 2

Tipo = Eléctricos

Consumo = 1,5 Kw

III.4.d Estaciones de Botellas

III.4.d.1 He

Nº = 4 estaciones con 8 botellas c/u y 4 manifold. Total 32 botellas.

III.4.d.2 O₂

Nº = 1 estación con 2 botellas y 1 manifold

III.4.e Cañerías

Material = Acero Inoxidable tipo 316 ó 304 L

Medio = He, O₂, Vapores de D₂O

Diámetros = 3", 2", 1", 1/2", 1/4"

Máxima presión = 0,84 Kg/cm²

III.4.f Válvulas y Accesorios

III.4.f.1 Diafragma 1"

Nº = 7

III.4.f.2 Diafragma 1/2"

Nº = 3

III.4.f.3 Globo 3"

Nº = 1

III.4.f.4 Globo 1"

Nº = 4

III.4.f.5 Aguja 1/4"

Nº = 3

III.4.f.6 Aguja 1/2"

Nº = 1

III.4.f.7 De Control Neumáticas – 2"

Nº = 2

III.4.f.8 De Control Neumáticas 1/2"

Nº = 2

III.4.f.9 De Control Neumáticas 1/4"

Nº = 2

III.4.f.10 Manómetros

III.4.f.11 Caudalímetros

III.5 Sistema de Colección de D₂O del Moderador (Fig. 23)

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III Clase 3)

III.5.a Recipientes

III.5.a.1 De Colección de D₂O

Nº = 1

Tipo = Cilíndrico horizontal

Capacidad = Cilíndrico horizontal

Capacidad = 0,2832 m³

Presión de Diseño = 2,1 Kg/cm²

tº de diseño = 99°C

Material = Acero Inoxidable 304

Medios = D₂O

Accesorios Nivel

III.5.b Bombas

III.5.b.1 De circulación

Nº = 1

Tipo = Centrífuga horizontal

Caudal = 4 m³/h

h = 30 m.c.a.

Motor = 3 HP

Material = Acero Inoxidable 304

III.5.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304

P diseño = 2,1 Kg/cm² y 3,5 Kg/cm²

tº diseño = 99°C

Medio = D₂O

Diámetro = 2", 1", 1/2"

III.5.d Válvulas y Accesorios

III.5.d.1 Diafragma 1/2"

Nº = 10

III.5.d.2 Diafragma 2"

Nº = 1

III.5.d.3 Diafragma 1"

Nº = 1

III.5.d.1 Retención 1/2

Nº = 3

III.5.d.5 Indicadores de flujo

III.5.d.6 Caudalímetro

III.5.d.7 Manómetros

III.5.d.8 Válvula Neumática 1"

Nº = 1

III.5.d.9 Placa orificio de restricción 1/2"

III.6 Sistema de Muestreo del Moderador (Fig. 24)

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

Presión de Diseño = 10,5 Kg/cm²

tº de diseño = 93°C

Materiales = Acero Inoxidable 304 L

Medio = D₂O

Cañerías = 3/8", 1/4"

Válvulas tipo aguja = 38

Recipientes de muestreo = 6

Conductímetros (celdas) = 2

Válvulas de retención = 4

III.7 Sistema de Venenos Líquidos (Fig. 25)

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

III.7.a Recipientes

III.7.a.1 Recipiente de almacenamiento de Boro. (BO₃D)

Nº = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical

Capacidad = 0,425 m³

P diseño = 10,5 Kg/cm²

tº diseño = 93°C

Medio = Solución BO₃D (8,55 gr B₂O₃/l)

Material = Acero Inoxidable 304/304 L

Accesorios = Agitador incorporado, niveles y boca para adición de B₂O₃ con válvula esférica

III.7.a.2 Recipiente de almacenamiento de gadolinio

L(NO₃)₃ Gd)

Nº = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical

Capacidad = 0,425 m³

P diseño = 10,5 Kg/cm²

tº diseño = 93°C

Medio = Solución (NO₃)₃ Gd (3,17g Gd(NO₃)₃.GH₂O/l)

Material = Acero Inoxidable 304/304 L

Accesorios = Agitador Incorporado, niveles, y boca para adición de (NO₃)₃ Gd con válvula esférica

III.7.a.3 Recipiente de decaimiento

Nº = 1

Tipo = Cilíndrico Vertical

Capacidad = 0,0368 m³

P diseño = 10,5 Kg/cm²

tº diseño = 121°C

Medio = D₂O

Material = Acero Inoxidable = 304/304 L

III.7.b Bombas

III.7.b.1 Bombas de Muestreo

Nº = 2

Tipo = Centrifugas, tipo "Canned"

Caudal = 0,273 m³/h

Medio = Soluciones: BO₃D, (NO₃)₃ Gd respectivamente

Material = Acero Inoxidable 304/304 L

III.7.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304/304 L

P diseño = 10,5 Kg/cm²

tº diseño = 93ºC

Medio = D₂O Solución Gd(NO₃)₃, Solución DBO₃

Diámetros = 1/2", 3/8"

III.7.d Válvulas y Accesorios

III.7.d.1 Diafragma = 1/2"

Nº = 11

III.7.d.2 Diafragma 3/8"

Nº = 4

III.7.d.3 Esféricas

Nº = 4

III.7.d.4 Globo 1/2"

Nº = 4

III.7.d.5 Aguja 1/2"

Nº = 2

III.7.d.6 Neumáticas si – no 1/2"

Nº = 2

III.7.d.7 Flotámetros

Nº = 2

III.7.d.8 Recipientes de muestreo

Nº = 2

III.7.d.9 Trampas de D₂O

No = 2

ANEXO IV MANEJO DE COMBUSTIBLE

IV.1 Mecanismos de Barra de Control

IV.1.a. Sistema de manejo de combustible

El sistema de manejo de combustible está compuesto por los siguientes subsistemas y mecanismos:

IV.1.a.1. Máquinas de recambio de combustibles y puentes – soportes,

IV.1.a.2. Sistema alimentador de combustible nuevo.

IV.1.a.3. Puestos de comunicación.

IV.1.a.4. Sistema de descarga de combustible quemado.

A los fines del presente trabajo se ha utilizado la información disponible sobre las centrales Pickering por ser más completa y detallada, adecuándola a las características de la Central de Córdoba. No debe descartarse el rediseño de algunos mecanismos menores, pero se estima que el diseño básico no ha de ser alterado.

IV.1.b. Componentes de la Máquina (Fig. 26)

IV.1.b.1. Tambor de almacenaje

Material: a determinar

Proceso de fabricación: forjado

Proceso de diseño: considerado como recipiente de presión

Temperatura de trabajo: de 175 a 300º F

Presión de trabajo: hasta 500 psia.

Ubicación: concéntrico con la carcasa

Número de posiciones del tambor: 12

Para contener elementos combustibles: 5 posiciones

Para contener 2 tapones de canal refrigerante: 2 posiciones

Para contener 2 tapones de blindaje: 2 posiciones

Para contener 1 tapón de cabezal: 1 posición

Para contener 1 adaptador de mecanismo de empuje 1 posición

Para contener 1 manguito de guía: 1 posición

Total 12 posiciones

IV.1.c Cabezal y Tambor de Almacenaje de la Máquina de Recambio (Figs. 26 y 27)

- 1) Placa extremidad
- 2) Accionador de Placa
- 3) Brazo de la brida
- 4) Soporte de leva
- 5) Segmento de soporte
- 6) Cuerpo de agarre de brida
- 7) Sello
- 8) Anillo de fijación
- 9) Tuerca y engranaje
- 10) Soporte central
- 11) Conjunto Separador
- 12) Topes del elemento combustible
- 13) Pistón de bloqueo
- 14) Cremallera
- 15) Pistón de sujección
- 16) Conjunto de ajuste del cabezal de emergencia
- 17) Extremo de la cubierta del tambor de almacenaje
- 18) Placa de retención frontal
- 19) Brida Grayloc de 30"

- 20) Tambor de almacenaje
- 21) Anillo de sello Grayloc
- 22) Manguito de guía
- 23) Detector de temperatura por resistencia
- 24) Eje de mando del tambor de almacenaje
- 25) Habitáculo del tambor de almacenaje
- 26) Placa de retención posterior
- 27) Sello balanceado del eje
- 28) Comando indicador Ferguson
- 29) Blindaje nuclear
- 30) Cabezal de empuje
- 31) Indicador de posición del tambor de almacenaje
- 32) Motor de comando del tambor de almacenaje (hidráulico)
- 33) Brida Grayloc de 10"
- 34) Habitáculo de empuje

IV.1.d Esquema de la Parte Frontal del Mecanismo de Empuje (Fig. 28)

- 1) Habitáculo del tambor de almacenaje
- 2) Blindaje nuclear
- 3) Cabezal de empuje "B"
- 4) Manguito de cierre
- 5) Cabezal de empuje "C"
- 6) Barra deflectora
- 7) Anillo de empuje
- 8) Perno de bloqueo
- 9) Tapa del extremo del cojinete
- 10) Tapa del cojinete contrapesado
- 11) Tapa
- 12) Soporte del tubo Nº 3
- 13) Tuerca de retención
- 14) Cojinete esférico de carbón
- 15) Recinto del cojinete
- 16) Placa del cojinete
- 17) Llave
- 18) Brida Grayloc 10"
- 19) Recinto de los empujadores
- 20) Cojinete frontal del tornillo de bolas
- 21) Tope de sobrecarrera del empujador "B"
- 22) Tornillo de bolas de empuje "B"
- 23) Tornillo de bolas del cerrojo de empuje
- 24) Pistón del tubo Nº 2
- 25) Tubo Nº 3
- 26) Tubo de empuje "C" (Pertenece al sistema C)
- 27) Tubo de empuje a cerrojo
- 28) Tubo de empuje B
- 29) Anillo de elevación

IV.1.e Esquema de la Parte Posterior del Mecanismo de Empuje. (Fig. 29)

- 1) Carcasa del mecanismo de empuje
- 2) Tornillo de bolas del sistema de empuje "B"
- 3) Tornillo de bolas del cerrojo de empuje
- 4) Indicador de posición del empujador "C"
- 5) Tubo Nº 1
- 6) Tubo Nº 2
- 7) Tubo Nº 3
- 8) Tubo de empuje "C"
- 9) Tubo cerrojo de empuje
- 10) Tubo de empuje "B"
- 11) Llave de la carcasa del tubo de empuje
- 12) Placa de cojinete
- 13) Tuerca de bola
- 14) Placa muñón
- 15) Soporte del muñón del sistema de empuje "B"
- 16) Pistón del sistema "C"
- 17) Soporte del muñón del empujador de cerrojo
- 18) Brida Grayloc de 10"
- 19) Anillo de cierre Grayloc
- 20) Parte posterior del mecanismo de empuje
- 21) Superficie de sello
- 22) Eje principal de la caja de engranajes
- 23) Cubierta frontal de la caja de engranajes
- 24) Cubierta posterior de la caja de engranajes
- 25) Motor hidráulico del mecanismo de empuje "B"
- 26) Comando del tornillo del mecanismo de empuje "B"
- 27) Engranaje de comando del mecanismo de empuje "B"
- 28) Piñón del mecanismo de empuje "B"
- 29) Motor hidráulico del mecanismo del cerrojo de empuje
- 30) Comando del tornillo del cerrojo de empuje
- 31) Engranaje interno conducido
- 32) Engranaje interno fijada
- 33) Engranajes planetarios
- 34) Carro planetario
- 35) Accionamiento del engranaje planetario
- 36) Engranaje de comando del empujador de cerrojo y planetario conducido
- 37) Piñón del mecanismo del cerrojo de empuje
- 38) Potenciómetro del mecanismo "B"
- 39) Potenciómetro del cerrojo de empuje
- 40) Tapa del mecanismo de comando

IV.1.f. Sistema de Operación del Cabezal de la Máquina de Recambio

IV'1.f.1

Sistema	Mecanismo operador	Actuador	Mecanismo detector de posición
Mecanismo de empuje B	Motor hidráulico operado con aceite	Tuerca a bolas	Potenciómetro
Mecanismo de empuje C	Agua pesada a presión	Cilindro de presión telescópica	Potenciómetro
Mecanismo de empuje del tubo de empuje C	Motor hidráulico operado con aceite	Tuerca de bolas	Potenciómetro
Tambor de almacenaje	Motor Hidráulico	Mecanismo "Ferguson"	Potenciómetros e interruptores rotativos
Mecanismo de apertura y cierre del canal refrigerante	Aceite a presión Agua a presión	Cilindro hidráulico, Pinson-Cremallera	Interruptores "Reed"

IV.1.f.2 Tambor de Almacenaje

Temperatura	Posicionador neumático	Válvulas de Control	R.T.D's
Presión	Posicionador neumático	Válvulas de Control	Transmisores de presión

IV.1.f.3 Suministro de Potencia Hidráulica

Sistema de aceite	Motores eléctricos	Bombas	Interruptores de nivel y de presión
-------------------	--------------------	--------	-------------------------------------

Sistema de D2O	Motores eléctricos alternativos	Bombas alternativas
----------------	---------------------------------	---------------------

IV.1.g Mecanismos Fundamentales

IV.1.g.1. Mecanismo de empuje: está diseñado para introducirse dentro del canal refrigerante para introducir o extraer el tapón de blindaje y para cargar un elemento combustible nuevo.

IV.1.g.2 Mecanismo de empuje C: está diseñado para desplazar el elemento combustible.

IV.1.a.1.1 Puente de la máquina de recambio:

Comprende:

1) Columnas de guías: cada columna comprende una columna principal, tornillo de bolas, estructura de soporte de tornillo de bolas, soporte de puente y la carcasa inferior de sellado del mecanismo de comando.

Características del tornillo: Diámetro 4".

Carga del diseño para condiciones de operación: 37.000 libras.

Carga estática en condiciones de accidente: 96.000 libras.

2) Estructura del puente: características: estructura soldada formada por dos miembros laterales sujetos por medio de una estructura en la parte superior blindada. El puente está sostenido por soportes apoyados en las columnas de guía. Dos carros en la parte inferior de ese puente permiten el posicionado horizontal de la máquina de recambio.

3) Comando vertical del puente: características: a motor hidráulico acoplado a la base de cada columna mediante transmisión a tornillo sin fin con válvula de contrabalanceo para aumentar el torque en la marcha hacia abajo.

Velocidad del comando hidráulico: 720 y 120 r.p.m.

Velocidad lineal de traslación: 36 pg/min. y 6 pg/min. en el tornillo de bolas (después de la reducción).

Capacidad de carga de cada motor: igual a la carga total

IV.1.a.1.2 Puente de la máquina de recambio y sistema operativo del carro.

Sistema	Operador	Actuador
Trolley según "x"	Motor hidráulico con aceite	Piñón y cremallera
Basculante según "x"	Mando de trolley según "x"	
Mecanismo girscópico según "z"	A presión de aceite	Cilindro hidráulico
Movimiento de péndulo	A presión	Cilindro hidráulico rotativo
Puente de la "y"	Motores hidráulicos	Mando a tornillo de bolas
Basculante según "y"	Motores hidráulicos con aceite	Mando a tornillo autobolcane

IV.1.a.1.3 Puente de la máquina de recambio (Fig. 30)

- 1) Estructura del puente de la máquina de recambio.
- 2) Columnas de guía de la máquina de recambio.
- 3) Soporte del puente.
- 4) Tornillos de bolas.
- 5) Cabezal de la máquina de recambio.
- 6) Carrito de desplazamiento horizontal.

IV.1.a.1.4. Trolley del carro de la máquina de recambio (Fig. 31).

- 1) Estructura soldada de trolley.
- 2) Soporte de los cojinetes de las guías circulares.
- 3) Bloques de la rotación a 90°.
- 4) Conjunto de la placa de comando.
- 5) Camisa de corrección del tornillo según "y".
- 6) Engranaje indicador de rotación a 90°.
- 7) Pivote superior.
- 8) Caja de bolillas para indicación según "z".
- 9) Impulsor de rotación a 90°.
- 10) Mando hidráulico a distancia para el desacople.

IV.1.a.1.5. Columna de guía (Fig. 32).

- 1) Soporte de tornillo de bolas.
- 2) Estructura de la columna.
- 3) Ensamble del tornillo de bolas.
- 4) Guía circular superior.
- 5) Guía circular inferior.
- 6) Resorte.
- 7) Placa soporte del resorte.
- 8) Soporte del puente.
- 9) Amortiguador de la guía circular inferior.
- 10) Placa cubierta superior.
- 11) Placa tapa inferior.
- 12) Tapa frontal de la base.
- 13) Tapa lateral de la base.
- 14) Tapa extremo del cojinete.
- 15) Tuerca del bloqueo del cojinete.
- 16) Arandela del bloqueo del cojinete.
- 17) Cojinete de empuje.
- 18) Asiento de tapa de cojinete.
- 19) Sello de aceite.
- 20) Soporte del tornillo de bolas.
- 21) Chaveta guía del puente.
- 22) Cojinete de la guía circular (Thomson)
- 23) Anillo.
- 24) Resorte.
- 25) Soporte.
- 26) Cojinete.
- 27) Soporte del puente.
- 28) Tuerca del tornillo de bolas.
- 29) Buje del muñón

IV.1.a.1.6. Columna de guía (Fig. 33)

- 2) Conjunto del soporte del puente.
- 25) Eje de comando partido.
- 27) Reductor de velocidad relación de reducción 20:1
- 32) Amortiguador.
- 33) Interruptores de proximidad.
- 35) Tope mecánico (Asiento modificado del tornillo).
- 105) Acoplamiento del eje Thomas.

IV.1.a.1.7. Conjunto de Comando Vertical

- 17) Carcasa.
- 18) Eje.
- 27) Caja de engranajes 1: 1
- 28) Caja de engranajes 1: 1
- 29) Soporte de cojinete.
- 30) Brida de acoplamiento "Thomas"
- 31) Brida de Acoplamiento.
- 48) Motor hidráulico (de desplazamiento constante $n=720$ r.p.m.).
- 49) Brida "Thomas"
- 56) Válvula de equilibrio.
- 85) Interruptor de presión.

IV.1.a.2.1 Sistema Alimentador de Combustible Nuevo.

1) Tambor de Combustible nuevo: está constituido por un tambor con 16 canales, y se lo hace rotar por medio de un mecanismo "Ferguson", acoplado al tambor por medio de tren de engranajes.

2) Características de los engranajes que accionan sobre el tambor.

Nº de dientes: 192

Diámetro primitivo: 8

3) Características del sistema que acciona el anterior tren de engranajes

Nº de dientes: 36

Diámetro primitivo: 8

Lo cual significa una relación de transmisión de 3/16.

IV.1.a.2.2. Recinto de Carga de Combustible Nuevo (Fig. 34).

- 1) Mecanismo de carga de combustible nuevo.
- 2) Cabezal de empuje.
- 3) Cavidad.
- 4) Carcasa de la compuerta de blindaje.
- 5) Tapón.
- 6) Soporte de carcaza.
- 7) Tambor de combustible nuevo.
- 8) Anillo de blindaje.
- 9) Blindaje del mecanismo de empuje del tambor de

- combustible nuevo.
- 10) Blindaje del mecanismo de empuje del elevador de combustible gastado.
- 11) Monoriel con 1 manajo de combustible nuevo.
- 12) Monoriel para elevación.
- 13) Casco para combustible nuevo.
- 14) Mesa giratoria.

IV.1.a.3.1. Puestos de transferencia

Consiste cada uno en un tubo que atraviesa la pared del recinto de trabajo de las máquinas de recambio, comunicando en un caso son el alimentador de combustible nuevo y en el otro con el sistema elevador de combustible quemado.

El extremo lado máquina de recambio consta de:

- 1 tapón de cierre de idénticas características que el colocado en el canal refrigerante.
- 1 sello "o ring" que realiza el sellado radial a lo largo del perímetro del cabezal del tubo de comunicación.
- 1 brida de cierre y ajuste del "o ring".

IV.1.a.4.1 Sistema de descarga de combustible quemado (Fig. 35)

- 1) Puerto de transferencia de combustible.
- 2) Mecanismo de transferencia (no corresponde para central de Córdoba).
- 3) Tambor de almacenaje para combustible nuevo.
- 4) Conjunto de blindaje de la compuerta.
- 6) Elevador.
- 7) Tubo de transporte de combustible quemado.
- 8) Pared del edificio del reactor.
- 9) Recinto de servicio de la máquina de recambio.
- 10) Recinto de la máquina de recambio.

IV.1.a.4.2 Elevador de Combustible (Fig. 36) (Sujeto a modificaciones para la Central de Córdoba).

1) Disposición: consiste en un carro que se mueve entre 2 posiciones fijas, una ligada al puerto de transferencia y la otra al carro de transporte hacia piletas dentro de una estructura metálica inundada con agua liviana. Consiste en una serie de escalones montados sobre un par de cadenas. Cada "escalón" consta de 4 soportes en voladizo terminados en forma de cuña y puede sostener 2 elementos combustibles en su extremo (2 soportes por elementos combustible). Las cadenas están montadas sobre ruedas dentadas ubicadas en los extremos superiores e inferior de la misma.

2) Accionamiento: por motor neumático a través de un reductor con ruedas dentadas en la salida. Se asegura una posición fija del carrito (escalón) desplazado el mismo

contra topes fijos en los extremos de su trayectoria y bloqueado el comando de accionamiento.

Cuando el carrito está en su posición superior preparado para recibir combustible del puerto de transferencia, un conjunto de soportes pivotantes rota y se coloca en posición para llenar los espacios entre las cuñas en voladizo en los escalones y para suministrar una superficie relativamente continua sobre la cual se desliza el combustible cuando es ubicado sobre el elevador. Mientras esta operación no se realiza, los soportes pivotantes permanecen en posición de "descanso" liberando el movimiento del elevador. En la parte superior del elevador se encuentran ubicados los comandos del motor neumático, el acople al puerto de transferencia y los soportes pivotantes con su accionamiento neumático. En la sección inferior del elevador se ubican las ruedas de comando para el retorno de las cadenas.

3) Estructura metálica del sistema elevador:

Disposición: carro en forma de soporte abierto y puede contener 2 elementos combustibles accionando a través de un cable de acero recubierto en plástico.

Accionamiento: por motor neumático.

IV.1.a.4.3 Sistema Elevador para Elementos Combustibles Quemados (Fig. 36) *

- 1) Recinto de transferencia.
- 2) Conjunto de la carcasa superior.
- 3) Conjunto de blindaje del mecanismo de empuje (sujeto a modificación)
- 4) Puerta de acceso.
- 5) Parada de combustible, retorno del mecanismo de empuje.
- 6) Columna.
- 7) Conjunto superior de la guía.
- 8) Placa de equilibrio.
- 9) Placa sobre el piso.
- 10) Cubierta de acceso.
- 11) Conjunto de la guía inferior.
- 12) Parte anclada del tubo.
- 13) Sello de la protección de la carcasa inferior.
- 14) Carcasa inferior.
- 15) Puerta de acceso.
- 16) Tunnel de combustible gastado (sujeto a modificaciones)
- 17) Conjunto de la guía pasante.
- 18) Carrito elevador.
- 19) Manajo de combustible.
- 20) Carcasa de soporte de la cinta transportadora.

*Oferta técnica canadiense.

IV.1.a.4.4 Sistema de Almacenaje de Combustible Quemado (Fig. 37).

- 1) Impermeabilización externa.
- 2) Recubrimiento epoxy.
- 3) Sellado plástico contra el agua.
- 4) Sellado metálico contra el agua.
- 5) Colchón de aire.
- 6) Lámina plástica.
- 7) Capa de cemento.
- 8) Canal de deslizamiento.
- 9) Tunnel de transferencia de combustible quemado.
- 10) Ubicación de la bomba sumergible.
- 11) Drenaje desde el colchón de aire. (diámetro 3")
- 12) Drenaje desde la pileta (diámetro 4")
- 13) Pasajes de hombre.

IV.1.h Barras de Control

IV.1.h.1 Barras de ajuste.

- 1) Nº de barras: 18
- 2) Elementos absorbentes:
Forma: Cilindros esbeltos consecutivos envainados en Zircaloy y ordenados según configuración radial dentro de un círculo de 2,5" de diámetro.
Dimensiones: Diámetro de cada elemento cilíndrico: 1/4"
Longitud de los elementos 12 a 13,1 pies y 6 a 9,3 pies.
Material: Cobalto.
- 3) Tubos de guía de los elementos absorbentes:
Forma: Tubos perforados en toda su longitud.
Dimensiones: Diámetro 3,5".
Material: Zircaloy, dentro del recipiente del reactor. Acero Inoxidable, fuera del recipiente del reactor.
- 4) Carrera total: 610 cm.
- 5) Tiempo empleado para la carrera total a velocidad máxima del mecanismo: 67 sg.
- 6) Mecanismo de accionamiento:
elementos constitutivos: cable, caja de contención, polea de guía, reductor de velocidad con mecanismo indicador de posición, motor eléctrico.
Disposición: cable, polea y unión de cable separados de caja de engranajes.
Sellado del eje respecto a la caja:
Lado agua pesada: Sello de placa de carbón
Lado aceite: Sello labial.
(con drenaje en el espacio entre sellos)
Conexiones motor-caja engranajes y caja engranajes-polea: mediante eje roscado con bolillas recirculantes.
Motor de comando:

tipo: trifásico de inducción
Velocidad: 1760 rpm (descargado)
Tensión: 550 volt
frecuencia: 60 ciclos

IV.1.h.2. Barras de Control Grueso

- 1) Nº de barras: 11
- 2) Elementos absorbentes:
Forma: tubos concéntricos alternados dentro de un tubo guía
Diámetro exterior de la barra: 4,875 pg.
Largo efectivo de la barra: 14,5 pies
- 3) Tubos de guía: Iguales características que en la barra de ajuste salvo diámetro y distribución de las perforaciones.
- 4) Carrera total: 663 cm
- 5) Tiempo de elevación de la barra para la carrera total: 160 sg (a 4,15 cm/sg)
- 6) Tiempo de caída libre: 1,7 sg
- 7) Mecanismo de accionamiento del cable:
Tipo: electromagnético de traba a fricción por energización.
Reducción: mediante tornillo de relación 60: 1
El resto del mecanismo, incluyendo el motor de accionamiento, es similar al de las barras de ajuste.

