

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

**CONTRATO PARA SUMINISTRAR UN REACTOR
TIPO MAPLE Y UNA PLANTA DE PRODUCCION
DE RADIOISOTOPOS**

LISTA DE APENDICES

- I. Estudios y Diseños Técnicos
- II. Ambito de las Obras Civiles
- III. Reactor Nuclear - Suministros
- IV. Planta de Producción de Radioisótopos - Suministros
- V. Cooperación Posterior - Suministros y Servicios
- VI. Código de Práctica
- VII. Transferencia de Tecnología
- VIII. Programa de Trabajo
- IX. Descripción de Servicio
- X. Garantía de Funcionamiento
- XI. Estimación de Gastos Locales

568
333.792.42
M464c
1990

715

APENDICE I
ESTUDIOS Y DISEÑOS TECNICOS

(El presente Apéndice I, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited contiene 56 páginas.)

APENDICE I ESTUDIOS Y DISEÑOS TECNICOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Estructura del Reator MAPLE
Figura 1.2	Plan del Conjunto del Reactor MAPLE
Figura 1.3	Sección Transversal de los Canales de Combustible
Figura 1.4	Disposición del Núcleo MAPLE
Figura 1.5	Sistemas de Barras de Parada y Control
Figura 1.6	Esquema del Sistema Primario de Refrigeración MAPLE
Figura 1.7	Subsistema de Refrigeración del Reflector
Figura 1.8	Vista en Planta del Sistema de Control MAPLE
Figura 1.9	Ordenamiento Jerárquico de Control MAPLE

LISTA DE DIBUJOS

Dibujo AECL No MC-20000-0036-001-GA-0	Plano de Terreno de las Instalaciones del Reactor
Dibujo AECL No MC-33100-1-1-FS-E	Diagrama de Flujo de la Refrigeración primaria
Dibujo AECL No MC-32000-1-1-FS-E	Diagrama de Flujo del Sistema del Reflector
Dibujo AECL No MC-50000-SK1	Diagrama Unilineal Clase IV
Dibujo AECL No MC-50000-SK2	Diagrama Unilineal Clase II
Dibujo AECL No K116400009	Diagrama de Flujo de Proceso GLF
Dibujo AECL No K115933-014	Conjunto del Generador Tc-99m
Dibujo AECL No F132801-001	Empaque Tipo "A" F-328
Dibujo AECL No K116400010	Diagrama de Flujo de Proceso Yodo 131
Dibujo AECL No K116400015	Diagrama de Flujo de Proceso TI-201
Dibujo AECL No K116400014	Diagrama de Flujo de Proceso Xe 133
Dibujo AECL No A16827	Cápsula de Radiografía
Dibujo AECL No MC-20000-0050-001-FS-A1	Diagrama de Flujo del Sistema Secundario de Enfriado
Dibujo AECL No MC-20000-0053-001-FS-A1	Diagrama de Flujo de las Conexiones de Drenaje
Dibujo AECL No MC-20000-0051-001-FS-A1	Esquema en Bloques del Aire Acondicionado y Ventilación Generales
Dibujo AECL No MC-20000-0052-001-FS-A3	Diagrama de Flujo del Aire Comprimido para el Reactor y Dependencia de Servicio

APENDICE I

ESTUDIOS Y DISEÑOS TECNICOS

(a) DESCRIPCION DE SISTEMAS

El Reactor de investigación MAPLE y las instalaciones de radioisótopos conexas se alojarán en una nueva estructura (Apéndice II) que el Contratista construirá contigua al edificio actual del Reactor IAN-R1. Su funcionamiento requerirá el apoyo de varios sistemas, según se describe más adelante. El dibujo MC-20000-0036-001-GA-0 muestra el plano de terreno de la instalación propuesta.

1.0 INSTALACION DEL REACTOR DE INVESTIGACION

El Contratista construirá las instalaciones del Reactor y radioisótopos en un nuevo edificio que comprende un hall de haces neutrónicos, una estructura de confinamiento del Reactor (recinto), salas blindadas para sistemas de proceso del Reactor, salas para el procesamiento de radioisótopos, un laboratorio de análisis por activación mediante bombardeo neutrónico, y servicios de construcción.

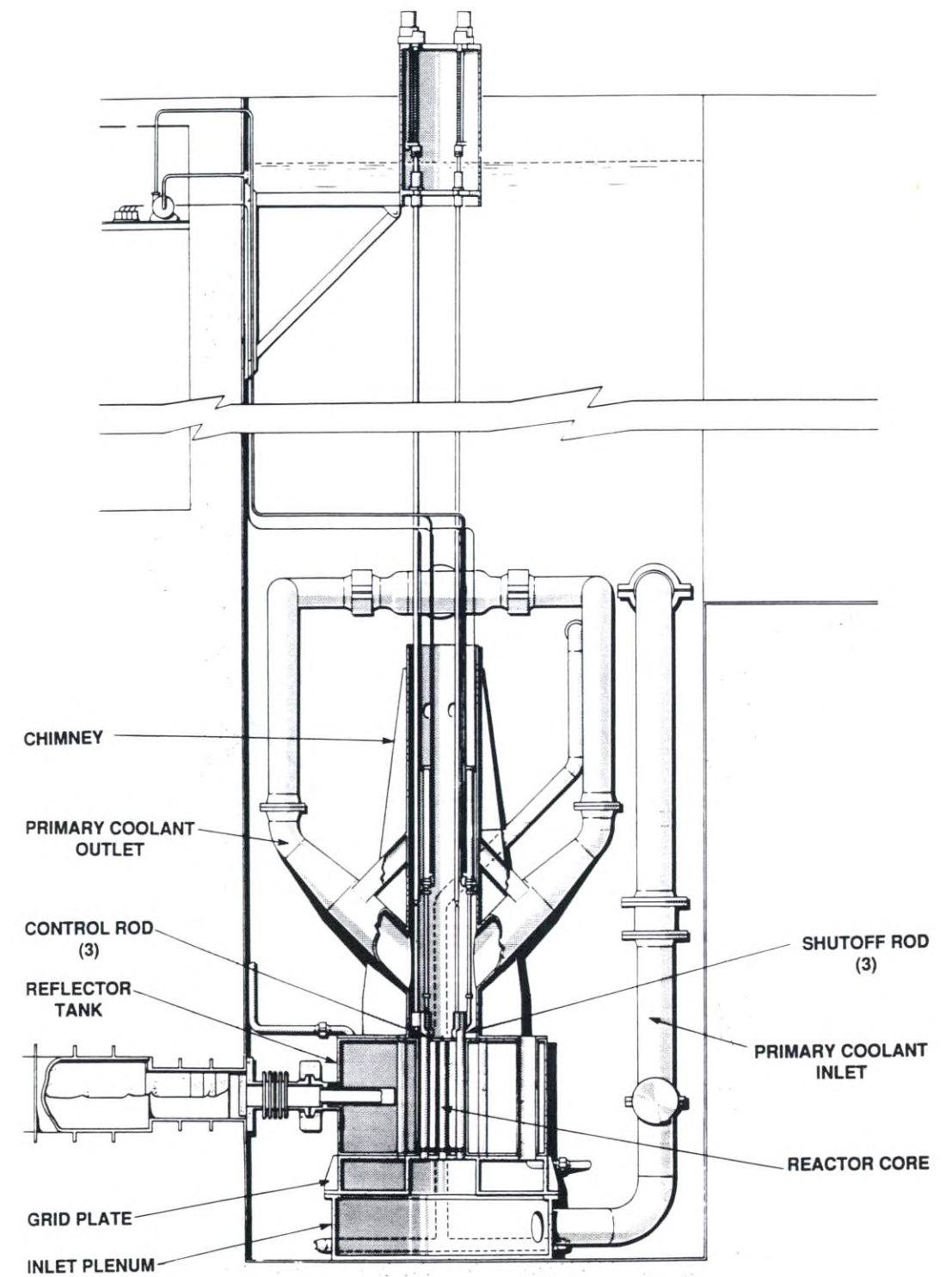
La estructura de la piscina del Reactor se ubicará en el centro del edificio; el fondo de la piscina coincidirá con el nivel del terreno (0.000). El hall de haces neutrónicos ocupará aproximadamente un tercio del espacio de la planta baja, inmediatamente contiguo a la estructura de la piscina. La planta baja alojará asimismo las salas de procesamiento de radioisótopos (descriptas en la Sección 2 del presente Apéndice), vestuarios para el personal, una sala de conferencias, una oficina y una área de embarque.

En el nivel 5000 habrá un entrepiso, directamente arriba del hall de haces y salas de servicio mecánico y eléctrico.

El piso principal de operación estará en el nivel 10000 y comprenderá el recinto del Reactor (con acceso a la piscina del Reactor), la sala de filtros, la zona general de trabajo (que da a la piscina de servicio), la sala de mandos y la oficina de operaciones.

1.1 CONJUNTO DE LA ESTRUCTURA DEL REACTOR

En la piscina del Reactor se instalará un conjunto de Reactor MAPLE tipo depósito abierto (Figura 1.1), el cual se compondrá de un tanque de entrada, una placa-rejilla, la estructura del núcleo, el depósito para el reflector y la chimenea. El tanque de entrada sustentará los otros componentes del Reactor y funcionará como colector de admisión del refrigerante primario del agua ordinaria. La placa-rejilla soportará los módulos del núcleo y conectará el tanque de entrada con el depósito del reflector. El depósito del reflector, un recipiente anular que rodea el núcleo, albergará diversos canales verticales de irradiación y seis tubos de haces horizontales. Una chimenea montada en el depósito del reflector transportará el H₂O calentada del núcleo al sistema primario de refrigeración, permitirá acceso libre desde la superficie de la piscina al núcleo y sostendrá los mecanismos de control-reactividad. La Figura 1.2 muestra un plano del conjunto del Reactor.



MAPLE REACTOR

Figura 1.1: Estructura del Reactor MAPLE

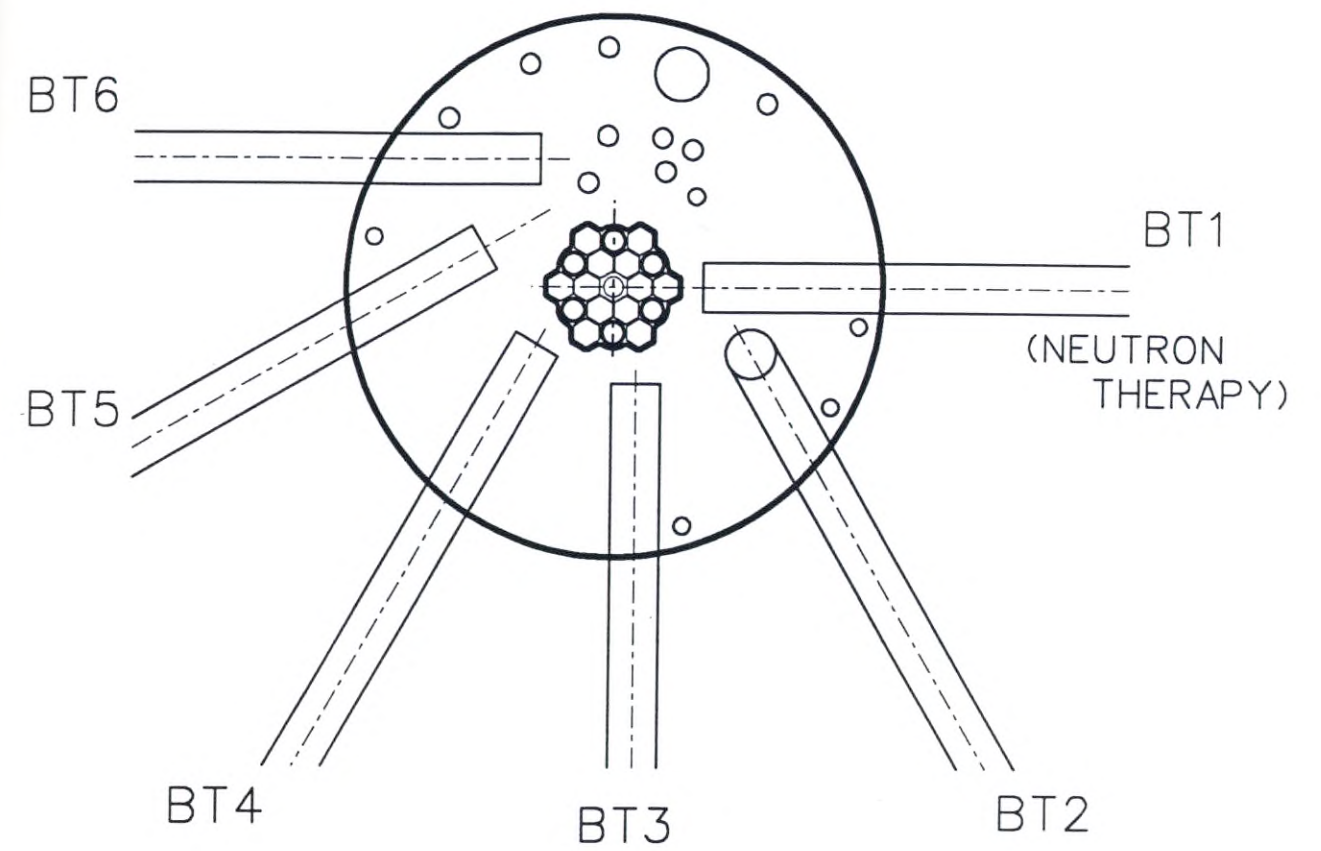


Figura 1.2: Vista en Planta del Reactor MAPLE

Tanque de Entrada

El tanque de entrada consistirá en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable tipo 304 L, de 1.64 m de diámetro y 0.5 m de altura. Estará empotrado por su base en el hormigón base, a través del fondo del revestimiento de la piscina. De este modo, las cargas del conjunto del Reactor se transmitirán a la estructura de la piscina. Una boquilla de 0.3 m de diámetro conectará el tanque de entrada con el sistema primario de refrigeración de H₂O.

Estructura de la Placa-Grilla

Una placa-grilla de acero inoxidable tipo 304 L se fijará con pernos al reborde superior del tanque de entrada. Se compondrá de dos placas redondas de un diámetro aproximado de 1.8 m, separadas por placas de refuerzo de 0.3 m de altura. Se soldará en ambas placas una envuelta interior que permitirá guiar el refrigerante primario de H₂O a través del núcleo. La parte central de la placa superior estará provista de perforaciones con receptáculos soldados encima de la placa para sostener los canales de combustible (Figura 1.3). Agujeros situados en la envuelta superior y exterior de la placa-grilla permitirán la circulación natural del agua de la piscina en los sitios verticales de irradiación del tanque del reflector.

Tanque del Reflector

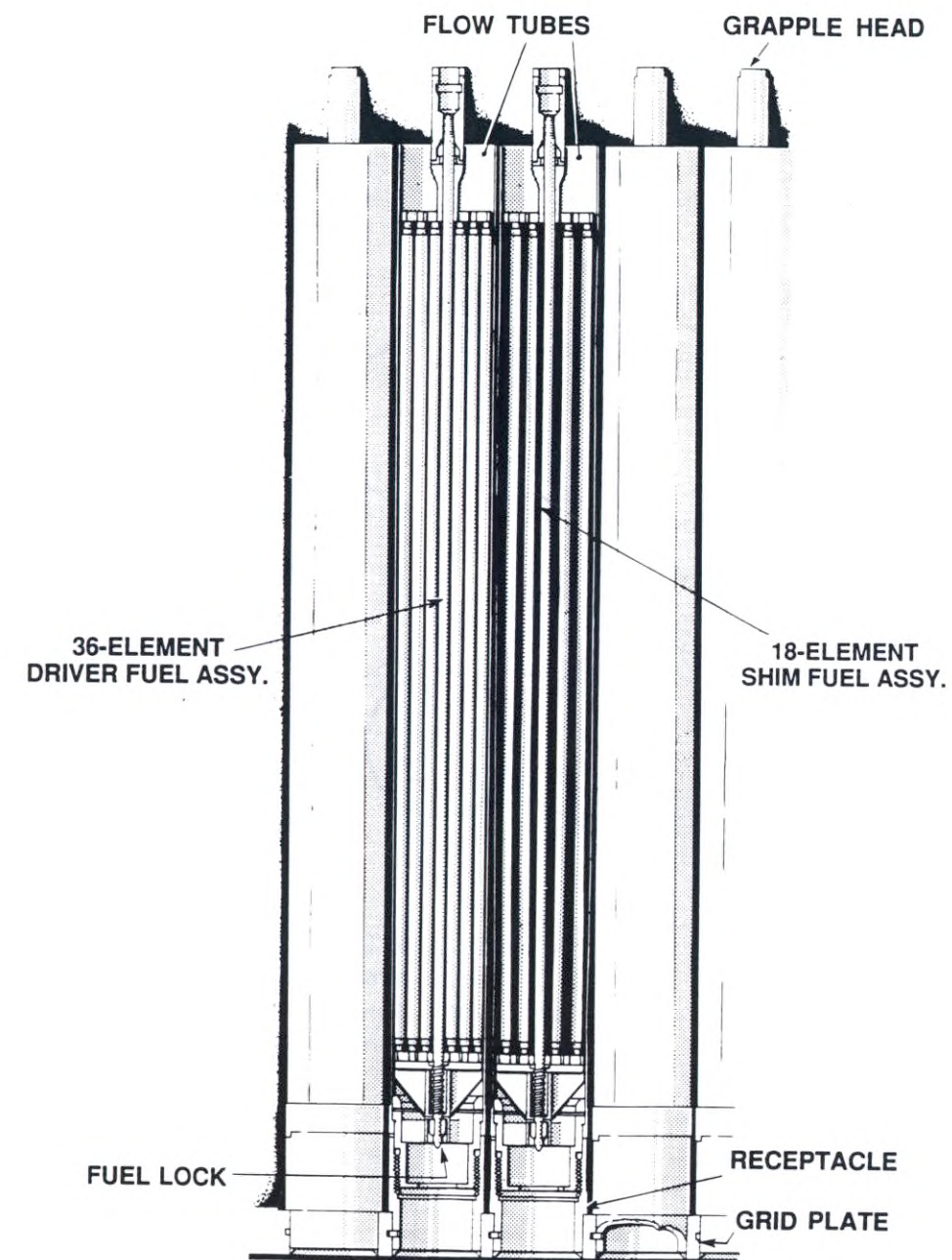
El tanque del reflector (Figura 1.1) consistirá en un recipiente cilíndrico anular de aleación de circonio, de 1.6 m de diámetro y 0.9 m de altura. Estará provisto de una placa tubular de 12 mm de espesor en su parte superior e inferior. La pared del tanque de 6 mm de espesor contorneará el límite acanalado formado por los bordes de los sitios de los tubos de combustible hexagonales. Esto dejará una zona de H₂O de 5 mm de espesor entre el reflector D₂O y el núcleo. Se suministrarán en el reflector los siguientes canales verticales de flujo de irradiación enfriados con H₂O: diez sitios de 60 mm de diámetro y tres de 237 mm. El tanque del reflector también estará equipado con seis tubos de haces horizontales (Sección transversal de 140 mm y 70 mm). Tres de los tubos de haces se alinearán en forma radial y tres en forma tangencial con respecto al núcleo del Reactor.

Núcleo del Reactor

El núcleo consistirá en 19 sitios que pueden contener combustible (Figura 1.4), en los que se instalarán conjuntos combustibles en tubos de zircaloy-4. Entre diez y trece de estos sitios contendrán conjuntos combustibles de 36 varillas de guía colocados en tubos hexagonales. Los seis sitios periféricos centrales contendrán barras absorbedoras de hafnio para control de la reactividad, que rodean conjuntos combustibles de 18 varillas de control colocados en tubos circulares. Hasta tres sitios se destinarán a instalaciones de irradiación sin combustible.

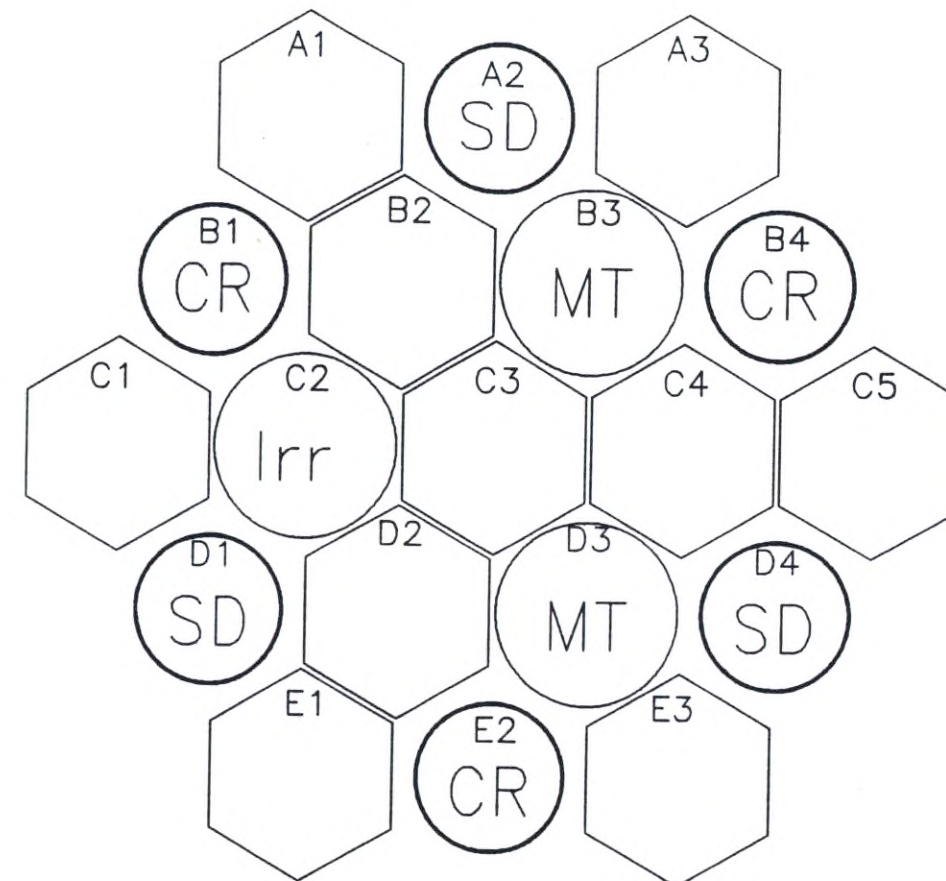
Chimenea de Salida

La chimenea de salida consistirá en un cilindro hueco de aleación de aluminio de 2.6 m de altura y un tamaño interno mínimo de 0.42 m (Figuras 1.1 y 1.5). Seis lóbulos en los costados de la chimenea alojarán los mecanismos de regulación de la reactividad (Figura 1.5). Dos boquillas situadas cerca del fondo comunicarán con la tubería del refrigerante primario. Será posible sacar la chimenea para reemplazar el depósito del reflector y la estructura de la placa-grilla.



CROSS-SECTION OF TYPICAL FUEL CHANNELS

Figura 1.3 : Sección Transversal de los Canales de Combustible

LEGEND

CR - Control Rod Site
 SD - Shut Down Site
 MT - Materials Test Site
 Irr - Irradiation Site

Figura 1.4 : Disposición del Núcleo del Reactor MAPLE

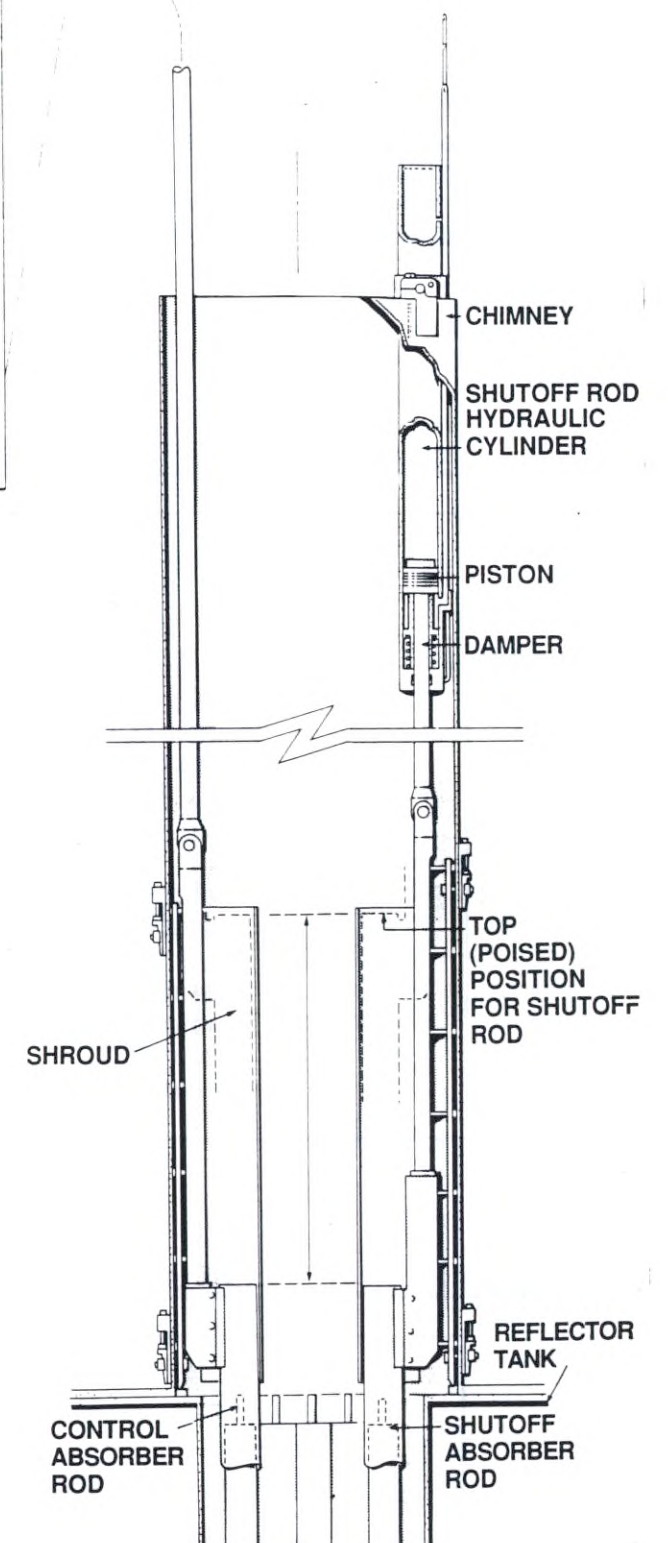
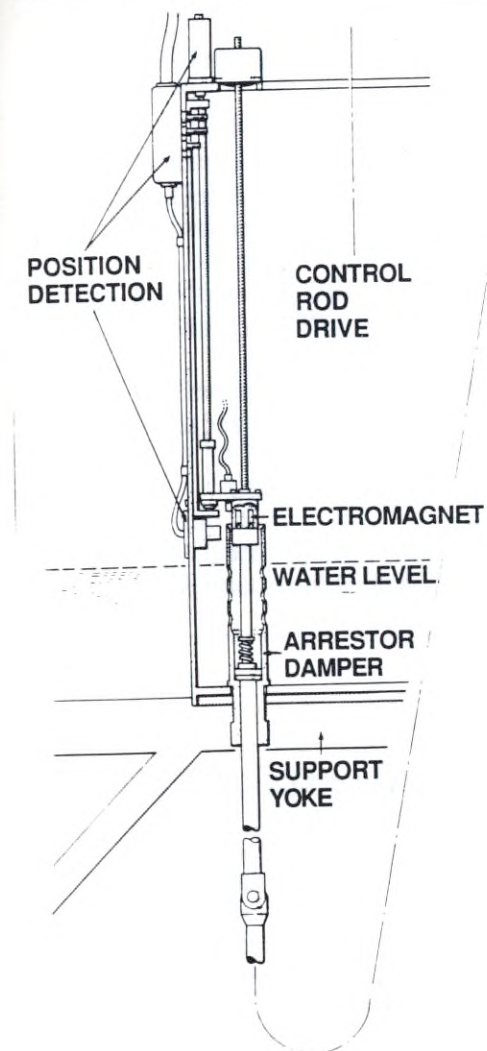
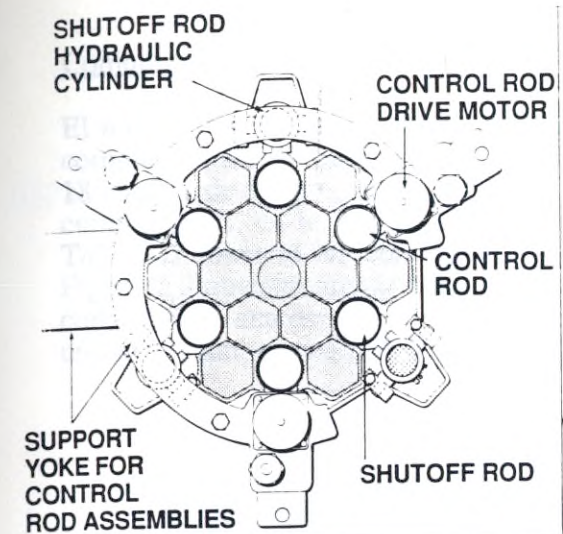


Figura 1.5 : Sistemas de Barras de Control y Parada

Conjuntos Combustibles

El núcleo del Reactor puede contener de 10 a 13 conjuntos combustibles hexagonales compuestos de 36 varillas de guía y 6 conjuntos combustibles circulares integrados por 18 varillas de control. En la Tabla 1.1 se sintetizan las especificaciones de las varillas de combustibles, en la Tabla 1.2 figuran las de los conjuntos combustibles de guía y la Tabla 1.3 muestra las correspondientes a los conjuntos combustibles de control. La Figura 1.3 muestra ambas clases de conjuntos combustibles. El elemento activo (meat) consistirá en una dispersión de pequeñas partículas de un compuesto de alta densidad de uranio siliciuro en una matriz continua de aluminio.

