

LAY- OUT DE PLANTA DE UNA CENTRAL NUCLEAR
Experiencia y proposiciones para el futuro

E. DIAZ

Central Nuclear Embalse
Dirección de Centrales Nucleares
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

RESUMEN:

La experiencia acumulada durante el proyecto, construcción y operación de la Central Nuclear Atucha I y en lo que va en las etapas del Proyecto Central Nuclear Embalse, permiten bosquejar lineamientos interesantes en el "Lay-out de Planta" aplicables a / instalaciones similares a las de C.N.E.-

Estos lineamientos tratan de adecuarse a características locales provenientes de criterios de operación, aspectos concernientes a prácticas radiológicas, economía de agua pesada, standarización, etc.

Se plantean entonces algunos puntos de vista del autor que merecerían un estudio más detallado a efectos de lograr definiciones sobre estos importantes aspectos que tienen relevante repercusión no sólo en las primeras etapas de un proyecto, sino en muchos casos, a lo largo de la vida útil de la Central.

OBJETIVOS DEL LAY-OUT:

Antes de ejemplificar algunas de las / alternativas y proposiciones de lay-out, resulta conveniente identificar los objetivos de esta disciplina, clave, en / el marco del diseño de una Central. En el cuadro I se establecen los mismos. Puede decirse que esta clasificación es relativa y pretende englobar los cometidos básicos de la actividad. El lay-out de la planta es la tarea iterativa de / diseño siguiendo estos objetivos, para lo cual opera como ente catalizador y de feed-back con los grupos de: ingeniería básica y de detalle, seguridad y licenciamiento, planificación del montaje y puesta en marcha. La experiencia de / las etapas de diseño, construcción y operación de proyectos anteriores reviste capital importancia en el proceso de optimización del diseño. :

En los cuadros II a IV inclusive se pormenorizan estos objetivos. Nuevamente, cada uno de estos puntos pueden aparecer en más de un objetivo. La idea básica es explicitarlos y no realizar una acabada clasificación.

PROPOSICIONES Y ALTERNATIVAS:

En el cuadro VI se detallan los rubros más importantes a ser considerados para un futuro proyecto.- Se enuncian sobre la base de aplicación a una central de agua pesada y uranio natural, de potencia y características / similares de las de CNE, aunque muchos de los rubros tienen / aún un carácter más amplio.-

RUBROS TÍPICOS:

A modo de ejemplo se citan algunas situaciones que deberán ser evaluadas en futuros proyectos, que si bien no cambian los aspectos básicos de la isla nuclear, tienen un impacto económico y obran sobre aspectos que hacen al montaje, mantenimiento y operación de la Planta.-

DIVISION FUNCIONAL DE ZONAS CON DISTINTOS RIESGOS RADIOLOGICOS

- A la luz de la experiencia registrada en C.N.A. y algunas modificaciones introducidas por CNEA en la C.N.E., resulta conveniente una clara definición de zonas. Zona controlada y no controlada. La primera obedece a la definición de las Normas de Radioprotección vigentes y abarcan a las zonas / donde existe un cierto nivel de riesgo radiológico. La de- / terminación de esta zona, aún con un criterio conservativo permite el claro establecimiento de normas de control ra- / diológico y administrativo.

Asimismo, una vez establecida la zona controlada, quedan / definidos los límites de los sistemas de ventilación, sis- / temas de efluentes y nivel de los sistemas de monitoreo.- Un adecuado planeamiento y definición de las zonas, evita posteriores análisis y modificaciones por requerimientos o- / perativos.

En la figura 1 se muestra un sector de un nivel típico de Edificio de Servicio. Debe notarse la diferenciación de "á- / reas frías" y "áreas calientes". Esta última provee los ser- / vicios de control de acceso del personal, vestuarios, labo- / ratorios y talleres "calientes". Un corredor de alternativa, (corredor frío), permite operar sin controles especiales, / proporcionando servicios a las instalaciones frías y del / B.O.P.- Se han previsto puertas estancas entre talleres y / laboratorios, normalmente cerradas, que pueden ser usadas / como puertas de emergencia o en eventos especiales, con los de- / bidos controles y prácticas radiológicas.

Las ventajas operativas de esta disposición, además de lo ya / citado, es que permiten a los laboratorios el análisis de / muestras activas con instrumental y equipamiento debidamen- / te segregado. Lo mismo sucede con los talleres calientes. E- / llos permiten la reparación de equipos e instrumental sin que / sea mandatoria una decontaminación exhaustiva. Ello se tra- / duce en un ahorro de tiempo en cuanto a obtener los niveles / requeridos de contaminación (aunque ella sea contaminación / fija) de los equipos a reparar si tuvieran que abandonar la / zona controlada.

Inversamente, equipamiento del B.O.P. o muestras de agua, aceites, lubricantes o consumibles de distinto tipo del / B.O.P., no darán lugar a eventuales contaminaciones debidas al uso de un mismo equipamiento de taller o laboratorio. (talleres o laboratorios comunes).