IV.1.i. Barras de Ajuste y de Parada (Fig. 38)

- 1) Barra de ajuste
- 2) Mecanismo de comando
- 3) Barra de control grueso (parada)
- 4) Nivel 320' 5"
- 5) Mecanismo de Comando
- 6) Hormigón pesado
- 7) Nivel
- 8) Tubo de guía interno: Acero inoxidable
- 9) Tubo de guía externo: Acero inoxidable
- 10) Nivel
- 11) Boquilla
- 12) Carcaza de calandria
- 13) Blindaje carcaza de calandria
- 14) Tubo guía zircaloy
- 15) Cable
- 16) Nivel 289'
- 17) Elemento absorbente barra ajuste
- 18) Tubos de calandria
- 19) Elemento absorbente barra C.G.
- 20) Tubos de calandria
- 21) Tubos guía
- 22) Blindaje carcasa calandria

ANEXO V

SISTEMA DE VAPOR

- Tubos, soportes y placas.
 - Cajas de agua.
 - Cajas de los condensadores.
 - Pozos calientes.
 - Reductores de presión para el by-pass de vapor vivo.
 - Instrumentos y accesorios.
- Las características de diseño del condensador son:
- Código de construcción T.E.M.A y U.S. Hydraulic Institute

—Material:	
envoltura	acero común
Placa de tubos	metal MUNTZ
soportes	acero común
tubos	Latón Almirantazgo
número de pasos	1
—Superficie de transferencia	43,360 m ²
—Coeficiente de transferencia	25,8 Kcal/m ² h ^o C
—Presión de diseño de envoltura	1 Kg/cm ²
—Diámetro exterior de tubos	25,4 mm
—Espesor de pared	1,245 mm
—Número de tubos	64,732
—Longitud de tubo	8,200 mm
—Espesor placa	32 mm
—Espesor de envoltura	22 mm
—Tolerancia entre soportes y tubos	+0,45 mm
—Agua de circulación para carga máxima	164,340 m ³ /h
—Velocidad de agua en tubos	1,71 m/seg
—Pérdida de carga	1.780 mm/H ₂ O
—Oxígeno máximo en la entrada bomba condensado	0,007 mg/l
Caudal de vapor a diversas cargas:	
(a) 50 o/o	1.158,532 Kg/h
(b) 75 o/o	1.657,655 Kg/h
(c) 100 o/o	2.170,250 Kg/h
Temperatura de entrada de circulación:	
máxima (diseño)	23°C
garantizada	18°C
Salto térmico a través del condensador	7°C
Temperatura de vapor saturado para las cargas:	
(a) 50 o/o	25,8°C
(b) 75 o/o	29,5°C
(c) 100 o/o	33,17°C

Temperatura en "hot well" para las cargas:

(a) 50 o/o	25,8°C
(b) 75 o/o	29,5°C
(c) 100 o/o	33,17°C

Reserva de agua en "hot well"

(a nivel normal)	250 m ³
------------------	--------------------

Dimensiones generales:

longitud	14,8 m
ancho	8,8 m
altura	7,9 m
Peso	1.390 m

V.1 Sistema del vacío del Condensador

Este sistema está diseñado para lograr 1,5" Hg abs. de vacío en el condensador y cuenta con un eyector de arranque con vapor provisto por la caldera auxiliar y 2 eyectores de doble etapa para el servicio normal con vapor tomado de la línea de vapor principal.

Con el eyector de arranque se puede alcanzar un vacío de 15 cm Hg absolutos en menos de 60 minutos. Los eyectores de doble etapa vienen provistos de condensadores intermedio y posterior. Los gases de descarga serán enviados a la atmósfera por encima del edificio de la Sala de Máquinas.

Las características del sistema son:

1 — Eyectores de vapor:	
Etapas de cada unidad	2
Equipos de reserva	1
Tipo	Condensado
Caudal de vapor requerido a máxima carga de turbina	720 Kg/h
Presión de vapor	42,19 Kg/cm ²
Temperatura de vapor	252°C
Capacidad de eyectores (aire y vapor mezclado a temperatura de saturación)	246 Kg/h
Porcentaje en peso	31 o/o aire; 69 o/o vapor
Eyector de arranque	8,000 Kg/h
Presión	15 Kg/cm ²
Temperatura	198°C
Capacidad de eyector de arranque	6.450 Kg/h (aire)
Material de tobera	acero inoxidable
2 — Condensador de eyector:	
Presión de trabajo	3,5 Kg/cm ²
3 — Tubos:	
Número	154
Diámetro exterior	20 mm
Espesor de pared	1 mm

Material
Superficie de intercambio
Velocidad del agua en tubos

acero inoxidable
25,63 m²
1,06 m/seg

4 — Placas de tubos:
Espesor
Material

20 mm
acero inoxidable

V.2 Precalentadores de Baja Presión

PRECALENTADOR	UNIDADES	E 101 A/B/C	E 102 A/B/C	E 103 A/B/C	E 104 A/B/C	E 105 A/B/C
Cantidad		3	3	3	3	3
Tipo		horizontal	horizontal	horizontal	horizontal	horizontal
Nº de pasos lado agua		1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1
Nº de pasos lado vapor		1	1	1	1	1
Disposición de tubos		U	U	U	U	U
Cantidad de placas tubo		1	1	1	1	1
Coeficiente de transmisión de calor	kcal/m ² h°C	2832/1200	2726/1200	2983/1200	2806/—	—/1050
Caudal de agua	t/h c/u	1,114,319	1,114,319	1,114,319	1,114,319	1,114,319
Presión de vapor	kg/cm ²	5.72	1.98	0.803	0.307	
Consumo de vapor						
a 50 o/o carga	kg/h c/u	43,763	44,611	35,532	38,294	
a 75 o/o carga	kg/h c/u	26,115	30,872	24,450	21,760	
a 100 o/o carga	kg/h c/u	12,379	19,305	14,829	9,278	
Temperatura de entrada agua						
a 50 o/o carga	°C	112.29	87.37	62.87		33.36
a 75 o/o carga	°C	103.22	79.52	59.58		33.36
a 100 o/o carga	°C	92.61	70.37	48.9		33.36
Temperatura de salida agua						
a 50 o/o carga	°C	148.57	112.29	87.37	62.87	
a 75 o/o carga	°C	138.39	103.22	79.52	59.58	
a 100 o/o	°C	124.26	96.61	70.37	48.9	
Diferencia terminal	°C	4.44/5.56	4.44/8.33	4.44/8.33	4.44/8.33	
Tubos:						
—material		ASTM A179	ASTM A179	ASTM B111 715	ASTM B111 715	ASTM 111 715
—longitud	m	8,594	7,325	8,135	5,800	4,730
—DE y espesor	mm	5/8" BWG 16	5/8" BWG 16	6/8" BWG 18	5/8" BWG 18	5/8" BWG 18
—Unión de tubo a placa tubo		expansión	expansión	expansión	expansión	expansión
Carcaza						
—material		acero al carbono	acero al carbono	acero al carbono	acero al carbono 285GR,C	acero al carbono

V.2.a Características Técnicas

V.2.a.1 Recalentadores de Vapor Intermedios

—Cantidad	4
—Tipo	separador de humedad y recalentador
—Pasos lado tubos	1
—Pasos lado carcasa	1
—Disposición de tubos	triangular
—Superficie de calentamiento	1710 m ²
—Coeficiente de transmisión de calor	450 kcal/m ² h°C
—Datos lado tubos	
Caudal (cada uno)	550.25 t/h
Presión de diseño	55 kg/cm ²
Presión de prueba	82.5 kg/cm ²
Caída de presión	3.4 m
Velocidad	390,000 kg/m ² h
Temperatura de entrada	251°C
Temperatura de salida	251°C
—Datos lado carcasa	
Caudal (cada uno)	777,720 t/h
Presión de diseño	13 kg/cm ²
Presión de prueba	19.5 kg/cm ²
Caída de presión	3.7 m
Velocidad	395,500 kg/m ² h
Temperatura de entrada	189°C
Temperatura de salida	237.5°C
—Tubos	
Material	Cu Ni
Cantidad	
Longitud	
DE	
Espesor	
Unión a placa tubos	
—Carcasa	
Material	acero al carbono
Espesor	30 mm
Longitud	11.1 m
—Placa tubo	
Material	acero al carbono
Espesor	185 mm
Unión a carcasa	soldada
—Baffles	
Material	acero al carbono
Cantidad	8
Espesor	20 mm
—Deflectores	
Tipo	parabólicos
Material	acero

Espesor
—Separadores de humedad
Tipo

12 mm
Placas corrugadas de
acero inoxidable

V.2.b Características Técnicas

V.2.b.1 Bombas de alimentación

Cantidad	3 x 50 o/o
Tipo	Centrífuga, horizontal
Norma	Standard Hydraulic Institute
Material del impulsor	Acero al cromo
Caudal	1815 m ³ /h
Velocidad	
NPSH requerida	38 m H ₂ O
Diferencia mínima entre NPSH requerida y disponible	17 o/o
Altura de impulsión	479 m H ₂ O
Caudal mínimo de recirculación	475 m ³ /h
Potencia absorbida por la bomba	3665 CV
Potencia motor	3100 KW
Acoplamiento	flexible
Sello	mecánico
Cojinete radial	fricción
Cojinete empuje	zapatas
Lubricación	forzada
Refrigeración	externa

V.2.c Características Técnicas

V.2.c.1 Bombas de baja presión

Cantidad en servicio normal	3 x 50 o/o
Cantidad en servicio emergencia	3 x 100 o/o
Caudal	8000 m ³ /h
Velocidad	745 rpm
NPSH requerida	13 m de H ₂ O
Diferencia mínima porcentual entre NPSH requerida y disponible	5 o/o
Altura manométrica de impulsión	57 m de H ₂ O
Potencia absorbida por la bomba	1450 KW
Potencia motor	1620 KW
Curvas características	Gráfico N° 5159
Eficiencia bomba en punto de diseño	86 o/o
Tipo de sello	empaquetadura
Máxima pérdida admisible	0,1 l/sec
Lubricación y refrigeración	agua filtrada
Material del impulsor	acero ASTM 296-65

V.2.c.2 Bombas de alta presión

V.2.c.3 Tuberías de descarga

Cantidad	2 x 50 o/o
Diámetro nominal	
Espesor	12 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	soldada
Conexiones	bridas y soldadura
Presión de diseño	7,8 kg/cm ²
Presión de prueba	11,6 kg/cm ²

Las cañerías serán arenadas y debidamente protegidas contra corrosión.

V.2.c.4 Cañerías en general

Material	acero al carbono
Norma	ASTM A-53 y A-139
Fabricación	soldada
Conexiones	bridas y soldadura
Presión de diseño	7,8 kg/cm ²
Presión de prueba	11,6 kg/cm ²
Soportes	completos
Arenado y protección contra corrosión	

V.2.c.5 Válvulas

Tipo	mariposa motorizada
Cantidad	
Diámetro	
Espesor de pared	16 mm
Material	St 37
Fabricación	soldada
Conexión	bridas abulonadas
Tipo de asiento	acero inoxidable AISI 308

Tipo de asiento	goma sintética
Presión de diseño	7,8 kg/cm ²
Presión de prueba	11,6 kg/cm ²

Arenadas y protegidas contra corrosión.

V.2.c.6 Caldera Auxiliar

Máxima carga continua	12.000 kg/h
Mínima carga continua	2.400 kg/h
Temp. final agua alim.	70°C
Máxima humedad vapor vivo	20/o
Presión de servicio	15 ata.
Eficiencia a plena carga	88 o/o
Eficiencia a 50 o/o de plena carga	88 o/o
Temperatura de humos	210 a 230°C

V.2.c.7 Desgasificador:

Operación totalmente automática	
Caudal de agua	40 m ³ /h
Temperatura de trabajo	90 a 95°C

Presión de trabajo	atmosférica
Capacidad	20 m ³
Oxígeno residual	0,05 cc/1

V.2.c.8 Equipo de preparación de agua:

- 1 tanque vertical de 100 lts. de capacidad, con todos sus accesorios.
- 1 bomba de alimentación y tubería.
- 1 bomba dosificadora para el fosfato trisódico.
- 1 electroagitador de alta velocidad y sus elementos auxiliares.
- 2 electrobombas centrífugas para el agua de alimentación.

V.2.c.iv Normas:

Código ASME

V.2.d Características técnicas

V.2.d.1 Bombas

Cantidad	3 x 50 o/o
Tipo	centrífuga, vertical
Norma	Standard Hydraulic Institute Europump
Caudal	1670 m ³ /h
Velocidad	976 rpm
NPSH requerida	0 m H ₂ O
NPSH disponible	1,2 m H ₂ O
Altura de impulsión	160 m H ₂ O
Caudal mínimo de recirculación	327 m ³ /h
Potencia absorbida por la bomba	1260 CV
Potencia del motor	1430 KW
Acoplamiento	flexible
Sellos	empaquetadora
Cojinete radial	fricción
Cojinete de empuje	zapatas
Material impulsor	

V.2.e Características técnicas

V.2.e.1 Compresores;

Tipo	Servicio pesado, simple etapa, doble efecto, libre de aceite, enfriado por agua.
------	--

Cantidad	3 x 50 o/o
Capacidad	680 Nm ³ /h c/u
Presión de descarga	7 hg/cm ²
Enfriadores y separadores de humedad y aceite.	

V.2.e.2 Tanques

Capacidad	5 m ³
Cantidad	3
Presión de servicio	7 kg/cm ²

V.2.e.3 Cañerías

Material	cobre
V.e.e.4 Características del aire para respiración	
Temperatura	
Humedad	
Aceite	
V.2.e.5 Características del aire para instrumentación	
Temperatura	
Humedad	
Aceite	

ANEXO VI

PLANILLAS DE DATOS CARACTERISTICOS GARANTIZADOS MOTOR DIESEL

Normas	
Marcas	
Tipo	
Fabricante	
Potencia nominal (a 750 mm Hg, 27°C y 20°C temperatura del agua de refrigeración del sobrealimentador y	
50 o/o	4820 CV
Cantidad	2 (100 o/o)
Número de cilindros motrices	9
Sobre-carga admisible durante una hora diaria	o/o
Diagramas de variación de la potencia en función de la presión atmosférica, temperatura ambiente y humedad.	
Diámetro de los cilindros motrices	420 mm
Carrera o recorrido del pistón	500 mm
Velocidad de rotación	428 rpm
Velocidad media del pistón	m/s
Presión efectiva media a potencia nominal	kg/cm ²
Presión de combustión máxima	kg/cm ²
Presión de compresión	kg/cm ²
Grado de irregularidad	± 0,5 o/o
Consumo específico de combustible referido a la potencia de 4820 CV y 428 rpm para un combustible de 10000 Cal/kg es de	150 gr/hCV con el 5 o/o de tolerancia.
Peso del motor	Kg
Peso del volante	Kg
Peso del árbol cigüeñal	Kg
Peso de la bancada	Kg
Peso de la pieza más pesada a maniobrar durante una repara-	

ción normal	Kg
Dimensiones máximas del equipo montado	mm
Altura mínima de desmontaje del pistón con biela	mm
Aire comprimido para arranque a	30 kg/cm ²

ANEXO VII

CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACION PRINCIPAL

VII.1 Toma de Agua – Generalidades

VII.1.a Características Técnicas

Nº de cañerías independiente	3
Diámetro interior cañerías	3.100 mm
Longitud cañerías	1.000 (aproximadamente)
Material	acero St 37
Norma	DIN 17100
Espesores	22-19-16 mm
Fabricación	soldada
Conexiones	bridas abulonadas
Las cañerías serán arenadas y debidamente protegidas contra corrosión.	

VII.2 Sistema de Limpieza Mecánica – Generalidades

El primer sistema de rejás estará ubicado a la entrada de las tres tuberías de aspiración que descansan sobre el lecho del lago. Las rejás se montarán formando un plano inclinado que permitirá se autolimpien por gravedad. En la casa de bombas al final de las tres tuberías mencionadas precedentemente, se proveerá una cámara común desde la cual el agua de refrigeración fluirá a través de 6 líneas de filtrado independientes en paralelo.

Cada sección de filtrado será diseñada para 20 o/o del caudal máximo y contará con un sistema de rejás fijas de limpieza automática por medios mecánicos y un sistema de filtros rotativos con limpieza automática por chorro de agua. Se proveerán compuertas para dividir y aislar las secciones de filtrado, permitiendo su vaciado mantenimiento y limpieza. La materia retenida por el sistema de limpieza será retornada al lago.

La casa de bombas contará con bombas para vaciado fijas y portátiles. Se proveerán dispositivos (2 x 100 o/o) medidores e indicadores de las diferencias de nivel entre la entrada y salida de las secciones de filtrado. Este sistema permitirá seguir las variaciones de nivel en las piletas y se usará para controlar automáticamente el movimiento de los filtros rotativos y los rastrillos limpiadores de las rejás fijas una

vez alcanzada una diferencia de nivel prefijada. Se suministrarán 4 compuertas móviles para dos secciones de limpieza; 2 compuertas móviles para las bombas de agua de refrigeración de los condensadores y 1 compuerta móvil para las bombas de agua de proceso. La operación de todos los equipos ubicados en la casa de bombas será totalmente automática. Se repetirán en la sala de comando los controles y señalizaciones más importantes.

Planos: 5154; 89310; 33407; 89350; 89488; 89311; 89312; 163270 bis*.

VII.2.a Características Técnicas

Nº de secciones de filtrado	6
Caudal total	196.000 m ³ /h
VII.2.a.1 Rejas fijas (en la toma):	
Cantidad	3
Dimensiones	3,6 x 16,8 m
Luz entre barras	150 mm
Material	St 37
VII.2.a.2 Rejas fijas (en casa de bombas):	
Cantidad	6
Dimensiones	4 x 7 m
Luz entre barras	20 mm
Material	St 37
Sistema de limpieza	rastrillo automático
VII.2.a.3 Filtros rotativos:	
Cantidad	6
Tamaño de malla	0,8 x 0,8 mm
Disposición	vertical
Sistema de limpieza	por agua a presión
Arranque y parada automáticas	
Material de malla	
Dos velocidades de operación	
VII.2.4 Bombas portátiles de vaciado:	
Cantidad	2
Altura de impulsión	25 m H ₂ O
Caudal	120 m ³ /h
Potencia motor	16,5 kW
VII.2.a.iv Bombas fijas de vaciado:	
Cantidad	2
Altura de impulsión	25 m H ₂ O
Caudal	60 m ³ /h
Potencia motor	9 kW

VII.3 Generalidades

Este circuito tomará agua del lago que previamente ha pasado a través del sistema de limpieza mecánica (rejas gruesas, rejas finas, tamices), que luego será impulsada

por las bombas de agua de circulación hasta los condensadores del vapor de turbina, para finalmente ser devuelta al lago. Las bombas serán verticales, del tipo de flujo mixto, y contarán con álabes ajustables que automática y/o manualmente regularán el caudal requerido para mantener una temperatura máxima del 30°C a la salida de los condensadores.

Los impulsores y cojinetes serán fácilmente accesibles para comprobación de huelgos e inspección general. Será posible aislar cada una de las bombas de este sistema para su mantenimiento, permitiendo la operación de las restantes. Se empleará el eyector de vapor de arranque para extraer el aire del lado agua del condensador, evitándose la formación de bolsas de gases en las zonas de tubos y cajas de agua. **Normas:** DIN, ASTM, UNI, Hydraulic Standard Institute, Standard Code for Pressure Piping. **Planos:** 5156, 89310, 5155, 89316, 89313, 89317, 89314, 163972-2, 163954bis, 163936, WO. 2 bis, 163270bis.*

VII.3.a Características Técnicas

VII.3.a.1 Bombas:	
Cantidad	3 x 33,3 o/o
Succión	independiente
Tipo	álabes ajustables, verticales, flujo mixto
Caudal	54.600 m ³ /h
Velocidad	222 rpm
NPSH requerida	9,95 m H ₂ O
Diferencia mínima en o/o entre NPSH requerida y disponible	34,5 o/o
Altura manométrica de impulsión	21,5 m
Mecanismo de ajuste álabes	hidráulico
Potencia absorbida por la bomba	3.610 kW
Potencia motor	4.000 kW
Eficiencia bomba en punto de diseño	88,5 o/o
Curvas características	Gráfico Nº 5155
Acoplamiento entre bombas y reductor	rígido
Acoplamiento entre reductor y motor	flexible
Tipo de sello	empaquetadura
Máxima pérdida admisible	0,2 l/seg.
Lubricación y refrigeración	agua filtrada
Material de álabes	Acero ASTM A 256-65
Eficiencia del reductor	97,2 o/o

*oferta técnica Canadiense

VII.3.a.ii	Tuberías de descarga:
Diámetros nominales	2000/2300/2800 mm
Nº a la descarga bombas	2
Nº a la entrada condensadores	6
Espesores	16 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	Soldadas
Conexiones	Bridas abulonadas
Presión diseño	3,5 kg/cm ²
Presión prueba	5,25 kg/cm ²

Las cañerías serán arenadas y debidamente protegidas contra corrosión.

VII.3.a.3	Válvulas:
Tipo	mariposa motorizada
Diámetro nominal	2300 mm
Cantidad	3
Espesor pared	20 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	soldada
Conexión	Bridas abulonadas
Tipo de asiento	acero inoxidable AISI 308
Tipo de asiento	goma sintética
Presión de diseño	3,5 kg/cm ²
Presión de prueba	5,25 kg/cm ²
Tipo	mariposa motorizadas
Cantidad	12
Diámetro nominal	2.000 mm
Espesor pared	16 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	soldada
Conexión	bridas abulonadas
Tipo de asiento	acero inoxidable AISI 308
Tipo de asiento	goma sintética
Presión de diseño	3,5 kg/cm ²
Presión de prueba	5,25 kg/cm ²

ANEXO VIII

TALLERES Y HERRAMIENTAS

Este suministro deberá comprender la provisión de máquinas-herramientas, equipos, herramientas manuales, y todas aquellas herramientas especiales para montaje y desmontaje de componentes.

VIII.1 Equipamiento del Taller Mecánico de Zona Controlada

VIII.1.a Descripción

Equipo para soldadura TIG	(1 para taller, 2 portátiles)
Equipo de soldadura eléctrica	1
Equipo de soldadura autógena	1
Agujereadora-estampa de barco	1
Agujereadora-estampa de pie	1
Sierra mecánica	1
Sierra sin fin	1 (hasta 200 kg. sobre la mesa)
Dobladora de caños	1
Rectificadora de piedra	1
Fresadora universal	1 (1 a 1,2 m de mesa)
Torno pequeño de precisión	1 (1 m. de bancada)
Amoladoras de mano	2
Rebabadora portátil	1
Llaves de impacto neumáticas	1 juego de 3/4" y otro de 1/2"
Agujereadora neumática	
Cortador neumático de impacto	1
Juegos de repasar roscas	2
Juegos de mechas grandes	4
Juego de mechas chicas	4
Escariadores	2 juegos
Punzón	1 juego
Torno	1 (2 a 2,5 m de bancada)
Agujereadora radial	1 (hasta Ø 30 mm mecha)
Alesadora	1
Piedra esmeril con base y extractor de aire y filtro	1
Rectificadora de válvula (hasta 300 Ø)	1
Rectificadora de válvula (de Ø 10 a 100)	1

VIII.2 Equipamiento del Taller Mecánico Convencional

Torno grande	1 (mínimo 1,4 m de volteo en el escote y 4 a 5 m entre puntas)
Torno mediano	1 (2,5 m de bancada 0,60 m de escote)
Afiladora de herramientas universal (fresas, machos, mechas, herramientas, etc.)	1

Fresadora universal	1 (largo de mesa aproximadamente 1,5 m)
Agujereadora radial grande	1
Prensa hidráulica	1 (de hasta 50 ton)
Limadora	1 (carrera aproximada 1 m)
Agujereadora de columna	1
Bancos de trabajo	4
Piedras esmeriles con base	2
Cizallas	2
Rectificadora de válvula	1 (de hasta Ø 400)
Rectificadora de válvula	1 (de 30 Ø a 100)
Juegos de herramientas de mano diversas, aparejos, instrumentos de medición, etc.	
Aparejos livianos, eslingas	

VIII.3 Equipamiento para Taller de Soldadura

Equipos de soldadura autógena completos	2
Equipos de soldadura eléctrica completos	2
Mesas de soldar	2

VIII.4 Equipamiento para Herrería

Fragua	1
Morsa de herrero	1
Plato de herrero	1
Bigornia	1
Herramientas de mano diversas	

VIII.5 Equipamiento para Chapistería

Dobladora de chapa	1
Cilindradora	1
Pestañadora	1
Guillotina	1
Cizalla para planchuela y perfiles	2
Bancos de trabajo	2

VIII.6 Equipamiento para Taller Eléctrico

VIII.6.a Instrumental

- 1 — Medidor de aislación eléctrica de 1 hasta 5 KV con puntas de prueba, completo. (megger electrónico)
- 1 — Probador de aislación de 1 y 2 KV completo, con puntas de prueba, etc.
- 1 — Equipo de prueba portátil para relés secundarios hasta 25 A equipado completo.
- 1 — Equipo de prueba para relés primarios y transformadores de intensidad hasta 5.000 A, con regulación gruesa y

- fina. Equipado con medidor eléctrico de tiempos de 0 a 20 segundos, 0,01 segundo/división.
- 1 — Aparato de medición de rigidez dieléctrica de aceites (fabricación Maidanik o similar)
- 1 — Megger completo con alcances 250, 500 y 1000 V.
- 2 — Indicadores de sucesión de fases.
- 4 — Tester Universales.
- 2 — Pinzas amperimétricas con alcances 0-15 — 75 — 300 - 1200 y 1500 Amperes (aproximadamente)
- 1 — Lámpara estroboscópica para medición de velocidades, alcances de 150 a 20.000 rpm con regulación continua.
- 2 — Voltamperímetros de Fe móvil, alcances 0 — 6 — 30 Amperes y 0 — 600 V (en 5 escalas)
- 1 — Medidor de tierras operado a baterías, tolerancia ± 1 o/o zonas de medición 0 — 5 Ω — 0 — 500 Ω — 0 — 50 Ω - 0 — 5000 Ω.
- 3 — Ohmímetros.
- 1 — Puente de Wheatstone, equipado con puntas de prueba, etc.
- 1 — Autotransformador trifásico 380 — 0 — 380 V 5 KVA.
- 1 — Autotransformador monofásico 220 — 0 — 250 V con regulación gruesa y fina 2,5 KVA.
- 1 — Desfasador trifásico 3 KVA.
- 1 — Valija para medición de carga desequilibradas
- 1 — Cofímetro 0 — 100 — 380 V — 0-1 — 15 A.
- 1 — Detector de puestas a tierra, frecuencia de operación 5 Hz para buscar de tierras en sistemas de c.c.