TABLA 1.1

ESPECIFICACIONES DE LAS VARILLAS DE COMBUSTIBLE

Elemento activo	61% peso U_3Si 39% peso Al
Enriquecimiento	19.7% peso ^{235}U en U
Contenido físil lineal	0.2 g $^{235}U/cm$
Densidad	5.43 g/cm ³
Diámetro	6.35 mm
Longitud	600 mm
Masa de UDE	60.18 g
Masa de ^{235}U	11.86 g
Revestimiento	Aluminio
Espesor	0.76 mm
Aletas	8
Altura	1.02 mm
Ancho	0.76 mm
Diámetro sobre revestimiento	7.87 mm
Diámetro sobre aletas	9.91 mm

TABLA 1.2

ESPECIFICACIONES DE CONJUNTOS COMBUSTIBLES DE VARILLAS DE GUIA

Varillas	36
Forma	Hexagonal
Separación	12 mm
Diámetro del eje de soporte de zircaloy-2	8 mm
Diámetro tubos de flujo	
- interior	74.4 mm
- exterior	77.6 mm
Espesor tubos de flujo	1.6 mm
Masa de uranio	2166.5 g
Masa de ^{235}U	426.8 g

TABLA 1.3

ESPECIFICACIONES DE CONJUNTOS COMBUSTIBLES DE VARILLAS DE CONTROL

*Espigas	18
Forma	Circular
Radios de círculos de separación	
- interior	12 mm
- exterior	24 mm
Diámetro del eje de soporte de zircaloy-2	8 mm
Diámetro tubos de flujo	
- interior	60 mm
- exterior	62.5 mm
Masa de uranio	1083.3 g
Masa de ²³⁵ U	213.4 g

Conjuntos de Barras Absorbentes de Neutrones

Las seis barras de absorción idénticas estarán formadas por cilindros circulares huecos de hafnio de 0,6 m de largo, soldados a prolongaciones inferiores y superiores de zircaloy. Las prolongaciones inferiores colocarán las barras absorbentes (66 mm de diámetro interno) alrededor de los tubos circulares de flujo de zircaloy (62.5 mm de diámetro externo). La parte exterior del absorbedor (72 mm de diámetro) se alojará en un tubo-guía protector, adherido al muro de la chimenea. Tres barras de absorción formarán parte del Sistema de Seguridad 1 (SS1); las otras tres estarán en el sistema de control del Reactor (RCS), sobre el que prevalecerá el Sistema de Seguridad 2 (SS2). Las prolongaciones superiores de zircaloy estarán unidas a los cilindros hidráulicos (SS1) o a los mandos de las barras de control (RCS/SS2).

Cada barra de absorción del SS1 será accionada por un cilindro hidráulico acoplado a la prolongación de zircaloy superior. El cilindro será presionizado con agua de la piscina para que mantenga la barra erecta. La presión del cilindro se liberará al abrirse unas válvulas accionadas por solenoides que activarán las barras del SS1 por la fuerza de la gravedad. Se utilizarán juntas de laberinto para el cilindro y su émbolo a fin de garantizar un funcionamiento seguro y a prueba de daño por fallas. Se ejercerá una vigilancia continua de las barras del SS1 para establecer si cada una de ellas se halla en posición erecta o caída. Cada barra será capaz de caer por completo en el núcleo, aproximadamente al segundo de ser activada. Si se produce una pérdida de energía o un descenso leve del nivel del agua de la piscina, los absorbedores caerán automáticamente en el núcleo.

Las barras absorbedoras del RCS serán accionadas por motores montados en un armazón por encima del nivel del agua, en la parte superior de la piscina. Al ser accionado el SS2, electroimanes se desexcitarán para desacoplar las barras del RCS de los mecanismos impulsores, permitiéndoles caer en el núcleo. El tiempo de caída será inferior a un segundo.

1.2 EVACUACION DEL CALOR Y EQUIPOS Y SISTEMAS AUXILIARES

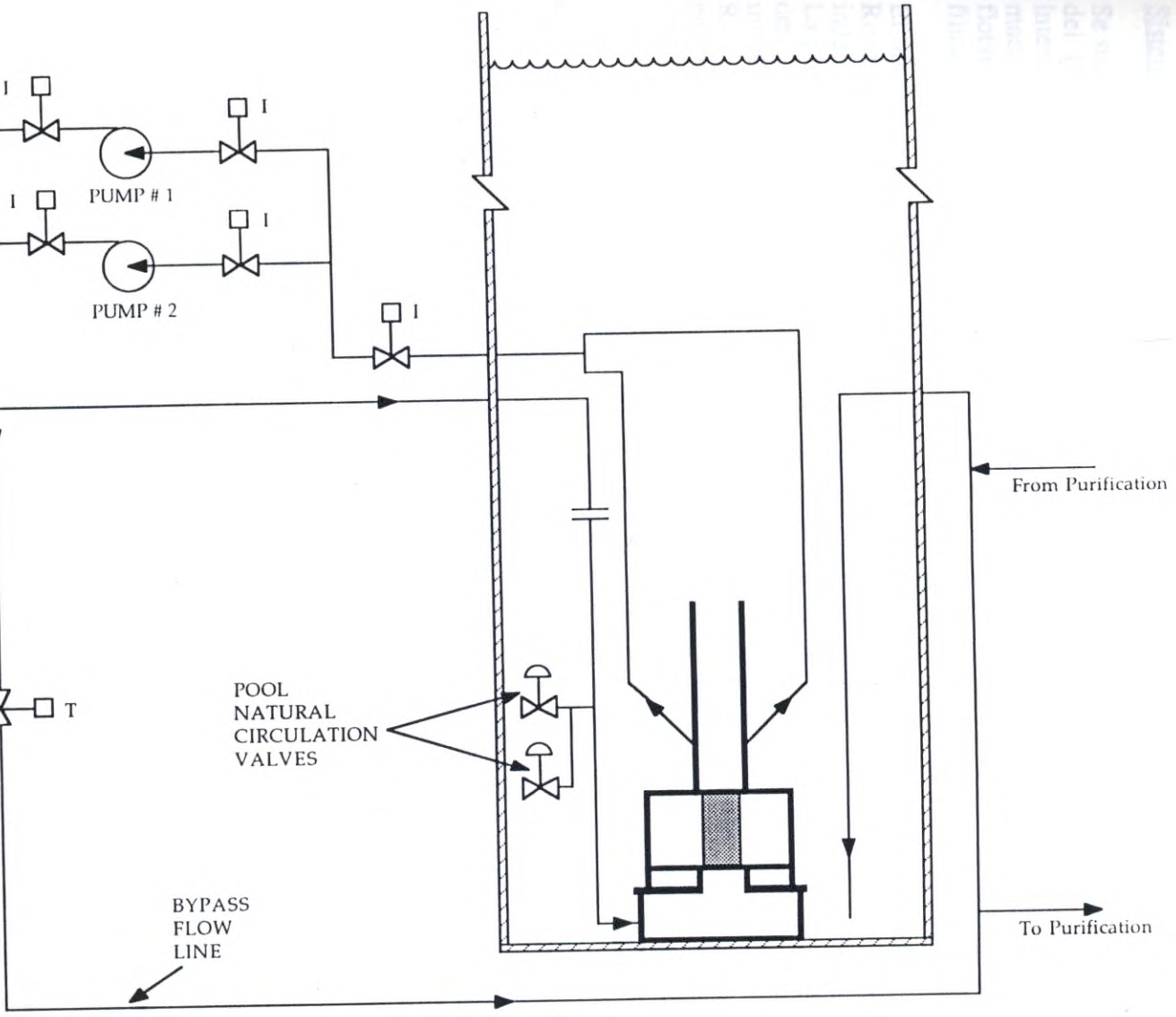
El Sistema Primario de Refrigeración (PCS) servirá para extraer el calor de fisión del núcleo del Reactor, proveer la purificación y control químico del refrigerante H_2O , y garantizar que los productos de activación circulen ampliamente en el circuito de refrigeración a fin de impedir la formación excesiva de campos de irradiación en la superficie de la piscina. El PCS, que aparece en forma esquemática en la Figura 1.6 y con más detalles en el diagrama de flujo MC-33100-1-1-FS-E, bombeará el refrigerante caliente del Reactor a través de intercambiadores térmicos de placa y llevará agua fría al conjunto del Reactor. El PCS se compondrá de dos bombas de circulación (una en funcionamiento; la otra instalada, auxiliar), un intercambiador térmico, un sistema de purificación y la tubería de interconexión.

El agua puesta en circulación por la bomba del PCS penetrará en el tanque de entrada y circulará hacia arriba, a través de la envuelta interior de la placa-grilla, llegando a los canales de combustible. De aquí pasará a la chimenea y se elevará hasta las dos boquillas de descarga, ubicadas a cada lado de la chimenea. El flujo del refrigerante ascendente del núcleo se mezclará con el agua de la piscina que baja de la chimenea, y la mezcla será aspirada por la bomba de circulación. La descarga de la bomba se dirigirá al intercambiador térmico, en el que el calor será transferido al agua de proceso. La descarga del intercambiador térmico devolverá cerca del 90% del refrigerante al tanque de entrada y alrededor del 10% al fondo de la piscina, a modo de flujo de derivación que enfriará el fondo de ésta, ascenderá lentamente rodeando el exterior de la estructura del Reactor y penetrará finalmente en la chimenea para suministrar la corriente de retorno ya descripta.

Si el Reactor se detiene, por ej., para cambiar los conjuntos combustibles, la bomba del PCS dejará de funcionar. La circulación natural por el circuito primario de refrigeración y/o la piscina extraerá el calor de desintegración. Se abrirán dos válvulas de accionamiento neumático en el conducto de entrada del refrigerante. Cualquiera de las válvulas asegurará el paso del flujo de la piscina al conducto de entrada primario, en caso de que la circulación natural por el PCS quede anulada, debido al mal funcionamiento de uno de los componentes.

Las bombas primarias suministrarán alrededor de 150 l/s cada una, cantidad que se adecuará para operar a $5 MW_t$ con una carga normal del núcleo. Para el funcionamiento del Reactor hasta $5 MW_t$, la carga de refrigerante del intercambiador térmico de placas será de $5.2 MW_t$ aproximadamente (incluyendo el calor de fisión del núcleo, la energía de la bomba del refrigerante, calentamiento del agua de la piscina por absorción de rayos gamma y neutrones, conducción de calor del reflector y calor del combustible irradiado almacenado temporalmente en la piscina). Una válvula de accionamiento neumático situada a la salida del intercambiador térmico determinará el caudal del circuito del PCS. La temperatura del refrigerante primario a la salida del intercambiador térmico será regulada por válvulas del sistema de agua de proceso, adaptando la capacidad de refrigeración del intercambiador.

Se mantendrá el nivel del agua de la piscina regulando el suministro de agua desionizada. Cuando se agregue agua de complemento a la piscina, se hará pasar mientras se transfiere a ésta por un filtro y una columna de intercambio iónico pertenecientes a los sistemas de purificación. Se utilizará agua desionizada para el llenado inicial de la piscina y de los Sistemas Primarios de Refrigeración y Purificación, para reemplazar las pérdidas ocasionadas durante el mantenimiento y como compensación normal de las pérdidas por evaporación.



PCS HEAT EXCHANGER HX1
 T
 I
 PUMP #1
 I
 I
 PUMP #2
 I
 I
 T
 POOL NATURAL CIRCULATION VALVES
 BYPASS FLOW LINE
 From Purification
 To Purification

LEGEND

I = ISOLATING

T = THROTTLING

Figura 1.6 : Esquema del Sistema Primario de Refrigeración MAPLE

Sistemas de Purificación del Agua de la Piscina

Se suministrarán dos sistemas para mantener la pureza del agua en cada una de las piscinas del Reactor y de servicio. Uno de ellos, el Sistema de Purificación, empleará el intercambio iónico y la filtración para extraer las sustancias radioactivas iónicas y de macropartículas; el otro, denominado Sistema de Espumación, eliminará las impurezas flotantes y películas que se forman en las piscinas, manteniendo la claridad del agua por filtración.

El Sistema de Purificación comprenderá dos circuitos separados: uno para la piscina del Reactor, otro para la de servicio. Si bien funcionarán normalmente en forma independiente, se proveerán interconexiones para que puedan auxiliarse, si es necesario. La purificación de la piscina del Reactor tomará un flujo proveniente del conducto de derivación del circuito primario de refrigeración, lo hará pasar por un filtro, una columna de intercambio iónico de lecho mixto y un tensor, restituyéndolo luego a la piscina del Reactor. El flujo típico será de alrededor del 1% del flujo primario. El circuito de purificación de la piscina de servicio comprenderá una bomba que proporcionará la fuerza de impulsión; el agua se extraerá de la piscina de servicio, pasará por un filtro, una columna de intercambio iónico de lecho mixto y un tensor, siendo restituida luego a la piscina de servicio. El flujo será de alrededor de 1,5 l/s.

Se utilizarán dos circuitos de espumación independientes, sin ninguna conexión. Se suministrará un circuito para cada una de las piscinas (del Reactor, de servicio). Cada circuito sacará el agua de la parte superior de la piscina y la conducirá a un tanque, el cual reducirá las variaciones del nivel del agua y permitirá, a la vez, medir la masa total de la piscina. El tanque estará equipado con instrumentos que indiquen el nivel, de modo que pueda establecerse si es necesario agregar agua a la piscina. Del tanque, el agua será bombeada a través de un filtro por la bomba del circuito y restituida a la piscina. Los conductos que penetran en ésta tendrán sifones.

Subsistema Refrigerante del Reflector

La función de este subsistema, que aparece en forma esquemática en la Figura 1.7 y con más detalles en el diagrama de flujo MC-32000-1-1-FS-E, consistirá en mantener la pureza del agua pesada que hará las veces de reflector en el depósito anular. El subsistema refrigerante del reflector también regulará la cantidad de D_2 del espacio de gas del tanque de expansión y permitirá la extracción de muestras químicas. Se utilizará helio como gas de cubierta.

El sistema hará circular el D_2O a un flujo normal de alrededor de 2 l/s, disipando hasta 0.1 MW de calor hacia el intercambiador térmico. Las temperaturas máximas de operación antes y después del paso por el intercambiador térmico serán de 50°C y 10°C respectivamente. La temperatura normal del D_2O a la salida del intercambiador será de 30°C. Una válvula de estrangulación reducirá el flujo para rechazar menor calor, según sea necesario. El depósito del reflector se mantendrá lleno de D_2O hasta el tope durante la operación, ya que la boquilla de salida se encontrará en su parte superior.

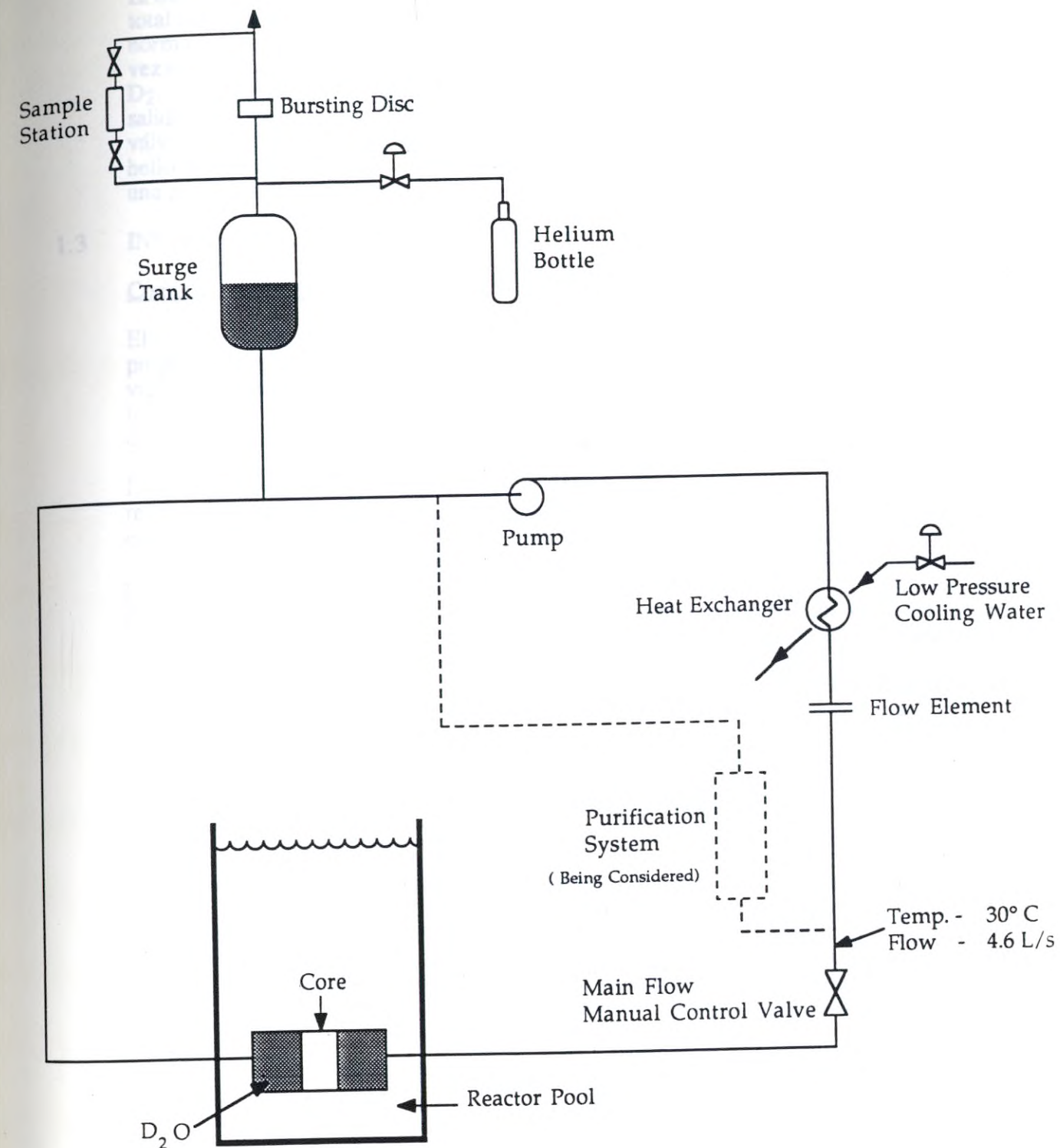


Figura 1.7 : Subsistema de Refrigeración del Reflector

El depósito de expansión de un volumen total de 150 l dará cabida al aumento volumétrico total de D_2O desde el llenado inicial en frío hasta la temperatura de diseño. La presión normal del gas de cubierta será de 0.02 MPa(g); la purga se realizará a 0.027 MPa(g). De vez en cuando se tomarán muestras del gas de cubierta para determinar la concentración de D_2 . Si la concentración de D_2 del reflector alcanza el 2% por volumen, el operador dará salida al gas de cubierta por el sistema de ventilación. El funcionamiento automático de una válvula accionada por solenoide mantendrá la presión del gas de cubierta para suministrar helio al depósito. Como protección contra el exceso de presión en el depósito, se colocará una membrana de ruptura que estallará cuando la presión llegue a 0.035 MPa(g).

1.3 INSTRUMENTACION Y CONTROL

Computador Digital de Control

El Reactor será gobernado por un computador digital que posee unidades de control programables, redundantes y dobles, que pueden adquirirse en el mercado. El computador vigilará el estado de los sistemas del Reactor por intermedio de las señales enviadas por los instrumentos ubicados en el terreno. El control se ejercerá mediante el manejo de dispositivos de control (barras, válvulas, etc.) instalados en los sistemas bajo control.

El operador interactuará con el computador digital de control para ajustar los valores de referencia, seleccionar las modalidades de control y vigilar el estado de los sistemas y equipos. La interacción se realizará por medio del subsistema de control/visualización. El subsistema de control/visualización se compondrá de dos consolas y un interruptor de llave para parar el Reactor. Las consolas serán iguales, y cada una consistirá en un teclado, que permitirá ingresar los comandos, y una presentación visual en un monitor a colores de tubo de rayos catódicos (CRT), en que figurará la información relativa al estado y las señales de alarma. El Reactor no podrá arrancar, salvo que el interruptor de llave esté en la posición "ENCENDIDO". Si se coloca el interruptor en la posición "APAGADO", el Reactor se detendrá sin importar las señales de mando que se hayan enviado por las consolas.

El computador digital de control cumplirá tres funciones básicas: regulación de energía, control de proceso y compilación de datos. Dada su interdependencia, se aplicarán en un mismo programa informático integrado. La función de regulación de energía consistirá en gobernar el nivel de energía del Reactor, ajustando la posición vertical de las barras de control. La función de control de proceso consistirá en controlar el Sistema Primario de Refrigeración (PCS), el subsistema refrigerante del reflector y el Sistema de Agua de Proceso (PWS). Este control se logrará encendiendo y apagando bombas, ajustando válvulas de estrangulación, y cerrando y abriendo válvulas de seccionamiento. La función de compilación de datos consistirá en retransmitir la información de los instrumentos en el terreno y algoritmos de control a las consolas, las que registrarán los datos en discos de almacenamiento magnético. La Figura 1.8 ilustra el sistema de control en su totalidad.

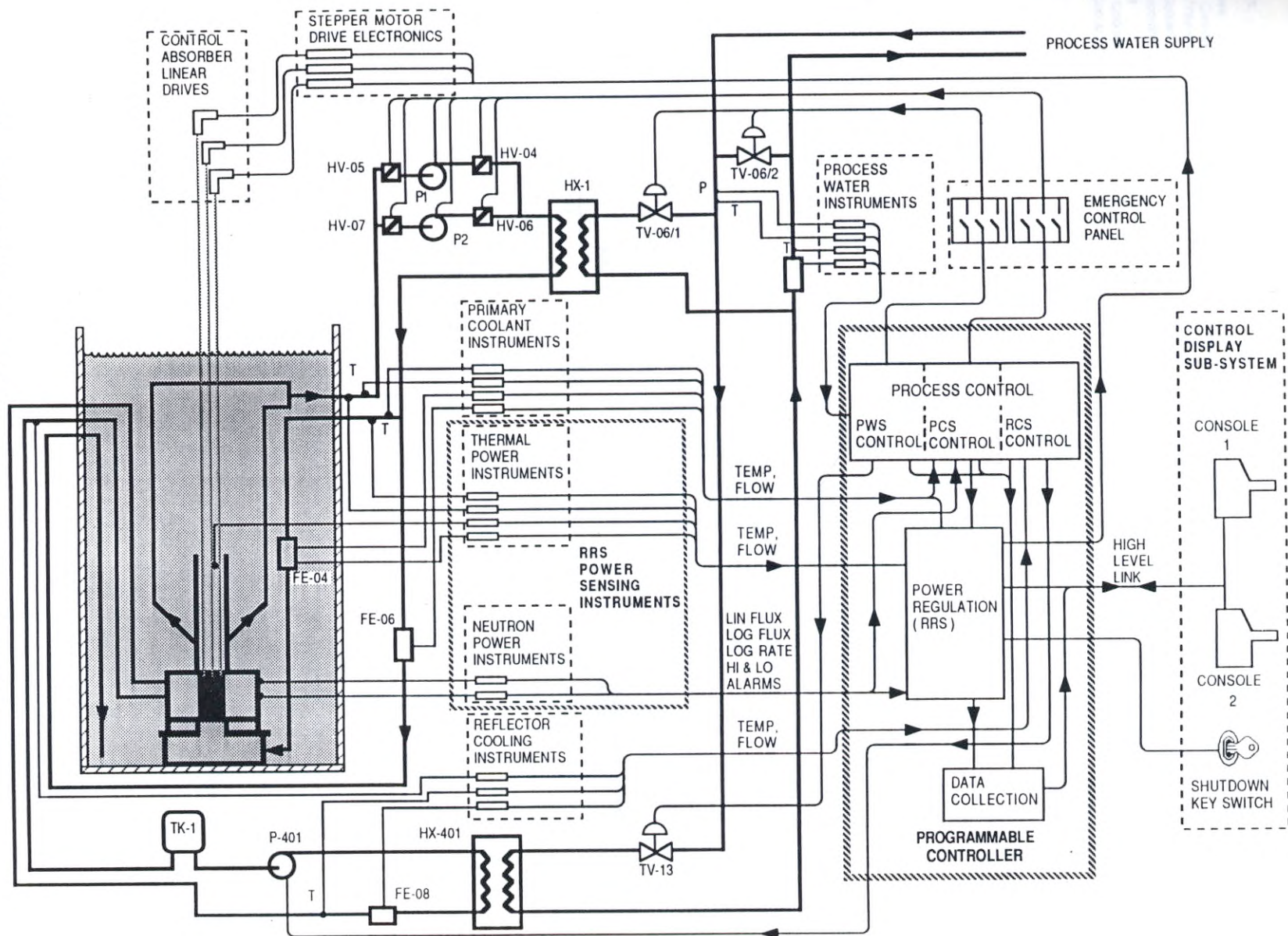


Figura 1.8 : Vista general del Subsistema de Control MAPLE

Information Elements:

NF - Neutron Fluxes
 PCHTR - Primary Coolant Heat Transport Rate
 CTUF - Change in Thermal Utilization Factor
 PCFC - Primary Coolant Flow Control
 PCT/V - Primary coolant Temperatures/
 Velocities
 RCFC - Reflector Coolant Flow Control
 RCT - Reflector Coolant Temperatures

PWFC - Process Water Flow Control
 PWT/V - Process Water Temperatures/
 Velocities
 PSPT - Pump Start Power Threshold
 PCF - Process Control Fault
 SKSS - Shutdown Keyswitch Signal
 MCA - Manual Control Actions
 DI - Display Indications

SPS - Startup Power Display Indications
 CASL - Control Absorber Safety Locking

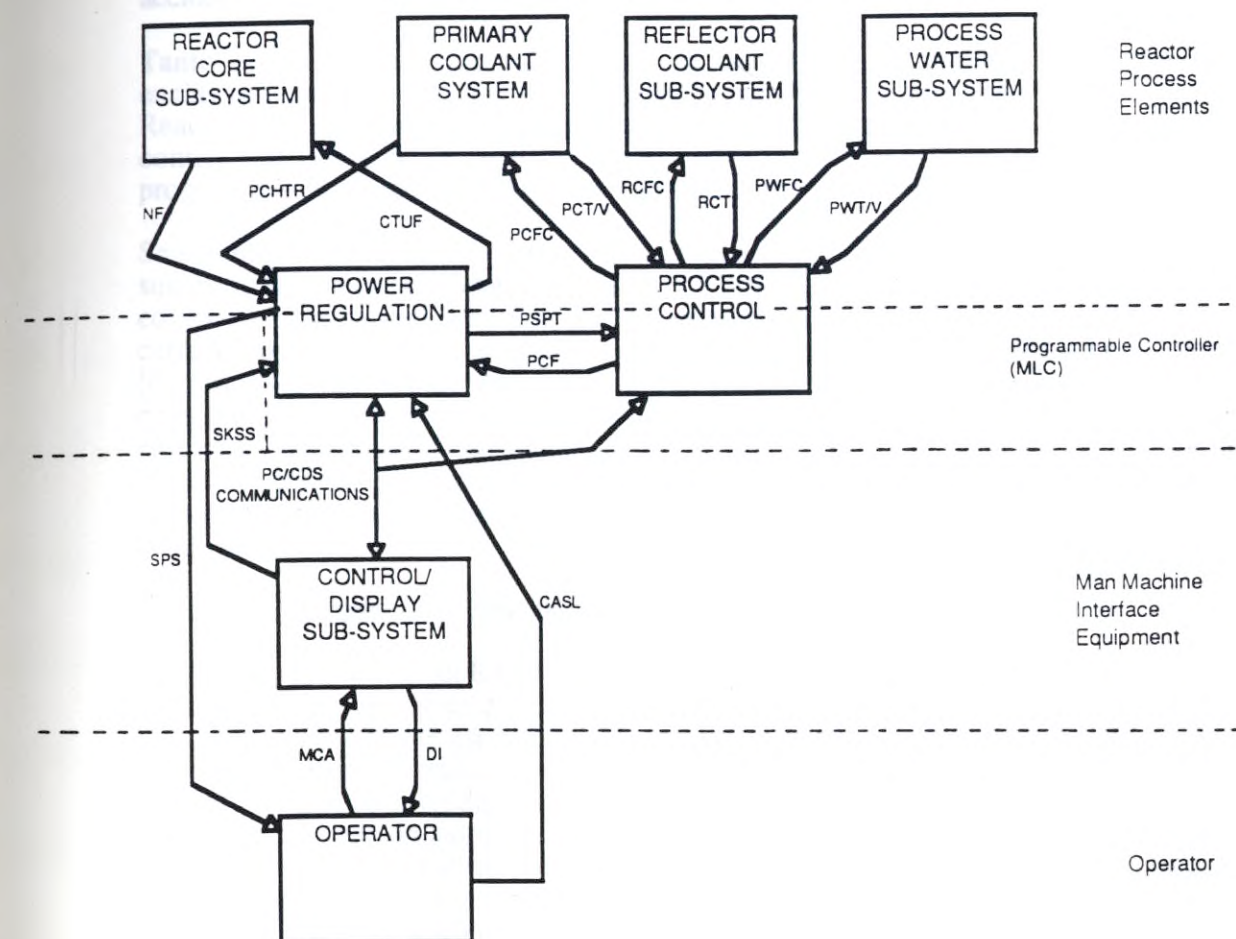


Figura 1.9 : Ordenamiento Jerárquico de Control MAPLE

Las funciones de regulación de energía y control de proceso incluirán cuatro circuitos de control: para la energía del Reactor, la bomba de refrigeración primaria, la temperatura de refrigeración primaria y para la temperatura del refrigerante del reflector. Cada circuito de control podrá ser gobernado en forma automática o manual. Cuando funcionen de modo automático, los circuitos de control de la energía del Reactor, de la temperatura de refrigeración primaria y de la temperatura del refrigerante del reflector funcionarán como dispositivos de control independientes de cadena cerrada. Cuando el circuito de control de la bomba de refrigeración primaria se encuentre en el modo automático, quedará subordinado al circuito de control de la energía del Reactor, de modo que la bomba se encenderá o apagará de acuerdo con el nivel de energía del Reactor. Cuando todos los circuitos de control estén en el modo automático, el operador sólo tendrá que accionar el mando de funcionamiento y elevar el valor de referencia para que el Reactor arranque. Para detenerlo, bastará con que seleccione el mando de parada. Esto hará que las barras de control penetren y el valor de referencia descienda para acordarse con la energía del Reactor. Cuando un circuito de control esté en el modo manual, el operador podrá gobernar las señales enviadas a los elementos de control (barras, mecanismos de accionamiento, bombas, válvulas de estrangulamiento).