Resulta también de importancia (figura 2) agrupar los sistemas o subsistemas dentro del área controlada en zonas / de agua pesada y zonas de agua liviana. Con esta agrupación se persiguen dos objetivos básicos: evitar degradación del agua pesada en caso de pérdidas o derrames y limitar las zonas de potenciales liberaciones de tritio. // Zonas contiguas separadas por air-locks simples, permiten operar al personal en la zona de agua liviana aún en el / caso de elevados niveles de tritio en la zona de agua pesada.

IMPLEMENTACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE PROTECCION RADIOLOGICA- SISTEMAS DE VENTILACION.

En la figura 3 se ilustra un sistema utilizado en el diseño / de sistemas de ventilación. La filosofía del sistema está basada en insuflar aire a zonas calientes, proveniente de zonas frías. Si bien el criterio es correcto, está basado en que // la presión del área caliente p_2 será menor que la presión p_1 del área fría. En caso de detención de los ventiladores por / falta de energía, deja de cumplirse la condición de presiones descripta y puede aportarse, aunque sólo sea por difusión, aire contaminado al área fría.

La solución propuesta se muestra en línea punteada, es decir, la instalación de una línea pequeña de mantenimiento de la depresión con conexión al suministro de energía de emergencia. / La misma operaría ante la "pérdida" del sistema de ventilación principal.

Un sistema más sofisticado se presenta en la figura 4. Las /// áreas frías y calientes están cubiertas por sistemas indepen-

dientes. Los locales calientes operan con mantenimiento de la depresión en forma permanente. Se dispone además un circuito de recirculación que permite reducir los niveles de actividad en el ambiente (especialmente tritio) y recuperar agua pesada en el caso de pérdidas o derrames de consideración. La línea de vacío se encuentra vinculada al sistema de suministro de energía de emergencia.

PROVISION DE NIVELES ERGONOMICOS ADECUADOS.

El estudio adecuado de las condiciones ambientales, tanto para equipos como para el personal y de aquellas que hacen a la vinculación hombre-máquina, requiere creciente atención en el diseño del lay-out de planta.

De manera especial debe tratarse el adecuado monitoreo de los locales e instalaciones inaccesibles durante la operación de la planta. En el diseño de la C.N.E. se ha avanzado en estos aspectos, aunque es necesario poner aún énfasis en los futuros proyectos, especialmente en la instalación de circuitos cerrados de T.V., monitoreo acústico y monitoreo del campo neutrónico de ciertos locales. La inclusión de sistemas redundantes, de distinto principio de detección, que permitan evaluar pérdidas de agua pesada en locales no accesibles, reviste una gran importancia en cuanto a la toma de decisiones durante la marcha de la central. En la fig. 5 se ha esquematizado un ejemplo, donde se observan los parámetros de monitoreo y servicios típicos, considerados como requerimientos adecuados para el local del reactor.

BLINDAJE DE RECINTOS.

En la C.N.E. originalmente, los blindajes de recintos que alojan tanques o bombas, en general, se encuentran previstos para ser ejecutados como hormigón de segunda etapa. Esta solución presenta los siguientes inconvenientes: a) Ejecución del blindaje cuando ya se encuentran instalados tanques y componentes que exigen un gran nivel de limpieza. Resulta inevitable en estas circunstancias proteger en un 100% los componentes. b) Requiere disponer en el lugar, generalmente pintado con terminación epoxy, encofrados,

estructuras tipo "Acrow", desplazamiento de carros de hormigonado, etc. En otras palabras, aparece en la secuencia de montaje una actividad que ya no es compatible con el grado de limpieza de los sistemas y recintos. Por otra parte, perduran en obra las actividades civiles con el consiguiente impacto económico. / La solución propuesta y llevada a cabo en muchos casos, donde / resultó factible, fue la introducción de bloques de hormigón prefabricados, (incluso ya pintados). Ello permite evitar el inconveniente ya citado y en los casos en que se estime necesario, las aberturas pueden contemplar la extracción de los componentes alojados en el recinto.

Otra solución que debe evaluarse y utilizada en algunos casos, es la ejecución de puertas metálicas con colado interno de hormigón, las cuales pueden ser prefabricadas y transportadas al recinto en el momento adecuado. Para este caso debe analizarse la disponibilidad de elementos de izaje y transporte.

También dentro del ítem blindaje de recintos deberá tenerse en // cuenta, llevar a cabo el estudio técnico-económico de la factibilidad de apantallar el campo de radiación proveniente de los generadores de vapor y bombas principales para acceder a la plataforma de los mecanismos de reactividad, con la central en operación.

ESTRUCTURAS METALICAS, ESCALERAS, PASARELAS Y PLATAFORMAS.

El diseño de la C.N.E. contempla un gran porcentaje de estructuras metálicas. Aquellas estructuras de acceso y para inspección fueron ejecutadas según diseño original con plataformas enrejadas. Podrían citarse ventajas e inconvenientes al respecto. Por ejemplo, como ventaja la facilidad de instalación a posteriori de la obra civil, la buena visibilidad de otros niveles, etc.

