

PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE RECAMBIO DE COMBUSTIBLE DE LACENTRAL NUCLEAR EN EMBALSE

GOMEZ, Roberto O. - SANTALIZ, Jorge - PEREZ, Roberto -

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1985

INTRODUCCION (Fig.1)

El sistema de Recambio de Combustible de la CNE es bidireccional y la carga de los manojos de combustible se realiza en el sentido del flujo del canal, utilizando dos Máquinas de Recambio, acopladas a cada uno de los extremos del mismo.

La Máquina de Recambio aguas arriba (Cargadora), es provista de combustible nuevo a través de los mecanismos que componen el puerto de Combustible Nuevo.

La Máquina de Recambio aguas abajo (Receptora), descarga el combustible gastado a través de un Puerto de Combustible gastado, hacia las piletas de transferencia y almacenamiento de combustible.

La Máquina de Recambio así como los puertos y demás sistemas están duplicados en circuitos separados y totalmente independientes.

Se ha provisto de una tercera Máquina de Recambio (Reserva), lista para entrar en operación ante la necesidad de realizar mantenimiento a cualquiera de las otras dos.

Normalmente el recambio de combustible se realiza con el Reactor en Potencia.

Componentes básicos del Sistema: (Referencias en Fig.2)

Máquinas de Recambio de Combustible: (4) Cargan el combustible nuevo al reactor y reciben el combustible gastado del mismo.

Carros de las Máquinas de Recambio: (3) Transportan a las M/R, se desplazan en el sentido de las "X" sobre rieles y tienen dispositivos para mover las M/R en el sentido "Z", respecto de la cara del reactor.

Puentes: (2) Trasladan a los carros y a las M/R en el sentido "Y" frente a las caras del reactor.

Trolley de Catenarias: (7 y 8) Transporta los cables y mangueras de suministro de energía, aceite y D₂O a las M/R.

Puertas de blindaje: (6) Aíslan los recintos del Reactor con los de mantenimiento de las M/R, ofreciendo a éstos últimos la protección radiológica necesaria a los efectos de acceder a esas áreas con el reactor en operación.

Puerto de combustible nuevo: (11) Provee combustible nuevo a las M/R.

Puerto de combustible gastado: (16) A través de este puerto se descarga el combustible gastado desde las M/R hacia las piletas de transferencia y almacenamiento de combustible.

Puertos auxiliares: (Facilidad de ensayo (14), puerto pasante (12) y celda de calibración (13)). Se encuentran ubicados en el recinto de mantenimiento de las M/R y permiten calibrar e inspeccionar los arietes de las M/R, así como realizar operaciones de prueba.

Sistemas de proceso asociados: Suministro y control de D₂O a las M/R, suministro de aceite, sistemas de aire para instrumentos, suministro de vapor, etc.

Herramientas y equipos auxiliares: Comprende las herramientas almacenadas en las M/R, herramientas y equipos para la transferencia de combustible gastado en las piletas, facilidades para pruebas en frío, puentes grúa y monorrieles, herramientas de calibración, etc.

Paneles de control: (33) La consola ubicada en la Sala de Control principal, permite realizar todas las operaciones de recambio en los modos automático, semiautomático y manual.

Computadora: Por medio de programas, ejecuta las secuencias operativas en modo automático y permite visualizar las operaciones y alarmas del sistema en dos TRC y una impresora ubicados en la consola de control. La interfase con el operador se realiza a través de un teclado alfanumérico.

Instrumentación asociada: Permite el control de todos los parámetros, equipos, información de realimentación a la computadora e indicadores en la consola, a través de las lógicas de control asociadas.

Componentes básicos de las Máquinas de Recambio (Fig.3)

Arietes (ariete "B", Ariete "C" y Ariete de traba): Son seis tubos concéntricos utilizados para empujar el combustible, trabar, destrabar y almacenar los tapones (tapón de blindaje, tapón de cierre del canal, tapón de la trompa de la M/R) y operar las distintas herramientas de las M/R.

Magazine: Es un tambor giratorio con 12 posiciones para almacenar combustible, tapones y herramientas.

Separadores: Conjuntos utilizados principalmente como soportes y sensores de las columnas de combustible durante el recambio.