Tanto en el modo automático como en el manual, se suministrarán sistemas de enclavamiento para impedir que un error humano o falla mecánica hagan funcionar el Reactor en condiciones inseguras. Durante el funcionamiento normal, las actividades de control del operador se realizarán por medio de una consola y la unidad de control programable. La Figura 1.9 ilustra el ordenamiento total de control.

Se suministrará un panel de control de emergencia para operar las bombas y válvulas que son críticas para la seguridad de los PCS y PWS. Este panel permitirá el gobierno de los equipos en forma independiente de la unidad de control programable. El panel estará cerrado con llave y sólo se podrá abrir con la llave de parada del Reactor. Como para lograrlo es menester sacar la llave de la cerradura esto implica que el panel de control de emergencia podrá funcionar únicamente cuando el Reactor esté parado. El panel se empleará para permitir que el operador cambie la posición implícita de las bombas y válvulas en caso de una falla doble de la unidad de control programable. Esto será necesario, ya que los estados implícitos pueden ser incapaces de prever todos los accidentes posibles.

Control de la Potencia del Reactor

El Sistema de Control del Reactor (RCS) cumplirá tres funciones principales: detección de potencia, control automático y absorción de neutrones. También realizará una función secundaria, consistente en la interfase con el subsistema de control/visualización. La unidad de control programable será parte integral de todas estas funciones. La unidad de control programable tendrá funciones de detección, tales como el cálculo de energía térmica, la calibración automática de la potencia neutrónica, la selección de las señales de los instrumentos que habrán de utilizarse en el control automático y la asistencia en la detección de fallas de los instrumentos. Las funciones de interfase de los subsistemas de control automático y de control/visualización serán enteramente cumplidas por la unidad de control programable. Esta unidad también desempeñará las funciones de absorción de neutrones, tales como el enclavamiento de los mandos manuales de velocidad y la limitación del desplazamiento de la barra absorbente de control.

El RCS funcionará tanto en forma automática como manual. En el modo automático, el operador ingresará un valor de referencia de la potencia, y el algoritmo de control PD adaptará automáticamente la potencia del Reactor al valor establecido. El modo automático de control constará de dos submodos: el de potencia térmica y el de potencia neutrónica.

Estos submodos permitirán al operador seleccionar cómo calibrar las mediciones de la potencia del Reactor. En el modo de potencia térmica, el coeficiente de calibración será actualizado constantemente a altos niveles de potencia, mientras que en el modo de potencia neutrónica el coeficiente será fijo. En el modo manual, el operador controlará la potencia del Reactor al ajustar la posición de las barras de absorción. El operador puede elegir desplazar una barra por vez o las tres simultáneamente. En el modo manual, la señal de velocidad enviada a las transmisiones de las barras de control se enclavarán para impedir que su velocidad sea mayor que la calculada por el algoritmo de control PD para un valor establecido del 100%. Este enclavamiento impedirá que el operador conduzca el Reactor a una situación de funcionamiento insegura cuando gobierna el RCS en forma manual.

El RCS se compondrá de instrumentos detectores de potencia, las funciones de control de potencia del Reactor del computador digital de control, y elementos de control de la absorción de neutrones (electrónica de accionamientos, actuadores lineales, elementos de absorción). Obtendrá y mantendrá un nivel de potencia seleccionado. Las mediciones de potencia derivarán de dos sensores de flujo neutrónico, y de sensores de flujo y temperatura (potencia térmica). La regulación de la potencia se logrará por medio de acciones proporcionales y derivadas (PD), aplicadas en las unidades de control programables. La absorción de neutrones se realizará mediante tres conjuntos de barras absorbentes de control, cada una de las cuales será impulsada por un motor paso a paso, a través de mecanismos de accionamiento lineal con roscas ACME.

El modo principal para determinar la potencia del Reactor consistirá en captar el flujo neutrónico empleando una cámara de fisión. La señal de la intensidad de radiación neutrónica se procesará luego para generar tres señales: una señal lineal, una señal logarítmica y una señal derivada del logaritmo. Las señales lineal y logarítmica se calibrarán automáticamente con respecto a la potencia térmica del reactor. Estas dos señales calibradas se combinarán para obtener una representación logarítmica de la potencia del reactor (potencia logarítmica), la cual tendrá una exactitud aceptable a través de la gama dinámica completa de los instrumentos de medición de potencia neutrónica. A fin de obtener una representación precisa de la tasa a altas potencias, se multiplicará el flujo lineal calibrado por la variación logarítmica, lo cual dará la variación lineal. La variación y potencia logarítmicas y la variación lineal se utilizarán para el control de la PD en modo automático de control. Dependiendo del modo de control seleccionado, el factor de calibración de la potencia neutrónica será fijo o se actualizará constantemente. La potencia térmica del Reactor se captará basándose en las mediciones de flujo y temperatura del PCS.

La potencia del Reactor puede controlarse manualmente o por medio de un algoritmo de control automático. El RCS tendrá dos modos principales de control - automático y manual. El empleo de uno de ellos excluirá al otro. El control automático será el medio principal para controlar la potencia del Reactor. El control manual se empleará para las puestas en marcha de flujos débiles y las pruebas físicas del Reactor. El control manual se utilizará para la puesta en servicio y en otras raras ocasiones durante la vida del Reactor.

En ambos modos, el operador tendrá acceso a una amplia gama de parámetros del RCS, mediante las consolas del subsistema de control/visualización. Podrá visualizar en el CRT el valor de cualquier señal de los instrumentos ingresada en la unidad de control programable. Podrá presentar la velocidad demandada que se enviará a las barras de control, junto con otros parámetros intermedios, tales como el factor de calibración y la potencia térmica. También podrá mostrarse el estado referido a la alarma y la información sobre la detección de fallas. A fin de asistirlo en el diagnóstico del sistema y la predicción del mantenimiento, el operador podrá traer a pantalla gráficos con datos que describan la tendencia histórica de numerosos parámetros.

Control de Proceso

El control de proceso se realizará por medio de la unidad de control programable, junto con los instrumentos, bombas y válvulas de los sistemas de proceso. El control de proceso consistirá en el control de dos circuitos de refrigerante de agua liviana (PCS y PWS) y uno de agua pesada (subsistema de refrigeración del reflector). Habrá tres circuitos de control de proceso. El circuito de control de la bomba de refrigeración primaria controlará el estado de las bombas y válvulas de refrigeración primaria. El circuito de control de la temperatura de refrigeración primaria controlará la abertura de dos válvulas de estrangulación. El circuito de control de la temperatura del refrigerante del reflector controlará la abertura de una válvula de estrangulación. Cada uno de estos circuitos podrá ser individualmente controlado en el modo automático o en el manual. En modo automático, el circuito de control de la temperatura de refrigeración primaria funcionará como una unidad de control de temperatura de cadena cerrada. Lo mismo ocurrirá en el caso del circuito de control de temperatura del refrigerante del reflector. Cuando el circuito de control de la bomba del refrigerante primario funcione en modo automático, quedará subordinado al circuito de control de potencia del Reactor, de modo que la bomba se encenderá y apagará según el nivel de potencia del Reactor. Cuando el circuito de control funcione en modo manual, el operador gobernará directamente las bombas y válvulas. La bomba del refrigerante del reflector será controlada por medio de la unidad de control programable, pero únicamente en modo manual.

Se proporcionarán enclavamientos para impedir que el Reactor funcione en un estado inseguro. Así, el RCS detendrá automáticamente el Reactor en ciertas condiciones expuestas a anomalías en el control del proceso. Los enclavamientos protegerán el Reactor contra las fallas de los equipos y los errores del operador que pueden sobrevenir en el modo manual de control.

Unidad de Control Programable

El computador digital de control tendrá unidades de control programables redundantes. Esta redundancia comprenderá E/S redundantes, fuentes de energía eléctrica independientes y múltiples, bases de datos residentes en las unidades de control primarias y de reserva, y procesadores redundantes. Cada unidad ejecutará programas informáticos idénticos. Si un control falla, el computador de control digital seguirá funcionando sin interrupción. La unidad descompuesta podrá ser reparada y volver a marchar, mientras la otra unidad permanece en línea.

Cada unidad de control programable será de tipo múltiples bucles (MLC). La MLC es un computador digital especializado, diseñado para cumplir funciones discretas de control de proceso. Será programada configurando bloques lógicos y bucles PID comunes que satisfagan los requisitos específicos de aplicación. Una sola MLC podrá contener un máximo de 128 bloques lógicos o 64 bucles PID.

La MLC tendrá una prueba incorporada exhaustiva, que se diseñará para la rápida detección de fallas que provocarían su mal funcionamiento. Si la falla hiciera funcionar mal la unidad de control primaria, el control se cambiará a la unidad de reserva. Si ésta está fuera de servicio o también tiene algún defecto, el temporizador de vigilancia provocará la inmovilización de las barras, y se producirá una alarma de señalización.

Subsistema de Control/Visualización

Este subsistema constituirá el medio principal de interacción del operador con los RCS, PCS, PWS, y el subsistema de refrigeración del reflector. El subsistema de control/visualización aceptará la información de control de entrada y la transferirá a la unidad de control programable. Asimismo, señalará las condiciones de alarma e indicará información relativa al estado y mantenimiento, basándose en los datos retroalimentados por la unidad de control programable.

El subsistema de control/visualización se compondrá de dos consolas idénticas de control/visualización para el operador, un interruptor de llave, y dos de los tableros del cuadro de señalización de los sistemas de parada. Se podrá emplear una de las dos consolas de control/visualización para interactuar con la unidad de control programable. Esta será capaz de seguir controlado el Reactor aun cuando no funcione una o ninguna de las consolas de control/visualización. Las consolas se comunican con la unidad programable por medio de un enlace de transmisión de datos de alto nivel.

Sistemas de Seguridad del Reactor

El MAPLE utiliza dos sistemas independientes de acción instantánea. El fin de los dos sistemas de seguridad (SS1 y SS2) será impedir las fallas importantes de combustible que podrían llevar a emisiones radioactivas, si ciertas variables de planta superan los límites de funcionamiento prescriptos. Los sistemas de seguridad se diseñarán para que, actuando instantáneamente, impidan que se excedan esos límites.

La función del SS1 consistirá en detener el Reactor si los parámetros especificados superan los límites. El SS1 actuará con total independencia de los sistemas del Reactor y de proceso. Un contacto aislador de los interruptores limitadores de las barras de apagado y de los dispositivos de disparo del sistema será enviado al computador para el registro de la secuencia de eventos. Habrá tres cámaras de fisión cuya misión exclusiva será el suministro de señales neutrónicas al SS1. Las barras del SS1 se mantendrán erectas por la acción de cilindros hidráulicos provistos por las bombas centrífugas. Las bombas cavitarán y soltarán las barras si el nivel de agua es inferior a la aspiración de la bomba (0.5 m bajo el nivel normal de la piscina de agua). Dos válvulas accionadas por solenoide, situadas en cada cilindro hidráulico, se cerrarán para permitir que se mantenga la presión y se abrirán para que los cilindros dejen caer las barras.

Se seguirá una lógica de dos en tres para los parámetros neutrónicos y de proceso. La lógica inicial triplicada se instalará en una configuración general de coincidencia. Se utilizarán fuentes de alimentación y recorridos de cables separados. A continuación, se enumeran los parámetros :

1. alta potencia neutrónica
2. alta tensión de contador de fisión baja
3. alta velocidad de la variante logarítmica (positiva y negativa)
4. alta temperatura de salida del refrigerante
5. alto caudal del refrigerante
6. bajo caudal del refrigerante, dependiendo de la potencia del Reactor
7. baja presión de entrada del refrigerante, dependiendo de la potencia del Reactor
8. bajo caudal del agua de proceso
9. bajo flujo de ventilación de la sala del Reactor
10. disparo manual

Pulsadores de disparo manual se hallarán disponibles en el tablero de la sala de control y en el recinto del Reactor. Como el sistema se sirve del agua de la piscina para suministrar la presión hidráulica, el bajo nivel del agua provocará una caída de seguridad total de las barras en el núcleo. Una pérdida de potencia también causará la desenergización de los circuitos de disparo y las válvulas accionadas por solenoides, evacuando así agua de los cilindros y soltando las barras en el núcleo. El SS1 tendrá una indisponibilidad demostrable seleccionada menor de 10^{-3} años/año.

La función del SS2 consistirá en detener la una remoción o movimiento ascendente no previsto de las barras absorbentes de control, causado por una falla en el RCS. El SS2 también aportará capacidad de parada de reserva. Habrá tres cámaras de iones destinadas exclusivamente a suministrar señales neutrónicas al SS2. EL SS2 utiliza las mismas barras de absorción que el sistema de control para proporcionar reactividad negativa a un disparo. El accionamiento provocado por la lógica de disparo del SS2 abre los electroimanes para aislar (y soltar) los absorbedores, a la vez que interrumpe la energía dirigida a los motores de impulsión, en forma independiente de la instrumentación neutrónica, circuitos de accionamiento de barras y de las unidades de control del RCS. Por lo tanto, se considerará que el SS2 es lo suficientemente independiente del RCS como para atribuirse una significativa reducción del riesgo de transitorios de potencia causados por la reactividad. Se utilizará una lógica de dos en tres para los disparos neutrónicos. A continuación se enumeran los parámetros de disparo.

1. alta potencia neutrónica
2. baja tensión de las cámaras de iones
3. alta velocidad de la variante logarítmica positiva
4. baja presión de entrada del refrigerante
5. baja presión del agua de proceso
6. alta presión diferencial del núcleo
7. disparo manual

La pérdida de potencia, sea de Clase IV o II, desactivará el circuito de disparo, provocando el accionamiento del SS2. El SS2 tendrá una indisponibilidad de diseño no menor de 10^{-3} años/año.

1.4 SISTEMA ELECTRICO

El Reactor requerirá fuentes de alimentación de Clase IV y II. La Clase IV constituirá el sistema eléctrico principal y, en condiciones normales, transportará toda la potencia requerida, inclusive la del sistema de Clase II.

El sistema de Clase IV incluirá 4160 VCA y 480 VCA. Las bombas del sistema de refrigeración primario serán alimentadas directamente por el sistema de 4160 VCA. Todas las otras cargas serán menores y recibirán la energía del sistema de 480 VCA.

Habrà dos unidades de suministro eléctrico ininterrumpible (UPS) que proporcionarán dos sistemas de Clase II. Los controles e instrumentación de proceso que requieran energía de reserva serán alimentados por el sistema de Clase II. Un UPS (UPS No 1) proporcionará 120 VCA a los computadores de control y 120 VCA y 24 Vcc a los instrumentos y cámaras de fisión del sistema de control del Reactor y el sistema de seguridad del Reactor (SS1). Las baterías serán capaces de mantener la energía a esas cargas durante 15 minutos, en caso de pérdida de alimentación de la Clase IV. El segundo UPS (UPS No 2) se destinará a suministrar 120 VCA a las cámaras de iones e instrumentos asociados del Sistema de Seguridad del Reactor (SS2), de modo que la potencia neutrónica del Reactor será indicada

al perderse la alimentación de la Clase IV por un período mayor de 15 minutos. Las baterías del UPS No 2 serán capaces de mantener la energía a esas cargas durante 3 horas, en caso de pérdida de suministro de la Clase IV.

1.5 MANEJO, ALMACENAMIENTO Y TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE

Los conjuntos combustibles de varillas de guía y de control de la reactividad se almacenarán en armarios instalados en el edificio del Reactor.

Luego de su extracción del núcleo, el combustible irradiado se colocará en un soporte de almacenamiento en el fondo de la piscina del Reactor por razones de aislamiento. Este soporte permitirá la circulación adecuada del agua de la piscina por convección natural para la extracción del calor residual del combustible. El combustible se transferirá hacia y desde el soporte, utilizando herramientas especiales de transporte de combustible. Luego de un período necesario de desintegración, se transferirá el combustible irradiado de las varillas de guía al soporte de almacenamiento en la piscina de servicio. En ésta también habrá una mesa de trabajo e inspección.

2.0 INSTALACION DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

La instalación para la producción de radioisótopos se encuentra en un nuevo edificio de Reactor MAPLE. A continuación se describen los procesos relacionados con la producción de radioisótopos.

2.1 INSTALACION Mo-99 (n,gamma)

El molibdeno-99 (n,gamma) se produce por irradiación de un blanco natural puro de MoO₃, encapsulado dentro de un cartucho de aluminio, en un Reactor Nuclear. El blanco es posteriormente devuelto a la instalación dentro de un contenedor, para procesamiento químico.

La celda caliente se usa para la entrada-salida del producto, apertura del blanco, disolución del blanco, ajuste de volumen, etc.

El proceso Mo-99 (n,gamma) y los requisitos del producto son:

Proceso

· Producción semanal :	100 Ci de Mo-99 (n,gamma) (en dos o más lotes que se determinarán)
· Capacidad de la celda :	Máximo de 20 Ci de Mo-99
· Criterio de blindaje :	2 mrem/h en las áreas de operación, a capacidad máxima de la celda
· Blanco :	MoO ₃ encapsulado en un cartucho de aluminio
· Reacción nuclear :	Mo-98 (n,gamma) Mo-99

Proceso químico :	Blanco disuelto en $6 \pm$ IN NaOH
Prueba :	Por espectrometría gamma de alta resolución en 740 Kev

Producto

Nombre del producto :	Molibdato de sodio Mo-99 (n,gamma)
Vida media :	66.0 horas
Forma química :	Mo-99 como molibdato en solución NaOH
pH :	5 - 9
Radiopureza* :	99.9%

* La especificación de actividad es en el momento de calibración del usuario.

2.2 INSTALACION Tc-99m INSTANTANEO MEK

La instalación propuesta de extracción por solventes MEK, es capaz de preparar lotes estériles y apirogénicos de solución de pertechnetato de Tc-99m, de acuerdo a los siguientes criterios :

Instalación

Tasa de producción :	370 GBq (10 Ci) de Mo-99 lote/unidad
Capacidad del generador :	370 GBq (10 Ci) de Mo-99 lote/unidad
Criterio de blindaje :	2 mrem/h en las áreas de operación a capacidad máxima del generador

Proceso

Reacción nuclear :	U-235 (n,fisión) Mo-99 Mo-98 (n,gamma) Mo-99 $\xrightarrow[66.0 \text{ hrs}]{\text{Beta-}}$ Tc-99m
Proceso químico :	Extracción por solventes MEK de Tc-99m a partir de Mo-99 en solución de NaOH
Eficiencia de la elución :	Mayor al 70% del rendimiento teórico en el momento de la separación
Prueba :	Espectrometría gamma de alta resolución en 740 KeV

Producto

Forma química :	Tc-99m como pertecnetato en solución salina estéril apirogénica
Vida media :	6.02 horas
pH del producto :	5 - 7
MEK :	Menos de 10 ppm
Alúmina :	Menos de 10 g/GBq
Radiopureza* :	Mayor del 99.9%
Ruptura de Mo-99 :	Menor de 0.0003%
Re-186 :	Menor de 0.0003%
Otros núcleos :	Menos de 0.001%

* En base a los reactivos analizados por Baker (Grado Analítico : 99.7%).

2.3 INSTALACION DE CARGA DE GENERADORES DE TECNECIO-99m

El generador de tecnecio-99m consiste de una columna de vidrio blindada por plomo, que contiene alúmina procesada especialmente, en la que molibdeno-99 producido en la fisión es absorbido. Soluciones estériles apirogénicas de pertecnetato Tc-99m de sodio en sales fisiológicas son obtenidas por elución aséptica periódica del generador. La cantidad de tecnecio-99m obtenido en una elución es una función de la capacidad del generador y del intervalo de tiempo transcurrido desde la última elución. Cada generador de tecnecio-99m es eluido antes del envío.

Las operaciones del proceso tales como carga del Mo-99, lavado inicial y lavado final de las columnas de alúmina, etc., se realizan en una celda caliente blindada, completamente equipada con una ventana protectora de radiaciones, manipuladores de bola, equipo de proceso, desechos líquidos de baja actividad, etc. (Diagrama de flujo del proceso en el dibujo No K116400-009).

El ensamble final y la elución final de los generadores tiene lugar en un canal, bajo un módulo de flujo laminar.

La instalación de carga de generadores de tecnecio propuesta es capaz de fabricar generadores de Tc-99m estériles y apirogénicos, de acuerdo a los siguientes criterios :

Instalación

Tasa de producción :	3 generadores por hora
Capacidad de la celda :	557 GBq (15 Ci) de Mo-99 dentro de un blindaje local

Criterio de blindaje :	2 mrem/h en las áreas de operación, a capacidad máxima de la celda
Condiciones de limpieza de la sala :	Clase 100 en el área de ensamble, tal como se define en el estándar federal 209 B para requisitos de limpieza en los salones
Generador :	(Dibujos Nos K115933-014, F132801-001)
Tamaño del generador :	Hasta 65 GBq (1.75 Ci) de Mo-99

Elución

La elución de Tc-99m está de acuerdo a los requisitos de la farmacopea de Estados Unidos (USP)	
Vida media del Tc-99m :	6.02 hrs
Volumen de la elución :	5.0 ± 0.5 ml
Eficiencia de la elución :	Superior a 75% del rendimiento teórico en el momento de la elución

2.4 INSTALACION DE IODO-131

Pastillas-blancas de TeO_2 puro, encapsuladas en cartuchos de aluminio se irradian en un Reactor Nuclear en un flujo neutrónico adecuado. Enseguida los blancos se sacan del Reactor (a través de la piscina), dentro de un contenedor blindado y son transferidos a la instalación de procesamiento donde se obtiene el yodo-131 por un proceso seco de destilación del blanco en una solución alcalina.

La instalación propuesta de yodo-131 consiste de una (1) celda caliente y una (1) campana extractora. Sus principales funciones son :

- transferencia de los blancos irradiados desde el contenedor a la celda caliente, utilizando una mesa de elevación hidráulica;
- apertura remota de cápsulas y extracción de las pastillas de TeO_2 ;
- proceso químico para convertir el TeO_2 irradiado en yoduro I-131 de sodio;
- control de calidad y fraccionamiento de acuerdo a usuarios;
- envío a usuarios dentro de contenedores aprobados.

En primer lugar el blanco es introducido en la celda caliente para apertura y procesamiento químico. El producto, yoduro I-131 de sodio, es transferido a la campana extractora adjunta para el fraccionamiento de dosis.

La preparación del envío, es decir, la identificación, empaque, etc., tiene lugar en la campana extractora (diagrama de flujo de proceso K116400010).

La instalación, requisitos del proceso y del producto para I-131 se resumen así :

Instalación

Tasa de producción :	74 GBq (2 Ci) de I-131 por semana
Capacidad de la celda :	74 GBq (2 Ci) de I-131
Criterio de blindaje :	2 mrem/h en las áreas de operación a capacidad máxima de la celda

Proceso

Reacción nuclear :	Te-130 (n,gamma) Te-131 $\frac{\text{Beta-}}{25 \text{ min}}$ I-131
Proceso químico :	Destilación seca de yodo a partir del blanco, a solución alcalina
Prueba :	Por espectrometría gamma de alta resolución en 364 KeV

Producto

Forma química :	I-131 como yoduro en solución NaOH conteniendo 0,02 M Na ₂ SO ₄
Vida media :	8.02 días
pH del producto :	9,0 - 13
Radiopureza* :	Mayor que o igual a 99%
Iodatos :	Menos que o igual a 2%
Metales pesados :	Te menor que o igual a 1 ug/ml

* Requisitos de radiopureza en el momento de calibración del usuario.

2.5 INSTALACION DE TALIO-201

La instalación propuesta es capaz de formular y fraccionar cloruro de talio Tl-201 estéril y apirogénico, como se necesita en diagnóstico médico. Consiste de dos (2) cajas de guantes con blindaje local y una (1) campana extractora necesarias para la formulación, fraccionamiento y esterilización, respectivamente. El proceso (diagrama de flujo del proceso K116400015), hará uso del autoclave que existe en el IAN.

El criterio de diseño de blindaje del equipo está dirigido a reducir los campos de radiación en las áreas de operación a 2 mrem/h, cuando la instalación esté cargada con 100 mCi de Tl-201.

El producto se dispensa en viales de 2.2, 4.4, 6.6 y 8.8 mCi (81.4, 162.8, 244.8 y 325.6 MBq), y enviado en un empaque tipo A. Cada ml de solución contiene 1.1 mCi (40.7 MBq) de talio Tl-201, 7.3 mg de cloruro de sodio, 9 mg de alcohol benzyl, pH de 4.5 a 7.5. La capacidad de los viales es de 5 a 10 ml. El producto expira 6 días después de calibrado.

2.6 INSTALACION DE XENON-133

La instalación propuesta es capaz de fabricar hasta 1,0 Ci semanalmente de xenón-133 (gas) en viales de diversas dosis. Consiste de dos (2) cajas de guantes con todo el equipo de proceso (diagrama de flujo del proceso K116400014). El blindaje local se suministra dentro de cada caja de guantes para reducir el campo de radiación a 2 mrem/h, en las áreas de operación, cuando la instalación está cargada con 1.0 Ci (37 GBq) de xenón-133.