Como contrapartida podría citarse el inconveniente de la dificultosa decontaminación y de la transferencia de suciedad o contaminación hacia niveles inferiores a través del calzado de personal / proveniente de otras áreas. Debería analizarse la conveniencia de utilizar superficies sólidas y eventualmente en ciertas zonas, escaleras de hormigón con terminación de superficie decontaminable.

Podrían darse otros ejemplos de rubros que deberían ser analizados de igual manera, muchos de ellos quizá ya no clasificados dentro del campo del lay-out, tales como la especificación de / pinturas epoxy, la optimización de las áreas que mandatoriamente deben llevar este material y aquellas en que no sería demasiado crítico utilizar pinturas lavables de menor costo. La selección de recubrimientos de epoxy-glass, acero inoxidable, etc. para contenedores de líquidos, el análisis de elementos de izaje permanentes que suministren la mayor cantidad de servicios / durante el montaje, son otros de los rubros que deberán merecer un cuidadoso análisis para futuros proyectos.

CUADRO I

OBJETIVOS DEL LAY-OUT

- A.- OPTIMIZAR EL DISEÑO.
- B.- FACILITAR LA ETAPA DE CONSTRUCCION Y MONTAJE.
- C.- FACILITAR LA OPERACION Y EL MANTENIMIENTO.
- D.- LOGRAR LOS NIVELES DE SEGURIDAD REQUERIDOS.

CUADRO II

A.- OPTIMIZACION DEL DISEÑO

- . ADHERENCIA A NORMAS Y POLÍTICA DE SUMINISTROS.
- . ÉNFASIS EN LA STANDARIZACIÓN DE SOLUCIONES.
- . UTILIZACIÓN EFICIENTE DE ÁREAS Y VOLÚMENES.

CUADRO III

B.- FACILITAR LA ETAPA DE CONSTRUCCION Y MONTAJE

- . ESTABLECIMIENTO DE NIVELES Y TRAYECTORIAS DE CAÑERÍAS CONDUCTOS, BANDEJAS PORTACABLES, ETC.-
- . DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES.-
- . DISPOSICIÓN DE ABERTURAS DE MONTAJE.
- . DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS DE IZAJE.(MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE ELEMENTOS DEFINITIVOS),
- . ESTABLECIMIENTO DE SECUENCIAS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJES
- . MINIMIZACIÓN DE INTERFERENCIAS (ENTRE SISTEMAS A MONTAR Y ENTRE GREMIOS).-

CUADRO IV

C.- FACILITAR LA OPERACION Y EL MANTENIMIENTO

- . PROVISIÓN DE ACCESIBILIDAD A EQUIPOS Y COMPONENTES (ACCESO DIRECTO Y REMOTO)
- . ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS DE MONTAJE Y DESMONTAJE (CARGAS PERMANENTES Y TEMPORARIAS)
- . ESTABLECIMIENTO DE LAS FACILIDADES DE IZAJE.
- . ESTABLECIMIENTO DE TRAYECTOS DEL PERSONAL (OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO Y EL ESFUERZO, REDUCCIÓN DE PERMANENCIA EN ÁREAS DE RIESGO RADIOLÓGICO, REDUCCIÓN DE LA POSIBILIDAD DE "CONTAMINACIÓN CRUZADA").
- . PROVISIÓN DE NIVELES ERGONÓMICOS ADECUADOS (FACTORES AMBIENTALES, COMUNICACIÓN HOMBRE-MÁQUINA, ETC.)

CUADRO V

D.- LOGRAR LOS NIVELES DE SEGURIDAD REQUERIDOS

- . IMPLEMENTACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SEPARACION Y REDUNDANCIA.
- . IMPLEMENTACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE PRÓTECCIÓN RADIOLÓGICA (BLINDAJES, VENTILACIÓN DE LOCALES, ETC)
- . DIVISION FUNCIONAL DE ZONAS CON DISTINTOS NIVELES DE RIESGO RADIOLÓGICO.
- . SOLUCION FUNCIONAL A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD FÍSICA.

CUADRO VI

LAY-OUT GENERAL

- ANALISIS DE LOCALIZACIÓN DE SALA DE CONTROL PRINCIPAL Y SECUNDARIA.
- ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN DE EDIFICIOS DE GENERADORES DE EMERGENCIA Y SISTEMA DE INYECCIÓN DE ALTA PRESIÓN.
- ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ZONAS CONTROLADAS EN EDIFICIO DE SERVICIO.
- INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA AL LAY-OUT DE PLANTA.
- ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN DE LABORATORIOS Y TALLERES (E-LÉCTRICOS, MECÁNICOS, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL) EN EL EDIFICIO DE SERVICIO.
- DEFINICIÓN Y LOCALIZACIÓN DE CIRCUITOS CERRADOS DE T.V. PARA MONITORAJE DE ÁREAS.