Trompa: Conjuntos provistos de los mecanismos de acople a las boquillas terminales de los canales y puertos auxiliares.

Actividades de Puesta en Marcha

Primera etapa: Fué realizada en Canadá, en un laboratorio experimental que cuenta entre sus instalaciones las facilidades necesarias para realizar pruebas a las M/R en condiciones de presión y temperatura similares a los del Reactor.

Entre estas facilidades se cuentan carros para trasladar las M/R, tubos de presión con boquillas terminales, sistemas de proceso, sistemas eléctricos y una sala de control provista con los paneles originales y servicio de computadora. En esta etapa se revisaron y desarmaron componentes de las M/R, se verificaron tolerancias, se implementaron modificaciones en la construcción y/o diseño para permitir un mejor funcionamiento, se subsanaron problemas existentes, se regularon válvulas e instrumentos de control y en general se realizaron los ajustes necesarios en todos y cada uno de los componentes para adecuarlos a los valores establecidos en las especificaciones de diseño.

Una vez logrados los ajustes necesarios, se conectaron las M/R a los suministros y se comenzaron los movimientos desde el tablero de control en forma manual de operación al comienzo, para ir pasando en forma gradual al modo automático de control, minimizando las fallas hasta obtener niveles operativos aceptables.

A partir de ese momento, comenzaron las pruebas acoplando las M/R al canal y realizando operaciones de recambio secuenciales, primero con presión y sin temperatura para continuar luego con las pruebas en caliente; durante el

transcurso de las mismas se realizaron también verificaciones de seguridad y continuidad de las operaciones.

Todas las pruebas realizadas se llevaron a cabo con agua liviana desmineralizada.

Esta etapa culminó con las pruebas de aceptación, compuestas por 3 ciclos de recambio en frío y 4 en caliente, en modo automático de control para cada M/R.

Las M/R se mantuvieron llenas con agua y presurizados con nitrógeno a 1 Kg/cm² durante su traslado a la Argentina y períodos de reposo en obra.

Segunda etapa: Una vez prevista la disponibilidad de la computadora, agua del sistema principal de transporte de calor, y corriente eléctrica clase I, II, III y IV en la CNE, se comenzó con la inspección y control de instalaciones de distribución de potencia a los paneles de control.

Se realizaron a continuación las siguientes tareas:

Inspección y control de instalaciones, verificaciones preoperacionales, puesta en marcha de los mecanismos de los puertos de combustible nuevo y gastado, pruebas de funcionamiento en ambos puertos y de las herramientas y equipos auxiliares de transferencia de combustible gastado, con las piletas vacías.

Llenado de las piletas con agua desmineralizada, juntamente con la puesta en marcha de los sistemas de refrigeración y purificación de las mismas.

Prueba de los sistemas de refrigeración de emergencia del combustible gastado en tránsito y recolección de pérdidas de D₂O.

Repetición de las pruebas realizadas a las herramientas y equipos auxiliares de transferencia de combustible gastado, con las piletas llenas de agua.

Inspección inicial, control de instalaciones y verificación de lógicas de control de los trolley de catenarias y puertas de blindaje. Conexión de mangueras de catenarias a los múltiples de alimentación.

Lavado de cañerías y operación inicial de centralina oleohidráulica. Operación inicial de trolley de Catenarias.

Conexión de mangueras de Catenarias a los carros de las M/R, inspección inicial y movimiento de los mismos dentro del recinto de mantenimiento de las M/R.

Inspección inicial y operación de los puentes. Instalación temporaria de plataformas para la carga inicial de combustible al reactor.

Inspección inicial y prueba de lazos de control del sistema de D₂O.

Conexión de mangueras de Catenaria a las M/R. Llenado con agua liviana y pruebas hidrostáticas, juntamente con la facilidad de ensayo.

Operaciones iniciales del sistema de suministro de D₂O incluyendo sistema de control de presión, flujo y temperatura en circuito cerrado.

Se estableció un circuito cerrado de circulación de agua a la presión disponible del sistema de suministro, para lavado de cañerías de la facilidad de ensayo y estaciones de válvulas.