Cada vial contiene 10 a 20 mCi (370 o 740 MBq) de xenón-133 en el momento de calibración. El producto se usa principalmente como un agente de radiodiagnóstico para imágenes del pulmón y la evaluación de la función pulmonar. El envío de los viales tiene lugar en empaques aprobados tipo A. El producto expira 10 días después de calibrado.

2.7 INSTALACION PARA ENSAMBLAR FUENTES DE IRIDIO-192

La instalación de ensamble de iridio-192, propuesta es capaz de unir fuentes de iridio-192 selladas a varios tipos de conectores y de cargar la fuente ya sea en una cámara o en un intercambiador de fuentes para su envío, desprender la fuente vieja, hacer la prueba de rompimiento y medir la longitud del nuevo ensamble cable-fuente.

Toda la operación se desarrolla en una celda caliente con una ventana y un manipulador. El criterio de diseño de blindajes tiende a reducir los campos de radiación en las áreas de operación a 2 mrem/h, cuando la celda está cargada con 200 Ci de iridio-192.

Las fuentes desechadas son enviadas en un intercambiador de fuentes de uranio empobrecido retornable, tipo B (fuente típica C-337, dibujo A16827).

Las fuentes individuales varían de tamaño desde 10 Ci a 100 Ci de Ir-192 cada una. La tasa de producción proyectada es de 5 fuentes para un período de producción de 8 horas.

2.8 INSTALACION DE FOSFORO-32

La producción de fósforo-32 tiene lugar en una caja de guantes dentro de un blindaje local. El grosor del blindaje está calculado para reducir los campos de radiación a 2 mrem/h, en las áreas de operación, a capacidad máxima (ver resumen de requisitos enseguida).

Los requisitos de la instalación propuesta pueden resumirse así :

Proceso

Producción semanal :	20 mCi de P-32
Capacidad de blindaje :	20 mCi de P-32
Blanco :	Pastillas de S-32 en cápsulas de aluminio

Reacción nuclear :	S-32 <u>n.p</u> P-32 $\frac{\text{Beta-}}{14.3 \text{ días}}$ S-32
Proceso químico :	Proceso de extracción líquida en CHBr_3
Control de calidad :	Cromatografía para establecer el contenido de polifosfatos. Impurezas por espectrografía.
<u>Producto</u>	
Vida media :	14.3 días
Forma química :	H_3PO_4 en solución de HCl (no estéril)
Sólidos totales :	Menos 1 mg/ml
Radiopureza* :	Mayor del 95%
Precipitado entre pH 7 a 8 :	Despreciable
Metafosfatos :	Menos del 2%

* En el momento de calibración del usuario.

3.0 SERVICIOS COMUNES

3.1 SISTEMA SECUNDARIO DE REFRIGERACION

Suministro de Refrigeración Secundaria

El sistema secundario de refrigeración proporcionará agua de enfriamiento a los intercambiadores térmicos del Sistema Primario de Refrigeración y del Reflector. El sistema también deberá mantener la calidad del agua, evitando la acumulación de suciedad por la presencia de algas y la sedimentación del lateral secundario de los intercambiadores térmicos (véase el diagrama de flujo MC-20000-0050-001-FS-A1).

Sistema de Drenaje de Proceso

Un conducto de drenaje llevará el agua de enfriamiento del Reactor de los intercambiadores térmicos al lugar establecido en que se encontrará el Sistema de Drenaje del Proceso. Se vigilará que el caudal de agua proveniente de los intercambiadores térmicos no registre un aumento de la radioactividad, de modo que se indique rápidamente toda posible filtración del Sistema Primario de Refrigeración hacia el Sistema de Drenaje del Proceso (véase el diagrama de flujo MC-20000-0053-001-FS-A1).

3.2 SISTEMA DE VENTILACION

El sistema de ventilación del edificio se diseñará según los siguientes principios :

- las zonas se establecen de tal manera que el flujo de aire se desplace hacia las salas en que pueda haber una probabilidad creciente de contaminación;

- el aire evacuado de zonas del edificio que normalmente deberían contener materiales radioactivos se desplaza hacia los filtros de lecho profundo y de Aire de Alta Eficacia para Retener Macropartículas (HEPA), y luego va a una chimenea; y
- el aire evacuado de las zonas restantes del edificio se desplaza hacia filtros HEPA y luego se expulsa por un respiradero de techo.

Suministro de Aire

Tres unidades de suministro de aire obtendrán éste del exterior, lo calentarán o enfriarán y luego lo distribuirán en el edificio. Una unidad repartirá el aire en el edificio. La primera unidad lo distribuirá a las salas de control y de equipos eléctricos; la segunda, al hall de haces, y la tercera, al resto del edificio. Se instalarán filtros en la Sección de aspiración de la unidad de suministro de la sala de control y el hall de haces para asegurarse de que el aire enviado a estos lugares esté exento de contaminación, en caso de que existiere contaminación en suspensión en el aire exterior.

Evacuación

Habrán dos sistemas de evacuación. Uno estará conectado a los filtros HEPA y de lecho profundo y a la chimenea. El aire de la sala del Reactor, de las salas blindadas de los sistemas auxiliares del Reactor y las salas de producción de radioisótopos se evacuará a través de este sistema. El segundo sistema constará de un ventilador extractor que mandará el aire a un respiradero de techo. El aire de las salas de control y de equipos eléctricos, el hall de haces y del resto del edificio se evacuará a través de este sistema. El aire de salida pasará por los filtros HEPA antes de abandonar el edificio. El diagrama de flujo MC-20000-0051-001-FS-A1 muestra en detalles las características del sistema de ventilación y aire acondicionado.

3.3 PROTECCION CONTRA INCENDIOS

El sistema de protección contra incendios del edificio consistirá en detectores de humo para dispositivos de señalización, rociadores conectados al Sistema de Agua para Incendios y Sistemas de Extinción de halon para las zonas en que se encuentran los sistemas informáticos y los equipos eléctricos principales.

Se instalará también un sistema de protección contra incendios del tipo toma de agua y manguera, el cual será complementado con varios extinguidores portátiles, situados en zonas estratégicas que permitan combatir incendios pequeños.

El edificio está clasificado en la categoría de peligro de fuego "mínimo a ordinario", tal como se define por los Códigos de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) y estará de acuerdo con las normas colombianas sobre protección contra incendios. El sistema de protección contra incendios suministrará una detección automática de fuego en su inicio y equipo manual para controlar incendios, a ser utilizado por bomberos entrenados y por el personal de planta que se harán disponibles.

El suministro de agua para las tomas de agua proviene del sistema de acueducto público. Es responsabilidad de la Nación-Ministerio de Minas y Energía asegurar que la presión y capacidad de descarga en el Instituto de Asuntos Nucleares sean adecuadas.

Un número adecuado de gabinetes para las mangueras se instalarán en las áreas nuevas y modificadas del sitio del Proyecto, en locales seleccionados, para asegurar una protección adecuada.

3.4 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El edificio del Reactor estará equipado con un nuevo sistema de aire comprimido que suministrará aire para los servicios e instrumentos. El mismo se describe en el diagrama de flujo MC-20000-00520-001-FS-A3.

3.5 SISTEMA DOMESTICO DE AGUA

Se modificará el sistema doméstico actual de suministro de agua para conectarlo con las instalaciones adicionales y equipos que utilizan agua potable. No obstante, la Nación-Ministerio de Minas y Energía serán responsables de garantizar que la capacidad del sistema baste para suministrar las cantidades de agua adicionales requeridas.

3.6 MANEJO DE DESECHOS RADIOACTIVOS

En esta Sección se describen los materiales radioactivos que generará el funcionamiento normal de la planta y la capacidad de las instalaciones MAPLE para aislar y controlar estos materiales y eliminar los desechos radioactivos.

Totalidad de Productos de Fisión

La Tabla 1.4 muestra la cantidad de productos de fisión y de gas inerte requerida para conjuntos combustibles guías de 14 elementos, a un grado de quemado de 85,000 MWd/t.

TABLA 1.4

Tipo de Nucleido (Ci)	Cantidad 1 Conjunto (Ci)	Término Fuente 7 Conjuntos
Gas inerte	7.42×10^4	5.19×10^5
Iodos	6.38×10^4	4.46×10^5
(1 Ci = 37 GBq)		

Manejo del Combustible Irradiado

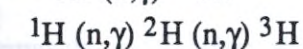
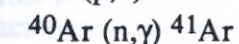
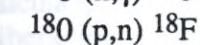
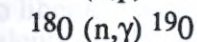
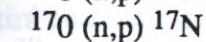
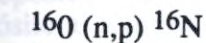
El combustible irradiado de guía será sacado del núcleo y almacenado en un estante situado en el fondo de la piscina del Reactor, hasta que la radioactividad se haya desintegrado lo suficiente como para permitir su traslado a un estante de almacenamiento en la piscina de servicio. El estante en la piscina del Reactor tiene cabida para 24 conjuntos combustibles guías de 36 elementos y 14 conjuntos de control de 18 elementos. El estante en la piscina de servicio puede albergar 30 conjuntos combustibles de cualquiera de los dos tipos y 5 bandejas de varillas.

Defectos del Combustible

Las pruebas realizadas con varillas de combustible MAPLE en el Reactor NRU demostraron que no se puede detectar sobre la radiación de fondo normal la actividad liberada en el refrigerante por defectos en el combustible. Se espera, por lo tanto, que éstos provoquen emisiones radioactivas insignificantes.

Refrigerante Primario

Dado que el agua liviana constituye el refrigerante primario, el hidrógeno, oxígeno y gas argón disueltos son los componentes del agua que revisten importancia para la obtención de productos móviles de activación neutrónica. Cada uno puede activarse según las siguientes reacciones:



Comparada con la intensidad de dosis del núcleo en funcionamiento, será insignificante la provocada por estos productos de activación en el refrigerante primario en la superficie de la piscina. La pared de hormigón que aisle los equipos del sistema primario de refrigeración de las áreas ocupadas deberá tener un espesor mínimo de 0.1 m. Con esta protección, la intensidad de radiación será inferior a 2.5 mrem/h.

Reflector

El subsistema de refrigeración del reflector contendrá 1750 l de agua pesada, aproximadamente. Se puede limitar el contenido de tritio del reflector a un máximo de 2 Ci/l. Periódicamente se extraerán muestras del reflector para medir el contenido de tritio. Cuando se alcance la concentración máxima, se podrá vaciar el agua pesada y reemplazarla por agua pesada con una menor concentración de tritio. Basándose en la utilización prevista por IAN, la producción estimada de tritio se realizará de modo que la concentración aumente hasta 0.3 Ci/l por cada año de operación.

Se utilizará el helio como gas de cubierta para el subsistema de refrigeración del reflector, y para su medición se considerarán dos parámetros. En primer lugar, periódicamente se extraerán muestras del espacio de gas en el depósito de equilibrio y se analizará la concentración de D_2 ; la concentración máxima admisible será del 2% por unidad de volumen. En segundo lugar, la formación de D_2 gaseoso en el espacio de cubierta del depósito de equilibrio causará un aumento insignificante de la presión; la presión normal de funcionamiento del gas en el depósito de equilibrio será de 20 kPa(g), y si ésta sube a 27 kPa(g), se purgará el depósito. Cuando la concentración de D_2 llegue a 2%, la presión del gas sólo habrá alcanzado 22 kPa(g). La purga del depósito será determinada, por lo tanto, por la concentración de D_2 .

Debido al flujo neutrónico rápido en el depósito de equilibrio, se producirá la radiólisis del agua pesada, formándose gases D_2 y O_2 . El flujo de radiación gamma tiende a contrarrestar la formación de los gases, provocando recombinación. Cuando la concentración de D_2 llegue a 2% por unidad de volumen, se purgará el depósito. Luego se

agregará helio nuevo para restablecer la presión deseada. Durante la purga, un poco de vapor de agua pesada saturada con tritio se mandará al sistema de ventilación y se expulsará hacia la chimenea. Estas emisiones serán controladas para que respeten los límites establecidos para el emplazamiento de IAN en Bogotá.

El espacio de gas ocupará aproximadamente 100 l en el depósito de equilibrio. La cantidad de gas de D_2 en ese volumen, considerando el límite de 2% por unidad de volumen, representará 2 l. Una vez que la concentración de D_2 del agua pesada alcance un estado estacionario, se parará la producción, si no surgen inconvenientes. Dos procesos pueden llevar al aumento de la concentración en el depósito de equilibrio, requiriendo por tanto la purga de éste. La expansión y contracción térmicas durante el ciclo de operación del Reactor pueden provocar la migración iónica del reflector al espacio de gas del depósito de equilibrio. En estas condiciones, se calcula que la tasa relativa de liberación de hidrógeno al depósito de equilibrio será de 0.0013 l/h. Sobre esta base, se requeriría la purga del depósito al término de 8 semanas de funcionamiento a plena potencia. Se calcula que se emitirá una cantidad de 0.003 Ci de tritio en cada purga. Por consiguiente, la cantidad de tritio liberado durante el funcionamiento normal es de 0.0003 Ci por semana. Asimismo, se calcula que la difusión al depósito de equilibrio del reflector circulante alcanzará una tasa de liberación del orden de 10^{-8} l/h, que es mucho menor que la que se calcula para las variaciones cíclicas de la temperatura.

Sistemas de Purificación del Agua de la Piscina

El sistema de purificación utilizará columnas de intercambio iónico y filtros. El sistema de espumado empleará filtros. Se producirán desechos radiactivos cuando haya que reemplazar la resina de las dos columnas de intercambio iónico instaladas y los filtros. Se calcula que la resina deberá ser cambiada a intervalos que pueden ir de seis meses a un año. Una alta presión diferencial entre las columnas o un aumento de la conductividad del agua de la piscina indicarán la necesidad de cambiar la resina. Cada columna contendrá 0.23 m³ de resina. Se sacará la resina gastada de la columna de intercambio iónico, introduciendo resina nueva por medio de la técnica de lechada.

Se montará un tambor de 200 l sobre un soporte de corredera para el cambio de resina. El tambor tendrá una tapa blindada. La bomba del sistema de purificación de la piscina de servicio bombeará agua de ésta a través de la columna de intercambio iónico, en la dirección contraria a la que se bombea durante la operación normal. Esto causará la fluidización del lecho de resina. La lechada de resina/agua será bombeada a un tambor de 200 l, equipado con un tensor que retendrá la resina, dejando correr el agua que volverá a la piscina de servicio. Como la resina todavía contendrá demasiada agua (más de 2% por peso) para ser eliminada como sólido, se utilizará aire comprimido de baja presión para purgar el agua del tambor, enviándola al sumidero de evacuación activo. Una vez que se haya terminado esta operación, el tambor se enviará para su eliminación definitiva.

Se utilizará un filtro de tela tipo bolsa para los sistemas de purificación y espumación. La bolsa se cambiará manualmente y, si es necesario, se proveerá protección. La bolsa será compresible y se enviará al Área de Manejo de Desechos Radioactivos para su eliminación.

Otros Tipos de Desechos Radioactivos

Las emisiones radioactivas suspendidas en el aire durante la operación normal serán tratadas por el sistema de ventilación. Habrá dos sistemas de extracción en el edificio IAN MAPLE : en uno, el aire pasará por filtros HEPA hacia orificios en el techo; en el segundo sistema, el aire atravesará filtros HEPA y de lecho profundo antes de desplazarse hacia la

chimenea. Constantemente se extraerán muestras de ambos sistemas de evacuación y se analizarán para establecer la presencia de yodo radioactivo y partículas beta.

El edificio también contará con sistemas de drenaje de líquidos. De todos ellos, es posible que dos contengan materiales radiactivos: el sumidero activo y el de proceso. El sumidero activo será desagotado automáticamente. Sin embargo, se contará la cantidad de ciclos de la bomba para establecer el volumen evacuado, y, a cada bombeo, se agregará automáticamente una pequeña muestra a la muestra a granel. Esta será analizada todos los meses. En condiciones normales, el agua no fluirá al sumidero de proceso. Si esto llegara a ocurrir, se extraerán y analizarán muestras antes de decidir a donde bombearla. Se vigilará que no se produzca un aumento de la reactividad en el agua de refrigeración que pasa por los dos intercambiadores térmicos de los RCS y PCS, ya que esto indicaría una posible filtración en el sistema de drenaje de proceso.

Además de los descriptos en esta Sección, los desechos sólidos serán de dos tipos: utensilios o piezas de los conjuntos combustibles reutilizables, y residuos generados durante las operaciones de limpieza y descontaminación. Los utensilios y piezas reutilizables generalmente se emplearán y guardarán en las piscinas del Reactor y de servicio. Habrá espacio para este tipo de objetos en el estante de almacenamiento de la piscina de servicio. Los residuos típicos de limpieza comprenderán escobillones, guantes, paños y otros elementos similares.

La Nación-Ministerio de Minas y Energía son responsables del manejo de desechos.

La Tabla 1.5 presenta un resumen de los desechos generados por las instalaciones de producción de radioisótopos.

TABLA 1.5

CANTIDADES ANUALES DE DESECHOS

Area	SSLLL	SSLHL	SLLHL	LSLLL	LSLHL	SUBTOTAL
I-131		35 gal. (158 l)	1 gal. (4,5 l)	0.22 gal. (1 l)		36.22 gal. (163 l)
GLF		52 gal. (234 l)			23 gal. (104 L)	75 gal. (338 l)
(n,gamma) Mo-99/ Tc-99m		50 gal. (226 l)	2 gal. (9 l)	0.8 gal. (4 l)		52.8 gal. (238 l)
TI-201		50 gal. (226 l)		0.4 gal. (2 l)		50.4 gal. (228 l)
Xe-133		10 gal. (45 l)				10 gal. (45 l)
Ir-192		50 gal. (226 l)				50 gal. (226 l)
P-32		10 gal. (45 l)	0.25 gal. (1.1 l)	0.4 gal. (2 l)		10.65 gal. (48 l)

Nota :
SOLIDOS

- Corta vida, bajo nivel (SSLLL) :
- Corta vida, alto nivel (SSLHL) :
- Larga vida, bajo nivel (SLLLL) :
- Larga vida, alto nivel (SLLHL) :

T 1/2 menor a 1 año y menos de 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)
T 1/2 menor a 1 año y mayor a 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)
T 1/2 mayor a 1 año y menor a 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)
T 1/2 mayor a 1 año y mayor que 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)

LIQUIDOS

- Corta vida, bajo nivel (LSLLL) :
- Corta vida, alto nivel (LSLHL) :
- Larga vida, bajo nivel (LLLLL) :

T 1/2 menor a 1 año y menos de 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)
T 1/2 menor a 1 año y mayor que 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)
T 1/2 menor que 1 año y menos de 200 mR/h en la superficie (o 10 mR/h a 1 m)

Nota : No se generarán líquidos de larga vida y alto nivel en las instalaciones del IAN.

3.7 PROTECCION CONTRA LA RADIACION

IAN elaborará pautas y procedimientos, y establecerá una organización en Bogotá para garantizar que la radioexposición profesional sea lo más baja que razonablemente pueda lograrse (ALARA). A continuación se describen las características de diseño de la instalación que minimizarán la radioexposición.

Programa de Radiofísica Sanitaria

La organización de radiofísica sanitaria de IAN se ocupará de todo lo relacionado con la seguridad y salud operacionales, la obtención de licencias, y las reglamentaciones. Sus responsabilidades abarcarán :

- asesorar a los empleados, sea directamente o por medio de supervisores, en materia de radiofísica sanitaria, radioprotección, e higiene y seguridad industriales; recomendar medidas correctivas, cuando sea necesario;
- mantener y proveer de lo necesario a un equipo de especialistas en radiofísica sanitaria;
- recomendar directamente a la dirección una política relacionada con la seguridad industrial y la radioprotección;
- asistir a los empleados en el control de casos personales de radioexposición y contaminación;
- proporcionar a los empleados y otro tipo de personal educación y entrenamiento en materia de radioprotección y seguridad industrial.

Procedimientos para el Control de la Radioexposición Externa

Se instalarán monitores con señalización audiovisual en lugares adecuados del edificio MAPLE. Los niveles de radiación en las áreas ocupadas del edificio se concebirán de manera que respeten las pautas generales establecidas por IAN, ajustándolos según factores apropiados que requieren y posibilitan esas pautas. AECL recomienda los siguientes niveles :

· áreas generales no radioactivas	0.25 x 10 ⁻⁶ Sv/h (0.25 mrem/h)
· áreas generales de trabajo radioactivas	2.5 x 10 ⁻⁶ Sv/h (2.5 mrem/h)
· superficie del blindaje en áreas de trabajo radioactivas	25 x 10 ⁻⁶ Sv/h (25 mrem/h)

A fin de mantener un registro de la radioexposición, se recomienda que el personal lleve un fotodistintivo que contenga un dosímetro luminiscente (DL). Asimismo, el personal de explotación deberá usar un instrumento tipo lápiz de lectura directa.

Procedimientos para el Control de la Radioexposición Interna

Se pondrá en práctica un exhaustivo programa para controlar y vigilar la contaminación en el lugar de trabajo. Se utilizarán programas de ensayos biológicos para el personal a fin de comprobar la aplicación satisfactoria del programa de control de contaminación.

Radioexposición Operacional

La División de Explotación del Reactor MAPLE será responsable de garantizar que la radioexposición del personal de explotación sea ALARA. El equipo de radiofísica sanitaria estará disponible para asesorar, según ya se indicó, y elaborará pautas y procedimientos para el control y reducción de los riesgos de irradiación.

Fuentes de Irradiación

La irradiación puede producirse durante el manipuleo de combustible sobre la piscina. El núcleo del Reactor, el combustible en uso y los productos de activación (y tal vez también los de fisión) presentes en el agua constituirán las fuentes de irradiación.

Características de Diseño

Será necesario transportar el combustible de los lugares de almacenamiento al lado de la piscina del Reactor hasta la piscina de servicio, pasando por la fosa de traslado. Esta operación exigirá sacar los conjuntos combustibles guías y de control y dejarlos que se descompongan en la piscina del Reactor para reducir los campos de irradiación, antes de pasarlos a la piscina de servicio. Todas las operaciones de ensamblaje y desensamblaje se efectuarán en una mesa de trabajo situada en la piscina de servicio. La tasa de irradiación en la superficie del blindaje en la(s) cuba(s) de traslado será inferior a 200 mrad/h. Los componentes del PCS, que contendrán productos de activación en los que interviene la emisión de rayos gamma, serán alojados en una sala blindada, al igual que el subsistema de refrigeración del reflector.

En la Sección 3.2 ya se describió la ventilación normal del edificio. La posibilidad de propagación de la contaminación dentro del edificio se reducirá si el aire fluye desde las áreas con menos potencial de contaminación hacia las que presentan mayor potencial. El Reactor estará situado en una sala con paredes de hormigón y se vaciará por medio del sistema conectado con la chimenea. Las salas blindadas también estarán conectadas a ese sistema de evacuación.

(b) DESCRIPCION DEL TRABAJO TECNICO

1.0 INSTALACION DEL REACTOR DE INVESTIGACION

El Contratista suministrará una instalación para un Reactor de investigación MAPLE de 5 MWt y sus instalaciones de producción de radioisótopos conexas. Ellas se ubicarán en un nuevo edificio (Apéndice II) que el Contratista construirá contiguo a la instalación del Reactor R1 de IAN. La Sección (a) del Apéndice I describe el Reactor y los sistemas asociados y el Apéndice II presenta el alcance de las obras civiles.

El trabajo técnico del Contratista consiste en el diseño conceptual y detallado de los sistemas descritos en el Apéndice I, Sección (a) y la ejecución de las obras según el Apéndice II.

El trabajo típico producido consiste de cálculos de diseño, análisis, diagramas y documentos. Para todos los sistemas enumerados en el Apéndice I (a), el Contratista suministrará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía un (1) original reproducible y tres (3) copias de los diagramas de flujo y los dibujos correspondientes y tres (3) copias de(1) (los) manual(es) de diseño, las especificaciones, manual-procedimientos de operación y manual(es) de mantenimiento del equipo.

El Contratista preparará manuales-procedimientos de operación para las operaciones de las instalaciones, de la siguiente manera :

- Procedimientos de encendido
- Procedimientos de apagado
- Carga de agua pesada
- Almacenamiento de combustible nuevo
- Almacenamiento de combustible gastado
- Manejo de combustible
- Pruebas del sistema de seguridad antes del encendido
- Sistemas auxiliares diseñados por el Contratista
- Es responsabilidad de la Nación-Ministerio de Minas y Energía preparar procedimientos de emergencia para emergencias tales como incendios, pérdida del suministro eléctrico, contaminación del edificio y del área alrededor del mismo, y presencia de niveles altos de radiación. El Contratista suministrará una guía a la Nación-Ministerio de Minas y Energía acerca de qué procedimientos de emergencia deberían prepararse.

En los manuales de diseño el Contratista suministrará procedimientos de operación, de emergencia y anormales para los sistemas importantes tales como los sistemas de seguridad y control y de refrigeración primaria.

El Contratista suministrará manuales de mantenimiento y operación para equipos, siempre y cuando el fabricante del equipo entregue tales manuales.

Debe notarse que durante la etapa de diseño detallado puede necesitarse hacer cambios a los diseños y conceptos mostrados aquí. Estos cambios se harán libremente por el Contratista y tenderán a asegurar que los diversos sistemas reúnan requisitos de funcionamiento y comportamiento. Las instalaciones llenarán los requisitos de comportamiento definidos en el Apéndice Técnico X.

2.0 INSTALACION DE RADIOISOTOPOS

Tres copias de un conjunto completo de documentos relativos al diseño de las instalaciones, preparación y control de calidad de los productos finales se entregarán después de la prueba de puesta en operación final.

Para cada una de las instalaciones de radioisótopos propuestas, estos documentos incluirán (cuando sea aplicable):

- Diagramas

Todos los diagramas de ensamble y subensamble para las instalaciones y sus equipos asociados.

- Especificación de los Productos

Los documentos que describan el tipo (o la fuente de suministro) de los materiales utilizados en la preparación de radioisótopos, y que definan los requisitos de calidad del producto final. También se suministrarán diagramas (según sea el caso) de los componentes con tolerancias de fabricación, terminados, requisitos de las pruebas, etc.

- Procedimientos de Preparación

Instrucciones detalladas paso a paso describiendo las varias operaciones envueltas en la producción de radioisótopos.

- Procedimientos de Control de Calidad

Instrucciones detalladas paso a paso describiendo las diversas operaciones envueltas en el control de calidad de los diversos materiales, componentes o subcomponentes requeridos en la preparación de los radioisótopos antes mencionados.

- Manuales de Operación y Servicio

Estos manuales suministran una descripción técnica de todo el equipo utilizado en las instalaciones, con diagramas, listas recomendadas de repuestos, instrucciones de operación y mantenimiento.

3.0 DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE PRINCIPALES SUMINISTROS
(para la instalación del Reactor de Investigación)

Manual de Diseño - (DM)

El documento del manual de diseño describe el diseño, función y capacidad de operación de un sistema y contiene información sobre los requisitos de fabricación, operaciones básicas envueltas durante la puesta en operación y el mantenimiento. La operación y funcionamiento del sistema se describe en detalle para la pre-operación, puesta en marcha, encendido normal, apagado normal, apagado de emergencia, y condiciones anormales tales como pérdida de diversos servicios (p.ej. : electricidad, aire, agua de proceso, etc.). El documento también suministra información sobre entrenamiento e inspección.

Diagrama de Flujo - (FS)

Un diagrama de flujo es una representación diagramática de equipo, tubería e instrumentación para un sistema e incluye información necesaria acerca de la operación y el control del sistema diagramado, incluyendo condiciones de diseño, tamaño de los tubos, clasificación por códigos, conexiones de muestreo, etc., y referencias.

Disposición General - (GA)

Este tipo de diagrama incluye dibujos sobre : "Ensamble General", "Disposición General", y "Disposición del Sistema".

Los dibujos de ensamble general contienen información sobre el ensamble de una estructura o un dispositivo con muchas partes. Las partes o subensambles se muestran en relación física correcta, excepto donde se requieren cortes y secciones para mostrar partes ocultas, y

están identificadas por notas o por los números de artículos en círculos que se refieren a una tabla de material. Los dibujos de disposición general muestran la relación física relativa entre elementos o partes, con referencia de dimensiones a su localización o posición en el edificio o estructura en el cual ellos se encuentran. Los dibujos de disposición de sistemas suministran información para la fabricación e instalación del equipo.

Manual de Mantenimiento - (MM)

El propósito del manual de mantenimiento es especificar el mantenimiento correcto para el equipo. El documento da una lista de datos y dibujos técnicos, instrucciones sobre mantenimiento preventivo con cronogramas asociados y, donde sea aplicable, instrucciones paso a paso para dismantelar, inspeccionar y reconstruir el equipo. El manual también contiene la lista de requisitos de partes-componentes y de materiales consumibles.