VIII.6.b Máquinas herramientas

- Máquina de perforación.
- Amoladora—
- Horno de secado con regulación continua de temperatura hasta 250°C, dimensiones (2,5 x 1,5 x 1,5 mts. aproximadamente)
- Equipo para tratamiento y purificación de aceite de interruptores y transformadores 4.000 l/h. (puede obviarse si ya se dispone de otro en la misma zona (EPEC ó AyEE).

ANEXO IX

SISTEMA DE VENTILACION

La lista de componentes del sistema de ventilación responde a Córdoba 1ª y Gentilly en la medida que se tiene información. Los planos de válvulas, etc. responden a lo que se usó para Ezeiza sobre modelo Atucha.

Abreviaturas Usadas			7-V.E(c)-1x40.000 m3/h; 75 mmc. a; 20 H.P	Si	Térmico (Ciarrapico)
Ventilador de entrada	V.E.				
Ventilador de salida	V.S.		8-V.S(A)-1x35.000 m3/h;		" "
Ventilador de recirculación hermética	V.R.H.		25 mmc. a; 15 H.P	Si	
Ventilador de salida hermético	V.S.H.		9-V.E(c)-2x17.000 m3/h	Si	Térmico (Ciarrapico)
Ventilador axial	agrega (A)				
Ventilador centrífugo	agrega (C)		10-V.S.H(c)-2x17.000 m3/h	No	TKT (Turbón)
Válvulas herméticas	VV.H		11-V.S.(A)-5x30.000 m3/h	Si	Lix KLET (Ciarrapico)
Válvulas de regulación	VV.R				" "
Filtro de entrada	F.E.		12-V.S.(A)-2x15.000 m3/h	Si	" "
Filtro de entrada grueso	F.E.G.		13-V.S.(A)-2x20.000 m3/h	Si	" "
Filtro de entrada prefiltro	F.E.P		14-V.R.H-3x7.000 m3/h	No	TKT (Silica Gel A.G
Filtro de salida	F.S.				" "
Filtro de salida prefiltro	F.S.P.		15-V.R.H-1x7.000 m3/h	No	" "
Filtro de salida absoluto	F.S.A.		16-V.R.H-1x3.400 m3/h	No	" "
Filtro rotativo de entrada	F.R.E.		17-V.R.H-2x850 m3/h	No	" "
Filtro de carbón activado impregnado con IK	F.C.A.		18-V.R.(c)-14x1.000 m3/h	Si	Lix KLET (Ciarrapico)
Filtro de recirculación de carbón activado impregnado con IK	F.R.C.A		19-V.R.(c)-1x10.000 m3/h	Si	" "
Filtros de recirculación Absoluto	F.R.A		20-V.S.(A)-2x5.000 m3/h	Si	" "
Serpentina calefactora	S.C		21-V.S.(A)-2x6.000 m3/h	Si	" "
Serpentina enfriadora	S.E		22-V.S.(A)-3x3.500 m3/h	Si	" "
Cajas metálicas para filtros del tipo hermético	C.M.F.H.		23-V.E.(c)-2x10.000 m3/h	Si	" "
Cajas metálicas para filtros de carbón activado de tipo hermética	C.M.F.C.A.H		24-V.S.(A)-6x5.000 m3/h		
Cajas metálicas para filtros absolutos	C.M.F.A.		25-V.V.H-4x20.000 m3/h	No	TKT (Dingler)
Cajas metálicas para filtros rotativos de entrada	C.M.F.R.E.		26-V.V.H-4x20.000 m3/h	No	TKT "
			27-V.V.R-60xdist.medidas	Si	Termeco-Lix KLET TKT (CEAG- AG)
			28-F.S.G-25.000 m3/h		
			30 o/o AFI	No	
			29-F.S.P-25.000 m3/h		
			90 o/o NBS	No	TKT (CEAG)
			30-F.S.A.-25.000 m3/h		
			99,97 o/o DOP	No	" "
			31-F.S.G-25.000 m3/h		
			80 o/o AFI	No	" "
			32-F.S.P-25.000 m3/h		
			90 o/o NBS	No	" "
			33-F.S.G-35.000 m3/h		
			80 o/o AFI	No	" "
			34-F.S.P-35.000 m3/h		
			90 o/o NBS	No	" "
			35-F.S.G-40.000 m3/h		
			80 o/o AFI	No	" "
			36-F.S.P.-40.000 m3/h		
			90 o/o NBS	No	" "
			37-F.S.A-40.000 m3/h		
			99,97 o/o DOP	No	" "
			38-F.R.E-50.000 m3/h	No	" "

IX.1 Sistema de Ventilación (Preliminar)

Elementos--Cantidad y Características Técnicas --En Atucha	Fue fabrica- do en el país?	Firma que su- ministró un elemento simi- lar para Atucha
1-V.E.(c)-1x50.000 m3/h; 120 mmc. a; 30 H.P	Si	Térmico (Ciarrapico)
2-V.E.(c)-1x40.000 m3/h; 100 mmc. a; 20 H.P	Si	" "
3-V.S.H(c)-2x25.000 m3/h; 250 mmc. a; 40 H.P	No	T.K.T. (Turbón AL)
4-V.S.H(c)-1x25.000 m3/h; 50 mmc. a; 7,5 H.P	No	" "
5-V.S.H(c)-1x35.000 m3/h; 125 mmc. a; 20 H.P	No	" "
6-V.S.H(c)-2x10.000 m3/h; 125 mmc. a; 7,8 H.P	No	" "

39-F.R.E-40.000 m3/h	No	"	"
40-F.C.A-35.000 m3/h	No	"	"
41-F.R.E-34.000 m3/h	No	"	"
42-F.S.P-20.000 m3/h			
90 o/o NBS	No	"	"
43-F.S.A.-20.000 m3/h			
99,97 o/o DOP	No	"	"
44-F.R.A-21.000 m3/h			
99,97 o/o DOP	No	TKT (CEAG)	
45-F.R.C.A-21.000 m3/h	No	"	"
46-F.R.E-14x1.000 m3/h	No	"	"
47-F.R.E-10.000 m3/h	No	"	"
48-F.R.E-12.000 m3/h	No	"	"
49-F.R.E-2x10.000 m3/h	No	"	"
50-F.R.E-1x40.000 m3/h	No	"	"
51-S.C-1x50.000 m3/h	Si	Térmico (Helos)	
52-S.E.-1x50.000 m3/h	Si	"	"
53-S.C.-1x40.000 m3/h	Si	"	"
54-S.C.-1x17.000 m3/h	Si	"	"
55-S.E.-1x17.000 m3/h	Si	"	"
56-S.E.-17x17.000 m3/h	Si	"	"
57-S.C.-56 (500.000 Kcal/h total)	Si	"	"
58-S.E.-30(1.500.000 frig/h total)	Si	"	"
59-S.E.-20(500.000 frig/h total)	Si	"	"
60-S.E.-14x12.000 frig/h	Si	"	"
61-S.C.-14x40.000 Kcal/h	Si	"	"
62-S.E.-17x5.000 frig/h	Si	"	"
63-S.C-1x350.000 Kcal/h	Si	"	"
64-S.E.-1x520.000 frig/h	Si	"	"
65-S.E.-10x100.000 frig/h	Si	"	"
66-S.C.-2x200.000 Kcal/h	Si	"	"
67-CMFH-1x25.000 m3/h	No	TKT (CEAG-ALEM)	
68-CMFH-1x25.000 m3/h	No	"	"
69-CMFH-1x35.000 m3/h	No	"	"
70-CMFH-1x10.000 m3/h	No	"	"
71-CMFRE-1x50.000 m3/h	No	"	"
72-CMFRE-1x40.000 m3/h	No	"	"
73-CMFRE-1x34.000 m3/h	No	"	"
74-CMFRE-14x1.000 m3/h	No	"	"
75-CMFRE-1x10.000 m3/h	No	"	"
76-CMFRE-1x12.000 m3/h	No	"	"
77-CMFRE-2x10.000 m3/h	No	"	"
78-CMFRE-1x40.000 m3/h	No	"	"
79-CMFCA-1x35.000 m3/h	No	"	"
80-CMFH-1x20.000 m3/h	No	"	"

81-CMFCA-1x21.000 m3/h	No	"	"
82-CMFCA-1x20.000 m3/h	No	"	"

IX.2 Sistema de Ventilación (Recuperación de D2O)

IX.2.a. Tres equipos completos dobles (uno que trabaje secando y otro regenerando) para un caudal de 7000 m3/h, para secar el aire con silica-gel a un punto de rocío de 17,8°C (aproximadamente 1400 H). Estos equipos por trabajar con agua liviana y agua pesada tritida deben ser herméticos. Deben poseer todos los equipos eléctricos, válvulas neumáticas, controles, etc. para que su operación sea totalmente automática con sensores de humedad que verifiquen su correcto funcionamiento. La cantidad aproximada de agua pesada + liviana a recuperar es de 51 gr/hora por cada unidad.

IX.2.b. Un equipo secador igual al anterior pero con un punto de rocío de 34,4°C (230 p.p.m) con una recuperación de agua (pesada + liviana) de 1 Kgr/hora.

IX.2.c. Un equipo secador similar al 1) pero para un caudal de 3400 m3/h con una recuperación de agua pesada de 2,5 Kgr/hora.

IX.2.d. Un equipo para secado del aire similar al 2) pero con un caudal de 850 m3/h.

IX.3 Ventiladores

Se elegirá una construcción que evite al máximo el mantenimiento y se tratará de obtener un grado de rendimiento óptimo. Los cojinetes no requerirán mantenimiento antes de las 20.000 horas de servicio. El accionamiento se efectuará directamente o con correas en V. En este último caso, se usará un número de correas tal que la rotura de una de ellas, no comprometa el funcionamiento del ventilador. El ventilador será diseñado de modo que permita un aumento del caudal del 20 o/o sobre el punto de diseño calculado. Los motores de hasta 3 kW (referidos a la potencia nominal del ventilador) se proveerán con una potencia de 1,5 veces. El Contratista suministrará las hojas de curvas características del ventilador con los datos garantizados. La estanqueidad de los ventiladores herméticos se comprobará durante la prueba en fábrica con un método de reconocida eficiencia y con una diferencia de presión de 500 mm de columna de agua. Los ensayos de estanqueidad aprobados se realizarán antes de aplicar la primera capa de pintura. Los ventiladores podrán ser, según en uso:

a) de aspiración en ambos lados y compuesto de:

1) un cuerpo de chapa de acero gruesa, totalmente soldado con un rotor de alabes balanceados estática y dinámicamente en forma perfecta, según las reglas de la aerodinámica

ca con eje de acero sustentado con dos rodamientos.

2) 2 rejillas protectoras de aspiración.

3) un accionamiento completo de correas en V con las poleas correspondientes y las correas de alto rendimiento necesario para una capacidad de sobrecarga de por lo menos 25 o/o.

4) una caja de seguridad para las correas, totalmente cerradas.

5) un tubo de conexión elástico en el lado de presión del ventilador para la unión con bridas en ángulo hecho de amianto.

6) un marco base soldado de hierro perfilado con malla de acero para ser llenado con hormigón, incluyendo los rieles tensores para el motor eléctrico.

7) un juego de amortiguadores que reducen las oscilaciones y los ruidos para ser adherido sobre la superficie de la instalación y colocados de tal manera con respecto a su centro de gravedad, que todos queden igualmente solicitados.

b) De aspiración de un solo lado, hermético y compuesto de:

1) un cuerpo de hierro grueso resistente a la presión con todas las uniones soldadas en forma continua y todos los cantos redondeados, con el rotor con álabes convexos, en forma técnico-aerodinámicas, estática y dinámicamente balanceados con el eje de acero doblemente sustentado por rodamiento y el paso del mismo con perfecto cierre mecánico.

2) un accionamiento completo con correas en V compuesto por las poleas y un número necesario de correas en V, de alto rendimiento, con una capacidad de sobrecarga de por lo menos el 25 o/o.

3) una protección para las correas en V totalmente cerrada.

4) un tubo de empalme elástico sobre el lado de presión del ventilador para su unión con bridas en ángulo, fabricado en metal y amianto y de tipo hermético.

5) un tubo de empalme elástico igual al anterior.

6) un bastidor de hierro perfilado soldado, con un entremado de acero para hormigonado que incluya los rieles tensores para la colocación del motor.

7) un juego amortiguadores idénticos a los usados en los ventiladores con aspiración en ambos lados.

Todos los ventiladores sin excepción, llevarán un sistema de indicación de funcionamiento del tipo eléctrico, con teleindicación en los tableros de control, para detectar la ruptura del acoplamiento motor-ventilador.

IX.4 Válvulas de cierre hermético

Las válvulas de cierre hermético y rápido formarán parte del recinto de seguridad primario. Ellas tendrán la tarea de aislar los recintos de seguridad hacia afuera en el caso de una presión demasiado alta en el mismo (accidente). Las válvulas serán construídas de manera que resistan temperaturas y presiones accidentales. El disco de la válvula no deberá abrirse contra la dirección de cierre por la presión de aire producida por el ventilador. La estanqueidad que tendrán estas válvulas será de 10-3 Torr.l/s en el cierre disco-asiento cónico y en los pasajes del eje hacia afuera, para diferencias de presiones máximas. Tiempo de cierre de válvula, 3 segundos.

Las válvulas herméticas se someterán a un examen de funcionamiento abriéndolas y cerrándolas diez veces, examinando después su estanqueidad con aire comprimido para comprobar el cierre de la parte móvil contra el cuerpo. Los pasajes de los ejes también serán ensayados. Serán de construcción soldada de acero con terminación hermética, con bridas en ambos lados para su colocación en los sistemas de conductos. Con caja cilíndrica con asiento cónico concéntrico de acero inoxidable.

El disco de cierre llevará una junta-anillo completa de neoprene, viton o buna-n que será mantenida en su asiento (ranura) por un anillo de acero desmontable que permita el recambio de la junta sin necesidad de desarmar la clapeta de la válvula. El disco de cierre podrá girar hasta 90°. El eje de giro del disco no será concéntrico con la aleta sino que estará desplazado y, por lo tanto, será excéntrico hacia el lado contrario al asiento cónico y se encontrará fuera de la junta de cierre estanco. En la posición totalmente abierta, el disco-clapeta se encontrará paralelo al eje del tubo y ofreciendo al aire la menor resistencia posible. El accionamiento se efectuará por un engranaje helicoidal en caja estanca, que estará directamente sobre la válvula. El dispositivo tendrá indicación de su posición mecánica (abierto-cerrado). El accionamiento tendrá también una rueda para accionamiento manual. El accionamiento a distancia de estas válvulas podrá ser neumático por medio de un pistón de doble efecto o eléctrico por medio de un motor con reductor de velocidad. El equipo tendrá interruptores eléctricos para señalar a distancia la posición de la aleta. La válvula será provista con una capa de pintura decontaminable, como así también por todas las juntas correspondientes y los materiales de fijación a las paredes y/o techos.

IX.5 Filtros

IX.5.a Filtros de cinta enrollada para aire de entrada.

Estará compuesto de un marco central con guía lateral para la cinta, rodillos de guía superior e inferior, con refuerzos verticales y horizontales para la estabilización de la cinta del filtro de aire. El equipo poseerá los motores de accionamiento que sean necesarios para el tamaño de filtro, con movimiento por piñón y cadenas. El equipo de filtrado poseerá el número de cintas para ser enrolladas que sea necesario para el caudal nominal, y será de material filtrante elástico, formado por fibras de vidrio, unido firmemente entre sí con resina plástica artificial en sus puntos de contacto y cubiertos con una capa de gel como medio de fijación del polvo. Poseerá un control por manómetro para servicio totalmente automático con medidor diferencial de presión, con contactos eléctricos de mínima y de máxima presión y con la caja de control correspondiente con llave selectora. Se incluirá también una botonera para el avance de la cinta de filtro durante el cambio, lámparas piloto, fusibles y las protecciones necesarias contra sobrecorriente. El equipo estará compuesto de todas las bridas de hierro ángulo, bridas de cierre elástico, marcos de acero y todos los elementos que sean necesarios para su correcto funcionamiento.

IX.5.a.1 Características

- a) Pérdida de presión en servicio al caudal nominal: 10 mm de columna de agua.
- b) Grado de limpieza: 97 o/o referidos a un grano de límite superior a 5μ .

IX.5.b Filtros Finos de Entrada:

Estarán formados por un marco para empotrar en la pared, pintado a fuego, donde se colocará el material filtrante. Este filtro estará formado por cajas rectangulares con el material filtrante de lana de vidrio muy fina con refuerzos de gasa sintética en el lado del aire filtrado. Este tipo de filtro tendrá un manómetro diferencial de precisión a manera de balanza anular de precisión, contactos eléctricos de mínima y máxima presión para el envío de teleinformación.

IX.5.b.1 Características del filtro:

- a) Pérdida de presión: 10 mm de columna de agua.
- b) Grado de filtración para un polvo de diámetro superior a 0,5 micrones: 99 o/o.

Los filtros deberán suministrarse con el 200 o/o del material filtrante de repuesto.

IX.5.c Consideraciones generales sobre filtros de salida

La estanqueidad de los filtros de alta producción para materias en suspensión y de los filtros de carbón activado serán comprobadas después del montaje por un procedimiento

adecuado en los que respecta a su asiento en el cuerpo del mismo. Será posible ejecutar ensayos periódicos de la estanqueidad durante el servicio.

El Contratista proveerá el equipo necesario para realizar las comprobaciones del párrafo anterior, e incluso realizará las previsiones correspondientes en lo que a conductos se refiere, para realizar estas mediciones en todos los filtros de la central con el sistema en funcionamiento al caudal nominal.

El equipo de medición consistirá en introducir en los conductos del sistema de filtros a probar, un flujo concentrado de partículas de diámetro aproximado a 0,3 micrones de ftalato de diotilo (DOP), el que será producido por un generador de aerosoles portátil y que será provisto con todo el equipo auxiliar necesario.

Para los filtros de carbón activado se empleará una construcción de calidad comprobada y se ejecutarán de modo que permitan ensayos periódicos del grado de separación y se puedan sacar fácilmente muestras en cualquier momento. Para las instalaciones de filtros de alta producción para materias en suspensión se comprobará el grado de separación de la instalación total. Los cuerpos de los filtros combinados compuestos por los preliminares (prefiltros), de alta producción materiales en suspensión, de carbón activado y absoluto se someterán a una prueba de presión que determine en forma fehaciente, la estanqueidad para una diferencia de presión de 300 mm de columna de agua. La construcción y las dimensiones de los filtros del aire de salida y del aire circulante, garantizarán que se pueda efectuar un intercambio fácil y sin contacto de los elementos filtrantes. Todas las instalaciones de filtrado serán equipadas con indicadores de diferencia de presión, con telealarmanas en los tableros por alta y baja caída de presión en los filtros. Los elementos filtrantes empleados serán totalmente combustibles, salvo que sean diseñados para temperaturas altas.

IX.5.d El filtro absoluto y prefiltro.

El conjunto constará de:

- 1) Un juego de cajas de filtro, para antifiltro y sección de filtrado de materias en suspensión, de chapa de hierro, de hierro perfilado soldado y armado todo como una unidad, todas las juntas soldadas serán alisadas en la parte interior al ras con la pared del armazón. Todo será pintado con pintura epoxi decontaminable.
- 2) Un juego de registros herméticos de dos posiciones (abierto y cerrado) con junta de cierre de neoprene para realizar el recambio de filtros en condiciones de amplia

protección radiológica. Estos registros se colocarán uno antes y otro después del filtro absoluto.

3) Un mecanismo para compensación de presión para el recambio sin presión en los filtros.

4) Un juego de tubos de emplame para la colocación de instrumentos de medición de presión diferencial, con teleindicación.

5) Una puerta de mantenimiento de cierre hermético con tuercas a mariposa para el cierre.

6) Un juego de tubos para controlar el asiento de las celdas filtrantes durante el funcionamiento de la instalación.

7) Un dispositivo especial para el ajuste regulable del filtro en su asiento.

8) Un juego de unidades de prefiltro con malla antillama de alambre chato y una caja filtrante de lana de vidrio. Estos filtros gruesos se usarán para retener las partículas relativamente grandes que pudieran ser introducidas originalmente en el sistema o durante los períodos de mantenimiento y servirán para preservar a los filtros de alta eficacia de una contaminación prematura, prolongando la vida de estos últimos.

Los filtros gruesos tendrán la suficiente capacidad como para manejar todo el caudal de aire que debe pasar por los filtros absolutos a una velocidad que no exceda los 1,5 M/S. Los filtros gruesos normalmente tendrán 50 mm de espesor de lana de vidrio. La caída de presión a través del prefiltro limpio no excederá de 5 mm de columna de agua.

9) Un juego de filtros absolutos de alto rendimiento para partículas en suspensión que constará de un marco de madera terciada, que use papel de vidrio plisado como medio filtrante; con separadores, con junta de ajuste de neopreno de una sola pieza colocada del lado del aire sucio. Para el caso de los laboratorios se usarán filtros resistentes a los ácidos.

El grado de eficiencia mínima de los filtros será del 99,98 o/o para partículas de 0,3 micrones medido por el DOP test. La pérdida de presión en el filtro nuevo para el caudal nominal será de aproximadamente 25 mm de columna de agua y las dimensiones de las unidades filtrantes serán 610 x 610 x 50 mm para el prefiltro y 610 x 610 x 292 mm para el filtro absoluto.

IX.5.e Filtro de carbón activado

El filtro de carbón activado será del tipo hermético a diédros con las siguientes características:

- a) Velocidad de pasaje con el caudal nominal de 0,4 m/s.
- b) Coeficiente de purificación mínima para Iodo 131:
- c) Dimensiones 610 x 610 x 292 mm.
- d) Pérdida de carga con caudal nominal: 25 mm de columna de agua.

El filtro tendrá junta de neoprene de una sola pieza para ajuste perfecto del lado del aire sucio, con un lecho de carbón activado de 50 mm de espesor. El filtro de carbón será también recargable y estará formado en este caso por una caja redonda con tubos de empalme de carga y descarga en ejecución hermética, de chapa de acero con tubos de empalme abulonados para la entrada y salida de aire, incluyendo construcción de apoyo. La caja de carbón será apoyada sobre chapas perforadas y tejido de alambre de acero inoxidable, construido de manera que las pérdidas y los pasos libres por el carbón no sean posibles. El conjunto se pintará con pintura decontaminable. El filtro será construido de manera que el flujo de aire a través de los lechos de carbón se efectúe en forma vertical de arriba hacia abajo.

El área efectiva del filtro de carbón será de una dimensión tal que el problema de la velocidad del aire a través de los lechos de carbón permita un adecuado tiempo de contado para remover el Iodo orgánico. La resistencia será tal que la caída de presión no sobrepase los 25 mm de columna de agua. El filtro tendrá una eficacia del 99,9 o/o.

IX.6 Conductos

Para todos los conductos de entrada y de distribución, como asimismo para todos los demás conductos que no conducen aire con aerosoles o gases radiactivos, se emplearán materiales de chapa de hierro galvanizada de una calidad tal que, si se realiza un plegado de 180°, no aparezcan desprendimientos de la película de zinc, los conductos serán de ejecución longitudinalmente plegada y como mínimo de 25 micrones de espesor de zinc. En caso necesario los canales se reforzarán con nervios y en todos los casos las uniones se harán con bridas de acuerdo a las normas DIN 24159 serie 2, o equivalente. Los conductos que eventualmente lleven aerosoles radiactivos y que se encuentren en cualquier estado de presión con respecto al exterior del mismo, serán herméticos y resistentes a la presión, de ejecución, longitudinalmente soldada; siendo pintadas interior y exteriormente con pintura epoxi decontaminable.

Para la fabricación de los conductos soldados se usará la norma DIN 24156 o equivalente. En la elección de la chapa se usará la serie 3 de dichas normas, pero con un espesor mínimo de 1,5 mm. Se usarán bridas de acople entre

conductos. El 10 o/o de las costuras hechas en el taller se examinarán en el mismo y en todas las costuras hechas en el obrador se analizará la estanqueidad con un método adecuado a una presión de 300 kgr/m². Si se constataran pérdidas durante el ensayo, el alcance del examen será ampliado de acuerdo a lo que indique el Organismo Inspector. En conductos resistentes a presión se examinarán condicionalmente las costuras con un ensayo por fisuras superficiales, empleando un procedimiento conveniente indicado por el Organismo Inspector. El ensayo de las costuras hechas en el obrador se hará paralelamente con los trabajos de soldadura, pero siempre antes de iniciar el ensayo de estanqueidad de las instalaciones totales armadas herméticamente en el obrador. El interior de los conductos será construido de manera que resulte liso y libre de obstrucciones y el material de los mismos será de chapa de acero según DIN 1623 y DIN 17100 o equivalentes tratada de manera que resulte apta para la pintura decontaminable empleada. Los conductos serán de sección indeformable, debiendo llevar al efecto, si lo necesitaran, marcos que aseguren la rigidez del conjunto. Serán fijados a las paredes y/o techos por abrazaderas que eliminen toda posibilidad de vibración y ruido.