Se probaron los circuitos de control de presión de la facilidad de ensayo, los puertos de descarga de D₂O y se realizaron pruebas preoperacionales de los puertos auxiliares.

Tercera etapa: Se caracterizó por operaciones realizadas con agua liviana y combustibles simulados, así como la carga inicial de combustible al reactor. Se realizaron las siguientes actividades:

Llenado de las M/R con agua liviana y pruebas operacionales de todos los actuadores hidráulicos.

Calibración de arietes, separadores y mecanismos de acople.

Suministro de agua a los sellos de los arietes, actuadores de los arietes "C" y separadores.

Verificación del balance de los cabezales y componentes del magazine.

Instalación del tapón de la trompa de las M/R. Alineación de los cabezales con los puertos auxiliares y de descarga de D₂O.

Verificación de los sistemas de suministro de vapor, control de presión y temperatura del magazine, así como toda la instrumentación.

Verificación de los arietes en la facilidad de calibración.

Operaciones iniciales en la facilidad de ensayo, secuencias de tapones seguidas por recambio bidireccional de combustibles simulados en condiciones normales de presión.

Operación de carga inicial de combustible al reactor utilizando los puentes de las M/R. Se cargaron 4.456 combustibles de Uranio natural y 104 combustibles empobrecidos U²³⁵.

Se instalaron los tapones de blindaje y cierre de los canales de combustible. Esta tarea se completó en tiempo récord, manteniéndose un elevado coeficiente de seguridad, calidad y eficiencia.

Ultima etapa: Se caracterizó por la normalización operativa del sistema, utilizando agua pesada y combustibles reales y efectuando demostraciones de recambio de combustible con el reactor a plena potencia.

Las tareas principales fueron:

Drenado del sistema, secado con aire y llenado con D₂O.

Operaciones en la facilidad de ensayo bajo condiciones operativas normales de los cabezales y juntamente con los sistemas de transferencia de combustible nuevo y gastado.

Verificación de correctos movimientos en puentes, carros y trolley de Catena-ria.

Calibración de las posiciones de todas las boquillas terminales en ambas caras del reactor y verificación del correcto acople de las M/R a cada una de ellas.

Pruebas funcionales del circuito cerrado de T.V. del sistema de manejo de combustible.

Demostración de recambio bidireccional sobre el reactor a 100% de potencia.

Se recambiaron 2 canales; en el primero de ellos se cargaron 8 manojos de combustible nuevo con la M/R aguas arriba y se recibieron 8 manojos semiquemados en la M/R aguas abajo del canal.

El sentido del flujo del 2° canal era inverso al del primero, o sea que la M/R que contenía los manojos semiquemados pasó a ser la cargadora, introduciéndolos desde el extremo aguas arriba del canal, mientras que la otra M/R vacía, recibía los 8 manojos quemados en el extremo aguas abajo.

Se utilizó el puerto de combustible nuevo para cargar inicialmente la M/R con combustible nuevo y el puerto de combustible gastado para descargar los manojos quemados a las piletas de transferencia y almacenamiento. Las operaciones se realizaron en modo totalmente automático bajo el control de la computadora. Con esta demostración concluyó la etapa de puesta en marcha del sistema de recambio de combustible, el que fue transferido del Departamento Operaciones de la CNE para su total control y operación.

Inconvenientes:

Los principales inconvenientes encontrados en las distintas etapas fueron generalmente problemas de diseño, los que fueron subsanados a medida que se avanzaba en las fases de puesta en marcha.

En la parte mecánica se han realizado los siguientes trabajos:

Modificación de las estructuras de soporte de las M/R, modificación en el cilindro hidráulico de los carros de las M/R que permiten el movimiento en Z; instalación de frenos hidráulicos a los carros de las M/R. Se cambiaron los puntos fijos de los puentes de las M/R y se agregaron nuevos soportes.

Todos estos trabajos debido a nuevos requerimientos sísmicos dimensionados originalmente para 0.15 g y modificados para resistir 0.23 g.

Se desmontó un conjunto separador para inspección debido a un problema de rotación del magazine.

Se desmontó y cambió la cinta de lectura del Arite "C" por falla en la indicación de posicionamiento del mismo.