Diagrama Lógico - (LD)

El diagrama lógico es una representación simbólica de informaciones lógicas para encendido, operación y apagado de equipo y procesos.

Diagrama Elemental - (ED)

Los diagramas elementales son representaciones gráficas de circuitos digitales y muestran los dispositivos de operación y monitoreo.

Diagrama de Circuito de Instrumentos - (ID)

Los diagramas de circuito de instrumentos son representaciones gráficas orientadas de circuitos análogos y muestran los dispositivos de operación y monitoreo.

Manuales/Procedimientos de Operación

El manual de operación suministra un conjunto de procedimientos y guías aprobadas para la operación de un proceso o de un sistema de seguridad bajo condiciones de referencia específicas, tanto normales como anormales. El documento cubre etapas de modos de operación bien definidos incluyendo fallas eléctricas, o de suministro de aire o agua. El manual contiene una descripción del sistema, referencia al diagrama de flujo del sistema, información sobre peligros, normas y principios, condiciones sobre operación estándar y no estándar, procedimientos luego de alarmas y al exceder límites de parámetros, pruebas y fallas en los servicios auxiliares.

(c) **MEJORAMIENTO DEL REACTOR DE INVESTIGACION**

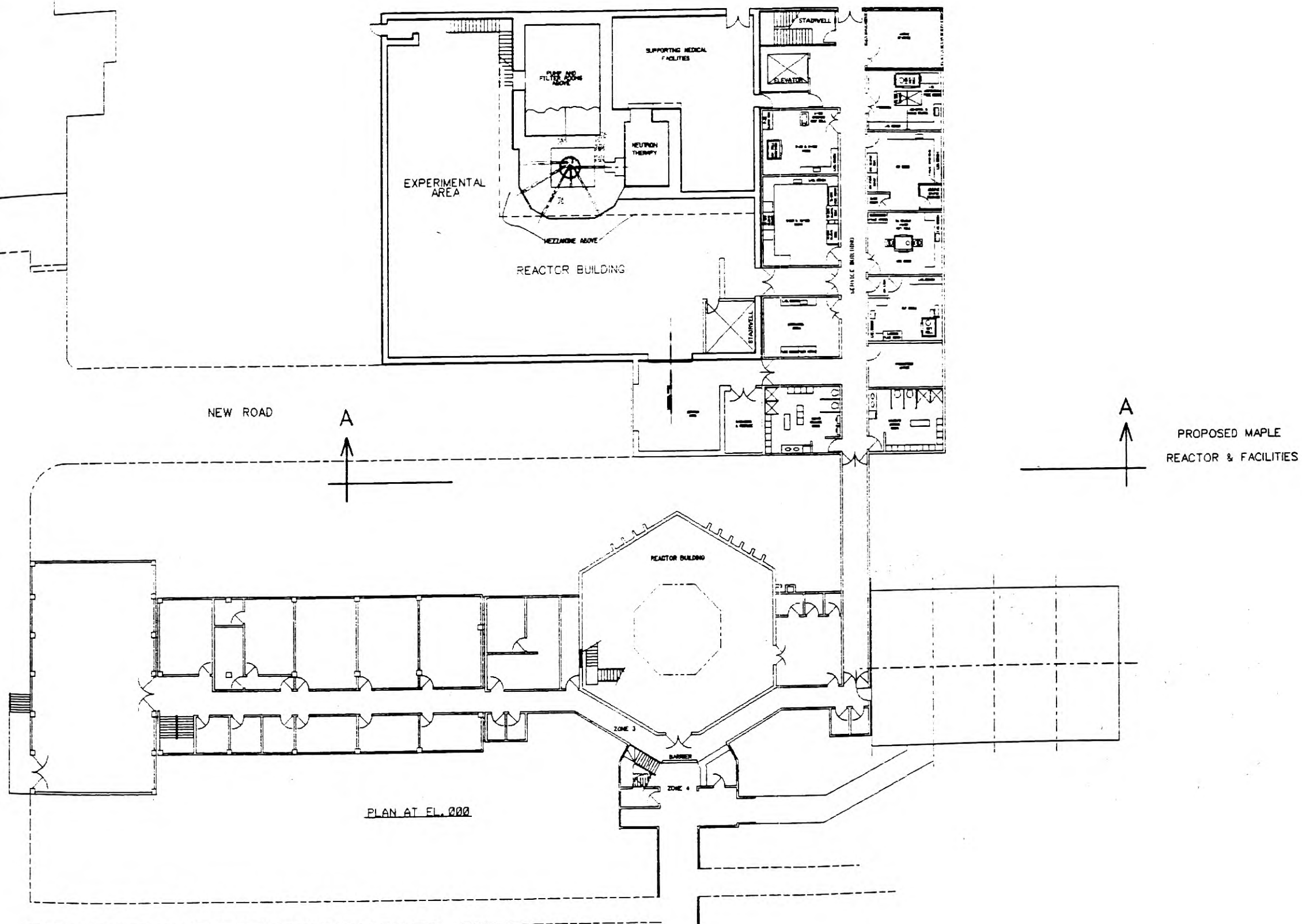
El Reactor MAPLE que se suministra en virtud del presente contrato es esencialmente igual al prototipo MAPLE-X10 que se está construyendo en Chalk River Nuclear Laboratories (CRNL). De manera más precisa, el núcleo del Reactor, el combustible, los mecanismos de reactividad, y la tubería de los sistemas de control y refrigeración primaria son idénticos a los del MAPLE-X10. El MAPLE-X10 fue concebido con una potencia de 10 MWt y funciona de esta manera.

Al Reactor IAN MAPLE se lo hará funcionar a 5 MWt, y los análisis de seguridad que se realicen se ajustarán a esa potencia (5 MWt). No obstante, cabe señalar que se podría llevar a 10 MWt en el futuro, aumentando la capacidad de bombeo y extracción de calor de los sistemas de refrigeración primaria y secundaria. El blindaje biológico será concebido para operar a 10 MWt, con lo cual no se requeriría su mejoramiento.

Como parte del objetivo de los estudios técnicos del presente Apéndice, el Contratista deberá elaborar un informe en que esboce las modificaciones que se necesitarían para elevar la potencia a 10 MWt. El informe también deberá identificar los aspectos del proyecto cuyas especificaciones corresponden al funcionamiento a 10 MWt y que, por lo tanto, no requerirían una modificación.

FENCE

I-41



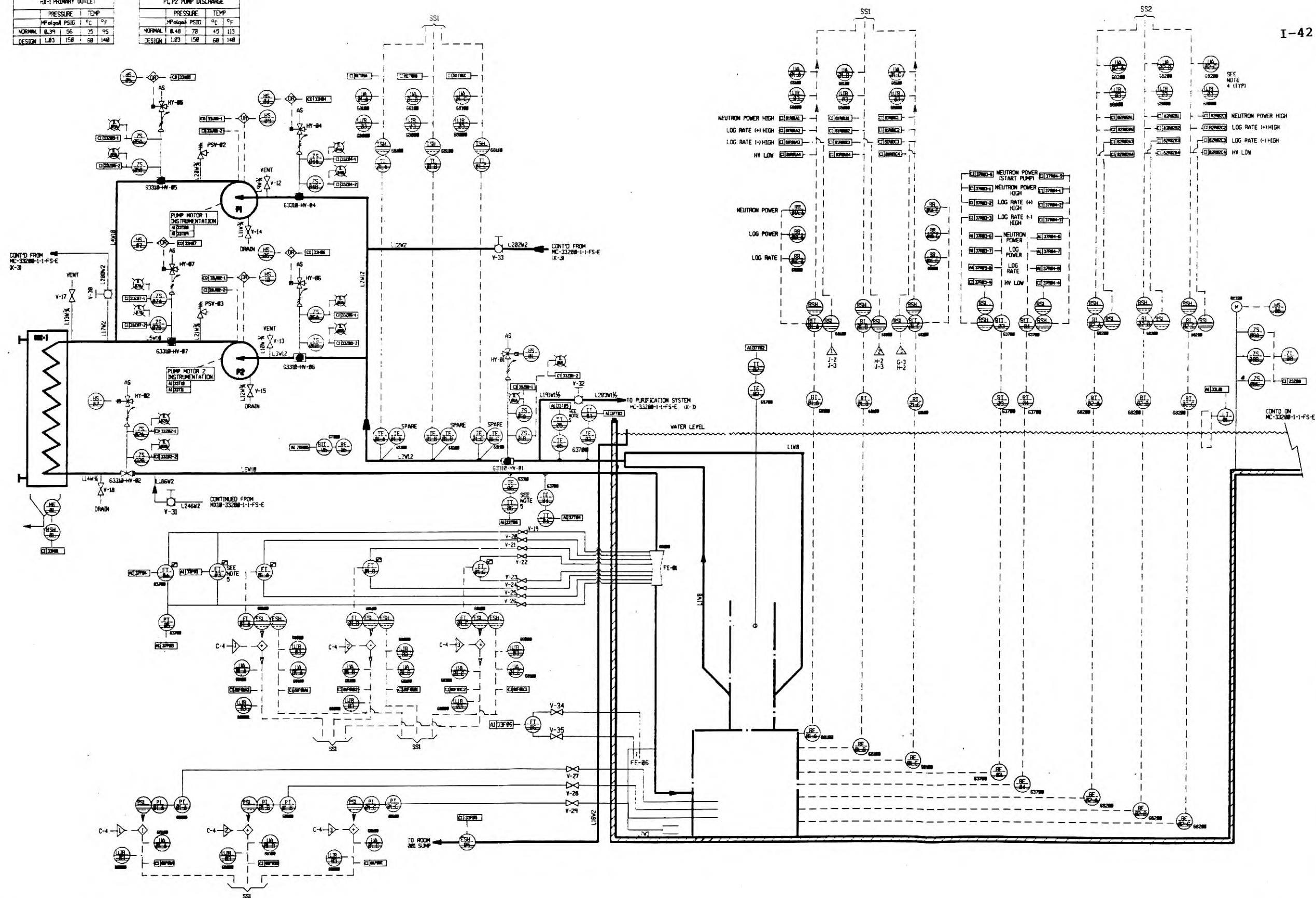
PLOT PLAN OF THE
COLUMBIA MAPLE
FACILITIES

MC-20000-0036-001-GA-0 REV. PO

FILE • 20036

HX-1 PRIMARY OUTLET			
	PRESSURE	TEMP	
MP design	PSIG	°C	°F
NORMAL	6.75	56	25
DESIGN	1.83	158	60

PL P2 PUMP DISCHARGE			
	PRESSURE	TEMP	
MP design	PSIG	°C	°F
NORMAL	6.48	72	45
DESIGN	1.83	158	60



NOTES

- ALL VALVES, LINES & EQUIPMENT NUMBERS ARE PREFIXED BY 3310 UNLESS OTHERWISE NOTED.
- ALL INSTRUMENT NUMBERS ARE PREFIXED BY 63310 UNLESS OTHERWISE NOTED.
- ALL 3/4" AND BELOW LINES ARE TUBING.
- 68000-101-3 CONTAINS ALL SIGNALS WHICH WILL BE SENT TO THE SEQUENTIAL EVENTS RECORDER.
- THIS "A" TO BE USED ALSO ON 63700.

13714-03 3 8/7/74 GEN V-34, V-35 ADDED SS
 . GEN HY-60, 61, 62, 63, 64, 65 DELETED SS
 . 8/7/74 GEN L704 REL. INGV L703 SS
 13714-03 2 GEN DELETED V-42, 5, 6 & 7 SPARES
 . GEN ADDED TTS
 . G-5 ADDED V-33 & L22V2
 . A-2 RELOCATED V-30 & L17V2
 . DELETED P1-04 & PD-1
 13714-03 1 8/2/71 GEN ADDED V-30, V-31 & V-32 DJA DJA DJA JLR
 . MOD LINE NOS. & NOTES

ACCOUNT# 380.071
FILE NAME 33100COLUMBIA PRIMARY
COOLING FLOW SHEET

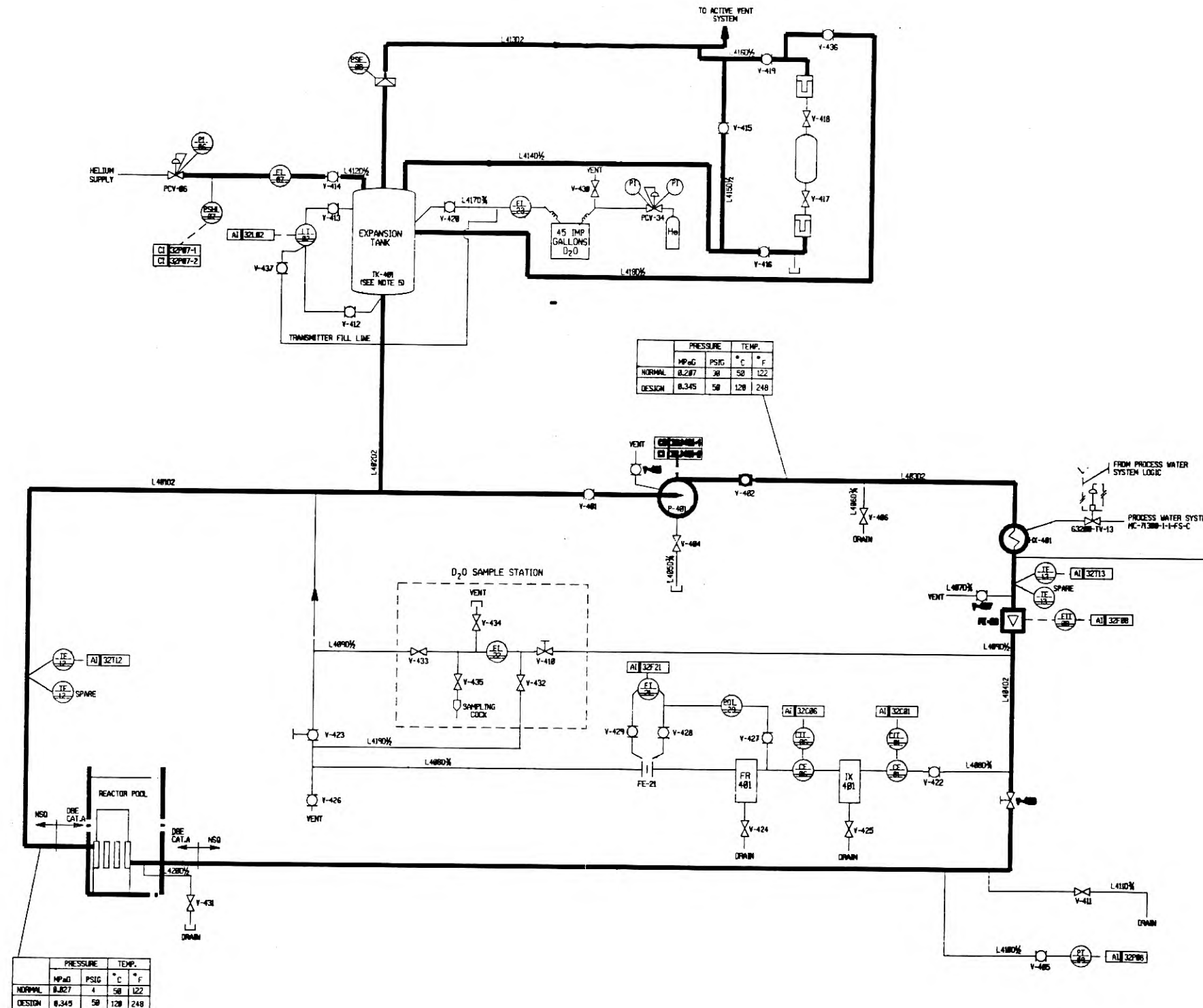
D.J. ALLEYWAY 23/8/88 H. COX 22/8/88
 G. HOOPER 24/11/87 D.J. ALLEYWAY 23/8/88
 CHALK RIVER NUCLEAR
 LABORATORIES 118

MC-33100-1-1-FS-E

1. THIS SYSTEM IS TO BE CLASSIFIED AS CLASS 6 IN ACCORDANCE WITH CSA N285.0 AND SHALL BE CONSTRUCTED TO CSA STANDARD B51 AND ANSI/ASME B31.1
2. ALL VALVES, LINES AND EQUIPMENT ARE PREFIXED BY 3200 UNLESS OTHERWISE NOTED.
3. THIS SYSTEM IS NOT SEISMICALLY QUALIFIED EXCEPT THE LINES INSIDE THE POOL WHICH ARE QUALIFIED TO DBE CAT.A.
4. ALL C & I TAG NUMBERS ARE PREFIXED BY 63200.
5. EXPANSION TANK DATA TK-401

	PRESSURE		TEMP.	
	MPaG	PSTG	°C	°F
NORMAL	0.021	3	50	120
DESIGN	0.345	50	120	250

I-43



PROTECTED

COLOMBIA
REFLECTOR
SYSTEM FLOW SHEET

D.J. ALLEWAY

H. COX
D. J. ALLEWAY

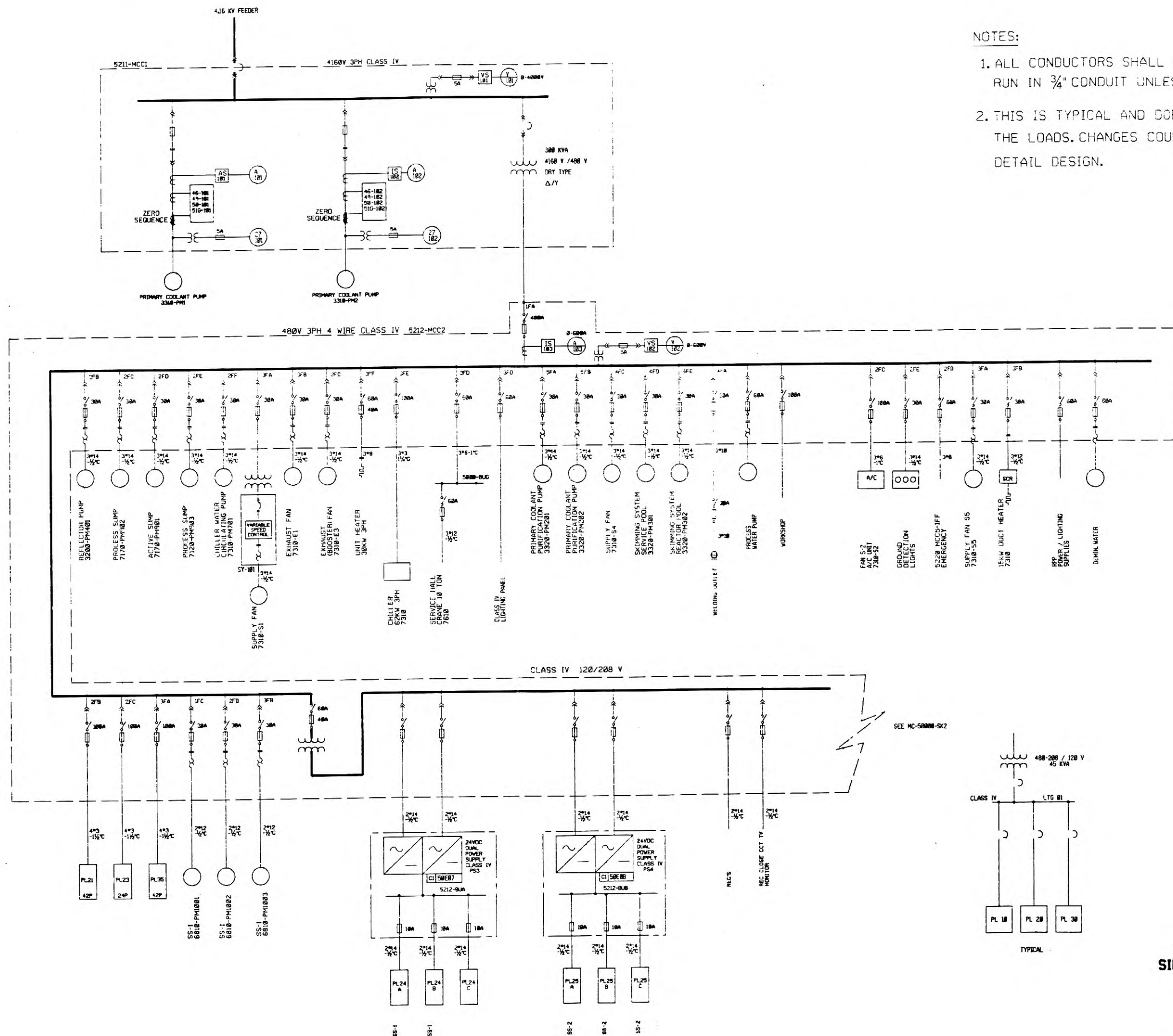
CHALK RIVER
NUCLEAR LABORATORIES

110
MC-32000-1-1-FS-E

13514-03	2	89/6/13 G-3	ADDED SAMPLE STATION,	HC
"	"	"	D2O FILLING SYSTEM,	"
"	"	"	V-431, V-436	"
13714	1	89/2/7 J-E-3	DELETED LEAK DETECTORS	HC OJA OJA JLR
"	"	"	F-3 ADDED PURIF-N CIRCUIT	" " " "

NOTES:

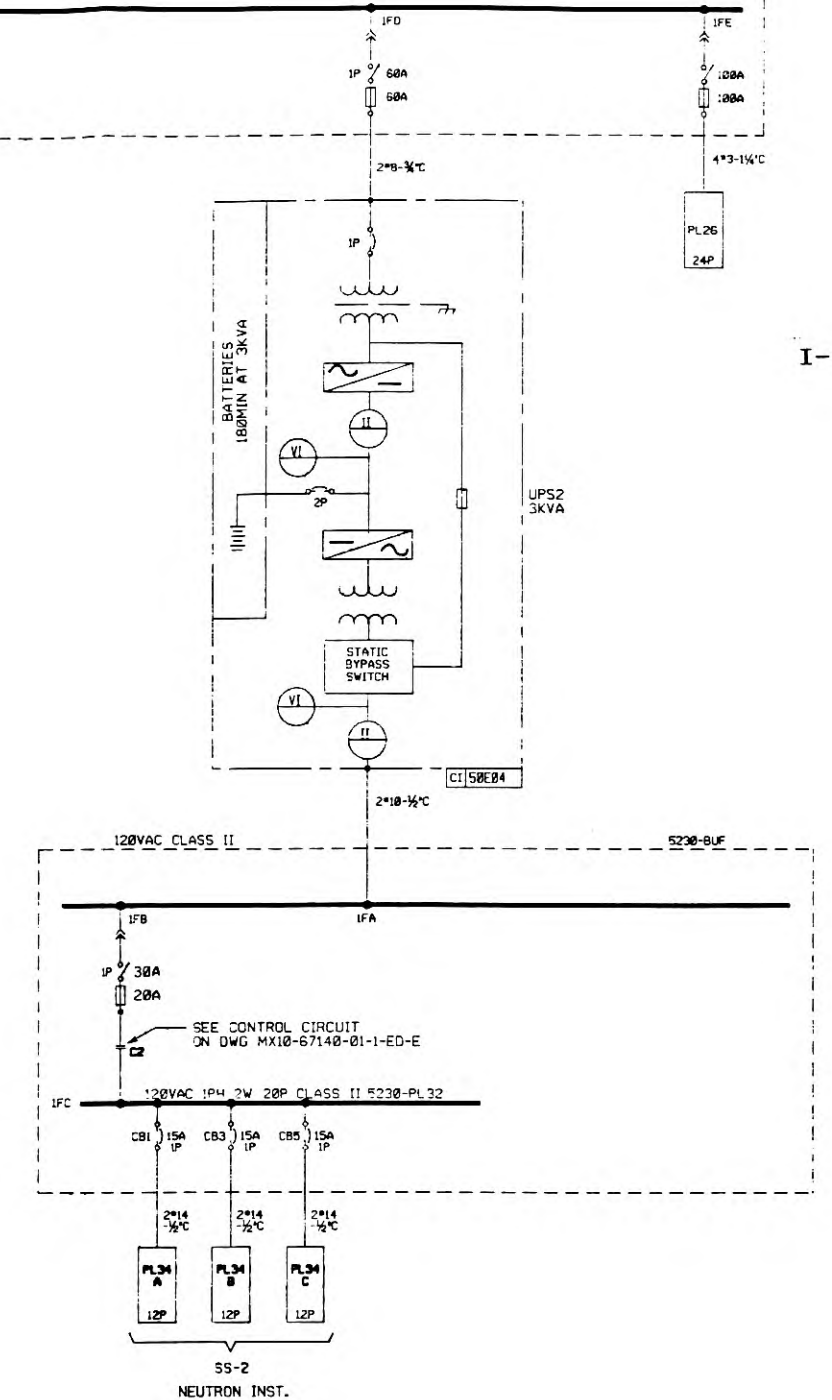
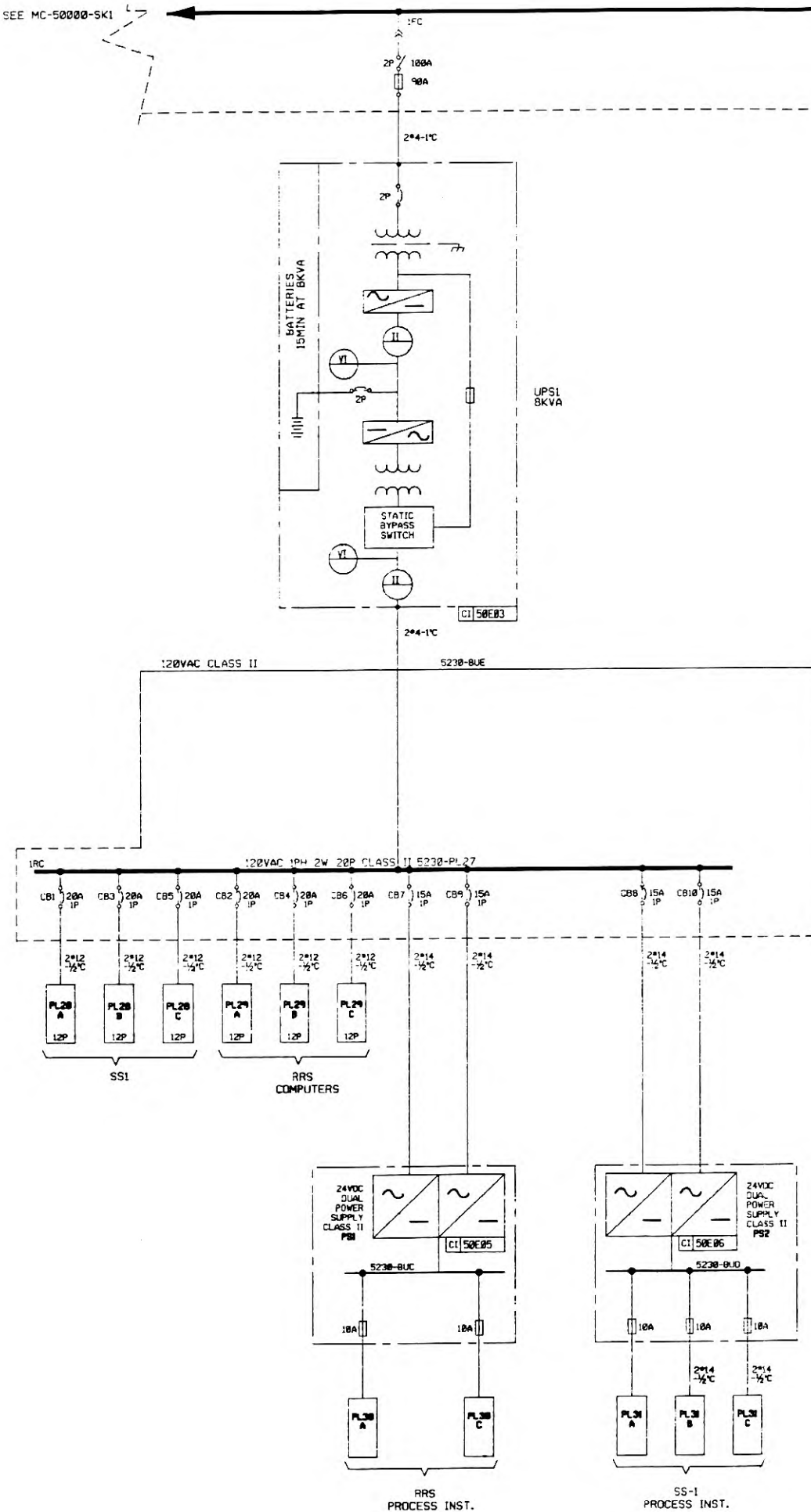
1. ALL CONDUCTORS SHALL BE TYPE TW90 AND RUN IN 3/4" CONDUIT UNLESS NOTED.
2. THIS IS TYPICAL AND DOES NOT REPRESENT ALL THE LOADS. CHANGES COULD BE INTRODUCED DURING DETAIL DESIGN.