Para los cambios de dirección se utilizarán deflectores distribuidos convenientemente y con perfiles que no provoquen ruido y no introduzcan movimientos turbulentos en la corriente de aire.

Las uniones se realizarán mediante juntas de neoprene o materiales sintéticos similares del mismo ancho que las bridas de unión y de 3 mm de espesor como mínimo. Las bridas en conjunto deben asegurarse con tornillos cadmiados pasantes con arandela y tuerca. Todos los conductos estarán provistos de aberturas de inspección y limpieza, herméticas, en la vecindad de los distintos elementos del sistema (válvulas herméticas, serpentinas, humidificadores, persianas, etc.).

Los conductos de salida de los laboratorios, que están empalmados con las campanas de tiro balanceado provistas por el contratista, serán: a) de PVC de 3 mm de espesor como mínimo, con bridas y juntas para lograr su estanqueidad o b) de acero soldado, similares a los conductos soldados antes descritos. Estarán recubiertos interiormente con una pintura epoxi u otro tipo que sea fuertemente resistente a los agentes corrosivos y líquidos decontaminantes y de 200 micrones de espesor como mínimo. Los conductos de salida de los laboratorios en su totalidad hasta su conexión con la chimenea serán del tipo descrito, requiriéndose para la extracción de las campanas un sistema de

ventilación independiente que tendrá su único punto de unión con los otros sistemas en la chimenea de salida. En este caso, todos los elementos existentes entre las campanas y la chimenea, serán resistentes a los agentes corrosivos.

Todos los conductos de sistemas de aire acondicionado de entrada y retorno, serán externamente aislados con material de aislación de acuerdo a las normas del arte de la construcción. Estos conductos aislados en las zonas de pasaje por lugares visibles se revestirán con una chapa de aluminio de 0,7 mm de espesor que formará un conducto externo a la aislación. Los conductos llevarán todos los compensadores de dilatación necesarios, los tubos de empalme de forma y de unión y chapas guías en las curvas.

Los compensadores en el caso de los conductos resistentes a la presión, se harán de material no combustible (por ejemplo metal y asbesto) abridado a los conductos y de estanqueidad garantizada. Los conductos en las zonas que atraviesan muros que pertenecen a recintos en los que puede haber actividad llevarán como protección pasamuros, hechos de chapa de hierro de 3 mm de espesor, soldados herméticamente con forma de canal S y que incluye los dos extremos con brida para su unión a un sistema de conductos o a rejillas.

IX.7 Persianas

Las persianas no deben abrirse contra la dirección de cierre por la presión de aire producida por el ventilador y serán construidas de manera que resisten temperaturas y presiones accidentales. Las persianas serán comandadas por equipo de regulación eléctrico, comandadas a distancia y trabajarán en forma automática o desde el tablero de control. Las hojas de las persianas serán de suficiente espesor y convenientemente reforzadas como para resistir las presiones a que estarán sometidos, sin deformaciones de ninguna naturaleza. Las hojas de las compuertas tendrán perfiles especiales para evitar ruidos, de pasaje de aire y se montarán sobre rodamientos y ejes de acero inoxidable, en caso de ser necesario de modo que asegura un accionamiento ágil y duradero. La conexión entre la persiana y el accionador eléctrico será construida de manera que pueda desacoplarse en forma inmediata en caso de necesidad y accionársela manualmente.

El conjunto será montado sobre un marco de perfiles de ángulo de acero, suficientemente rígido e indeformable, para ser intercalado entre bridas. Las persianas estarán protegidas con las mismas pinturas y bases que los conductos de extracción en los que están montados, a los efectos de lograr su conservación y posible decontaminación. Las hojas serán diseñadas de acuerdo a las reglas de la aerodinámica.

mica, serán de acción contrapuesta y los ejes pasantes de las láminas serán diseñados con sus accionamientos exteriores al conducto. Las persianas ubicadas en los conductos de extracción herméticos serán similares a las anteriores, pero los accionamientos entre hojas, serán internos al conducto y solamente uno de los extremos de un eje saldrá al exterior para accionar la persiana y llevará un sistema de sellado por medio de "O ring" que la haga absolutamente estanca para una presión de prueba de 300 kgr/m². Los otros extremos de los ejes estarán sellados por bridas ciegas. Las persianas tendrán indicación mecánica de la posición abierta-cerrada, sobre su cuerpo y podrán ser de chapa galvanizada o chapa de hierro según su ubicación en los distintos tipos de conductos.

Todas las persianas poseerán indicadores de fin de carrera e indicadores proporcionales de posición de las mismas, como así mismo los comandos eléctricos o neumáticos que según las necesidades les correspondieren.

IX.8 Intercambiadores de calor para ventilación

Las superficies de los intercambiadores que no sean de cobre o de aluminio y que estén en contacto con el aire, serán galvanizadas. Las demás partes de los intercambiadores recibirán una pintura antióxida. Si el aire contiene o puede contener aerosoles radioactivos se pintarán con una pintura decontaminable. La estanqueidad de los intercambiadores de calor en conductos herméticos se comprobará después del armado con un método adecuado y con una diferencia de presión de 300 mm de columna de agua. El ensayo de presión con agua o con nitrógeno para los evaporadores directos se realizará en la fábrica con una presión de 1,3 veces la presión de diseño. Los intercambiadores serán provistos con válvulas de desagote y venteo, batea para el agua de condensación y separadores de gota.