Se desmontaron tornillos y conjuntos de tuercas de bolas de los puentes de los M/R debido a problemas de corrosión, los que fueron enviados a E.E.U.U. para su reparación.

Debido a problemas encontrados en otras centrales, se cambiaron todas las bolillas de las tuercas de bolas de los arietes en las tres M/R, como prevención de eventuales inconvenientes futuros.

Por inconvenientes en el desacople de una M/R, se desmontó el conjunto trompa debiéndose ajustar tolerancias en algunos de los componentes.

En Instrumentación y Control se solucionaron problemas referentes a:

Control de presión de suministro de D₂O a las M/R y control de presión del magazine.

Mediciones de nivel en distintos tanques, modificando distancias en las zonas respectivas.

Transmisores de presión, fueron cambiados por otros modelos por fallas en su funcionamiento.

Problemas de puesta a tierra en instrumental de consola de control.

Otros problemas menores de cableado, falsos contactos, lógicas de control, fuentes de alimentación y posicionamiento por fines de carrera de algunos componentes.

En la parte operativa:

Se realizaron cambios en las secuencias operativas y programas de computadora.

Se modificaron mensajes de alarmas y puntos de ajuste.

Se modificaron indicaciones y luces indicadoras en paneles de control.

Resultados obtenidos:

El sistema de recambio de combustible ha demostrado que cumple con las funciones para los cuales ha sido diseñado.

No obstante esto, existen probables modificaciones futuras, que una vez implementadas, mejorarán notablemente la eficiencia y confiabilidad del sistema.

Conclusiones:

Las etapas de puesta en marcha han permitido mejorar el diseño del sistema mediante la implementación de algunos cambios, y una total capacitación del personal interviniente, aportando un caudal tecnológico importante para el desarrollo futuro de la industria Nuclear en nuestro país.