MAPLE COLOMBIA
SINGLE LINE DIAGRAM
CLASS IV

MC-50000-SK 1

SEE MC-50000-SK1

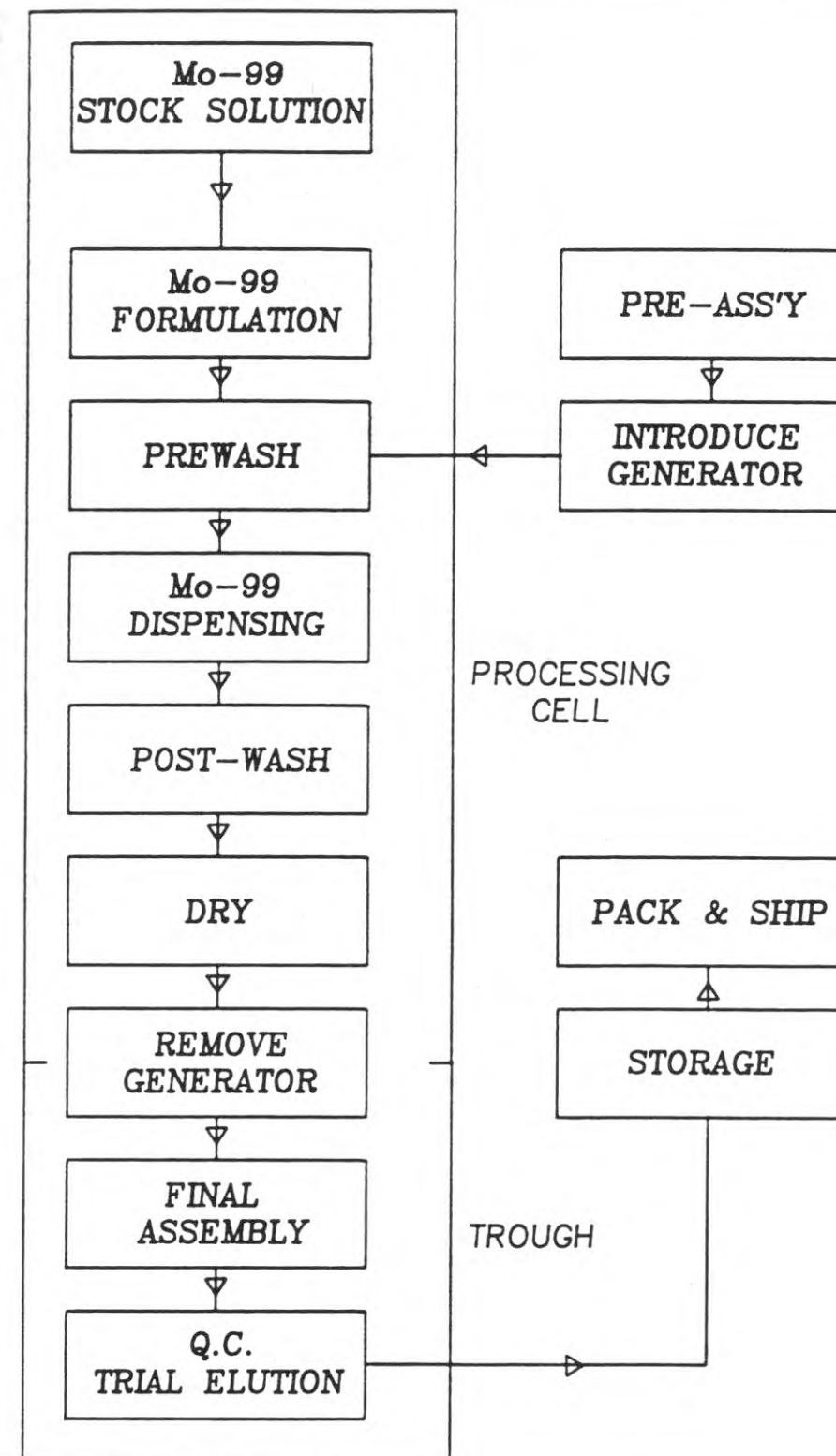


I-45

NOTES:

1. ALL CONDUCTORS SHALL BE TYPE TW75 AND RUN IN 3/4" CONDUIT UNLESS NOTED.
2. ALL FUSES SHALL BE CLASS RK5, TYPE TRS-R, TRN-R, CSA CERTIFIED AS HRC-1 UNLESS NOTED.
3. THIS IS TYPICAL AND DOES NOT REPRESENT ALL THE LOADS. CHANGES COULD BE INTRODUCED DURING DETAIL DESIGN.

MAPLE COLOMBIA
SINGLE LINE DIAGRAM
CLASS II
MC-50000-SK2



ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY



413 MARCH ROAD, P.O. BOX 13500
KANATA, ONTARIO, CANADA, K2K1X8
Telex: 053-4162 Cable: NEMOTA
Tel. (813) 582-2780

TITLE

GLF III
PROCESS FLOW CHART

REF. DWG.

REVISED

DATE 87/10/09

DWG NO.

REV.

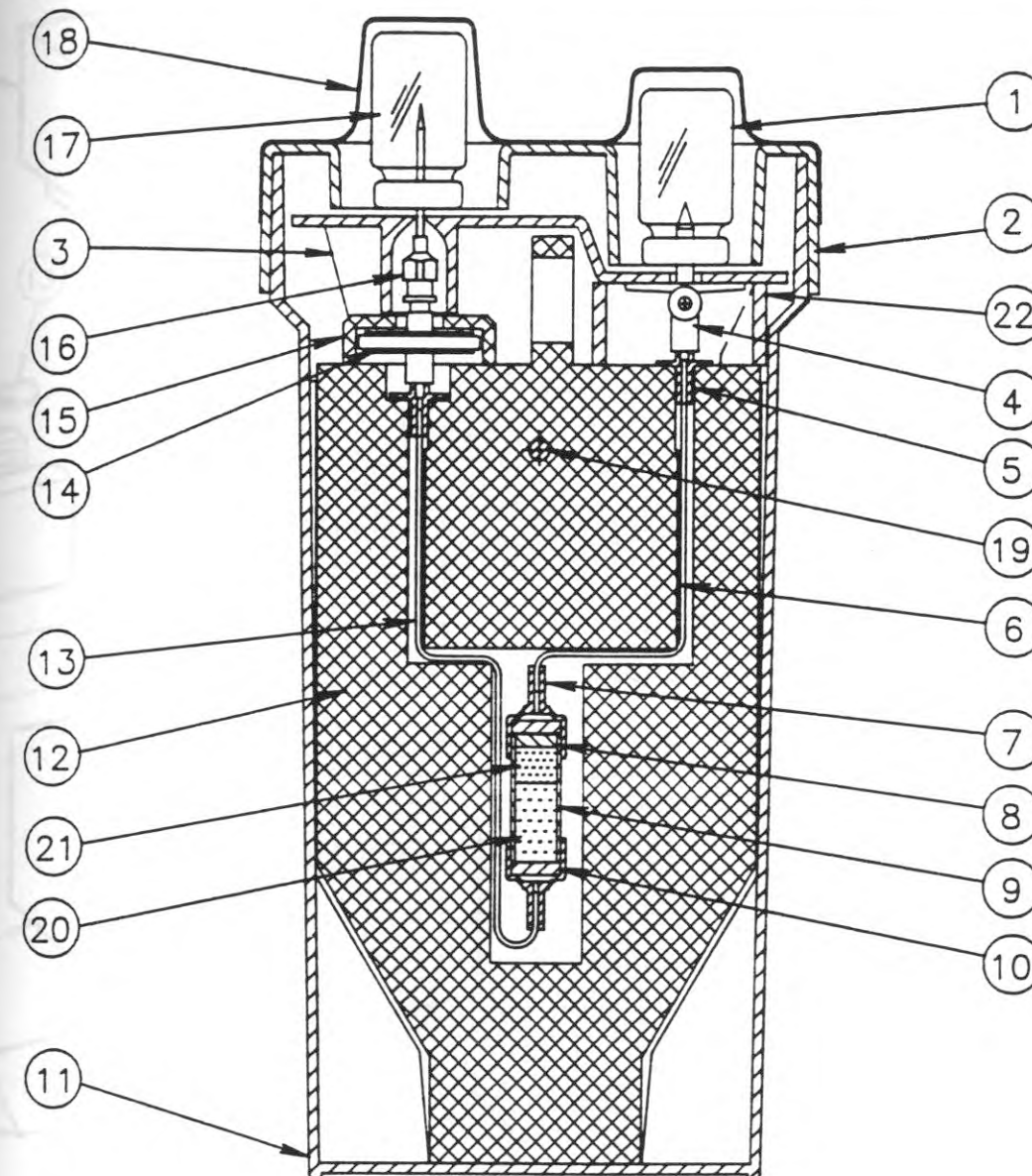
DRAWN
E. Z.CHECKED
aylAPPROVED
[Signature]

K116400009

SHEET OF

A

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE
SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT
WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED



8	SMALL POLYETHYLENE FRIT	16	SLOTTED & SWAGE NEEDLE		
7	END CAP	15	FILTER SHIELD		
6	INLET TUBING	14	FILTER	22	SPACER
5	LUER FITTING	13	OUTLET TUBING	21	GLASS BEADS
4	VENTED INLET NEEDLE	12	LEAD SHIELDING	20	ALUMINUM OXIDE
3	PLASTIC INSERT	11	PLASTIC CASE	19	BRASS PIN
2	PLASTIC CAP	10	LARGE POLYETHYLENE FRIT	18	CLEAR PLASTIC COVER
1	SALINE ELUTION VIAL	9	GLASS COLUMN	17	EVACUATED VIAL



ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY

413 MARCH ROAD, P.O. BOX 13500
KANATA, ONTARIO, CANADA, K2K1X8
Telex : 053-4162 Cable : NEMOTA
Tel. (613) 592-2790

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE
SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT
WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED

TITLE

Tc-99m GENERATOR ASSEMBLY

DWG NO. K115933-014

REVISED 87JUNE19

DATE 1987 MAY 6

NO.

REV.

DRAWN
MC

CHECKED
K.B.

APPROVED
M.L.

F-328

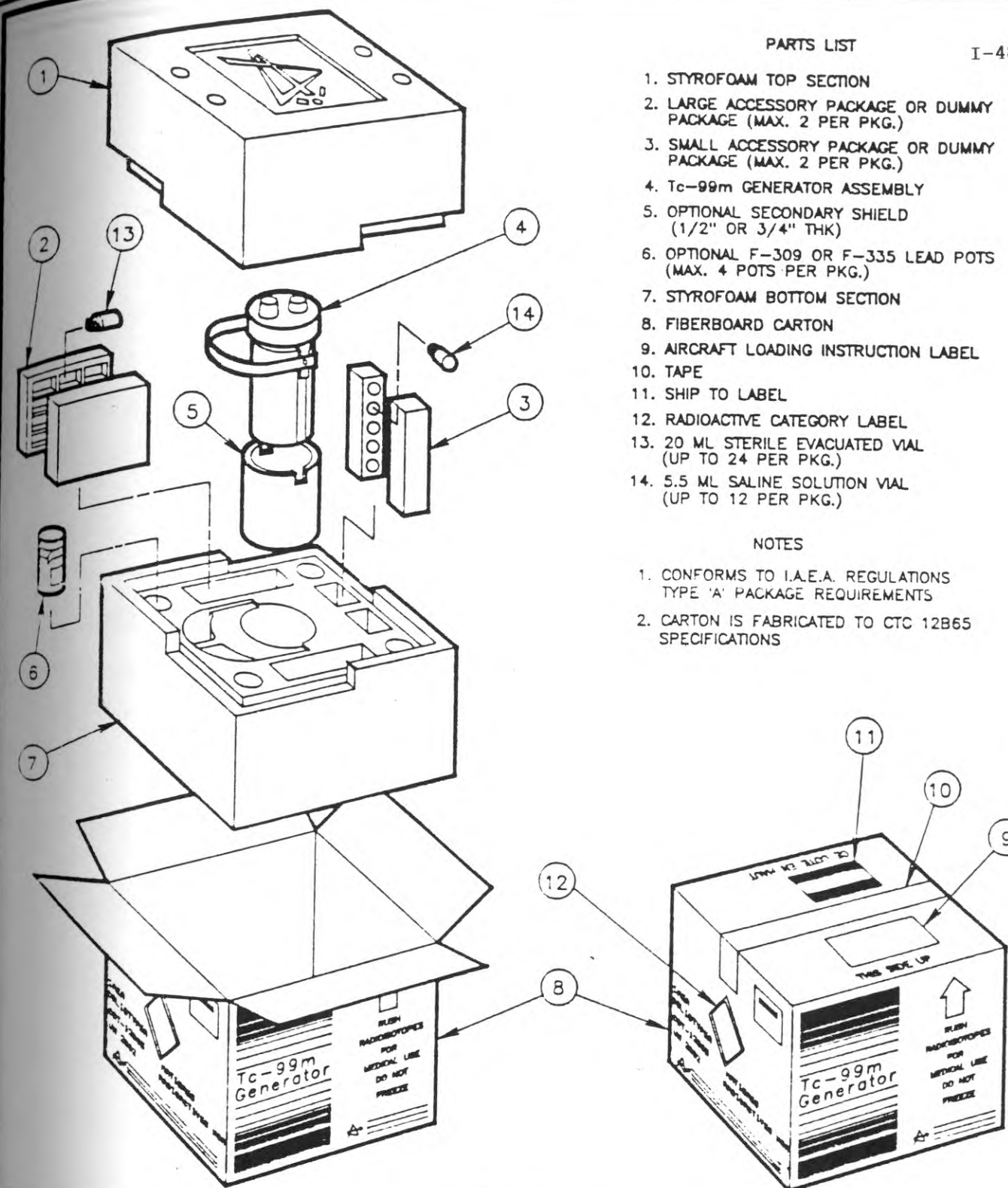
B

SHEET 1 OF 1

1. STYROFOAM TOP SECTION
2. LARGE ACCESSORY PACKAGE OR DUMMY PACKAGE (MAX. 2 PER PKG.)
3. SMALL ACCESSORY PACKAGE OR DUMMY PACKAGE (MAX. 2 PER PKG.)
4. Tc-99m GENERATOR ASSEMBLY
5. OPTIONAL SECONDARY SHIELD (1/2" OR 3/4" THK)
6. OPTIONAL F-309 OR F-335 LEAD POTS (MAX. 4 POTS PER PKG.)
7. STYROFOAM BOTTOM SECTION
8. FIBERBOARD CARTON
9. AIRCRAFT LOADING INSTRUCTION LABEL
10. TAPE
11. SHIP TO LABEL
12. RADIOACTIVE CATEGORY LABEL
13. 20 ML STERILE EVACUATED VIAL (UP TO 24 PER PKG.)
14. 5.5 ML SALINE SOLUTION VIAL (UP TO 12 PER PKG.)

NOTES

1. CONFORMS TO I.A.E.A. REGULATIONS TYPE 'A' PACKAGE REQUIREMENTS
2. CARTON IS FABRICATED TO CTC 12B65 SPECIFICATIONS



ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY

413 MARCH ROAD, P.O. BOX 13500
KANATA, ONTARIO, CANADA, K2K1X8
Telex: 053-4162 Cable: NEMOTA
Tel. (613) 592-2790

TITLE

F-328 TYPE 'A' PACKAGE

REF. DWG. F132801-001

REVISED JULY 1987

DATE MARCH 1985

NO.

REV.

DRAWN

CHECKED

APPROVED

F-328

B

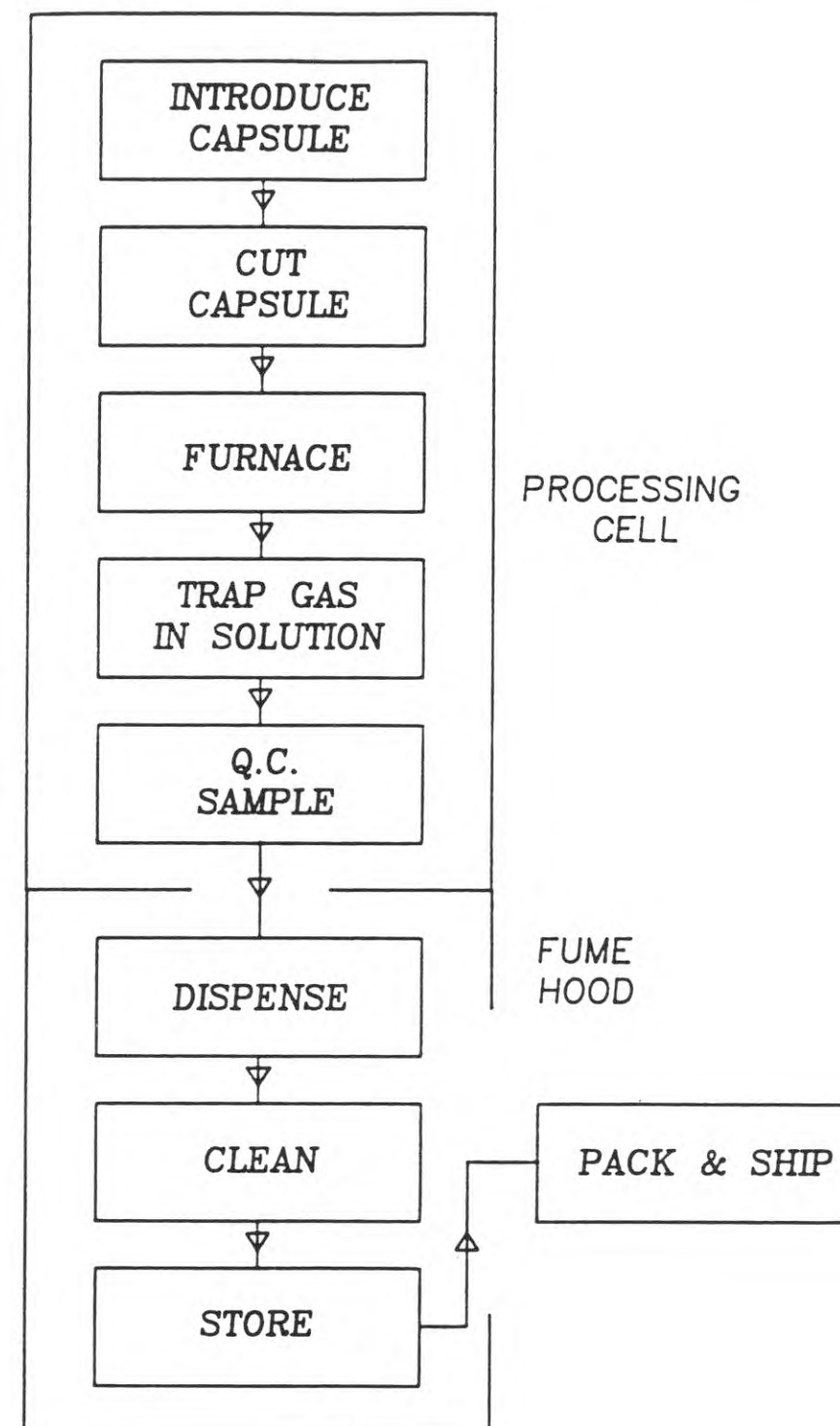
MC

KB

[Signature]

SHEET 1 OF 1

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE
SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT
WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED



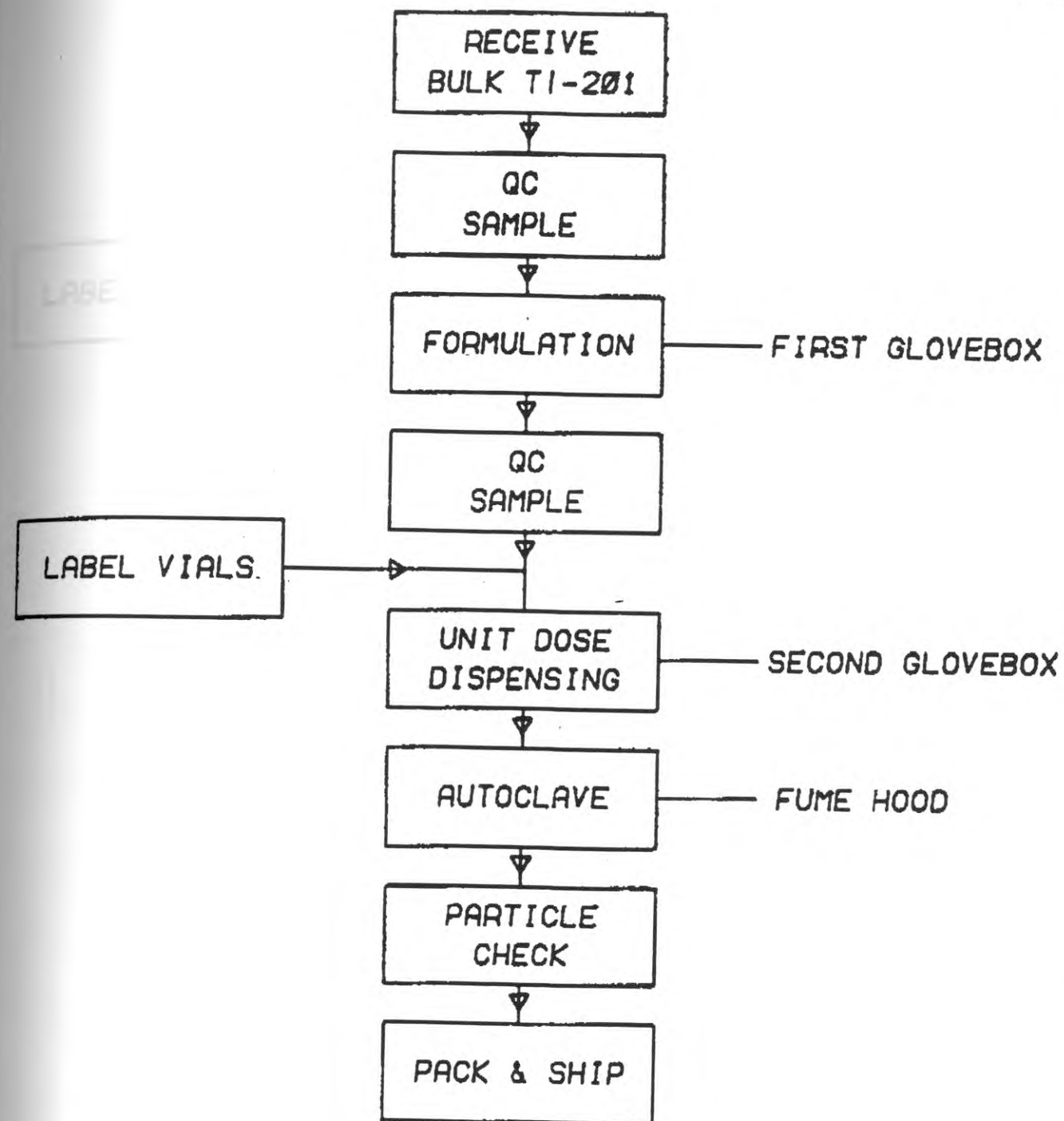
ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY

413 MARSH ROAD, P.O. BOX 13500
KANATA, ONTARIO, CANADA, K2K1X8
Telex: 053-4162 Cable: NEMOTA
Tel. (613) 592-2790

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE
SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT
WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED

TITLE IODINE-131
PROCESS FLOW CHART

REF. DWG.			REVISED	
DATE 87/10/09			DWG NO.	
DRAWN E. Z.			K116400010	
CHECKED <i>afz</i>			SHEET OF	
APPROVED <i>[Signature]</i>			REV. A	



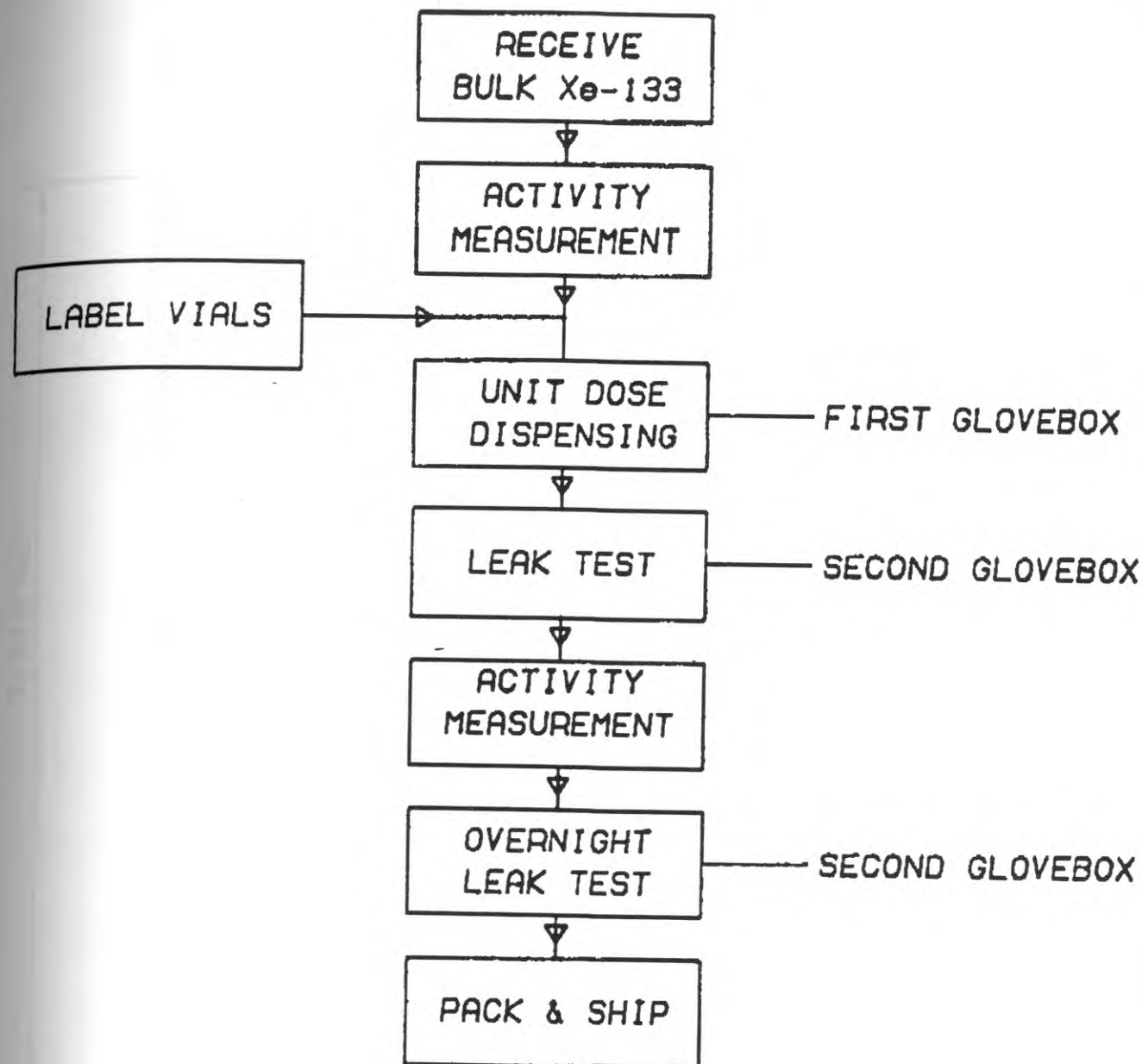
ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY

413 MARSH ROAD, P.O. BOX 13588
KANATA, ONTARIO, CANADA K2K1X8
Telex: 853-4182 Cable: NEMOTA
Tel. (613) 582-2788

TITLE T1-201
PROCESS FLOW CHART

REF. DWG.	REVISED
DATE 87/12/09	DWG NO. K116400015
DRAWN ed	CHECKED 472
APPROVED 472	REV. A
SHEET	OF

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY
MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING,
OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE
SPECIFIC WRITTEN PERMISSION OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED



ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY

413 MARSH ROAD, P.O. BOX 13588
KANATA, ONTARIO, CANADA, K2K1X8
Telex : 853-4182 Cable : NEMOTA
Tel. (613) 582-2788

TITLE Xe-133
PROCESS FLOW CHART

REF. DWG.

REVISED

DATE 87/12/09

DWG NO.

REV.