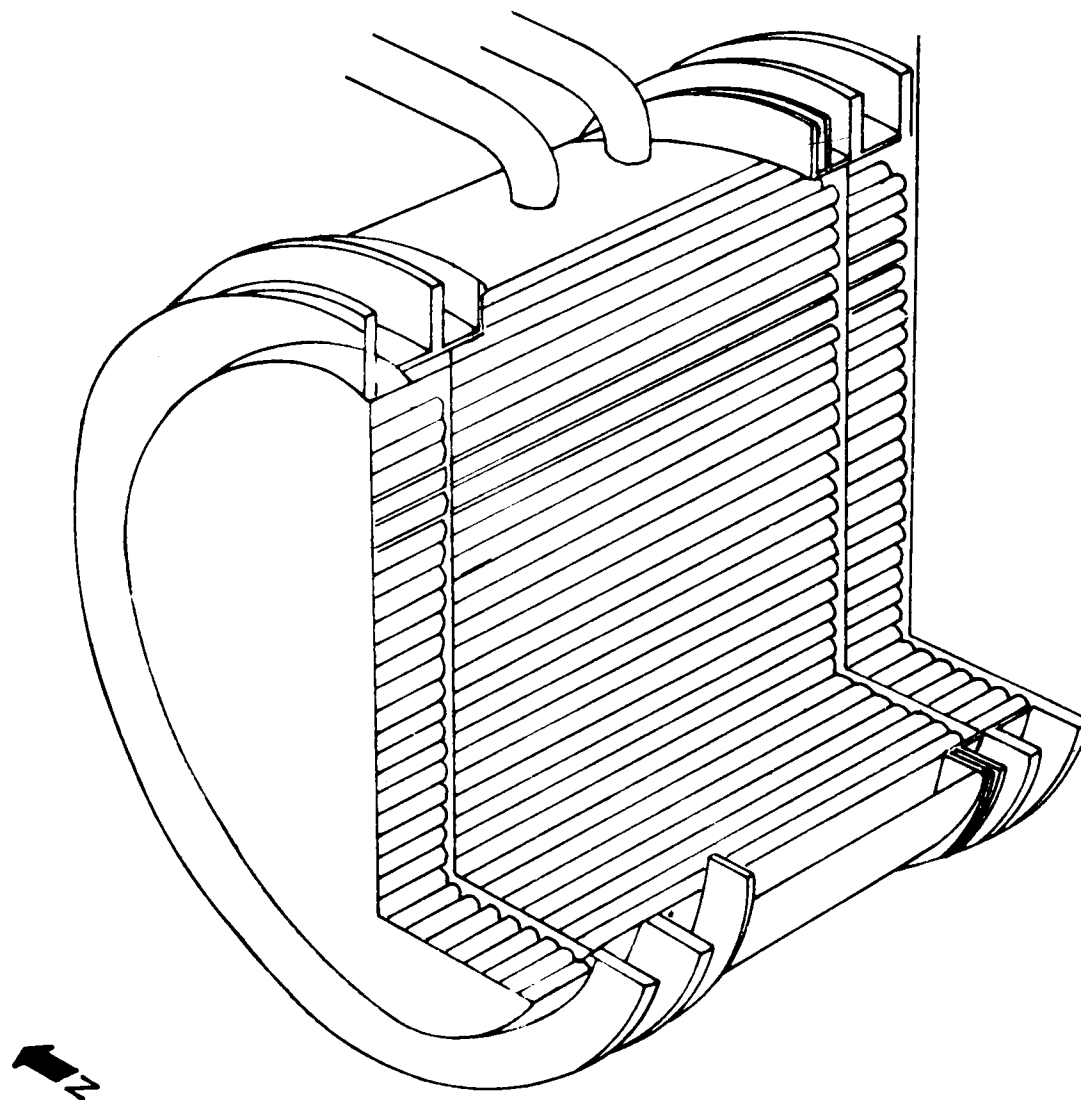


FIG. 1 PERSPECTIVA DE CALANDRIA

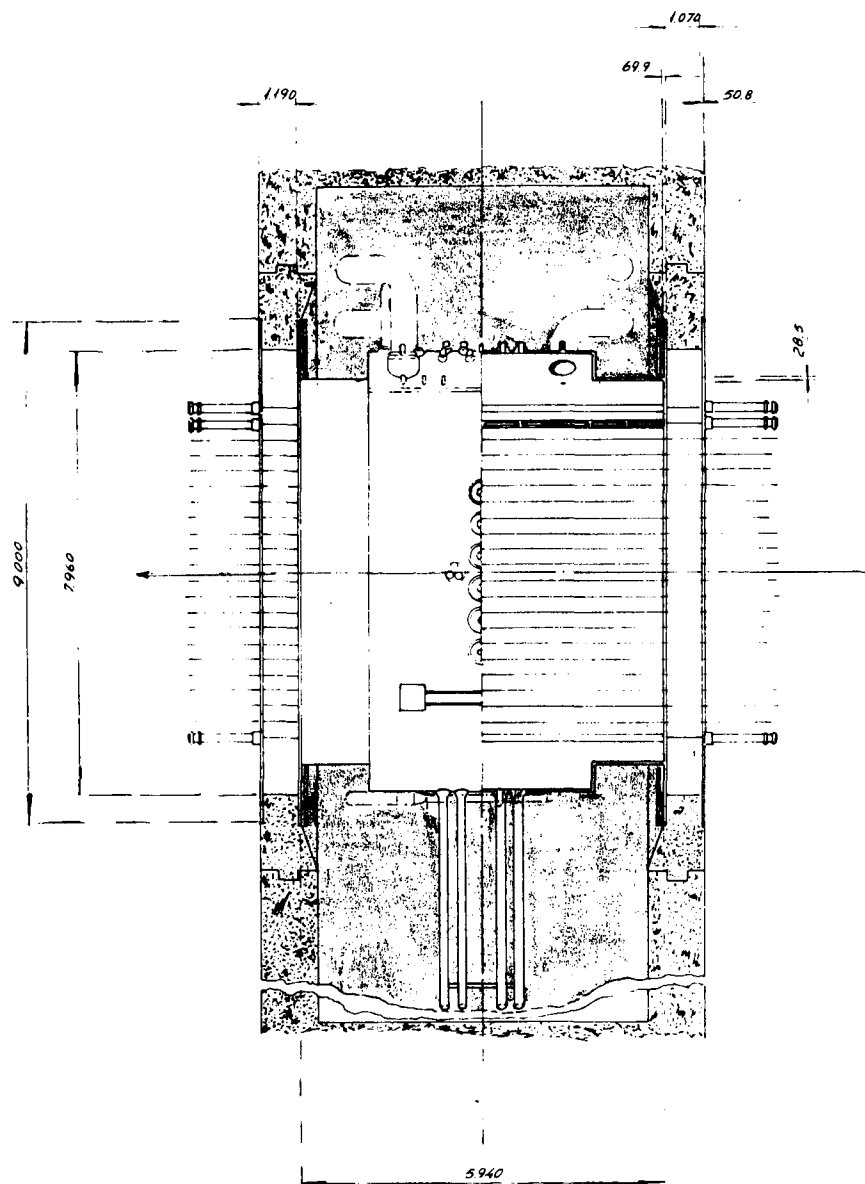


FIG. 2 CALANDRIA CORTE LONGITUDINAL VERTICAL

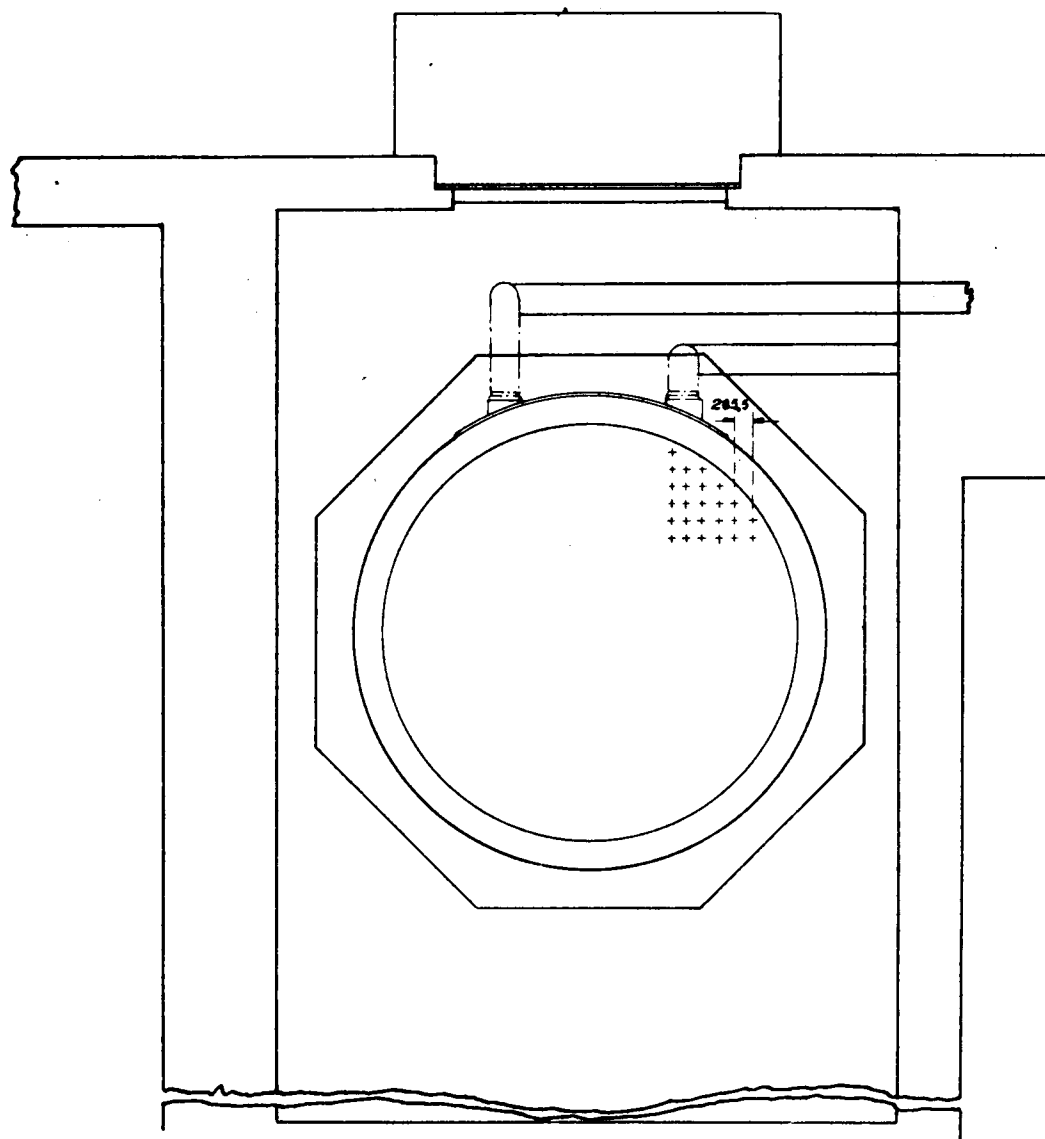


FIG. 3 CALANDRIA VISTA DE FRENTE

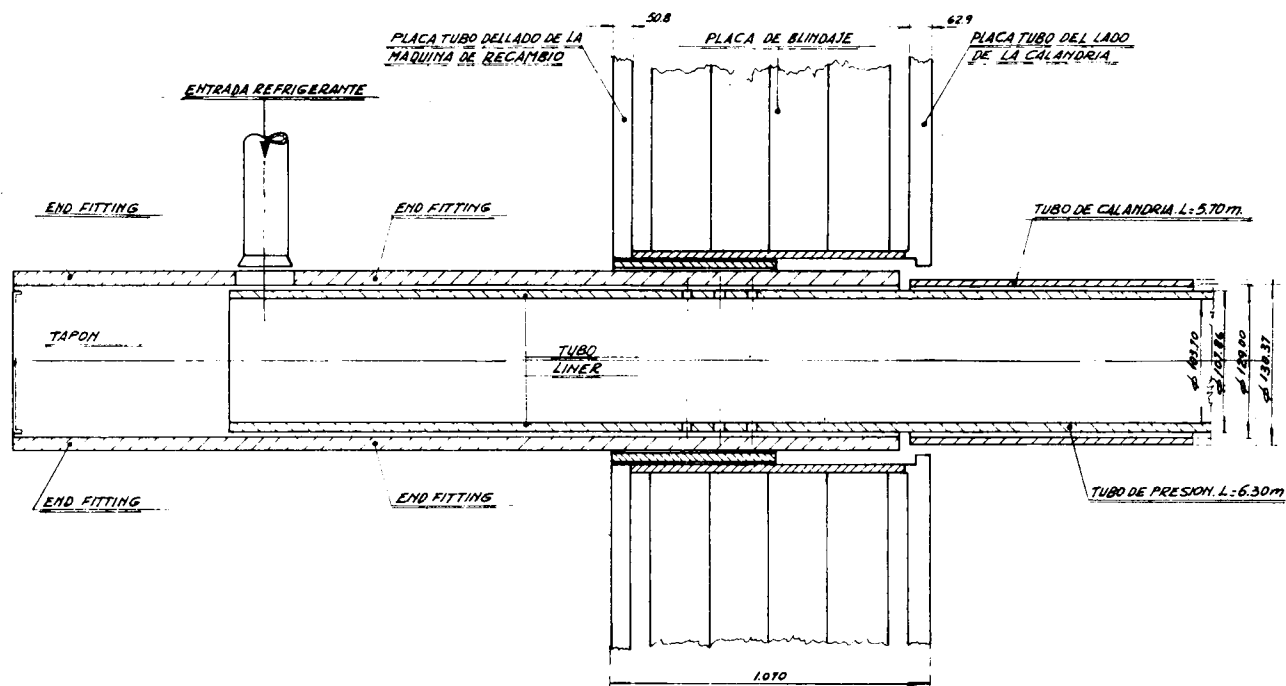


FIG. 4 ESQUEMA DEL CONJUNTO DEL CANAL DE REFRIGERACION

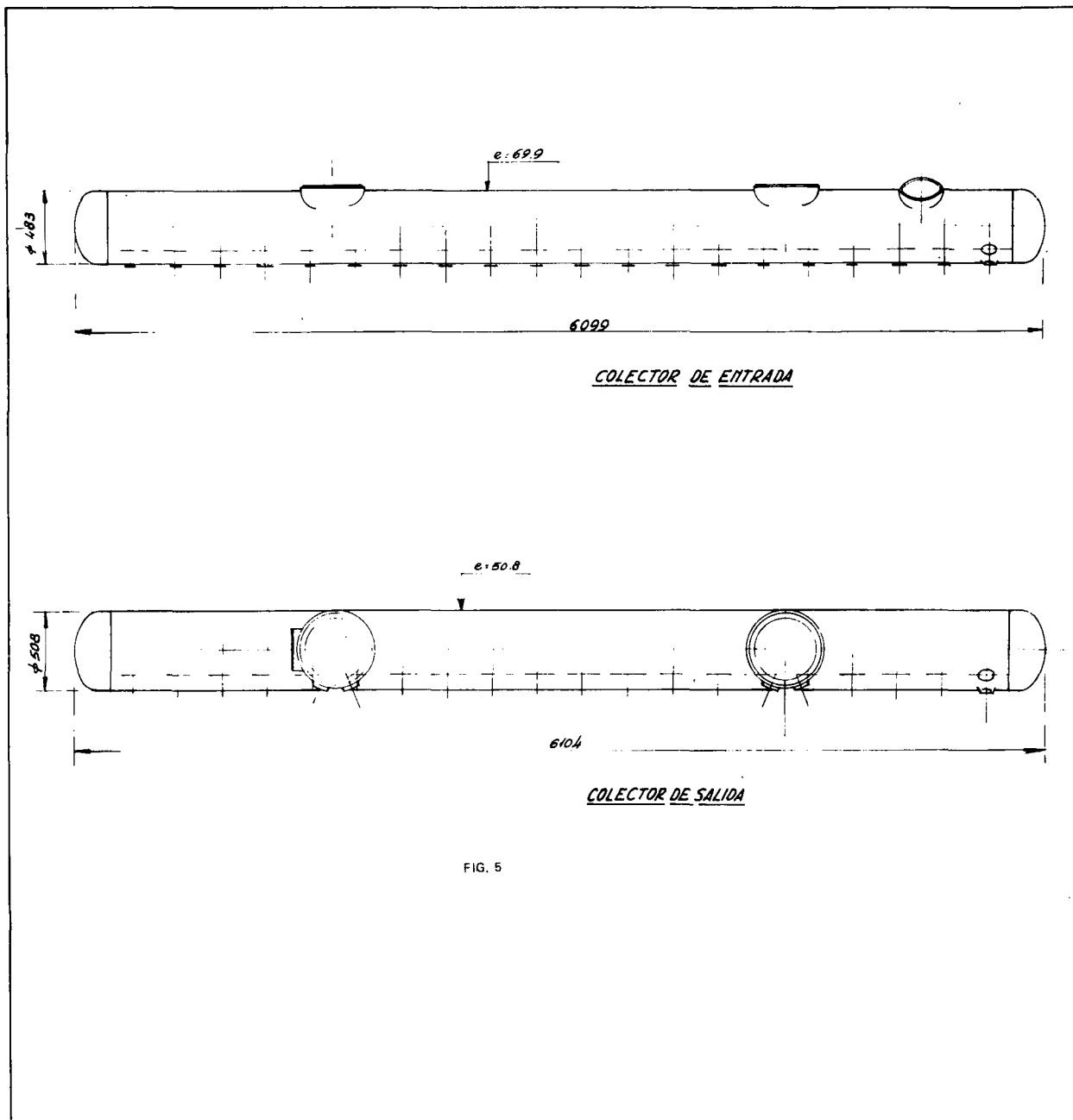


FIG. 5

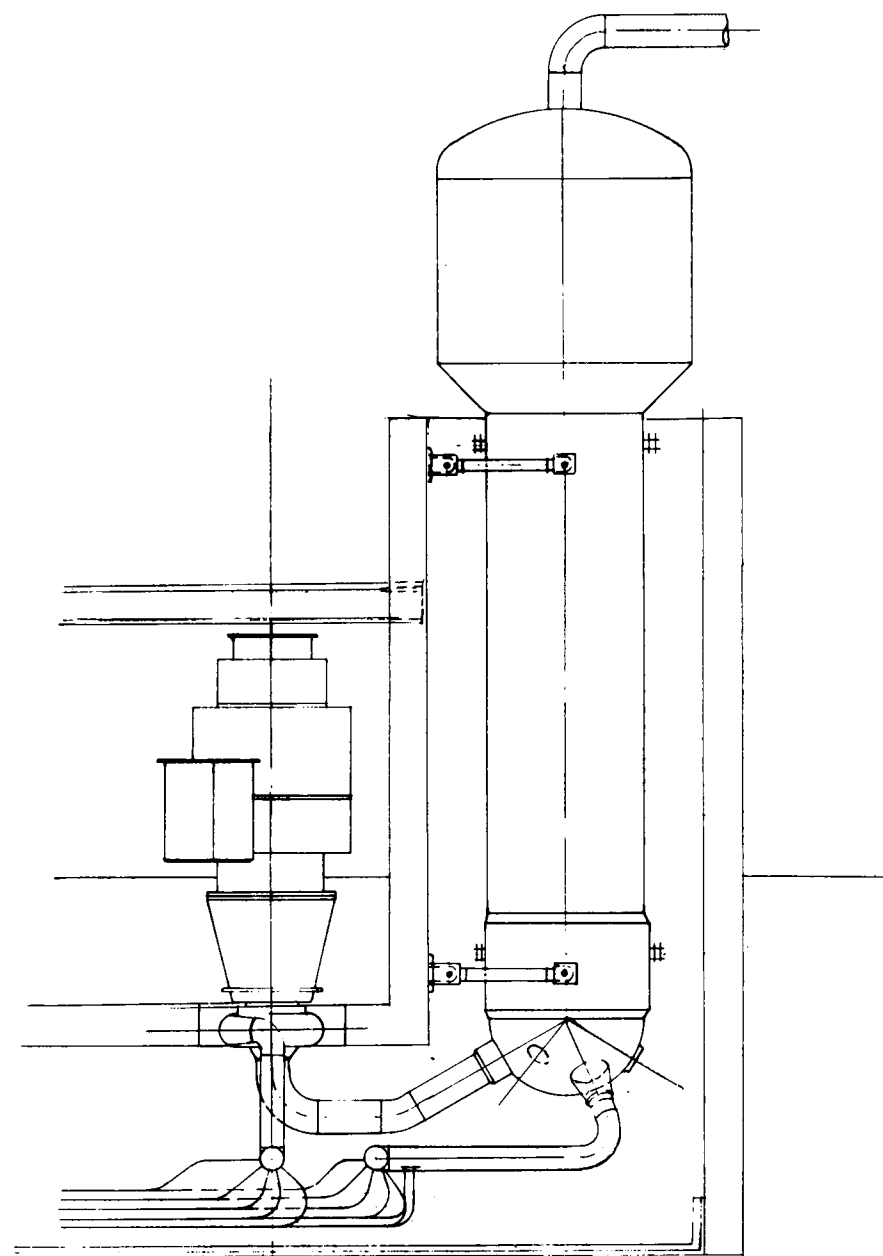


FIG. 6 CONJUNTO D CONJUNTO BOMBA Y GENERADOR DE VAPOR

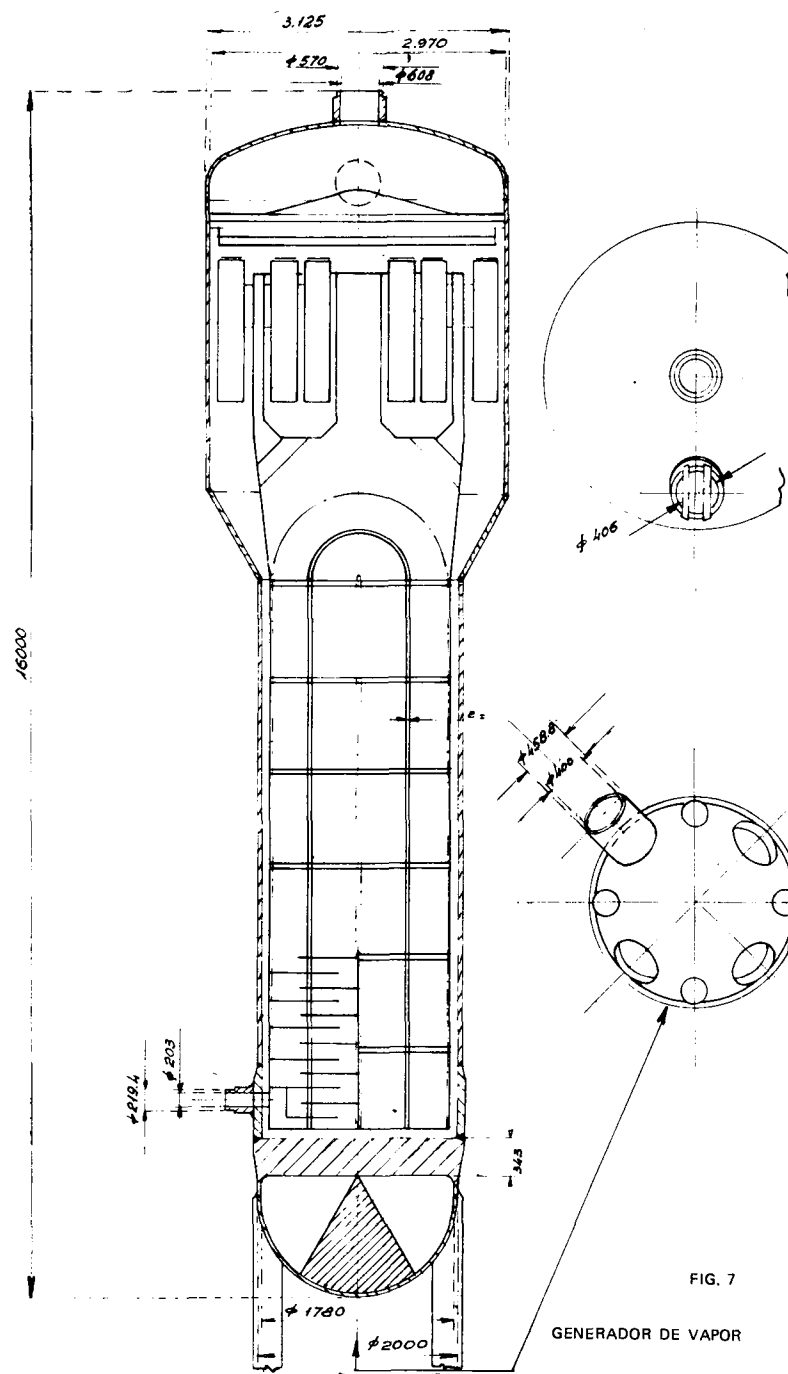


FIG. 7

GENERADOR DE VAPOR

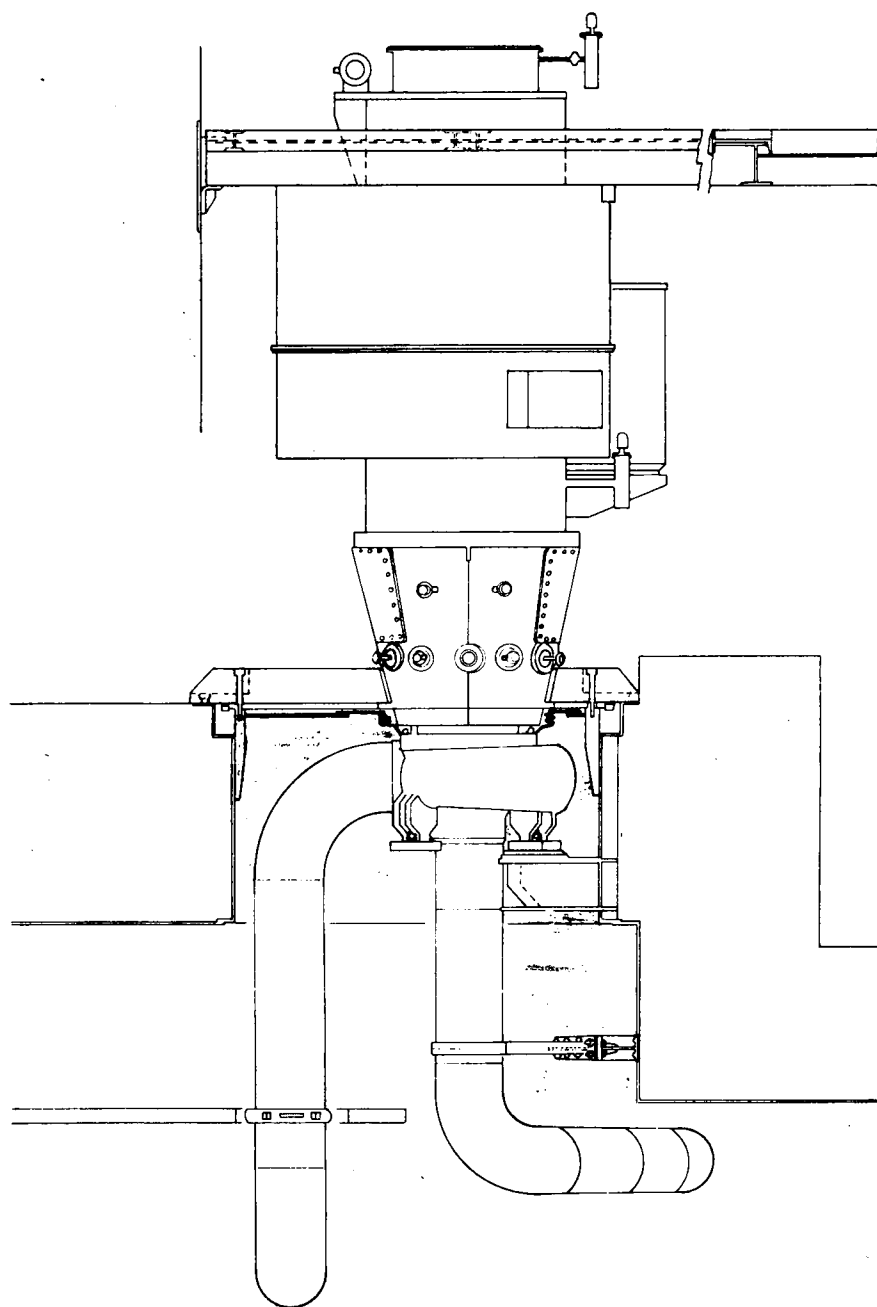


FIG. 8 BOMBA DEL PRIMARIO

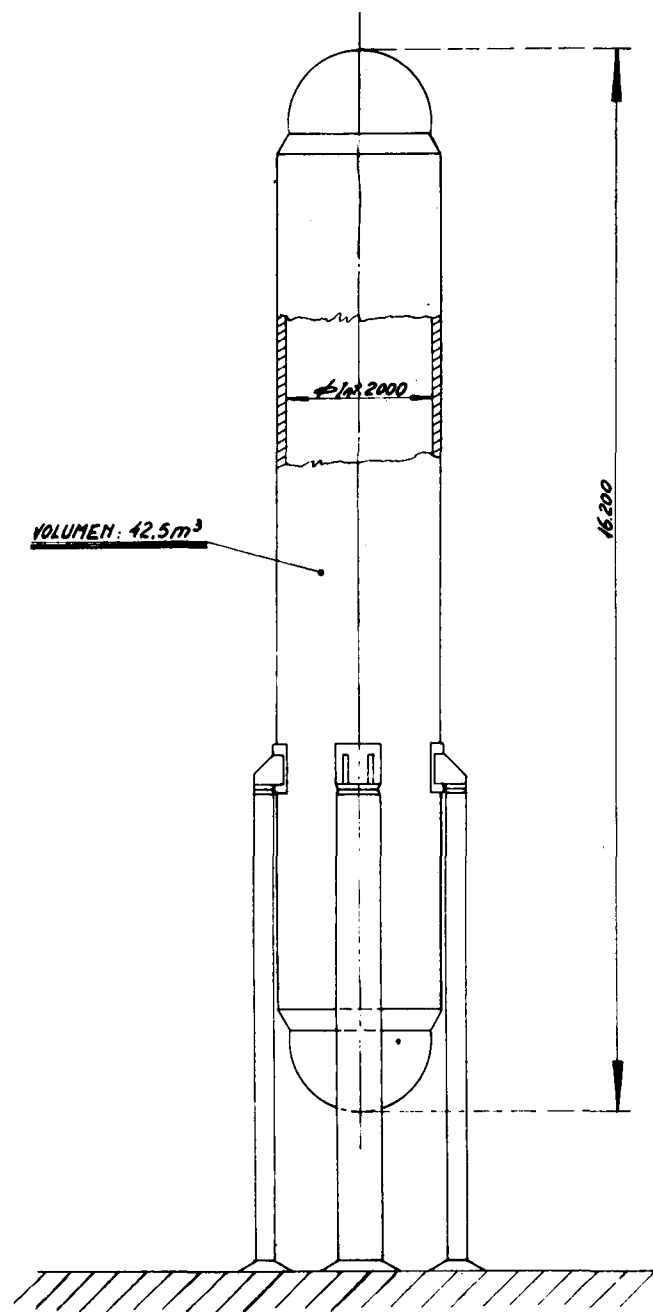


FIG. 9

PRESURIZADOR

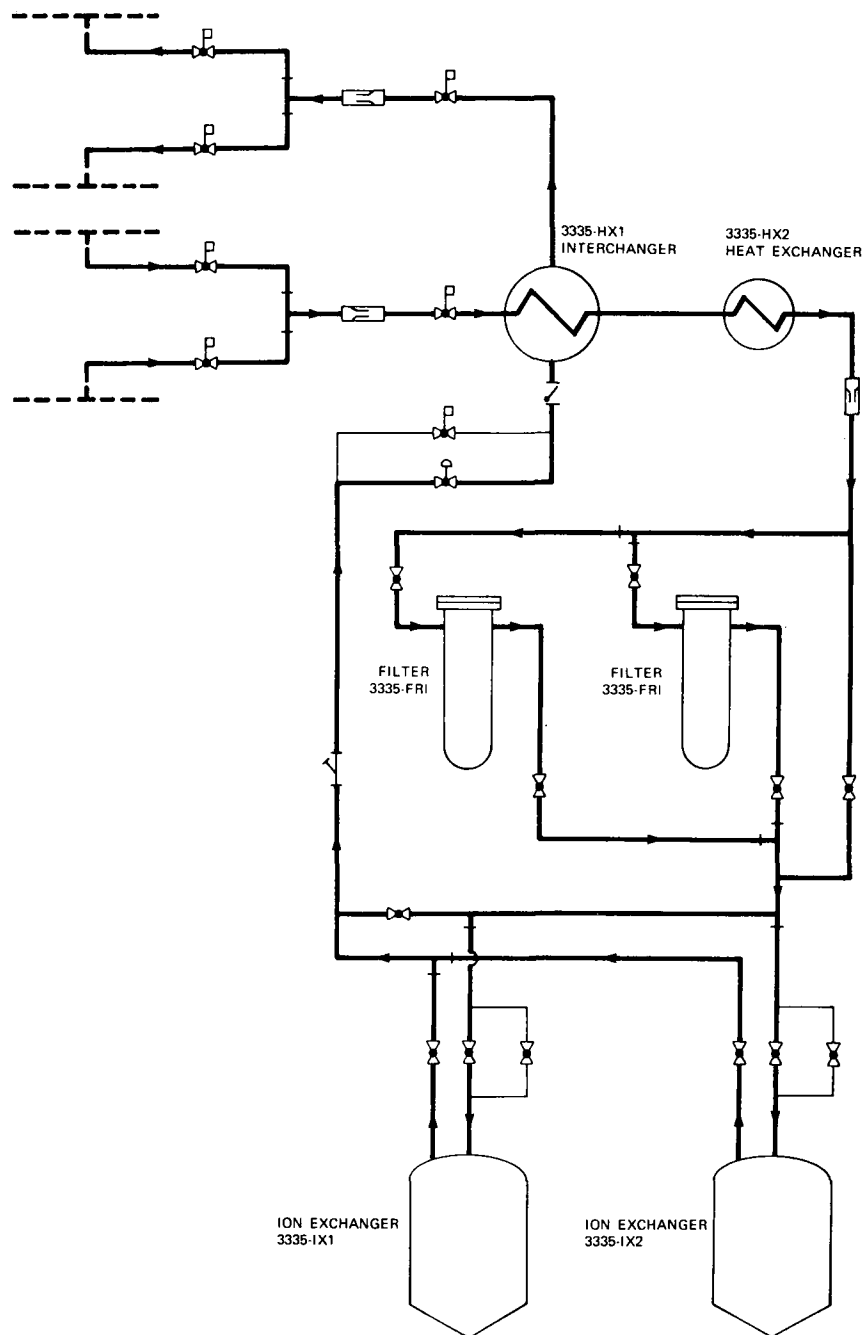


FIG. 10 HEAT TRANSPORT PURIFICATION SYSTEM FLOW SHEET

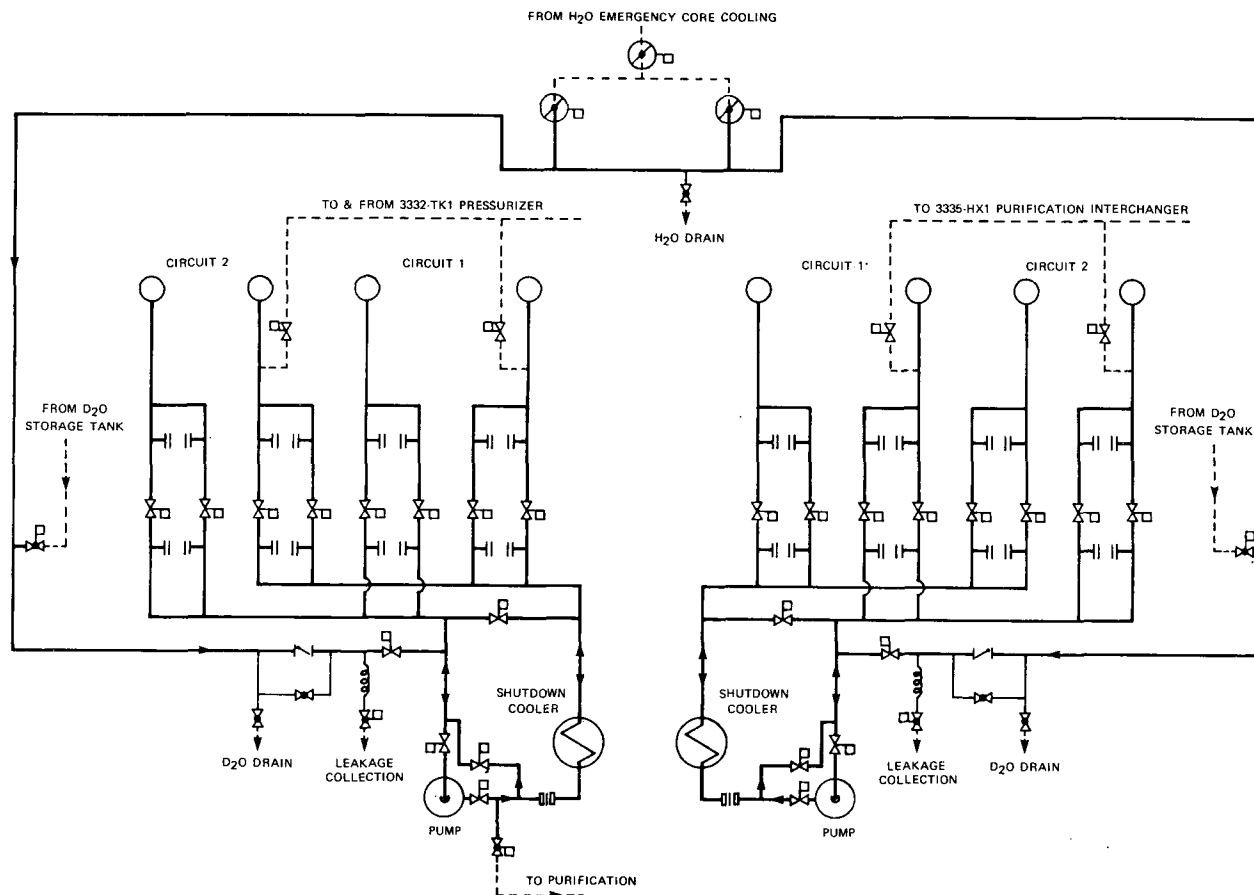


FIG. 12 SHUTDOWN COOLING & EMERGENCY CORE COOLING SYSTEM

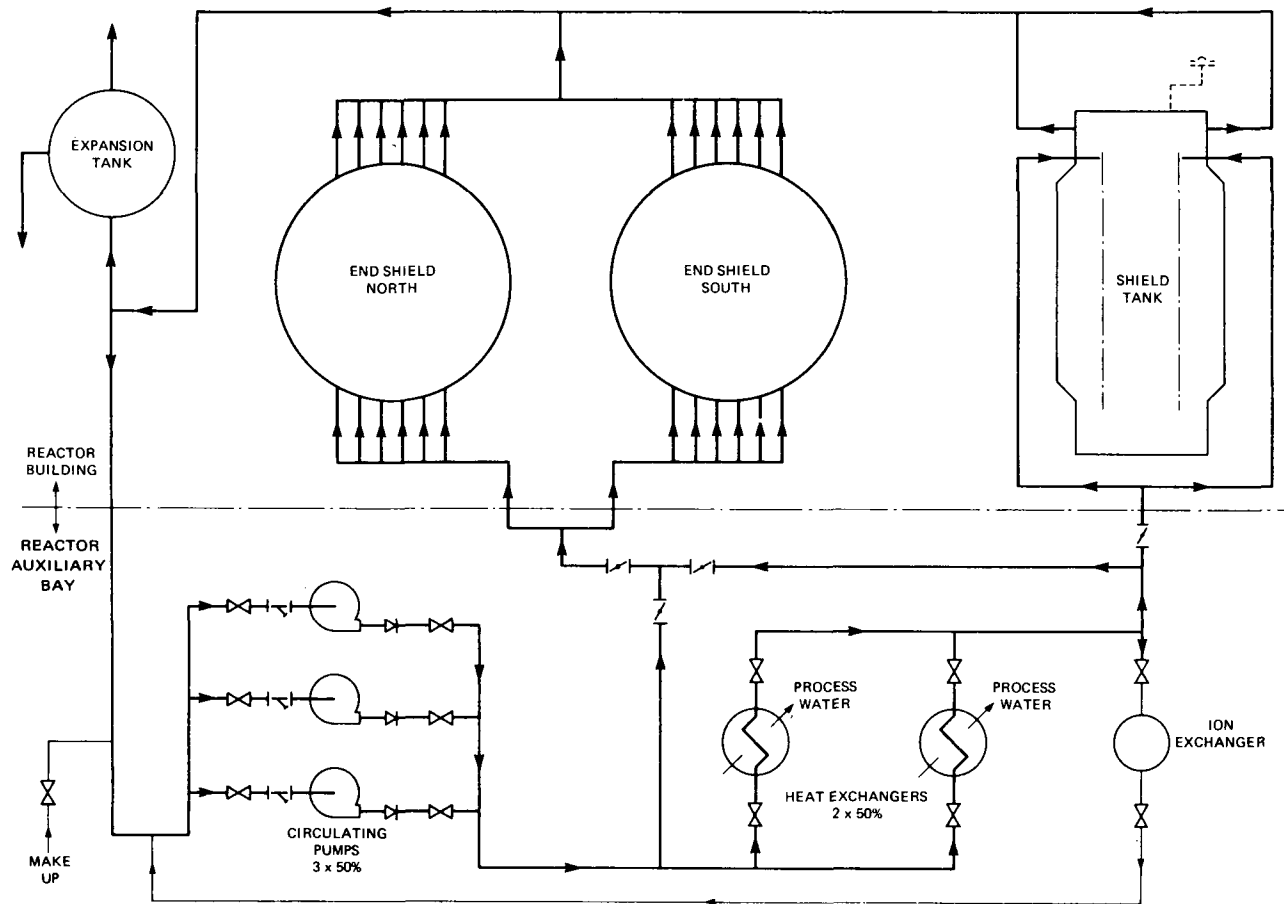