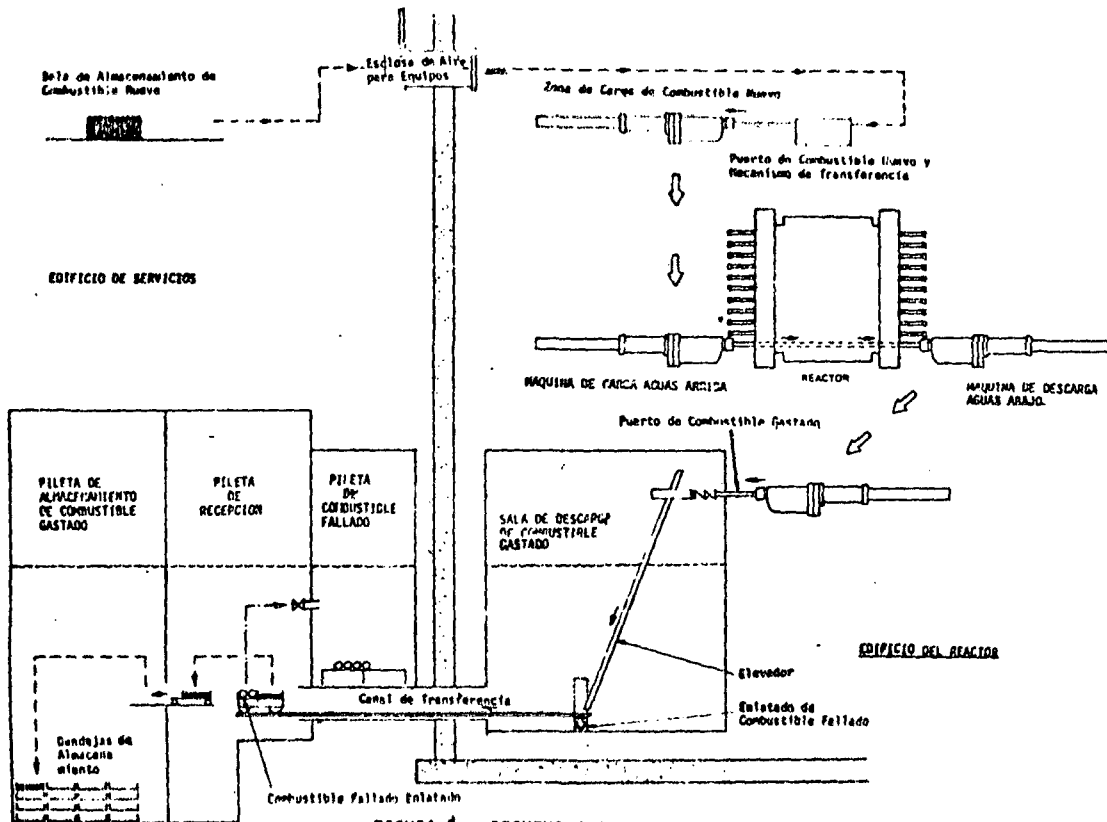


FIGURA 4 SECUENCIA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE

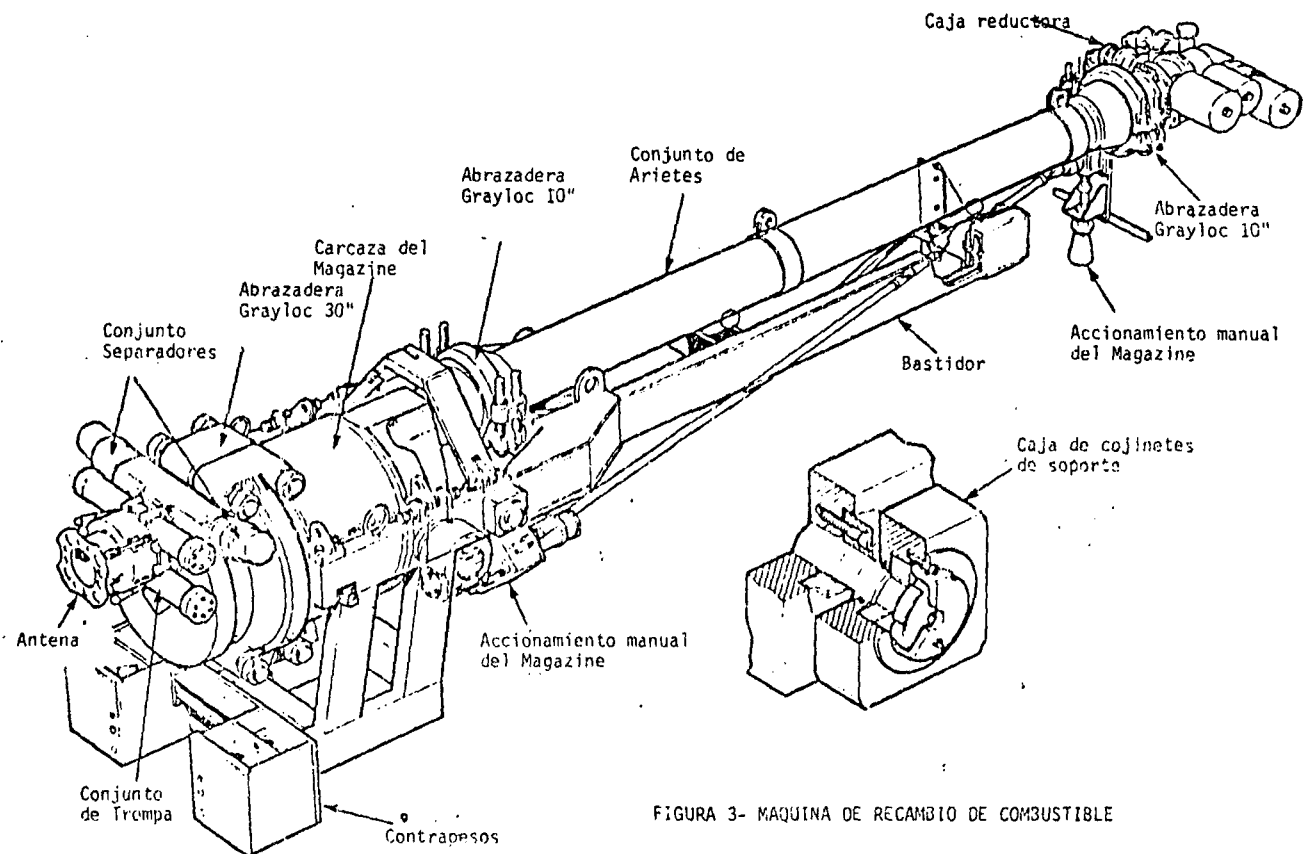