DRAWN

CHECKED

APPROVED

K116400014

A

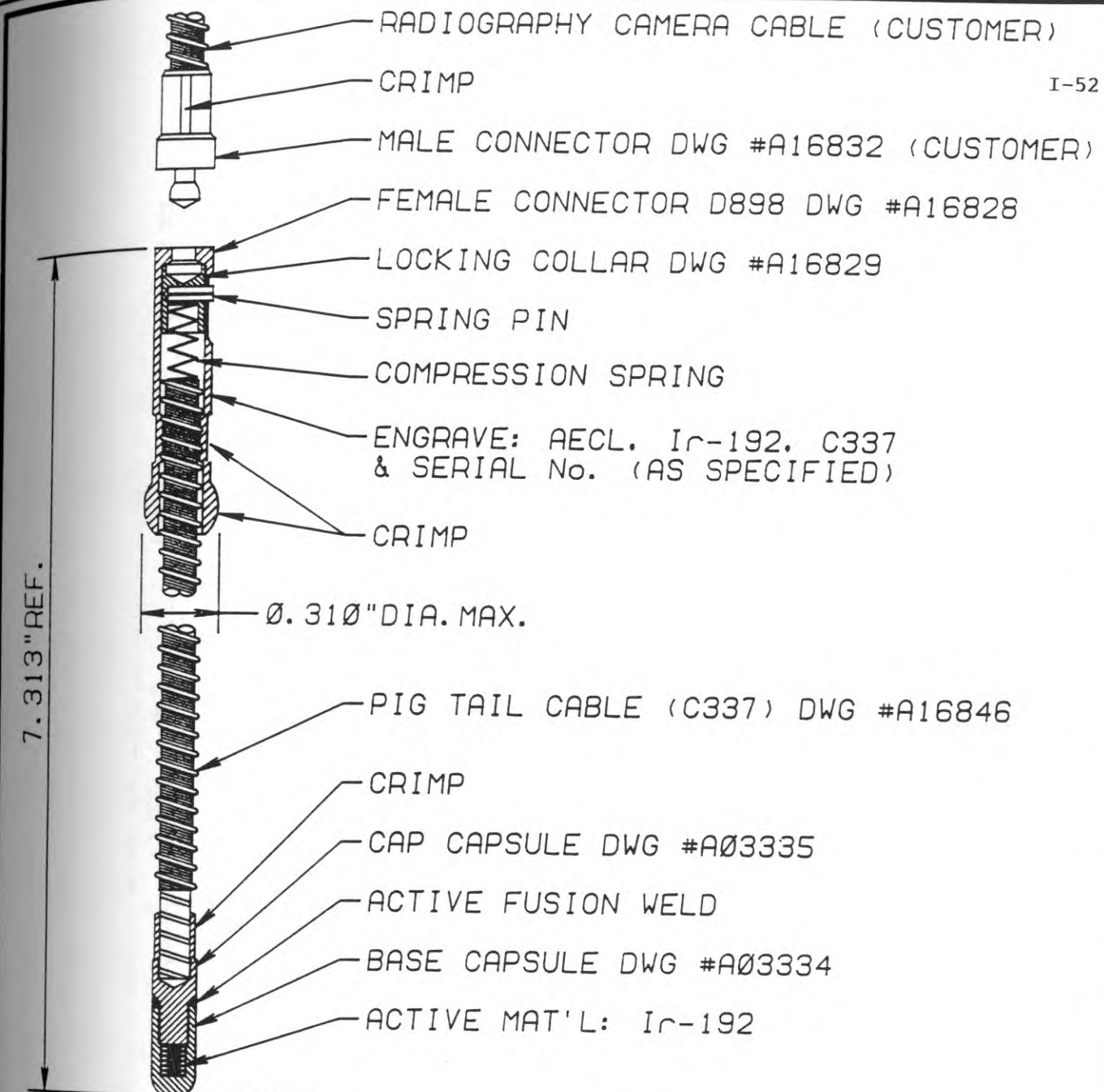
ddl

oyle

oyle

SHEET OF

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE
SHALL BE NO REPRODUCTION OR ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT
WITH THE SPECIFIC WRITTEN PERMISSION OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED



NOTES:

1. CONFORMS TO IAEA SPECIAL FORM REQUIREMENTS
2. AECB CERTIFICATE No. CDN/0001/S
3. ALL CRIMPS PULL TESTED TO 100 LBS.
4. USED WITH THE TECH/OPS CAMERA #660



ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
RADIOCHEMICAL COMPANY

413 MARCH ROAD, P.O. BOX 13500
KANATA, ONTARIO, CANADA, K2K1X8
Telex : 053-4162 Cable : NEMOTA
Tel. (613) 592-2790

TITLE

RADIOGRAPHY CAPSULE

REF. DWG. A16827

REVISED

DATE 87/4/27

NO.

REV.

DRAWN
E. Z.

CHECKED
E. Z.

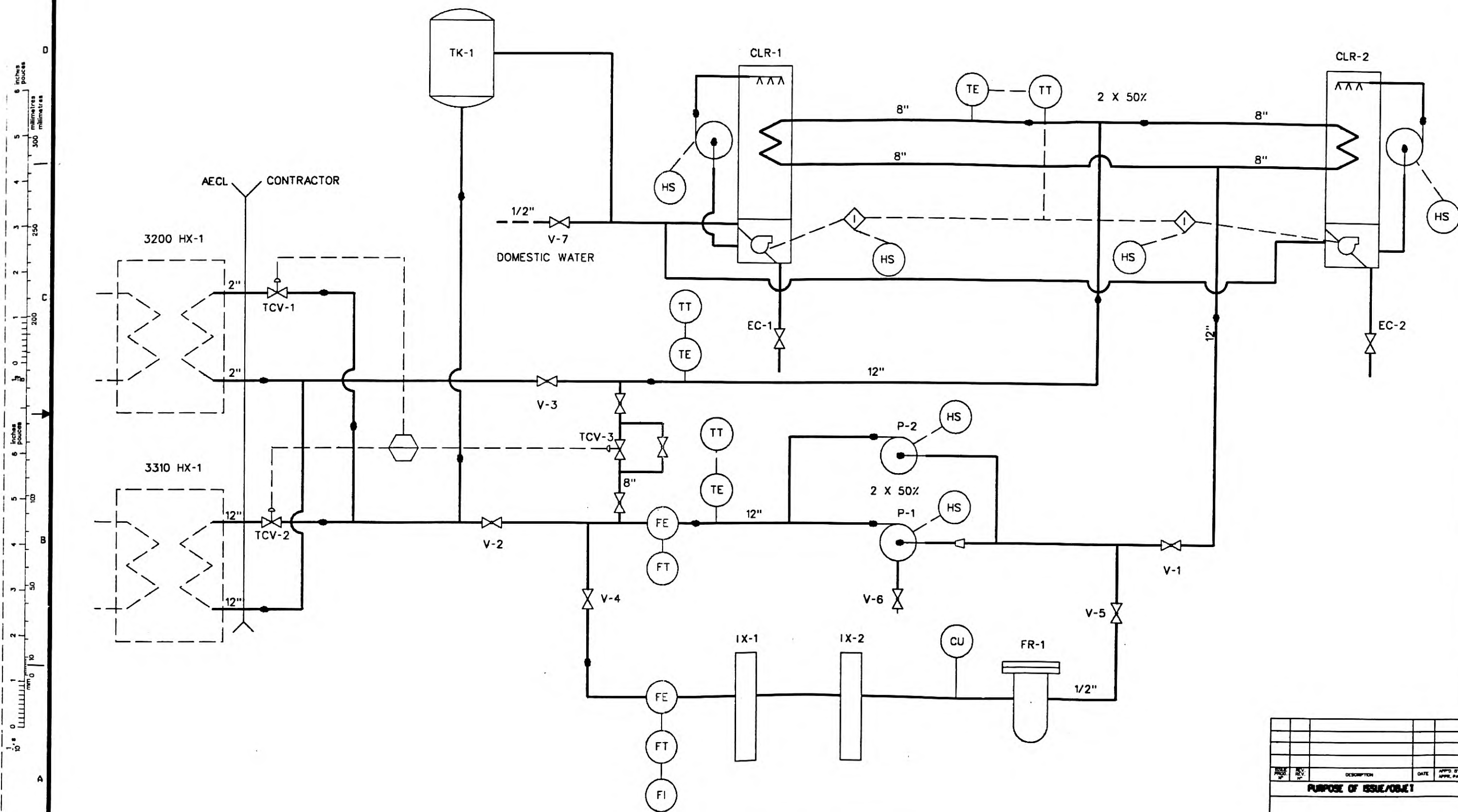
APPROVED
W. Z.

C-337

0

SHEET OF

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE
SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT
WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED



NO.	DATE	REVISIONS	LOC.	BY	CHKD.	APPD.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

NO.	DATE	REVISIONS	LOC.	BY	CHKD.	APPD.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF AECI. NO REPRODUCTION OR
TRANSFER OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN IS PERMITTED
WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF AECI.

CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ D'AECI. LES REPRODUCTIONS OU
TRANSFERTS D'UN CONTENU CONTENU ICI SONT INTERDITS SANS
LE CONSENTEMENT ÉCRIT D'AECI.

DESIGNED BY
S.HANS
DATE 90.02.26

DESIGNED BY
J.ROSEN
DATE

UNLESS OTHERWISE INDICATED DIMENSIONS ARE IN
SAF. INDICATION CONTRAIRE LES COTES SONT EN

Atomic Energy
of Canada Ltd.
CANNU Operations

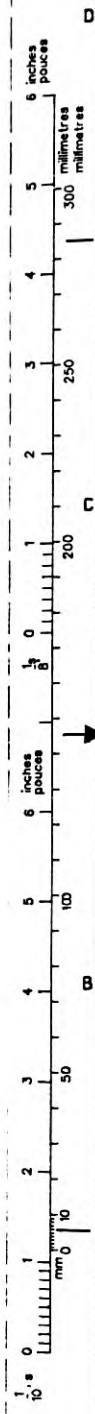
Sherridon Park Research Community
Mississauga, Ontario
L4W 1B2

NO.	DATE	REVISIONS	LOC.	BY	CHKD.	APPD.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

FILE #20050

**MAPLE COLOMBIA
SECONDARY COOLING
SYSTEM
FLOW SHEET**

MC-20000-0050-001-FS-A1 REV. P0




1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
PURPOSE OF ISSUE/OBJECT																																																																																																			


**MAPLE COLOMBIA
DRAIN CONNECTIONS**

MC-20000-0053-001-FS-A1 REV. P0

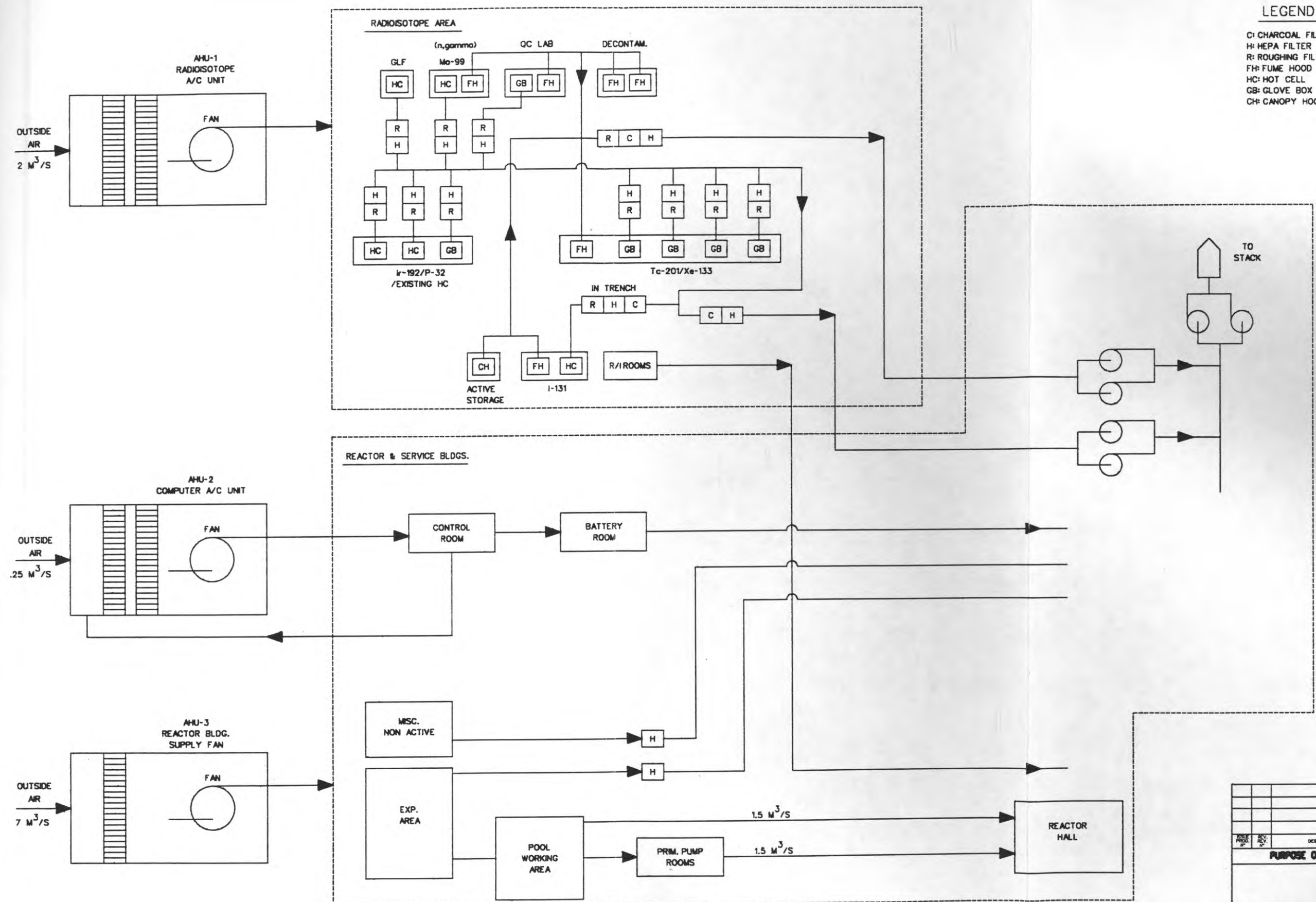
[illegible]

PROPRIÉTÉ SPÉCIALE
CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ SPÉCIALE. LES MEMBRÉS DU PUBLI-
CITÉONT NE PEUVENT ÊTRE NI UTILISÉS NI COMMUNIQUÉS SANS
AUTORISATION À CET EFFET AVEC EACL. CE DOCUMENT NI AUCUNE INFOR-
MATION QUI CONTIENNE NE PEUVENT ÊTRE RENDUS PUBLICS SANS LA
MISSION SPÉCIALE OFFICIELLE.

	THIRD ANGLE PROJECTION ON 3 RD EDITION	SCALE/CHÉLLE
DRAWING DESIGNED	S.HANS	DATE 90.02.20
CHECKED VERIFIED		DATE
DESIGNED COMPO	J.ROSEN	DATE
APPROVED		DATE

UNLESS OTHERWISE INDICATED DIMENSIONS ARE IN SAUF INDICATION CONTRAIRE LES COTES SONT EN	
 <p>Atomic Energy of Canada Ltd. CANSU Operations</p>	<p>Énergie atomique du Canada limitée Opérations CANSU</p>
<p>Sherrill Park Research Community Mississauga, Ontario L5K 3P2</p>	<p>Innovative Sen Lits, 26 1835, rue Jean Macdonald / Québec, Q.B. G1M 3H5</p>

6 inches
150 millimetres
5
4
3
2
1
0
100
50
10
0
1
2
3
4
5
6
inches
pouces
millimetres
A B C D



LEGEND

C: CHARCOAL FILTER
H: HEPA FILTER
R: ROUGHING FILTER
FH: FUME HOOD
HC: HOT CELL
GB: GLOVE BOX
CH: CANOPY HOOD

I-55

NO.	DATE	REVISIONS	LOC.	BY	CHKD	APPRD
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF AECL. NO EXPLOITATION OR REPRODUCTION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN IS PERMITTED IN THE ABSENCE OF AN AGREEMENT WITH AECL. NO OTHER INFORMATION MAY BE RELEASED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF AECL.

PROPRIÉTÉ SPÉCIALE
CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ SPÉCIALE DES RECHERCHES EN ÉNERGIE ATOMIQUE. IL NE DOIT ÊTRE NI UTILISÉ NI COMMUNIQUÉ SANS L'AUTORISATION ÉCRITE D'AECL. AUCUNE INFORMATION N'EST PAS À ÊTRE COMMUNIQUÉE SANS L'AUTORISATION ÉCRITE D'AECL.

THIRD ANGLE PROJECTION
DE 3^e ANGLE

SCALE: 1/8" = 1'-0"

DATE: 02.02.23

DESIGNED: S. HANS
CHECKED: J. ROSEN
APPROVED: J. ROSEN

UNLESS OTHERWISE INDICATED DIMENSIONS ARE IN INCHES
SAUF INDICATION CONTRAIRE LES COTES SONT EN POUCE

Atomic Energy of Canada Ltd.
OASIS Operations

Sheldon Park Research Community
Mississauga, Ontario
L5L 1B2

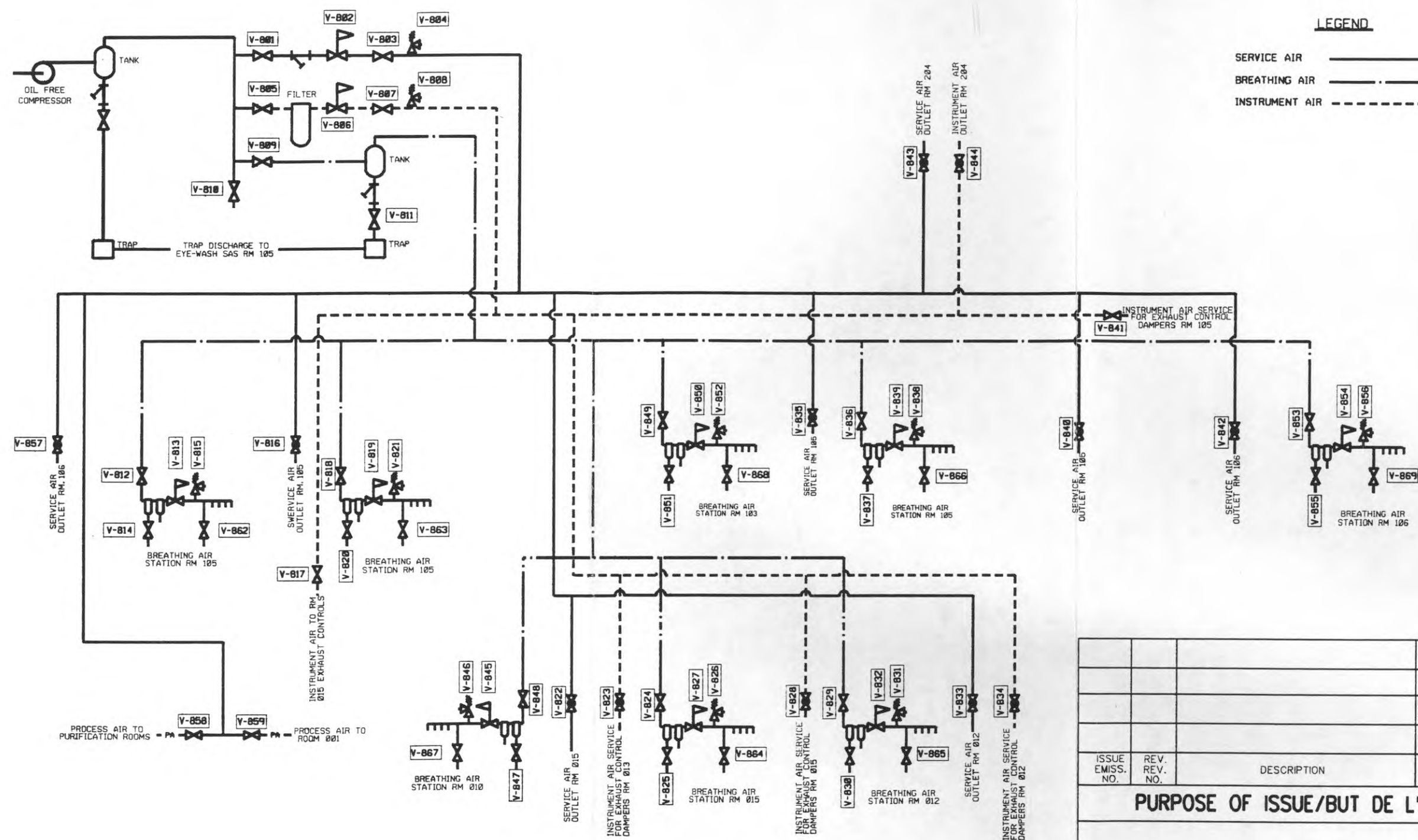
Imprimé sur 1/8" de 24 po
100% sans chlore
Recyclé 100% sans chlore

NO.	DATE	REVISIONS	LOC.	BY	CHKD	APPRD
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

FILE # 20051

**MAPLE COLOMBIA
GENERAL VENTILATION AND
AIR CONDITIONING
BLOCK DIAGRAM**

MC-20000-0051-001-FS-A1 REV. P0



ISSUE EMISS. NO.	REV. REV. NO.	DESCRIPTION	DATE	APP'D. BY APP'E PAR

PURPOSE OF ISSUE/BUT DE L'EMISSION

FILE # 20052

AECL PROPRIETARY

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF AECL. NO EXPLOITATION OR TRANSFER OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN IS PERMITTED IN THE ABSENCE OF AN AGREEMENT WITH AECL AND NEITHER THE DOCUMENT NOR ANY SUCH INFORMATION MAY BE RELEASED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF AECL.

PROPRIÉTÉ DE L'ÉACL

CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE L'ÉACL. LES RENSEIGNEMENTS QU'IL CONTIENT NE PEUVENT ÊTRE NI UTILISÉS NI COMMUNIQUÉS SANS ENTENTE À CET EFFET AVEC L'ÉACL. CE DOCUMENT NI AUCUNE INFORMATION QU'IL CONTIENT NE PEUVENT ÊTRE RENDUS PUBLICS SANS LA PERMISSION ÉCRITE DE L'ÉACL.



THIRD ANGLE
PROJECTION
DS 3^e DIEDRE

SCALE/ÉCHELLE
N.T.S.

UNLESS OTHERWISE INDICATED DIMENSIONS ARE IN :
SAUF INDICATION CONTRAIRE LES SONT EN :

DRAWN
DESSINÉ S.HANS

DATE 90.02.26

CHECKED
VÉRIFIÉ

DATE

DESIGNED
CONÇU J.ROSEN

DATE

APPROVED
APPROUVÉ

DATE

Atomic Energy
of Canada Ltd.
CANDU Operations

Sheridan Park Research Community
Mississauga, Ontario
L5K 1B2

L'Énergie Atomique
du Canada, Limitée
Operations CANDU

SUN LIFE Bldg. 2nd Floor
1155 Metcalfe St.
Montreal Quebec H3B 2V6

MAPLE-COLOMBIA

REACTOR AND SERVICE BUILDING

COMPRESSED AIR

FLOW SHEET

MC-20000-0052-001-FS-A3

REV. P0

APENDICE II
ALCANCE DE LAS OBRAS CIVILES

(El presente Apéndice II, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited contiene 9 páginas.)

APENDICE II
ALCANCE DE LAS OBRAS CIVILES

- (a) SITIO DEL PROYECTO
- (b) DESCRIPCION DEL EDIFICIO DEL REACTOR Y DE SERVICIO
- (c) ALCANCE DE LAS OBRAS
- (d) DISPOSICION Y PLANOS

LISTA DE PLANOS

MC-20000-0036-001-GA-E	Rev. P0	Plano de Terreno MAPLE Colombiano de las Instalaciones MAPLE en Colombia
MC-20000-0037-001-GA-E	Rev. P0	Plano en el Nivel 000
MC-20000-0038-001-GA-0	Rev. P0	Plano en el Nivel 5000
MC-20000-0039-001-GA-0	Rev. P0	Plano en el Nivel 10000
MC-20000-0042-001-GA-0	Rev. P0	Nivel B-B
MC-20000-0040-001-GA-0	Rev. P0	Nivel A-A
MC-20000-0041-001-GA-0	Rev. P0	Nivel C-C

APENDICE II

ALCANCE DE LAS OBRAS CIVILES

(a) SITIO DEL PROYECTO

En tanto sea práctico, se conservará el emplazamiento actual. Se construirá un nuevo camino que conducirá al muelle de embarque del edificio de servicio. Se ingresará al edificio a través del edificio de servicio, y un corredor conectará la instalación con el edificio actual. Se espera que sólo haya interrupciones menores de las operaciones durante el período de construcción.

(b) DESCRIPCION DEL EDIFICIO DEL REACTOR Y DE SERVICIO

El edificio del Reactor es un rectángulo de concreto de 27 m de ancho y 30.5 m de alto. El edificio alberga la piscina del Reactor y salas de equipos ubicadas sobre el nivel del terreno; una sala experimental con dos (2) puentes-grúas de diez (10) toneladas, el recinto del Reactor, un entrepiso, una sala para equipos mecánicos y una área de trabajo con dos (2) puentes-grúas provistos de un (1) torno izador. El edificio responde a los criterios de diseño antisísmicos, de modo que pueda recuperar su integridad estructural después de un terremoto. Además, se erigirán paredes de blindaje de concreto alrededor del recinto del Reactor y las salas de experimentación.

El edificio de servicio, de 34.5 m y 14.7 m aproximadamente, se comunica con el edificio del Reactor y alberga las instalaciones de producción de radioisótopos. Se encuentra en el primer piso y comprende lo siguiente :

- (1) Sala de producción de yodo-131 : para la instalación de procesamiento de yodo.
- (2) Sala de producción de molibdeno-99 (n,gamma) tecnecio-99m instantáneo : para la instalación de producción de tecnecio instantáneo.
- (3) Sala para la instalación de cargue de generadores de tecnecio-99m.
- (4) Sala para talio-201 y xenón-133.
- (5) Sala para fósforo-32 e iridio-192 que contendrá además la actual celda caliente que será trasladada. El traslado será hecho durante la etapa de instalación en el edificio de radioisótopos, bajo la responsabilidad del Contratista.
- (6) Laboratorio de control de calidad.
- (7) Oficina de producción para procesar y mantener datos.
- (8) Sala de almacenamiento activo.
- (9) Sala de empaque y almacenamiento.
- (10) Sala de descontaminación.

Una sala de equipos mecánicos/eléctricos en el segundo piso, y una sala de control y las oficinas en el tercer piso se comunican con el área de trabajo del edificio del Reactor. El primer piso alberga, además, una zona de embarque que comparten el edificio del Reactor y de servicio.

(c) **ALCANCE DE LAS OBRAS**

El Contratista erigirá el edificio del Reactor y de servicio siguiendo los planos de localización.

El tipo de construcción, materiales y accesorios que se emplee para el edificio deberá ser compatible con el que se utiliza en Colombia para estructuras similares. Además, el edificio se mantendrá a una presión negativa con respecto al entorno. Se ajustará a los códigos y reglamentos en vigor en Bogotá, Colombia, relativos a la seguridad y protección contra incendios, al igual que a los códigos nucleares canadienses en materia de requisitos sísmicos.