FIG. 13 SHIELD COOLING SYSTEM

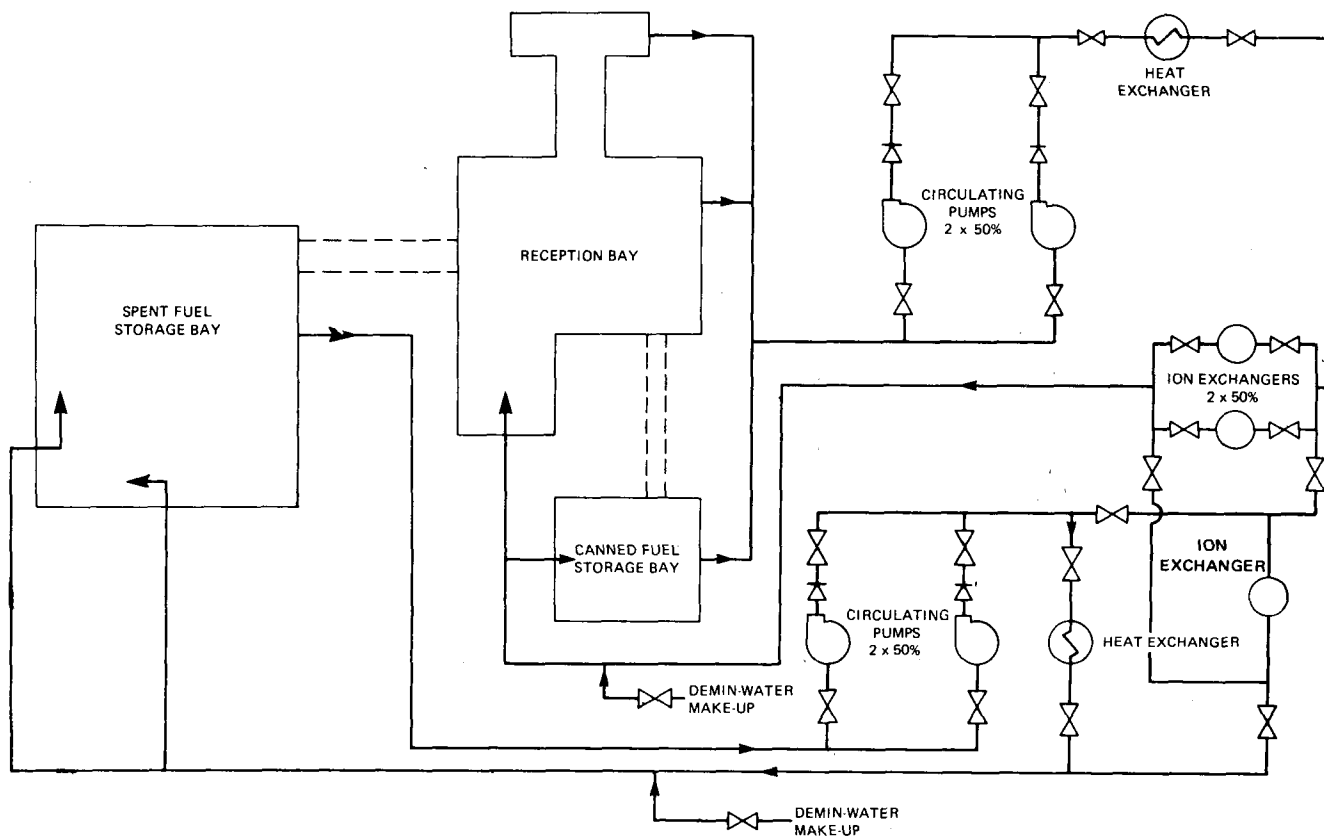


FIG. 14 SPENT FUEL BAY COOLING AND PURIFICATION SYSTEM

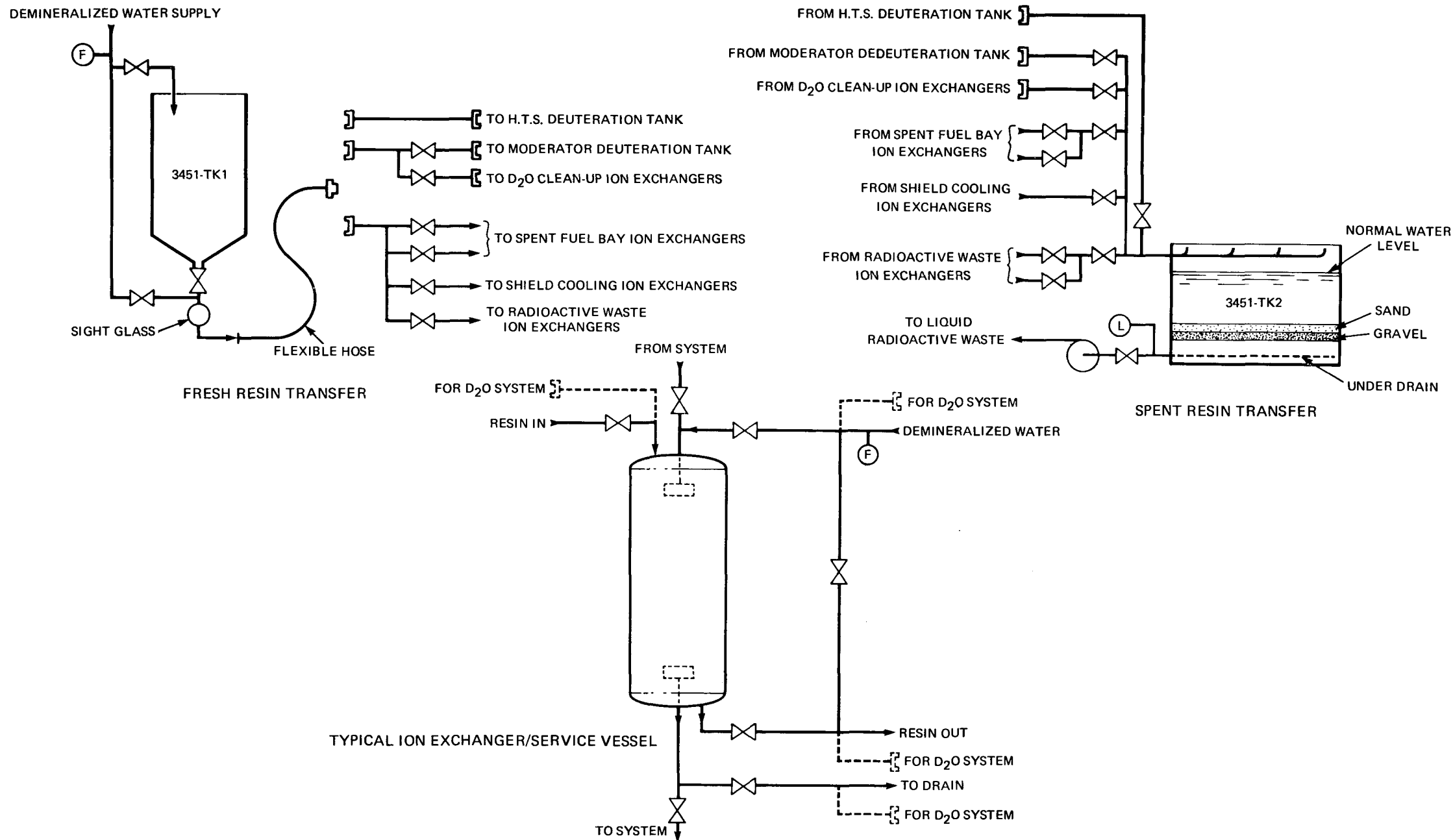


FIG. 15 RESIN TRANSFER

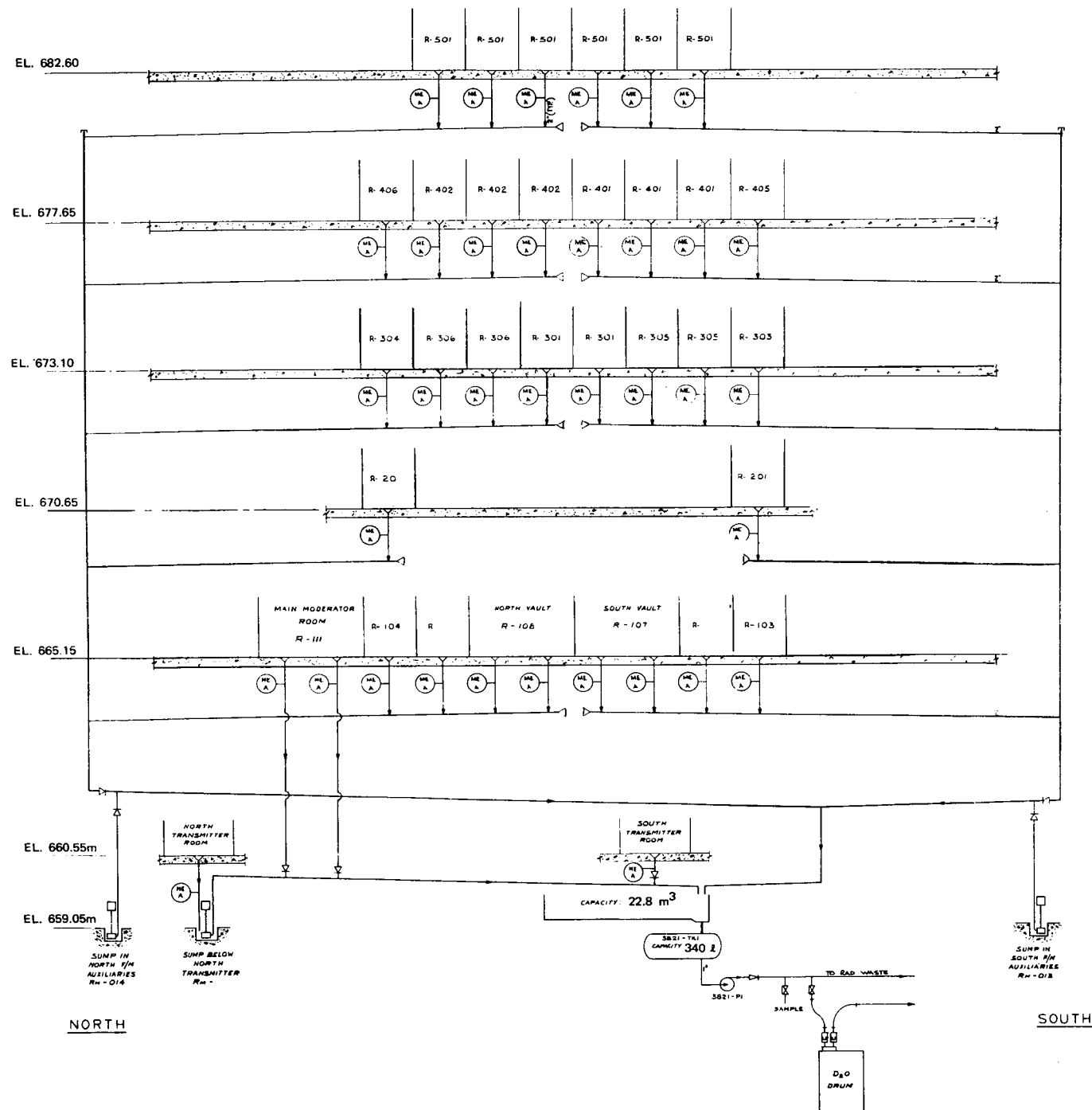


FIG 17 REACTOR BUILDING
D₂O RECOVERY SYSTEM

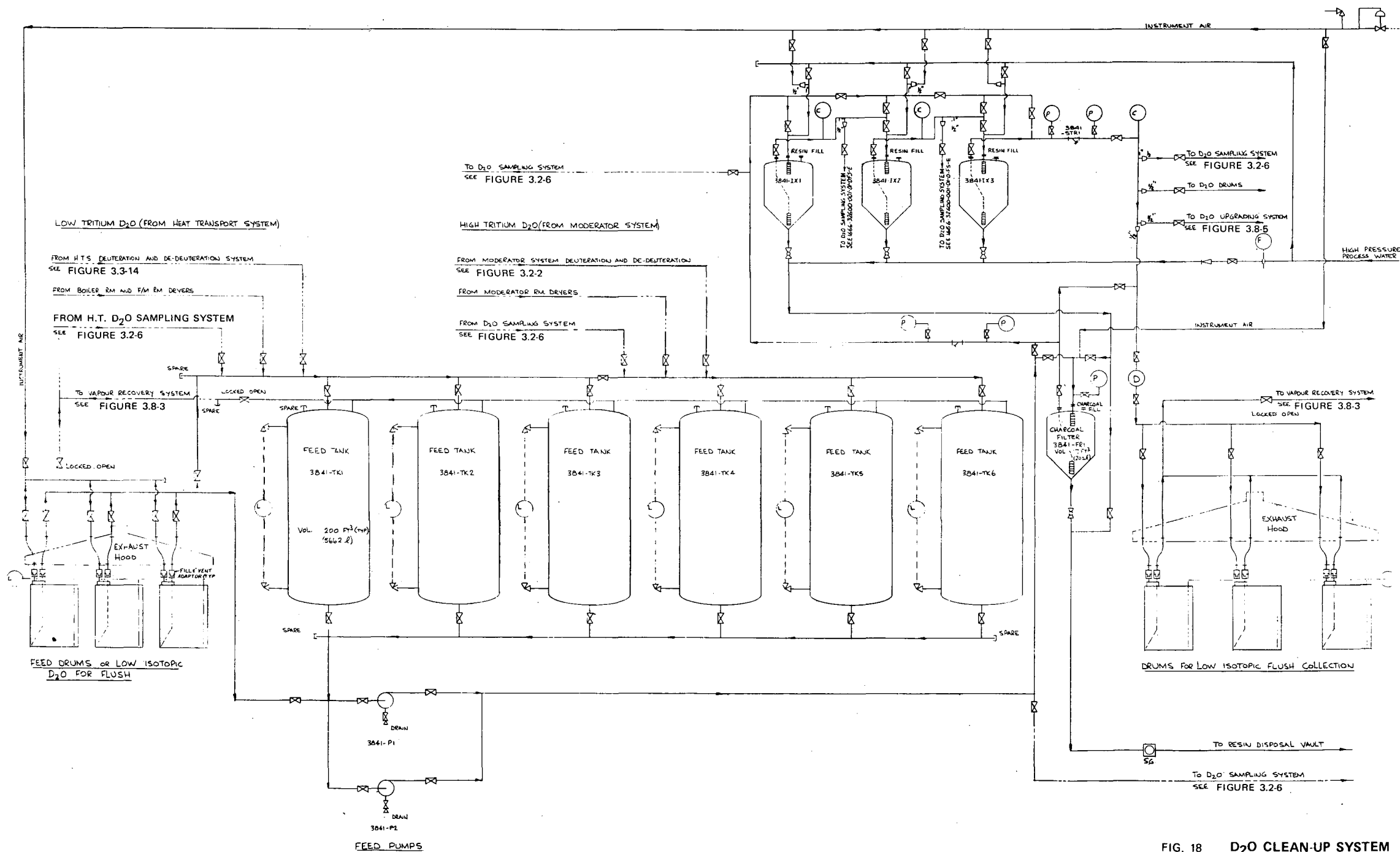


FIG. 18 D₂O CLEAN-UP SYSTEM

NOTES
- VALVE & LINE NUMBERS ARE PREFIXED BY 3231, UNLESS OTHERWISE NOTED.
- INSTRUMENTATION & CONTROL PARAMETER CODES ARE PREFIXED BY 63231, UNLESS OTHERWISE NOTED.
- ALL LINES & VALVES ARE ASME SECTION III CLASS 3 CODE CLASSIFICATION, UNLESS OTHERWISE NOTED.

NOTES
- LES NUMÉROS DES VANNES ET TUYAUX SONT PRÉCÉDÉS DE 3231, SAUF INDICATION CONTRAIRE.
- LES CODES DES PARAMÈTRES D'INSTRUMENTATION ET DE COMMANDE SONT PRÉCÉDÉS DU NUMÉRO 63231, SAUF INDICATION CONTRAIRE.
- TOUS LES TUYAUX ET VANNES SONT CONFORMES À LA CLASSE 3 DE LA SECTION III DU CODE ASME, SAUF INDICATION CONTRAIRE.