FIGURA 3- MAQUINA DE RECAMBIO DE COMBUSTIBLE

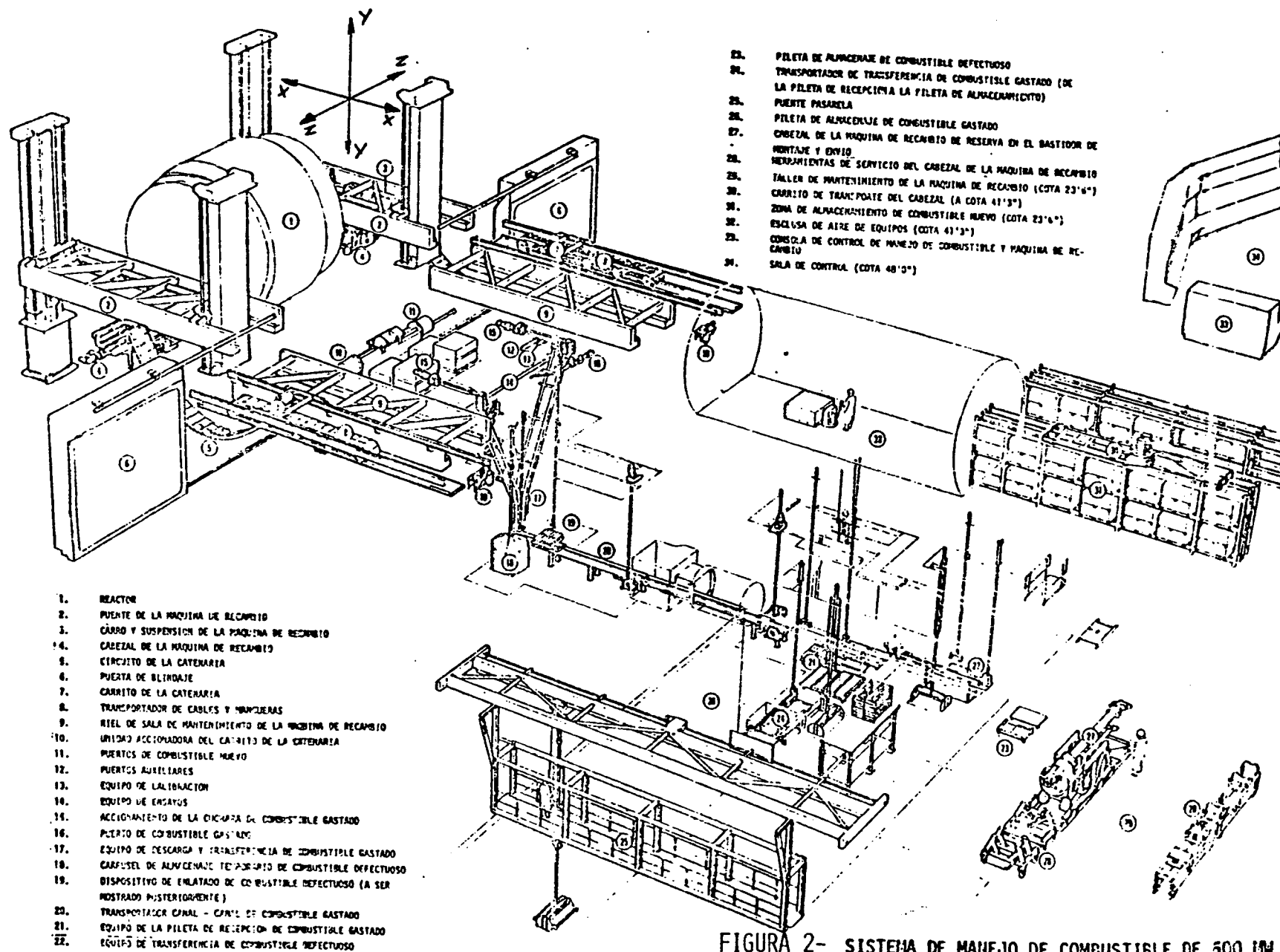


FIGURA 2- SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE DE 500 MW