CUADRO VI (CONT)

ASPECTOS CIVILES

- ESTUDIO ALTERNATIVO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN.
- ESTUDIO ALTERNATIVO DE REVESTIMIENTOS EN PILE-TAS PARA COMBUSTIBLE Y DISPOSICIÓN INICIAL DE FACILIDADES PARA FUTURAS AMPLIACIONES.
- ESTUDIO ALTERNATIVO DE PLATAFORMAS METÁLICAS VS. ESCALERAS Y PLATAFORMAS DE HORMIGÓN.
- ARMONIZACIÓN DE TERMINACIONES Y ESTÉTICA DE EDIFICIOS PRINCIPALES.

CUADRO VI (CONT).

ASPECTOS DE MECANICA Y PROCESOS

- OPTIMIZACIÓN DE GRÚAS Y MONORRIELES
- EVALUACIÓN DEL NÚMERO ÓPTIMO DE COLUMNAS DE ENRIQUECIMIENTO DE D₂O. EVALUACIÓN DE CONEXIONES "ON LINE" CON SISTEMAS DE TRANSPORTE DE CALOR Y MODERADOR.
- EVALUACIÓN DE CONVENIENCIA DE TOMA-MUESTRAS CENTRALIZADOS.
- STANDARIZACIÓN DE SOPORTES PARA CAÑERÍAS, CONDUCTOS Y BANDEJAS PORTACABLES.

CUADRO VI (CONT)

ASPECTOS ELECTRICOS

- ANÁLISIS DE DISPOSICIÓN DE SALA DE DISTRIBUCIÓN DE CABLES.
- STANDARIZACIÓN DE CRITERIOS PARA TENDIDO DE CABLES (CONDUITS VS. CABLE DIRECTAMENTE SOPORTADO.)
- STANDARIZACIÓN DE PENETRACIONES.
- CRITERIOS PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA.