	PRESS (GAUGE)		TEMP	
	bar	P.S.I.	°C	°F
NORMAL	0-0.3	0-4	71	160
MAX.	0.3	4	93	200
DESIGN	1.0	15	121	250
HYDRO				

	PRESS (GAUGE)		TEMP	
	bar	P.S.I.	°C	°F
NORMAL	0-0.3	0-4	93	200
MAX.	0.3	4	400	750
DESIGN	1.0	150	400	750
HYDRO				

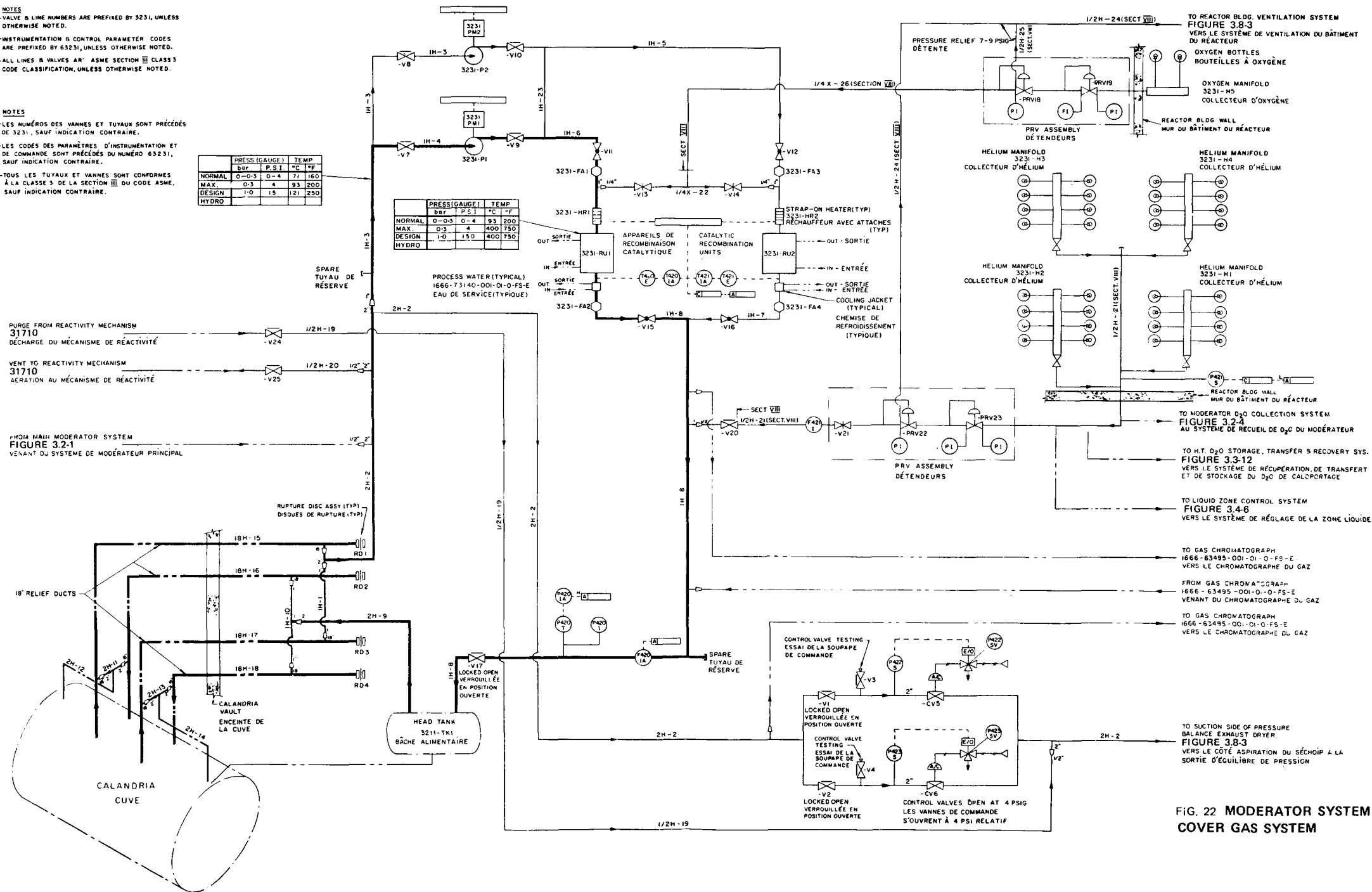


FIG. 22 MODERATOR SYSTEM COVER GAS SYSTEM

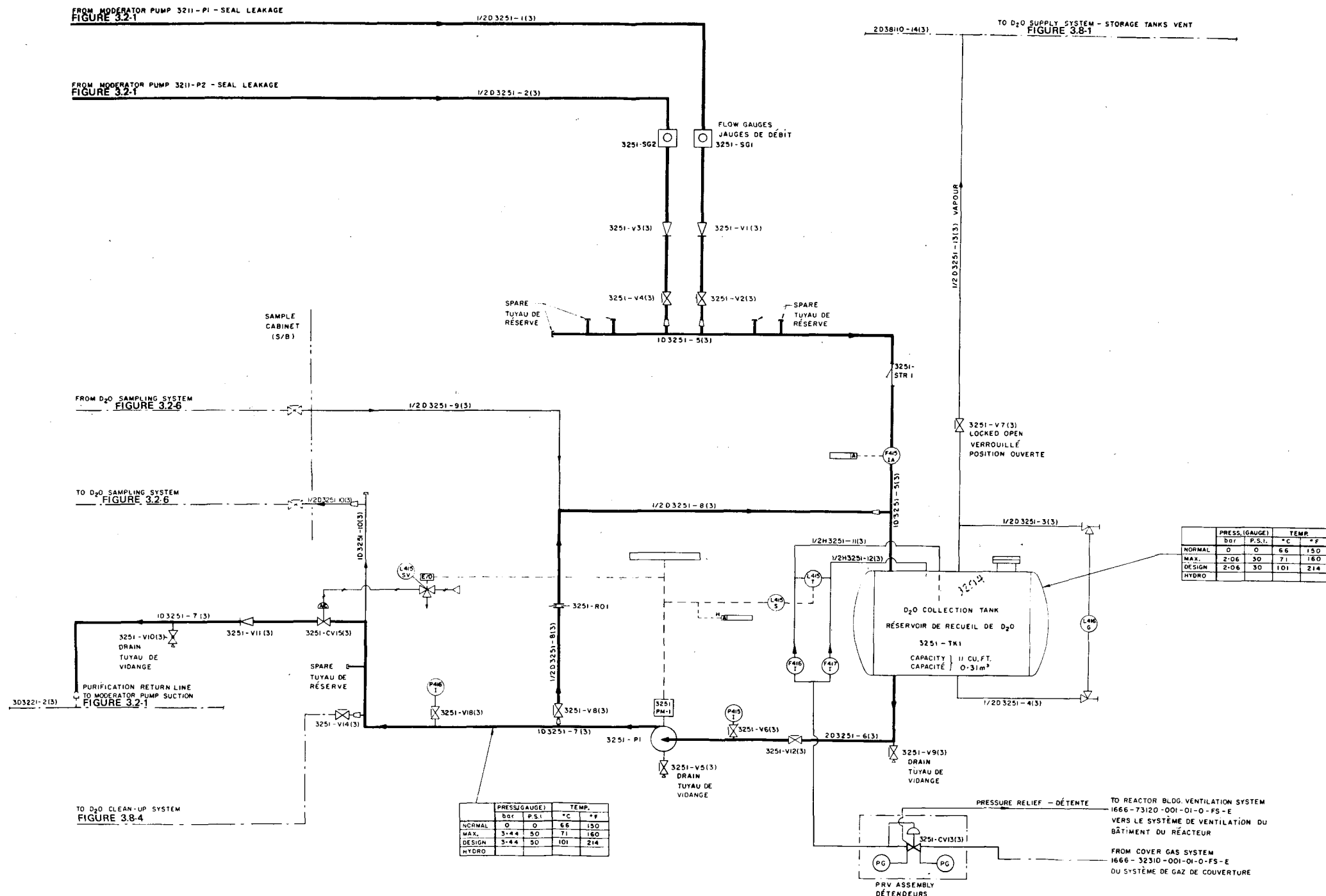


FIG. 23 MODERATOR D₂O COLLECTION SYSTEM
FLOW SHEET

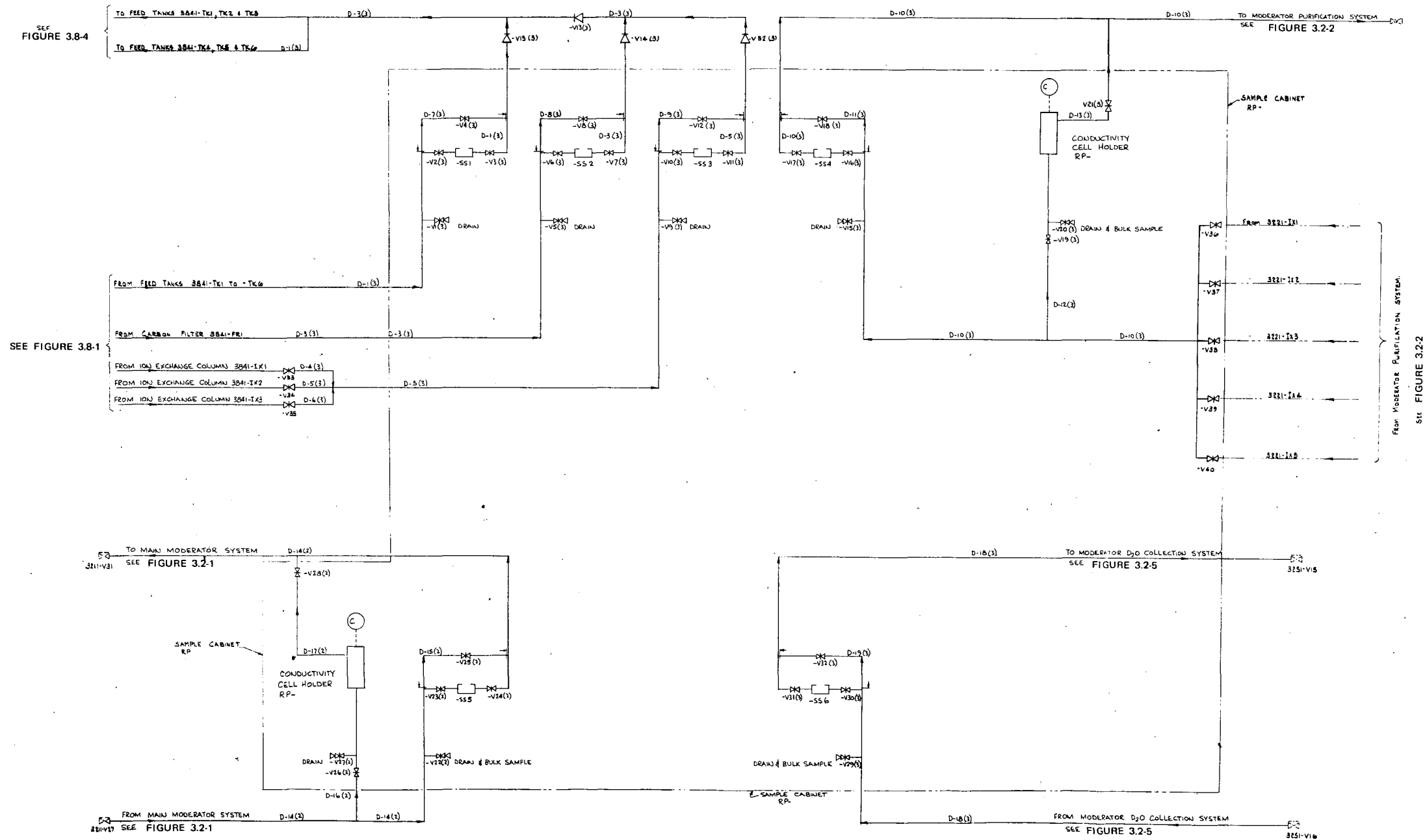


FIG. 24 MODERATOR
D₂O SAMPLING SYSTEM

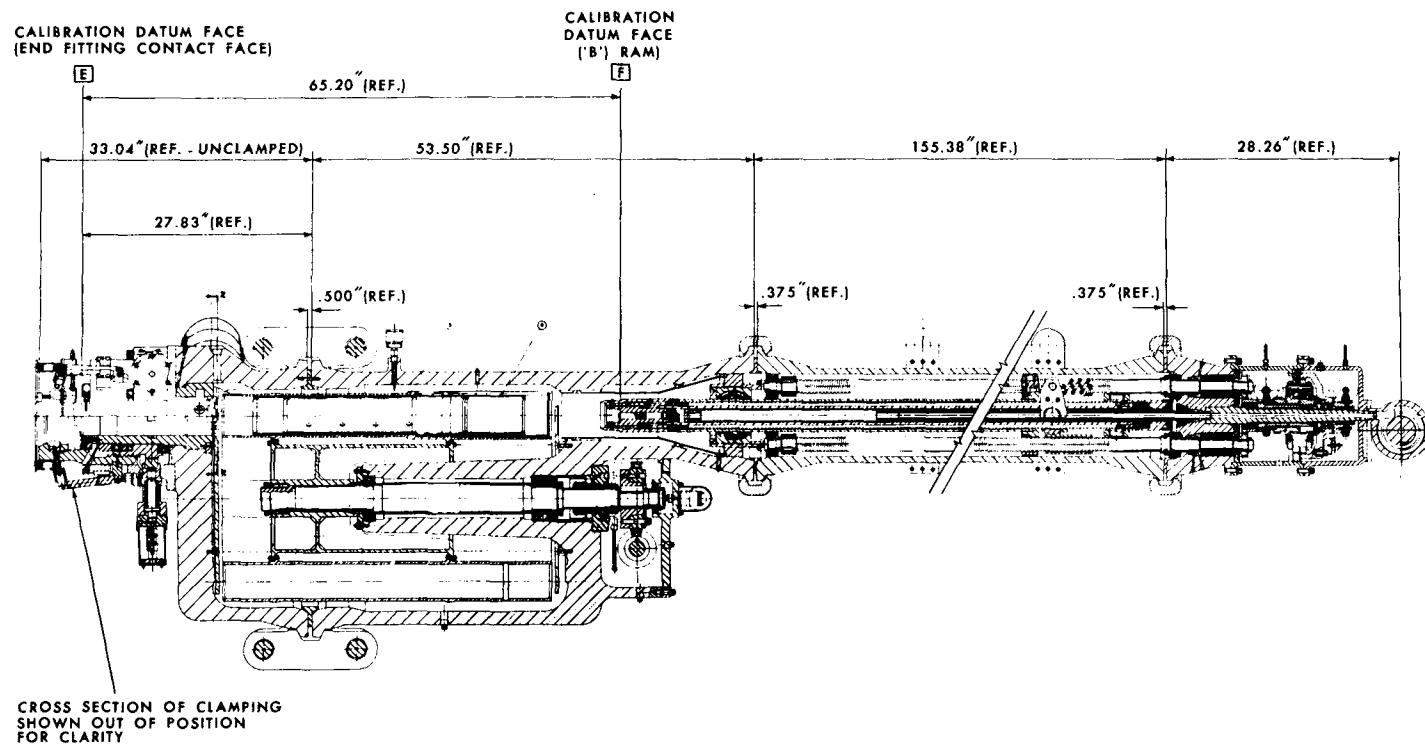


FIG. 26 COMPONENTES DE LA MAQUINA

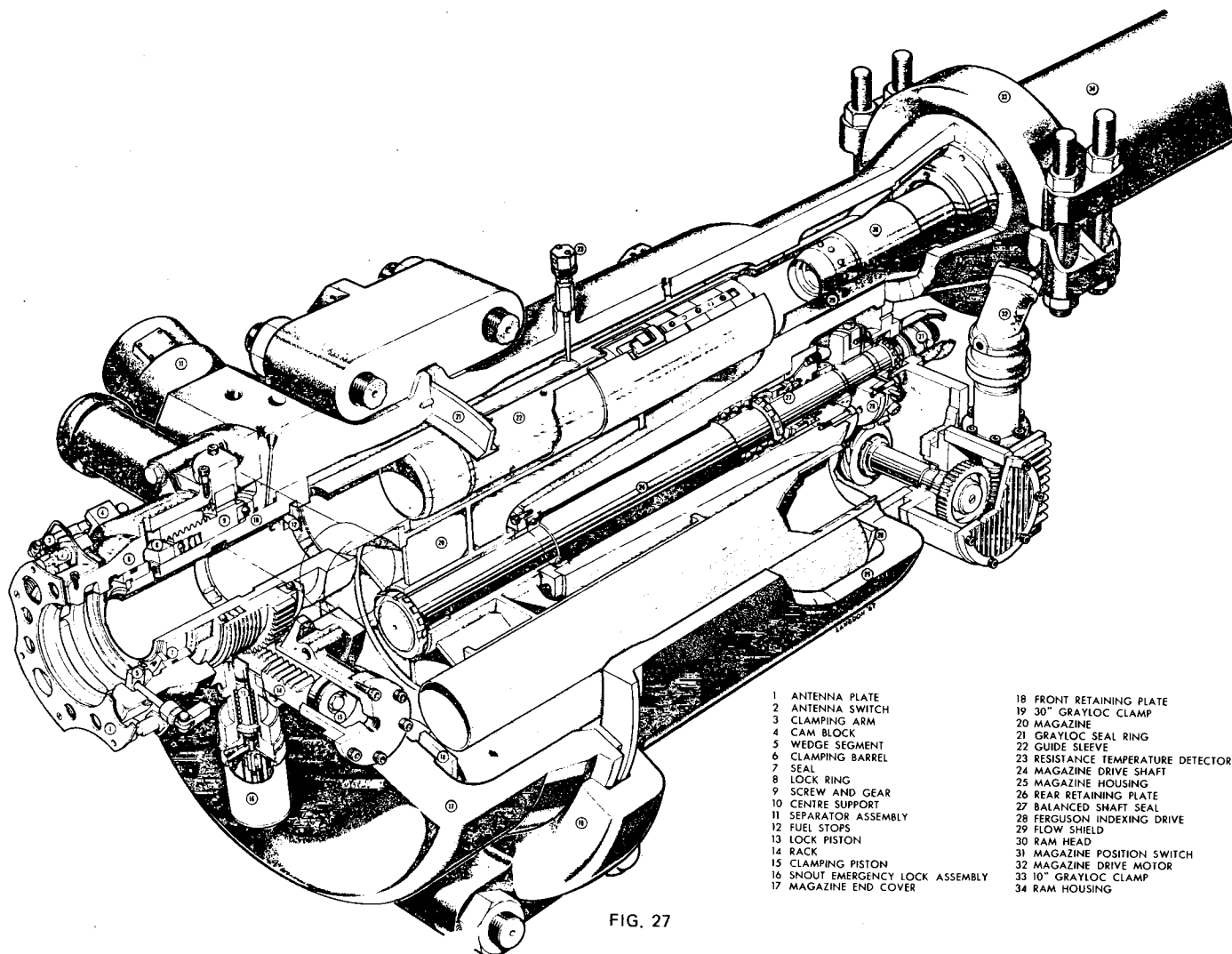
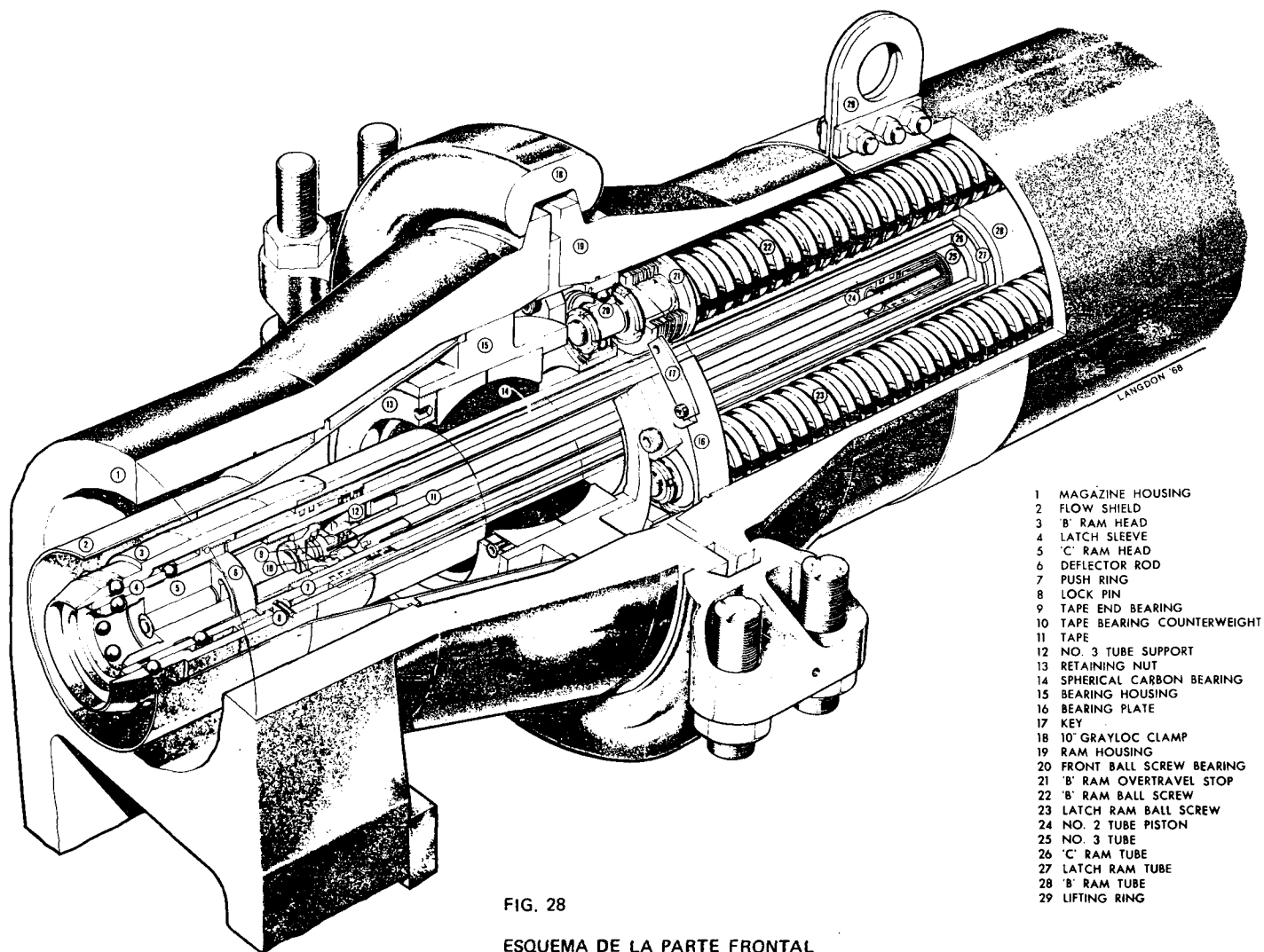


FIG. 27

CABEZAL Y TAMBOR DE ALMACENAJE
 DE LA MAQUINA DE RECAMBIO



- 1 MAGAZINE HOUSING
- 2 FLOW SHIELD
- 3 'B' RAM HEAD
- 4 LATCH SLEEVE
- 5 'C' RAM HEAD
- 6 DEFLECTOR ROD
- 7 PUSH RING
- 8 LOCK PIN
- 9 TAPE END BEARING
- 10 TAPE BEARING COUNTERWEIGHT
- 11 TAPE
- 12 NO. 3 TUBE SUPPORT
- 13 RETAINING NUT
- 14 SPHERICAL CARBON BEARING
- 15 BEARING HOUSING
- 16 BEARING PLATE
- 17 KEY
- 18 10" GRAYLOC CLAMP
- 19 RAM HOUSING
- 20 FRONT BALL SCREW BEARING
- 21 'B' RAM OVERTRAVEL STOP
- 22 'B' RAM BALL SCREW
- 23 LATCH RAM BALL SCREW
- 24 NO. 2 TUBE PISTON
- 25 NO. 3 TUBE
- 26 'C' RAM TUBE
- 27 LATCH RAM TUBE
- 28 'B' RAM TUBE
- 29 LIFTING RING

FIG. 28

ESQUEMA DE LA PARTE FRONTAL
DEL MECANISMO DE EMPUJE

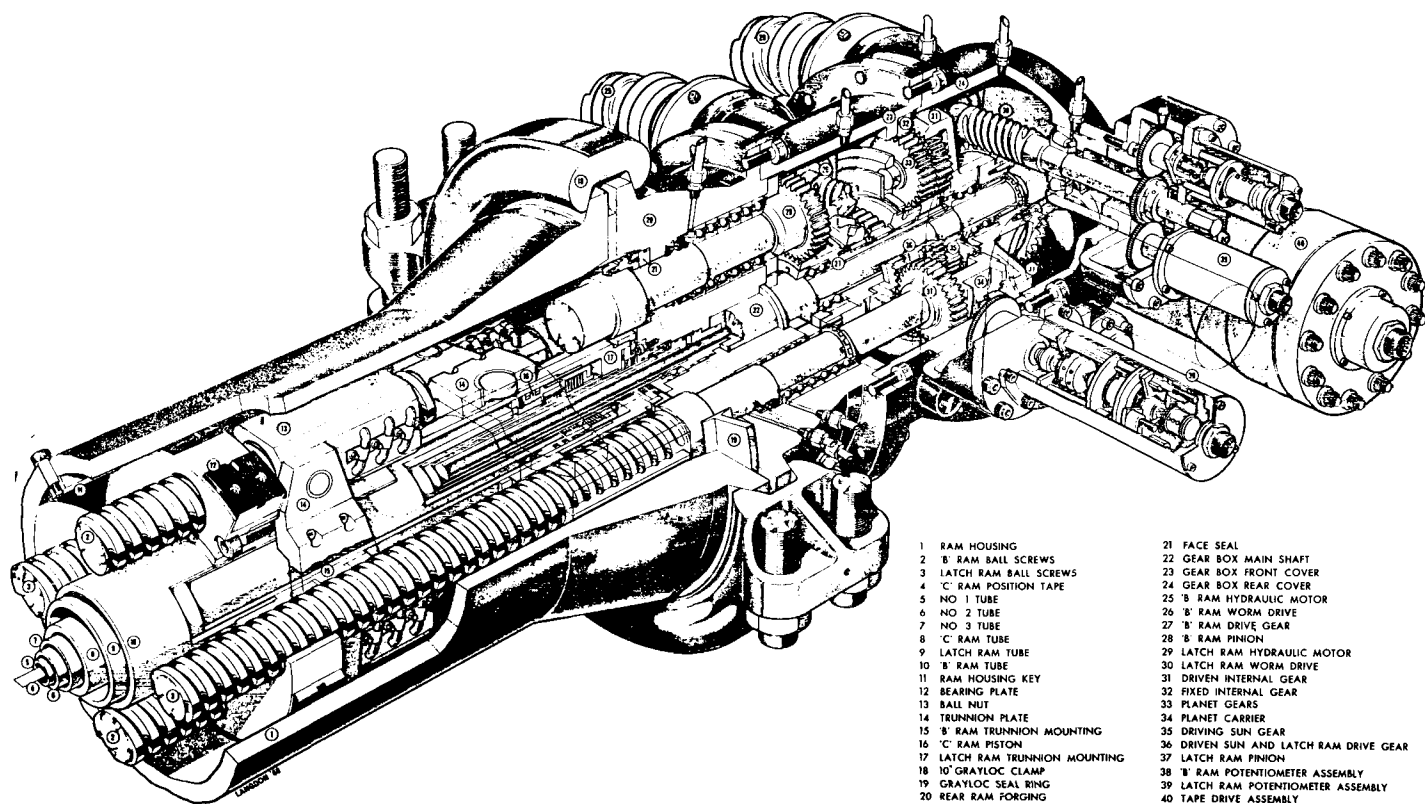


FIG. 29 ESQUEMA DE LA PARTE POSTERIOR DEL MECANISMO DE EMPUJE

- 1 FUELLING MACHINE BRIDGE STRUCTURE
- 2 FUELLING MACHINE GUIDE COLUMN
- 3 BRIDGE SUPPORT
- 4 BALL SCREW ASSEMBLIES
- 5 FUELLING MACHINE HEAD
- 6 FUELLING MACHINE CARRIAGE TROLLEY

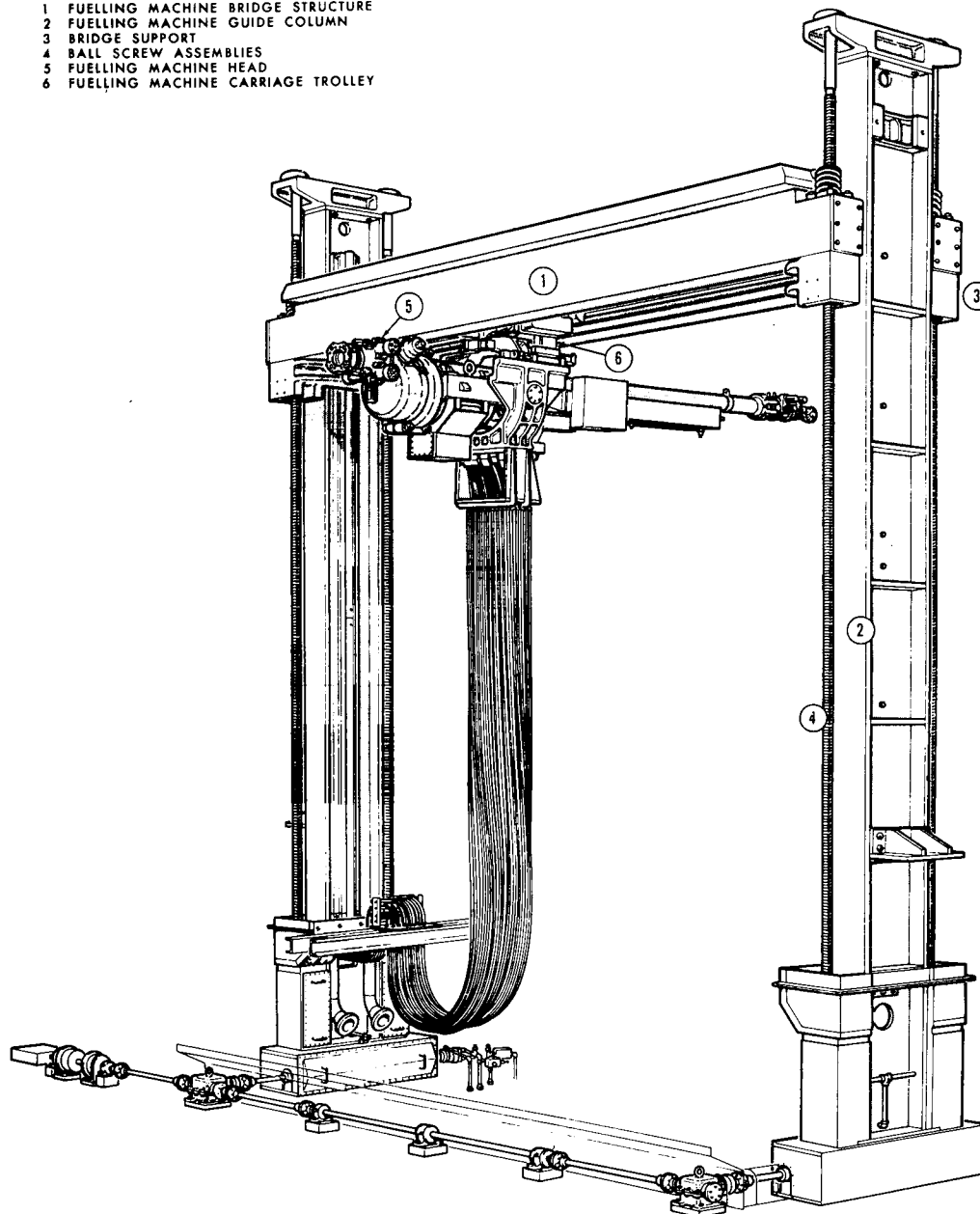
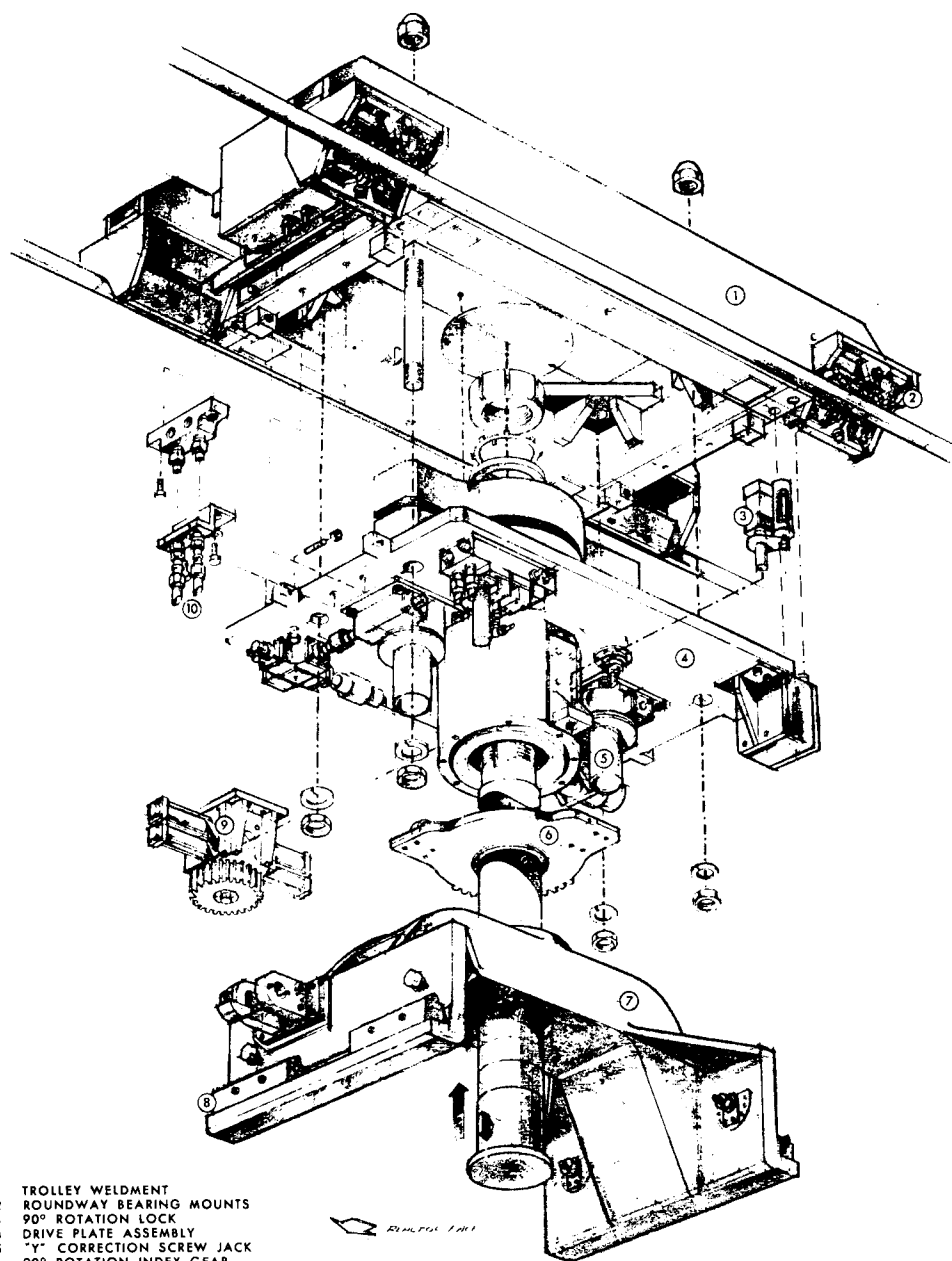
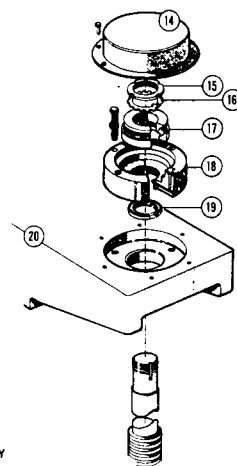
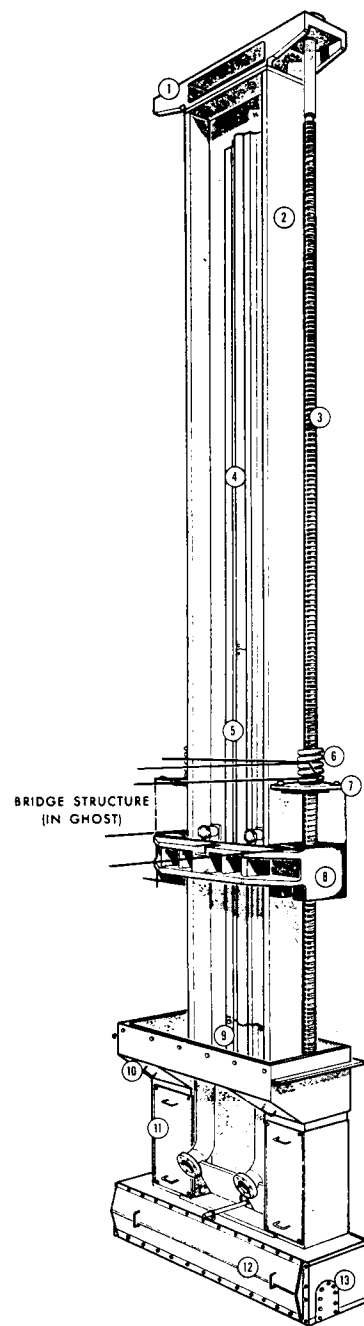


FIG. 30 PUENTE DE LA MAQUINA
DE RECAMBIO



- 1 TROLLEY WELDMENT
- 2 ROUNDWAY BEARING MOUNTS
- 3 90° ROTATION LOCK
- 4 DRIVE PLATE ASSEMBLY
- 5 "Y" CORRECTION SCREW JACK
- 6 90° ROTATION INDEX GEAR
- 7 UPPER GIMBAL
- 8 "Z" MOTION BALL CARTRIDGE
- 9 90° ROTATION ACTUATOR
- 10 HYDRAULIC REMOTE DISCONNECT COUPLINGS

FIG. 31 TROLEY DEL CARRO DE LA MAQUINA DE RECAMBIO



- 1 BALL SCREW SUPPORT
- 2 COLUMN WELDMENT
- 3 BALL SCREW ASSEMBLY
- 4 ROUNDWAY UPPER
- 5 ROUNDWAY LOWER
- 6 COIL SPRING
- 7 SPRING SUPPORT PLATE
- 8 BRIDGE SUPPORT ASSEMBLY
- 9 LOWER ROUNDWAY PAD
- 10 UPPER COVER PLATE
- 11 LOWER COVER PLATE
- 12 BASE FRONT COVER
- 13 BASE SIDE COVER
- 14 TOP BEARING COVER
- 15 BEARING LOCKNUT
- 16 BEARING LOCKWASHER
- 17 THRUST BEARING
- 18 TOP BEARING SEAT
- 19 OIL SEAL
- 20 BALL SCREW SUPPORT
- 21 BRIDGE KEY GUIDE
- 22 ROUNDWAY BEARING (THOMSON)
- 23 COLLAR
- 24 COIL SPRING
- 25 BRACKET
- 26 TYCHOWAY BEARING
- 27 BRIDGE SUPPORT
- 28 BALL SCREW NUT
- 29 TRUNNION BUSHING

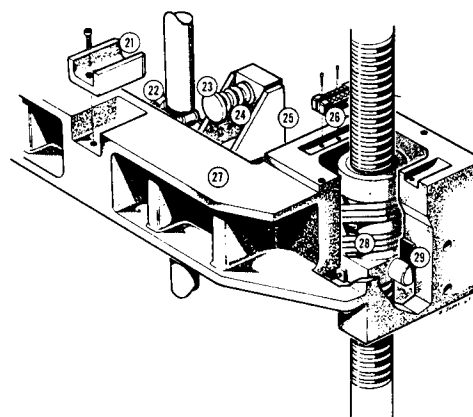


FIG. 32 COLUMNA DE GUIA

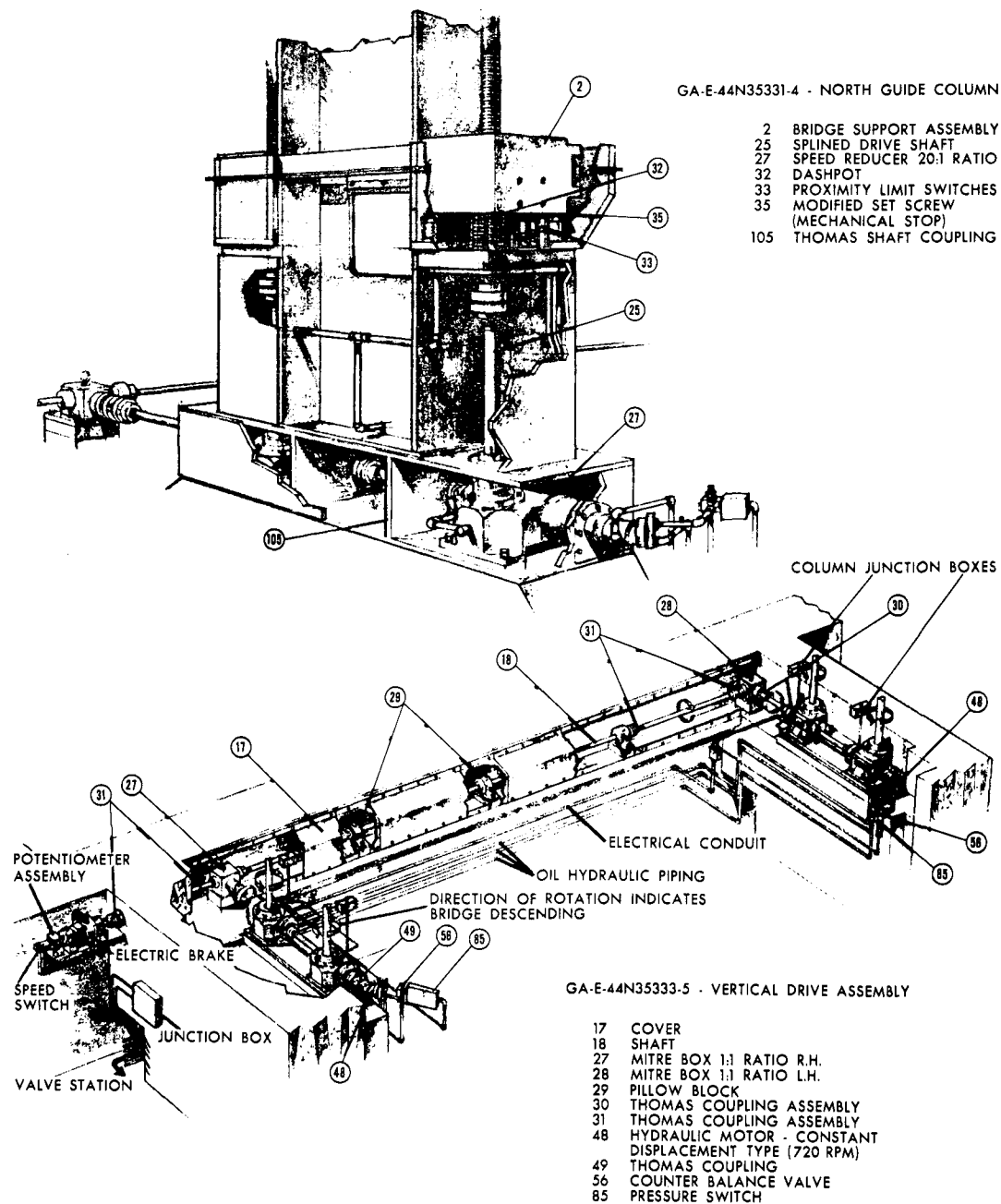


FIG. 33 COLUMNA DE GUIA

FUEL TRANSFER ROOM (R115)

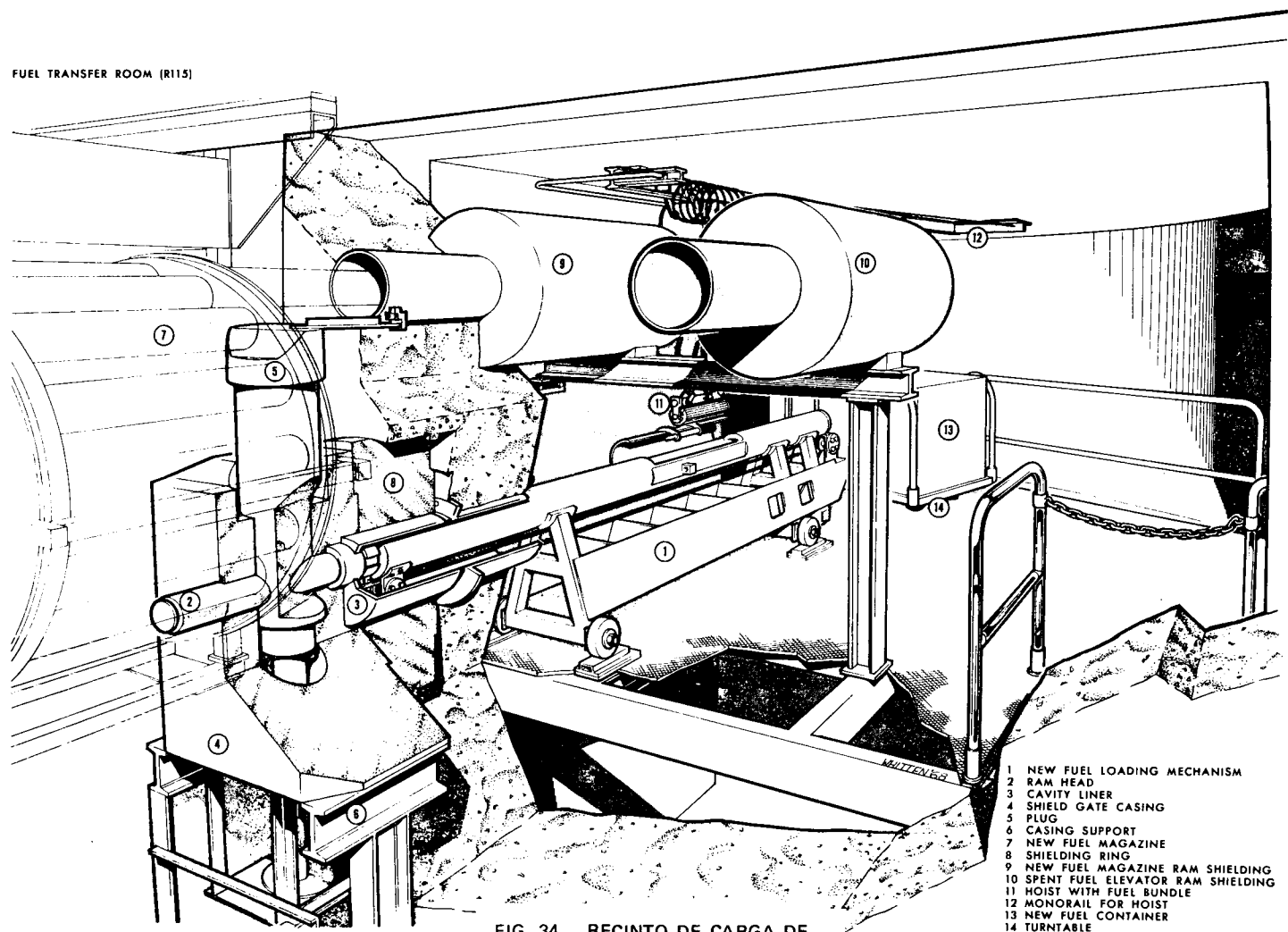


FIG. 34 RECINTO DE CARGA DE
COMBUSTIBLE NUEVO

- 1 NEW FUEL LOADING MECHANISM
- 2 RAM HEAD
- 3 CAVITY LINER
- 4 SHIELD GATE CASING
- 5 PLUG
- 6 CASING SUPPORT
- 7 NEW FUEL MAGAZINE
- 8 SHIELDING RING
- 9 NEW FUEL MAGAZINE RAM SHIELDING
- 10 SPENT FUEL ELEVATOR RAM SHIELDING
- 11 HOIST WITH FUEL BUNDLE
- 12 MONORAIL FOR HOIST
- 13 NEW FUEL CONTAINER
- 14 TURNTABLE

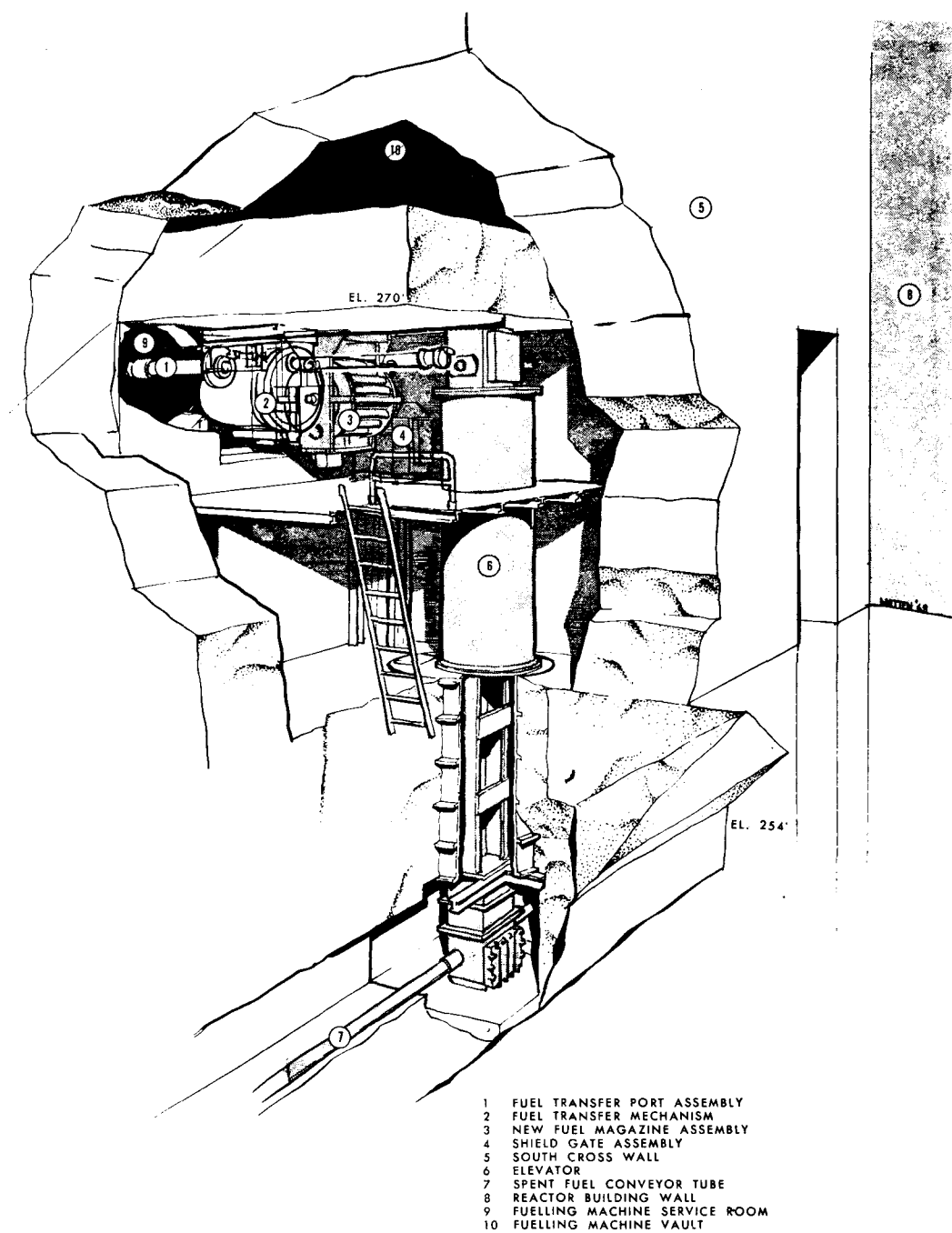
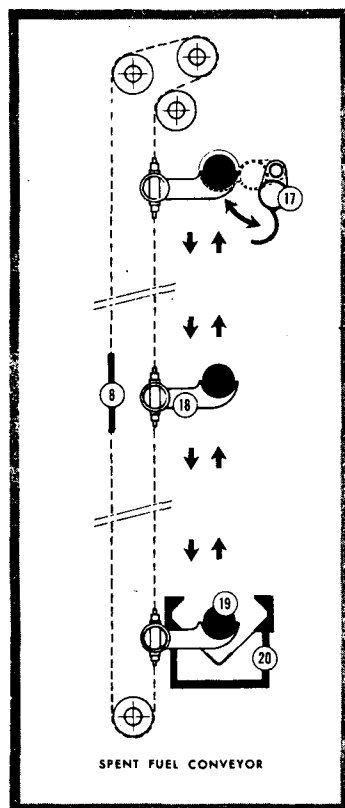


FIG. 35

SISTEMA DE DESCARGA DE
COMBUSTIBLE QUEMADO



- 1 TRANSFER ROOM
- 2 TOP HOUSING ASSEMBLY
- 3 RAM SHIELDING ASSEMBLY
- 4 ACCESS DOOR
- 5 FUEL STOP AND RETURN RAM
- 6 COLUMN
- 7 UPPER GUIDEWAY ASSEMBLY
- 8 COUNTERWEIGHT PLATE
- 9 FLOORPLATE
- 10 ACCESS COVER
- 11 LOWER GUIDEWAY ASSEMBLY
- 12 TRANSFER SHAFT EMBEDDED PART
- 13 BOTTOM HOUSING COVER SEAL
- 14 BOTTOM HOUSING
- 15 ACCESS DOOR
- 16 SPENT FUEL TUNNEL
- 17 GUIDE TROUGH ASSEMBLY
- 18 ELEVATOR CARRIAGE
- 19 FUEL BUNDLE
- 20 CONVEYOR CART SUPPORT HOUSING

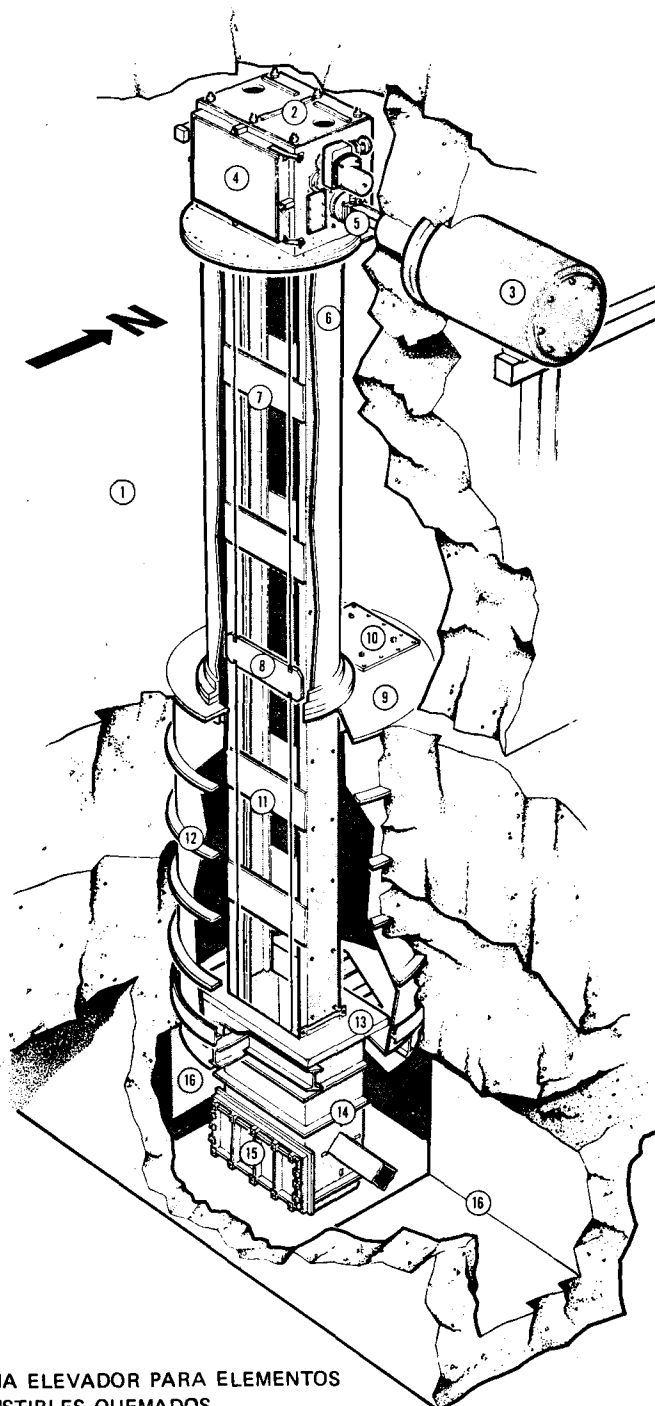


FIG. 36 SISTEMA ELEVADOR PARA ELEMENTOS COMBUSTIBLES QUEMADOS

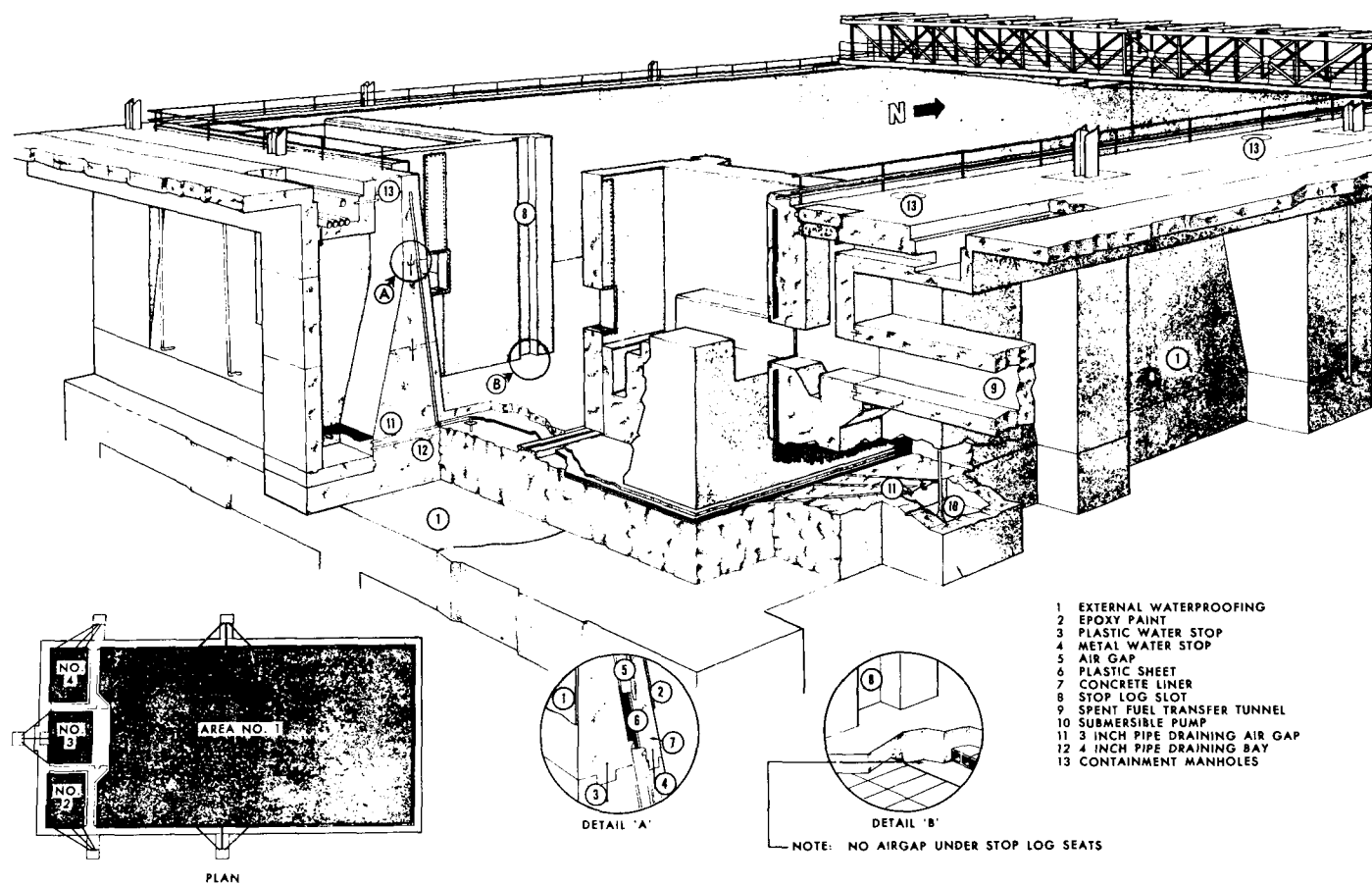


FIG. 37 SISTEMA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE QUEMADO

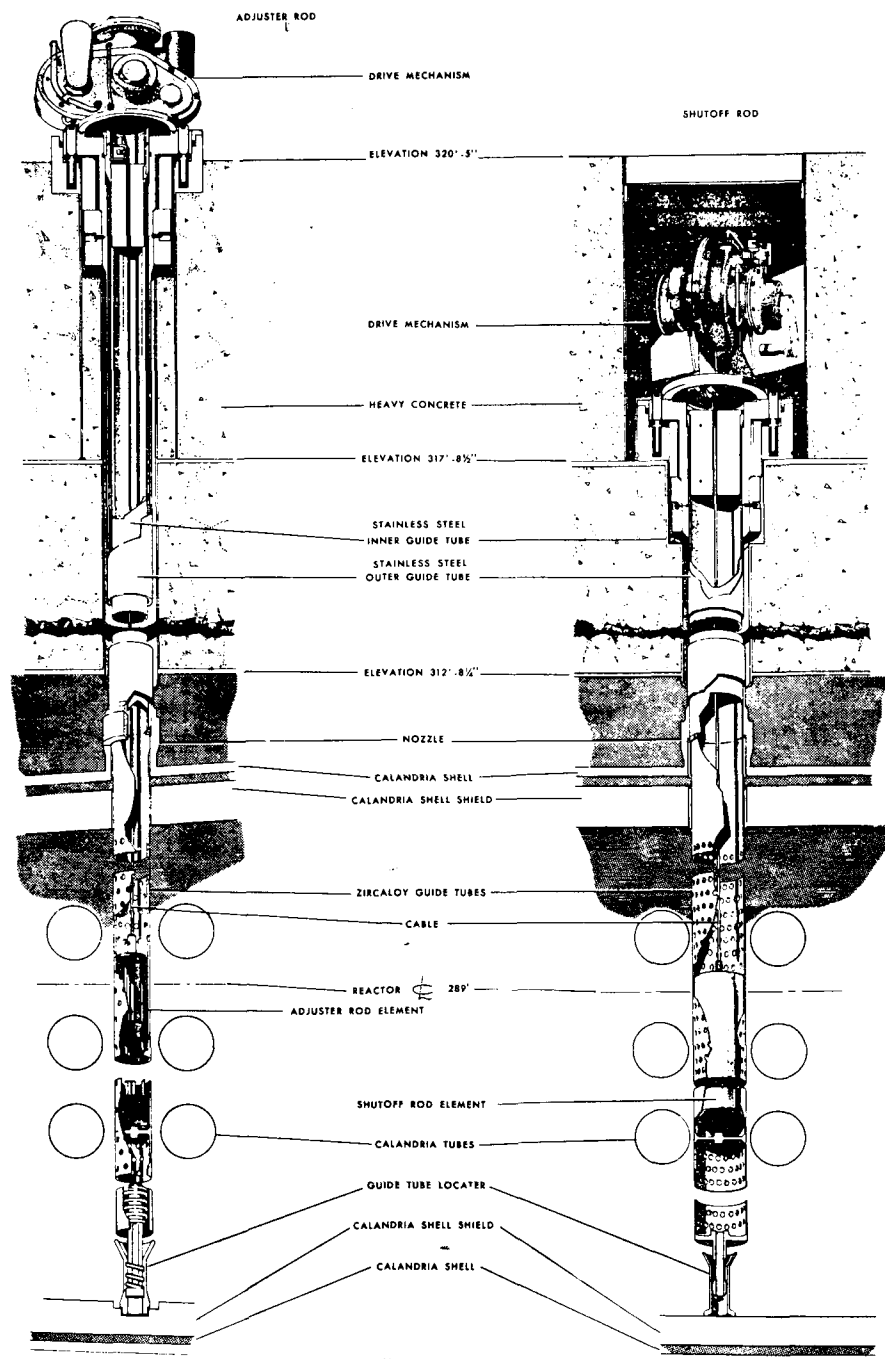


FIG. 38 BARRAS DE AJUSTE Y DE PARADA