ASPECTOS DE INSTRUMENTACION Y
CONTROL

- ANÁLISIS ALTERNATIVO DE INSTRUMENTACIÓN NEUMÁTICA VS. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

DIVISION FUNCIONAL DE ZONAS CON DISTINTOS NIVELES DE RIESGO
RADIOLÓGICO

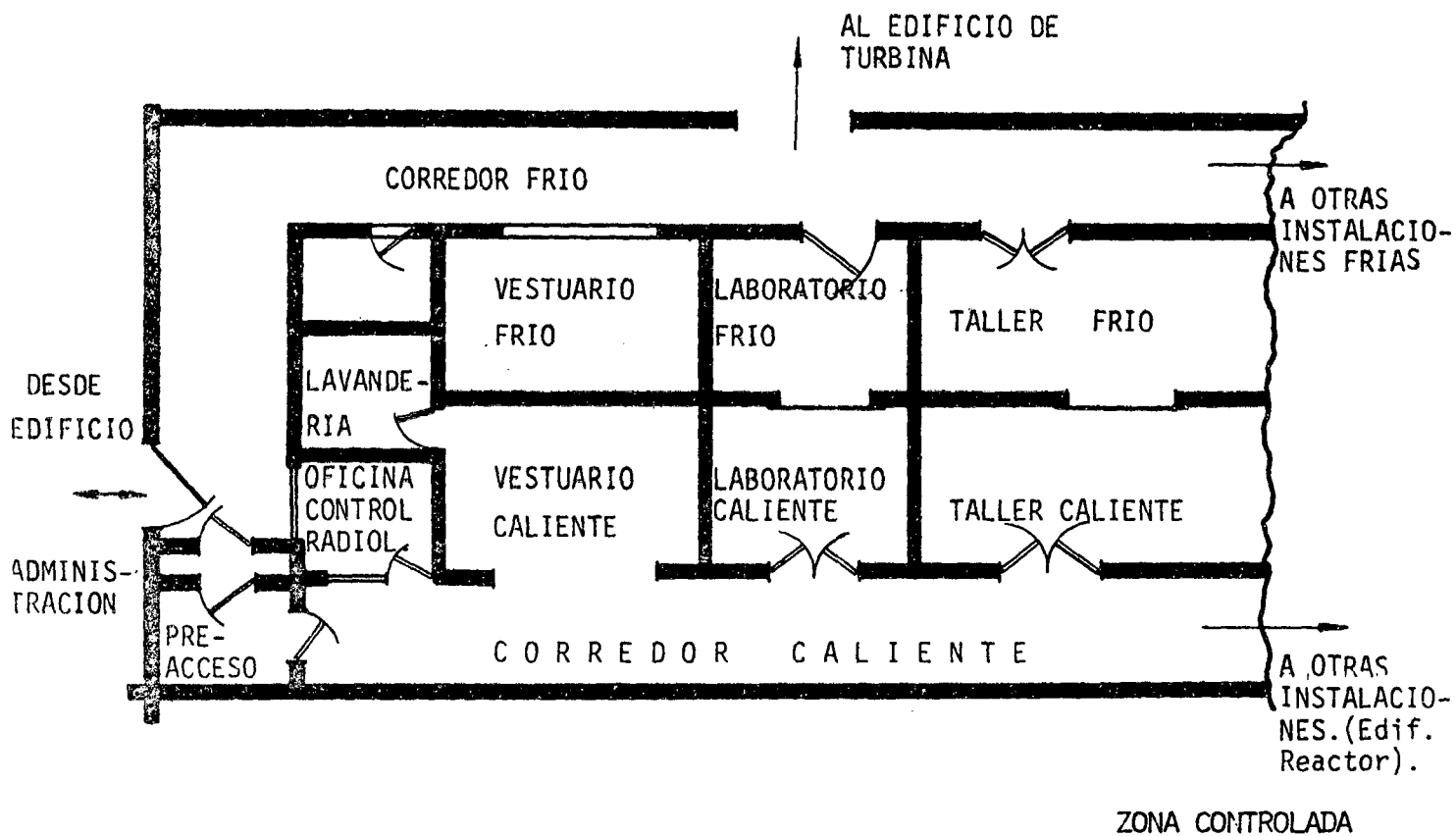


FIG. 1

DIVISION FUNCIONAL DE ZONAS CON DISTINTOS NIVELES DE RIESGO RADIOLÓGICO

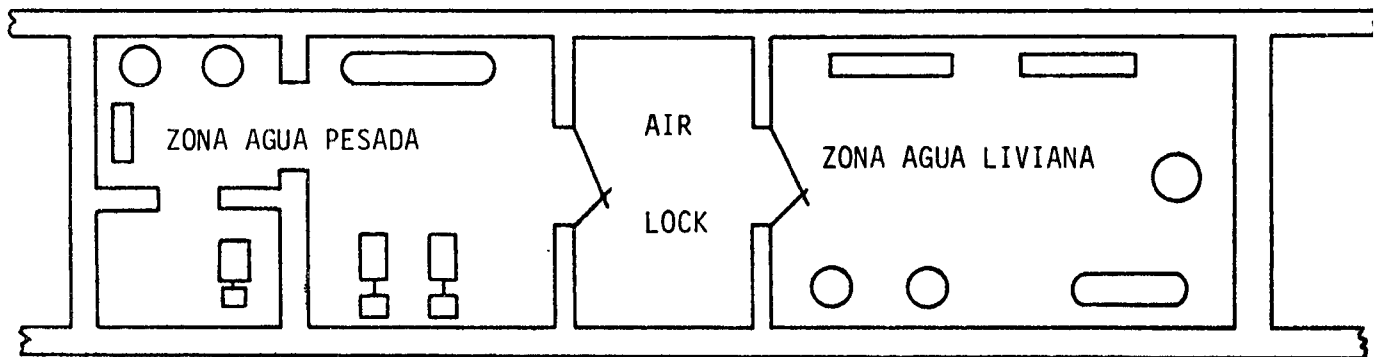


FIG. 2

IMPLEMENTACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA - SISTEMAS DE VENTILACIÓN

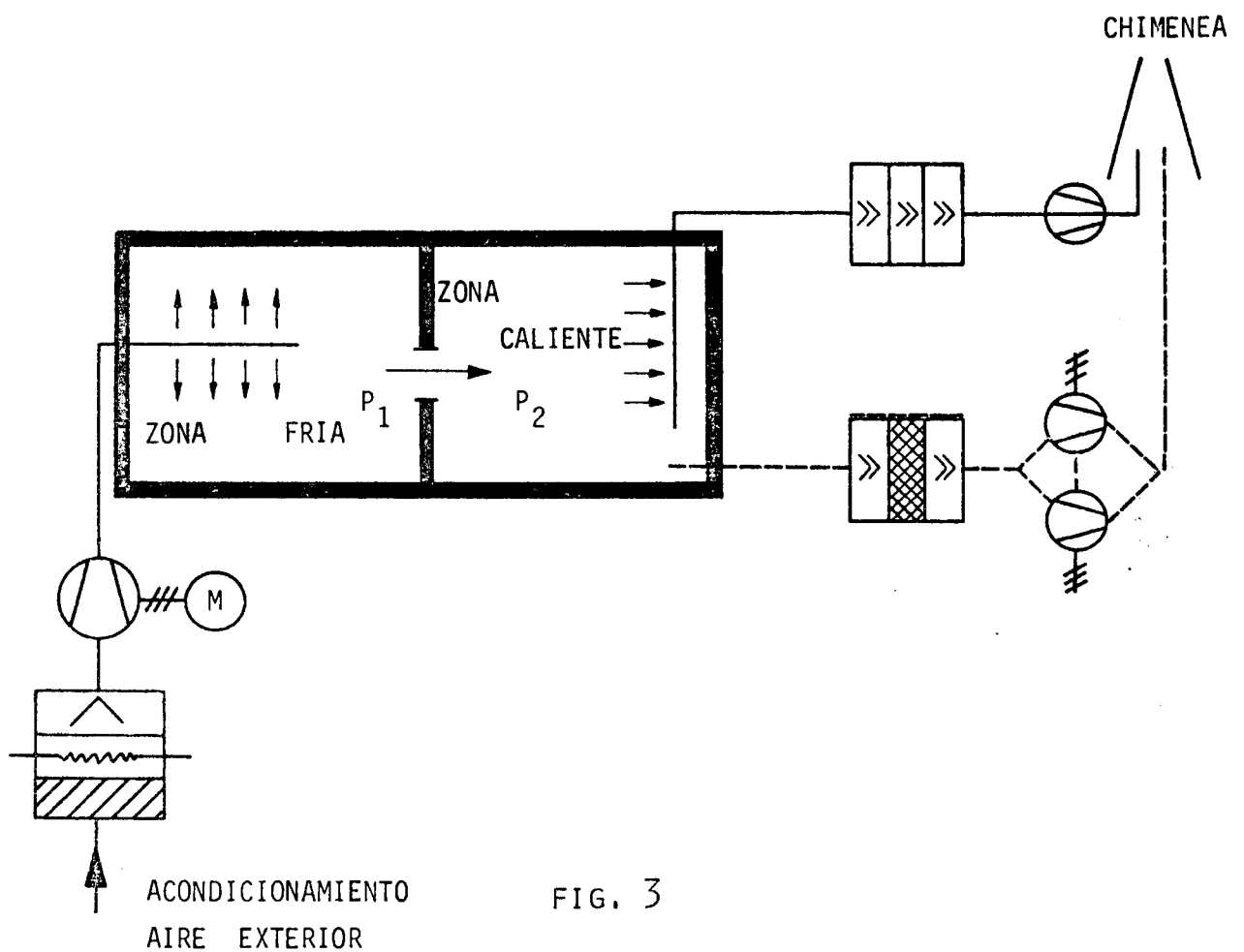
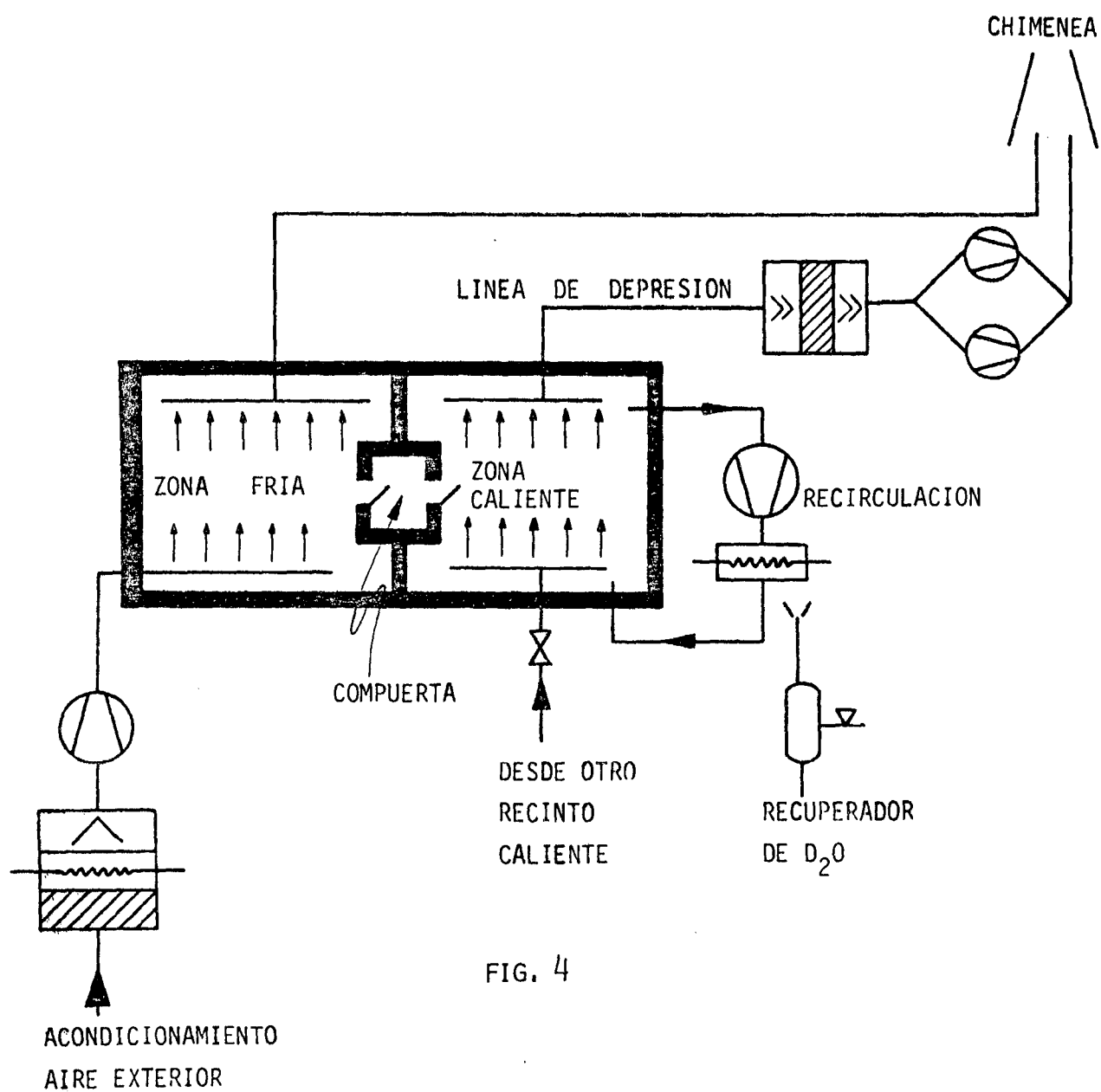


FIG. 3

IMPLEMENTACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE PROTECCION
RADIOLÓGICA - SISTEMAS DE VENTILACION



PROVISIÓN DE NIVELES ERGONÓMICOS ADECUADOS
(COMUNICACIÓN HOMBRE-MÁQUINA)

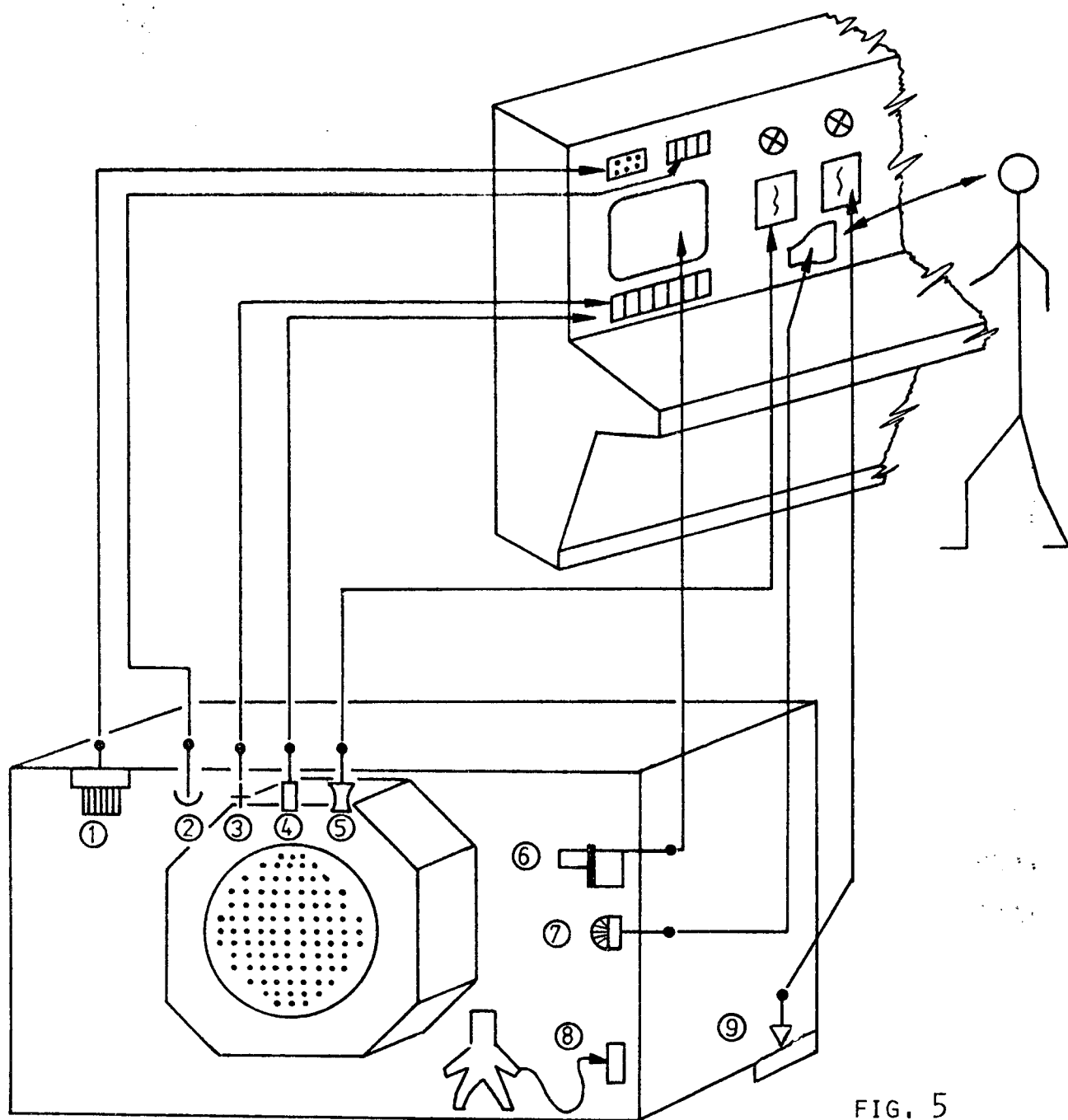
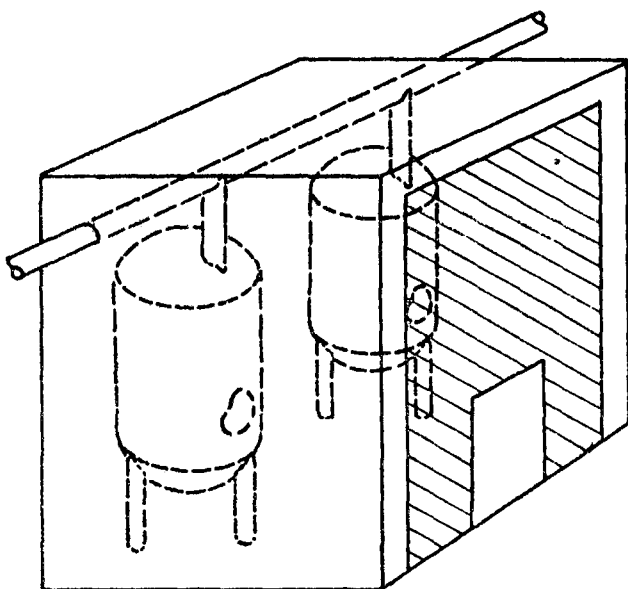


FIG. 5

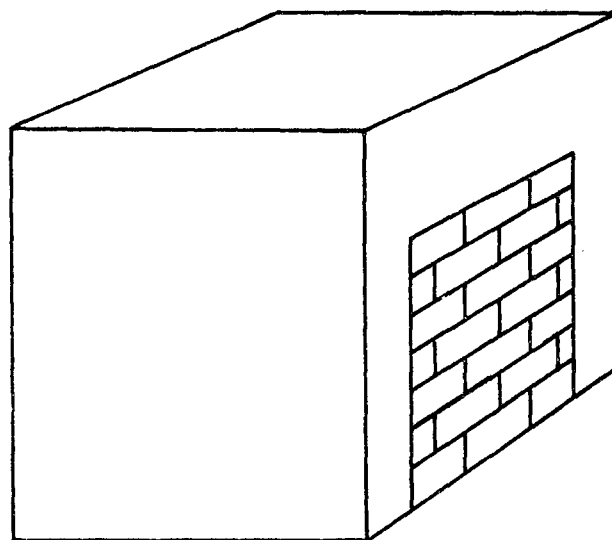
- 1.- DETECCIÓN DE INCENDIO (HUMO, TEMPERATURA)
- 2.- DETECCIÓN RADIACIÓN H^3 , N, GASES NOBLES
- 3.- DETECCIÓN TEMPERATURA
- 4.- DETECCIÓN HUMEDAD
- 5.- DETECCIÓN VIBRACIONES
- 6.- CIRCUITO CERRADO T.V.

- 7.- DETECCIÓN ACÚSTICA
- 8.- SUMINISTRO DE AIRE RESPIRACIÓN Y COMUNICACIONES TRAJES PLASTICO
- 9.- DETECTORES DE NIVEL EN SUMIDEROS

BLINDAJE DE RECINTOS



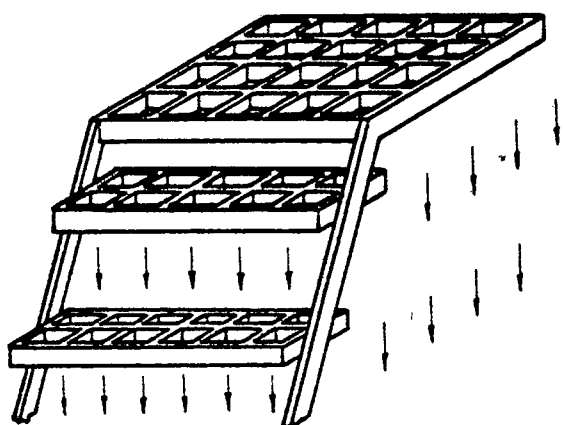
HORMIGONES DE SEGUNDA ETAPA.
MUROS CON ABERTURA DE ACCESO.



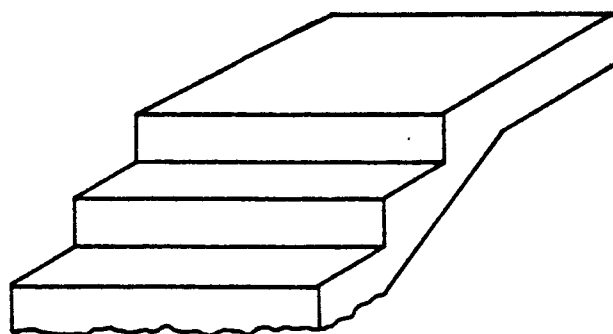
- MUROS REMOVIBLES CONSTITUÍDOS
POR BLOQUES PREFABRICADOS.
- PUERTAS BLINDADAS HORMIGÓN/ACERO
SOBRE RIELES MOTORIZADAS

FIG. 6

ESTRUCTURAS METÁLICAS. ESCALERAS. PASARELAS. PLATAFORMAS



ESTRUCTURA METÁLICA
PLATAFORMAS ENREJADAS



ESCALERAS Y PLATAFORMAS LLENAS
METAL U HORMIGÓN

FIG. 7