(d) **PLANOS Y DIAGRAMAS**

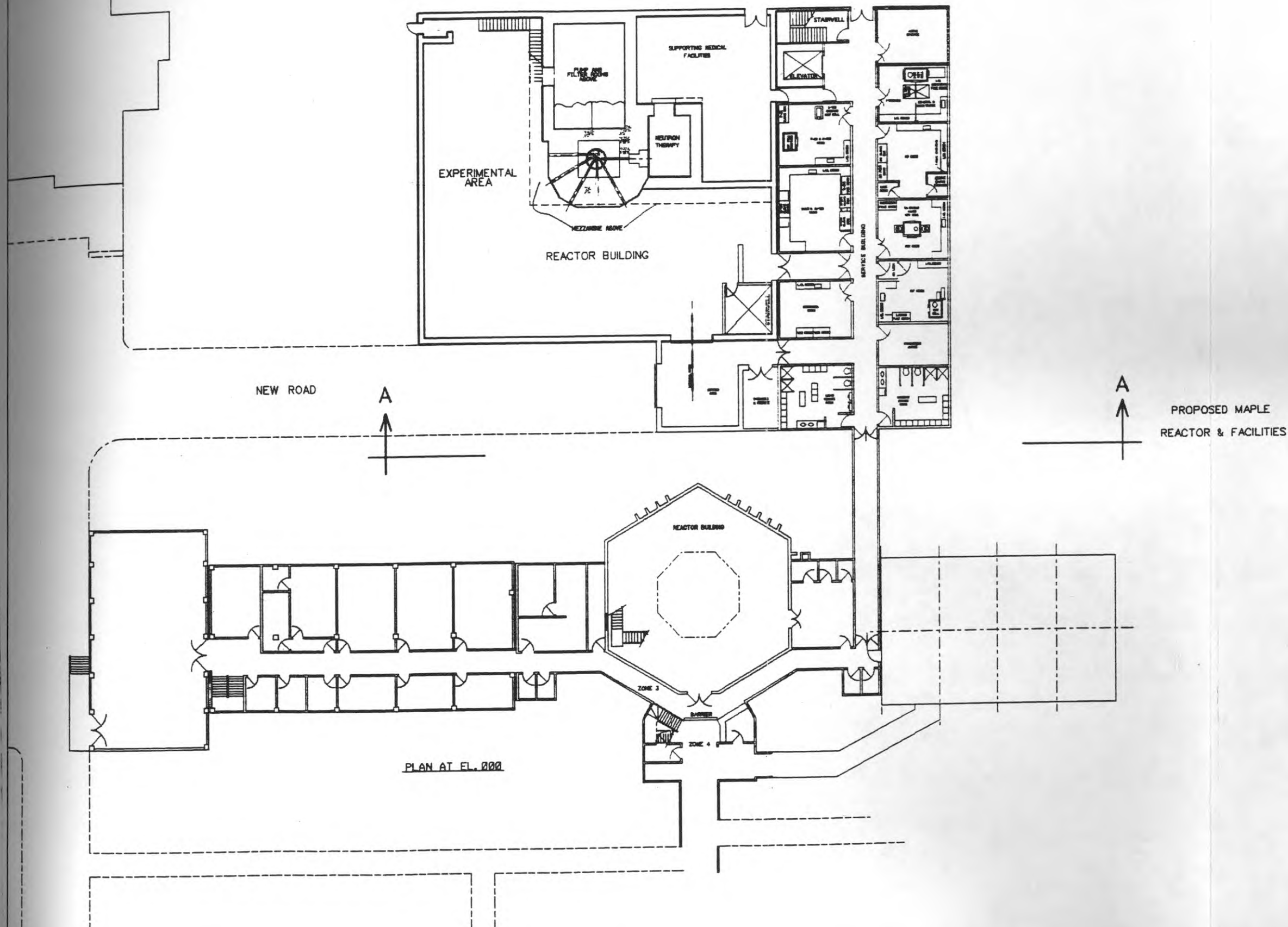
La disposición preliminar de la instalación correspondiente al edificio del Reactor aparece en los siguientes planos :

MC-20000-0036-001-GA-E	Rev. P0	Plano de Terreno MAPLE Colombiano de las Instalaciones MAPLE en Colombia
MC-20000-0037-001-GA-E	Rev. P0	Plano en el Nivel 000
MC-20000-0038-001-GA-0	Rev. P0	Plano en el Nivel 5000
MC-20000-0039-001-GA-0	Rev. P0	Plano en el Nivel 10000
MC-20000-0040-001-GA-0	Rev. P0	Nivel A-A
MC-20000-0042-001-GA-0	Rev. P0	Nivel B-B
MC-20000-0041-001-GA-0	Rev. P0	Nivel C-C

Téngase en cuenta que todos los diagramas son preliminares y están sujetos a los cambios necesarios durante la fase de ingeniería detallada. Las dimensiones y elevaciones mostradas son solamente aproximadas. Es responsabilidad de la Nación-Ministerio de Minas y Energía aconsejar al Contratista acerca de cualquier interferencia en la localización propuesta para el nuevo edificio, con cualquier estructura o instalación existente subterránea o sobre tierra. Si el Contratista incurre en costos adicionales, en desarrollo de la ejecución del Proyecto, debido a la documentación oficialmente entregada por la Nación-Ministerio de Minas y Energía, después de la Fecha Efectiva de este Contrato, que contenga errores y deficiencias, tales costos serán por cuenta de la Nación-Ministerio de Minas y Energía.

FENCE

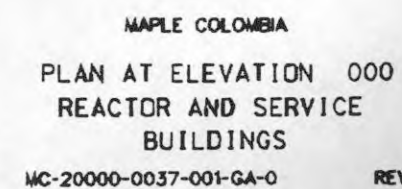
II-3

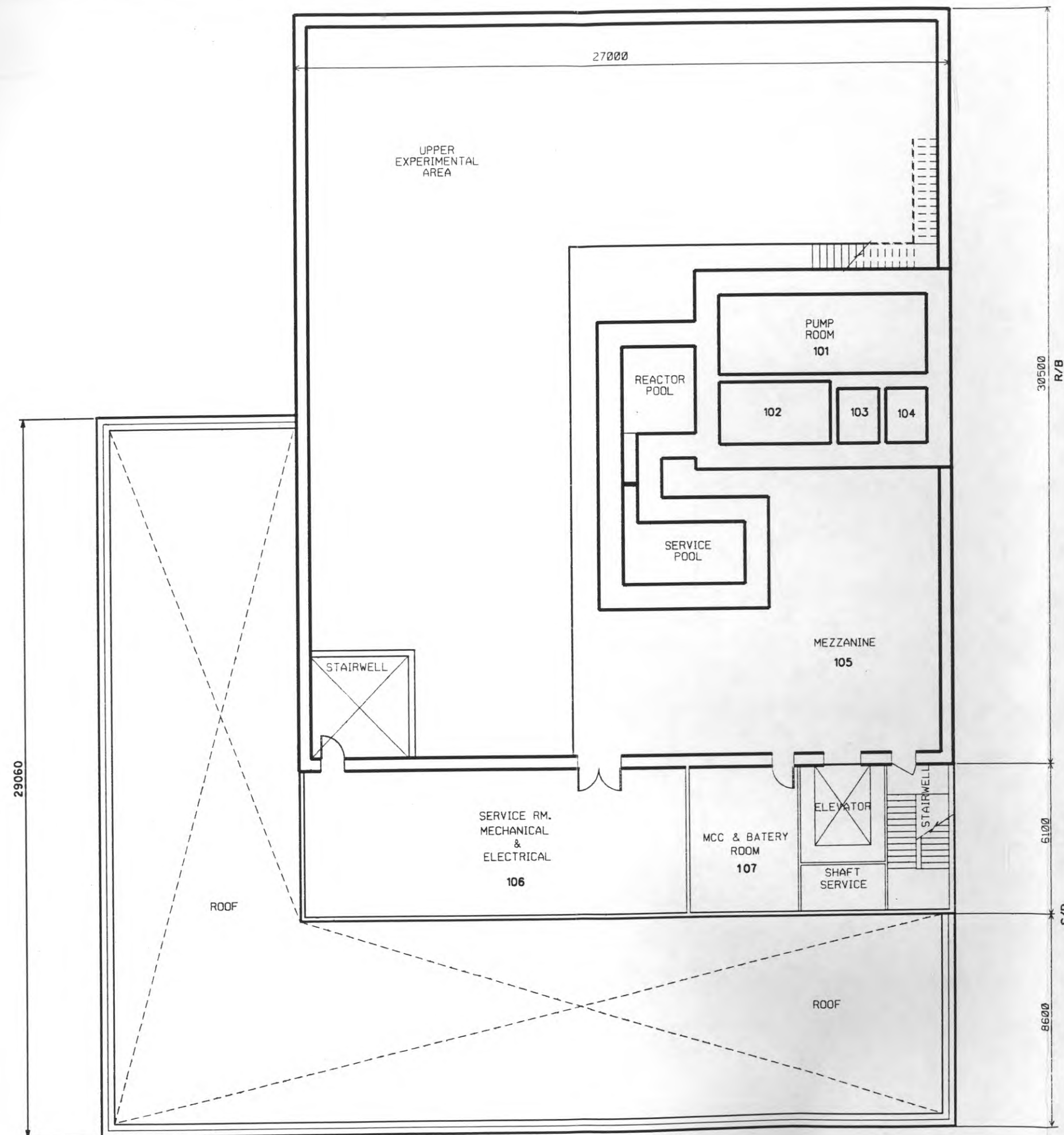


PLOT PLAN OF THE
COLUMBIA MAPLE
FACILITIES

MC-20000-0036-001-GA-0 REV. PO

FILE • 20036



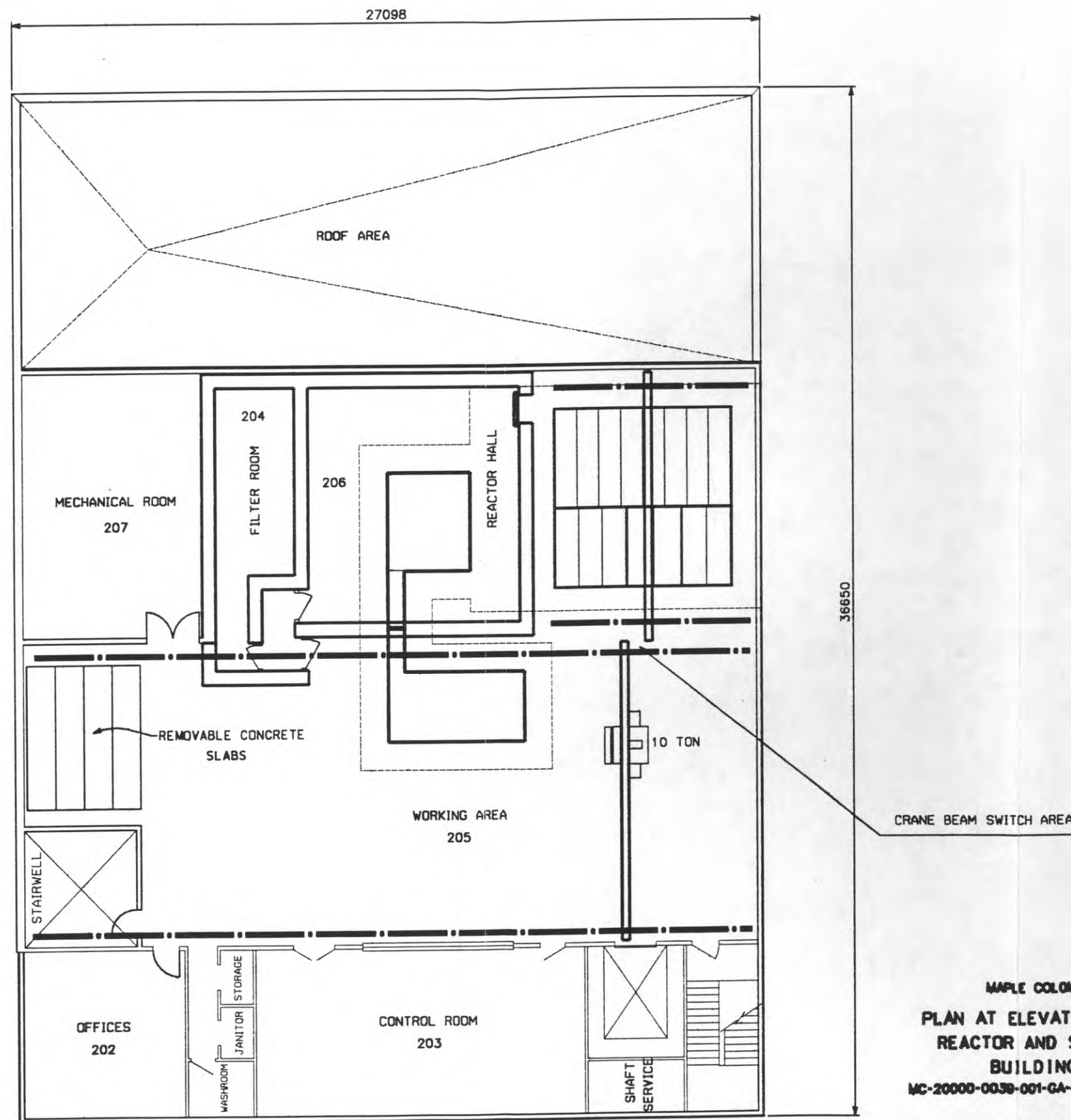


PLAN AT EL. 5000

FILE • 20038
mm

MAPLE COLOMBIA
 PLAN AT ELEVATION 5000
 REACTOR AND SERVICE
 BUILDINGS

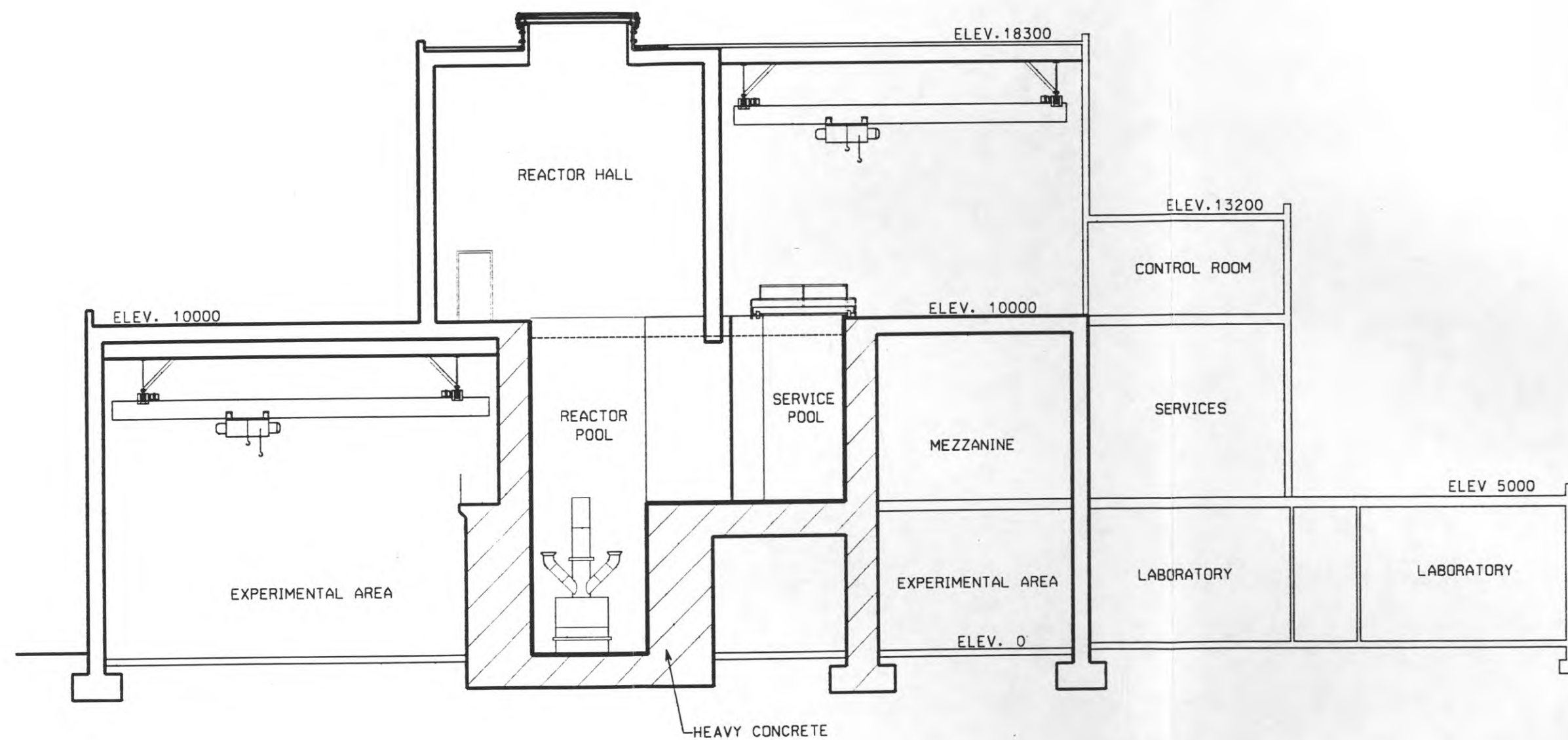
MC-20000-0038-001-GA-0 REV.P0



PLAN AT EL. 10,000

MAPLE COLOMBIA
 PLAN AT ELEVATION 10000
 REACTOR AND SERVICE
 BUILDINGS
 MC-20000-0030-001-GA-0 REV. P0

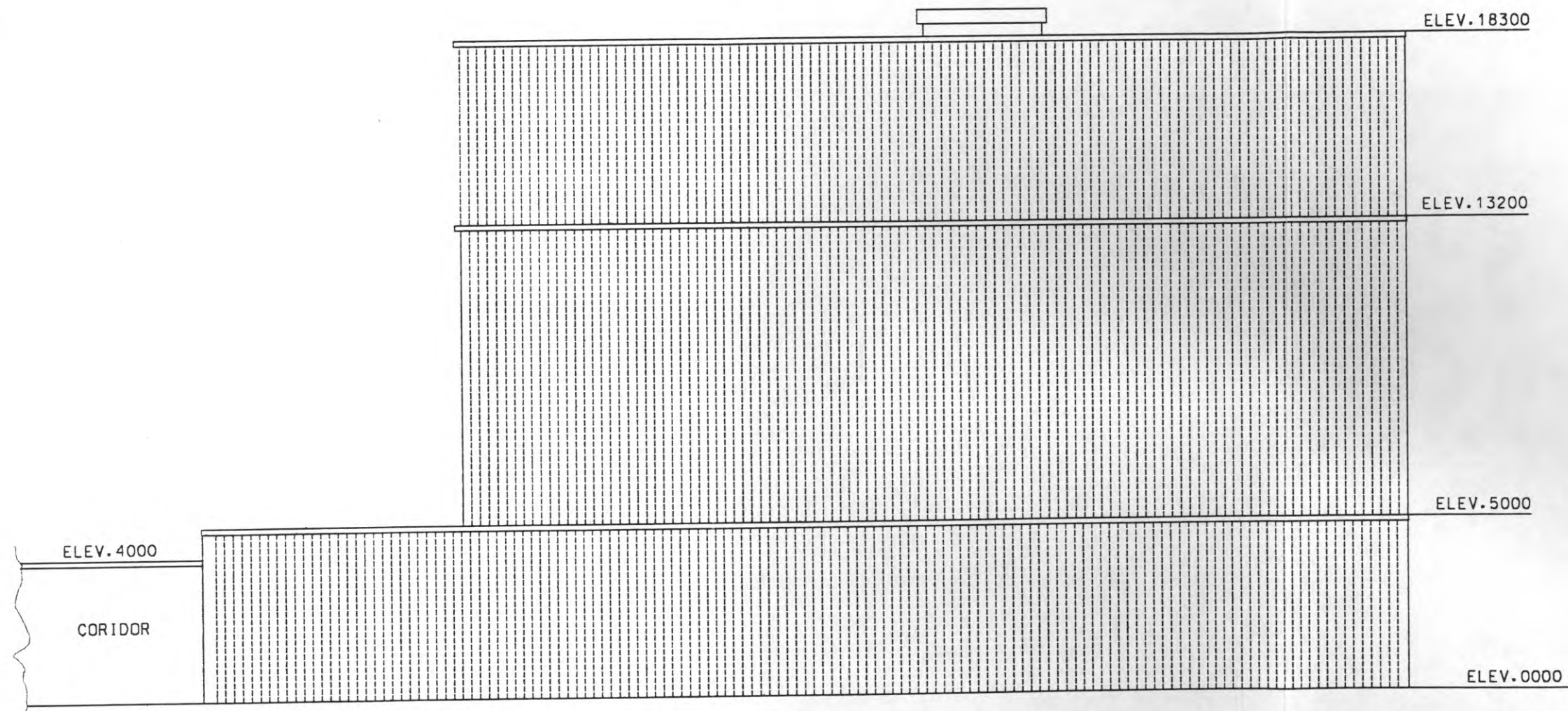
FILE • 20039



SECTION B-B

<p>DATE: 28.02.90</p> <p>BY: ERVIN BECK</p> <p>CHKD: R. BOOTH</p> <p>APPD: L. KACHEF</p>		<p>SCALE: 1/50</p> <p>DATE: 28.02.90</p> <p>BY: ERVIN BECK</p> <p>CHKD: R. BOOTH</p> <p>APPD: L. KACHEF</p>	<p>FILE # 20042</p> <p>SECTION B-B</p>
--	--	---	--

[illegible]



ELEVATION C-C

<p>DATE: 28.02.90</p> <p>BY: J. S. S. S.</p>		<p>SCALE: 1/50</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>	
<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>	
<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>	
<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>		<p>PROJECT: 20041</p> <p>DATE: 28.02.90</p>	

APENDICE III
REACTOR NUCLEAR - SUMINISTROS

(El presente Apéndice III, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited contiene 93 páginas.)

APENDICE III
REACTOR NUCLEAR - SUMINISTROS

- (a) **NUCLEAR**
 - 1.0 Combustible
 - 2.0 Elementos de Irradiación en el núcleo
 - 3.0 Otro Equipo
- (b) **CONJUNTO DE ESTRUCTURA DEL REACTOR**
- (c) **SISTEMAS DE REFRIGERACION**
 - 1.0 Sistema de Refrigeración Primario
 - 2.0 Sistema Reflector de Agua Pesada
 - 3.0 Sistema de Refrigeración Secundario
- (d) **CONTROL E INSTRUMENTACION**
 - 1.0 Sistema de Regulación del Reactor
 - 2.0 Sistema de Protección del Reactor
 - 3.0 Sistema de Protección Radiológica
 - 4.0 Sistemas No Nucleares
 - 5.0 Sistema de Computación
- (e) **BLINDAJE BIOLOGICO**
- (f) **SISTEMAS VARIOS**
 - 1.0 Sistema Neumático
 - 2.0 Sistema de Suministro Eléctrico
 - 3.0 Grúas, Plataformas
 - 3.1 Suministro desde Fuera de Colombia
 - 3.2 Adquisiciones en Colombia
 - 4.0 Ventilación y Aire Acondicionado
 - 4.1 Suministro desde Fuera de Colombia
 - 4.2 Adquisiciones en Colombia
 - 5.0 Protección Contra Incendios
 - 6.0 Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)
 - 7.0 Equipos e Instrumentación para Análisis por Activación Neutrónica con Emisión Gamma Instantánea

(g) REPUESTOS Y MATERIAL DE CONSUMO

Tabla 3.1A	Lista de Equipo para la Instalación del Reactor Nuclear (suministrados por el Contratista del exterior)
Tabla 3.1B	Lista de Equipo para la Instalación del Reactor Nuclear (habrán de adquirirse en Colombia)
Tabla 3.2	Lista Preliminar de Instrumentación (suministrada del exterior)
Tabla 3.3A	Equipos Eléctricos Varios para la Instalación del Reactor Nuclear (habrán de adquirirse en Colombia)
Tabla 3.3B	Equipos Eléctricos Varios para las Instalaciones de Radioisótopos (habrán de adquirirse en Colombia)
Tabla 3.4	Equipo de Obras Civiles para la Instalación del Reactor Nuclear y las Instalaciones de Radioisótopos (habrán de adquirirse en Colombia)
Tabla 3.5	Equipos Mecánicos para la Instalación del Reactor Nuclear (habrán de adquirirse en Colombia)

Figura 3.1 Puesto de Trabajo del Operador

Catálogo del Monitor de Flujo Neutrónico

Catálogo del Computador MOORE

Figura 3.2 Sistema de Transferencia de NAA/DNC

Catálogo del Sistema de Transferencia de Cápsulas

APENDICE III

REACTOR NUCLEAR - SUMINISTROS

Este Apéndice hace una lista del equipo principal suministrado para la instalación del Reactor Nuclear; una lista detallada de equipo se incluye en la Tabla 3.1 al final del Apéndice. Esta lista es preliminar y sujeta a cambios una vez se complete la fase de diseño detallado. La mención de abastecedores determinados no excluye que los equipos puedan ser reemplazados por productos de otros proveedores de calidad equivalente o superior.

(a) **NUCLEAR**1.0 **COMBUSTIBLE**

El Contratista suministrará los siguientes conjuntos combustibles para la carga inicial del Reactor MAPLE :

	Cantidad
Conjuntos combustibles guías (36 elementos)	10
Conjuntos combustibles de control (18 elementos)	6

2.0 **ELEMENTOS DE IRRADIACION EN EL NUCLEO**

Número de elementos :	3
Forma :	Cilíndrica
Tamaño nominal :	Aproximadamente 0.9 metros de largo, 75 mm de diámetro
Material :	Aleación de zirconio recocida y relevada de esfuerzos.

3.0 **OTRO EQUIPO**

- Cantidad de agua pesada : 1750 kg
- Conjunto de elementos de control (ver diagramas anexos MX10-31770-1-1-GA-E y MX10-31700-4-2-GA-E. Tres (3) conjuntos completos, cada uno de los cuales consta de una varilla absorbidora de control, motor de paso, reductor de cambios, guía de bola, codificador de eje, magneto, amortiguador neumático, varilla de extensión, soportes y otros elementos. El elemento absorbedor está hecho de Hafnio, ASTM B 737-84 grado 2 (el zirconio es menos del 4,5%). El tamaño nominal es aproximadamente 72 mm de diámetro externo y 66 mm de diámetro interno. La Sección absorbidora se extiende sobre 600 mm de longitud.
- Conjunto de Varillas de Apagado

Tres (3) conjuntos completos, cada uno conteniendo una varilla de apagado, una bomba con motor eléctrico, un cilindro hidráulico, válvulas de solenoide, varilla de extensión, soportes y otros elementos.

- Un conjunto de herramientas para manejo de combustible, consistente de :

- una (1) herramienta para extremos,
- una (1) herramienta para cargar combustible en contenedores,
- una (1) herramienta para manejo de varillas en la bandeja,
- una (1) herramienta para cargue de isótopos.

- Instrumentación de Encendido

- una (1) fuente de neutrones (californio-252)

(b) **CONJUNTO DE ESTRUCTURA DEL REACTOR**

- Un (1) conjunto completo consistente de tanque para el reflector, tanque de entrada, chimenea, grilla y tubos de flujo hexagonales y cilíndricos.

(c) **SISTEMAS DE REFRIGERACION**

1.0 **SISTEMA DE REFRIGERACION PRIMARIO**

- Un (1) conjunto completo de filtros con recipiente permanente y elementos desechables.
- Un (1) intercambiador térmico de placas con una capacidad nominal de 5 MW. |
- Una (1) columna completa de intercambio iónico con un recipiente permanente/ cartucho con resina, y resina.
- Dos (2) bombas centrífugas con motor eléctrico para el circuito principal. |
- Válvulas (p.ej. : solenoide, bola, globo, retención) necesarias.
- Tubería y aditamentos necesarios.

2.0 **SISTEMA REFLECTOR DE AGUA PESADA**

- Un (1) intercambiador térmico de placas con una capacidad nominal de 150 kW. |
- Una (1) bomba centrífuga con motor eléctrico. |
- Una (1) columna de intercambio iónico, completa con blindaje y resina.
- Un (1) tanque de expansión con una capacidad aproximada de 150 litros. |
- Una (1) estación de muestreo de D₂O con válvulas aisladoras.
- Una (1) estación de llenado de D₂O. |
- Válvulas (p.ej. : globo, bola y aguja) necesarias para estrangulación, aislamiento y muestreo.
- Tubería y aditamentos necesarios.

3.0 SISTEMA DE REFRIGERACION SECUNDARIO

- Dos (2) torres de enfriamiento con una capacidad nominal de 2.5 MW, incluyendo un ventilador integral y una bomba de circulación.
- Dos (2) bombas centrífugas con motor eléctrico para el circuito principal.
- Un (1) conjunto de filtración.
- Válvulas (p.ej. : bola, globo) necesarias para aislar y apagar, estrangular, drenar y de salida.
- Tubería y aditamentos necesarios.
- Un (1) tanque de expansión.

(d) CONTROL E INSTRUMENTACION

1.0 SISTEMA DE REGULACION DEL REACTOR

- Tres (3) controles de motor de paso incluyendo fuentes eléctricas, tarjetas de índice y tarjeta guía.
- Dos (2) detectores de neutrones con amplificadores y comparadores de señal como se muestra en el catálogo de la Gamma-Metrix., incluido al final de este Apéndice.
- Una (1) grabadora.
- Instrumentos estándares de proceso especificados bajo la Sección (d) 4.0 "Sistemas No Nucleares".

2.0 SISTEMA DE PROTECCION DEL REACTOR

Sistema de Parada 1

- Tres (3) detectores de neutrones con amplificadores y comparadores de señal (Gamma-Metrix).
- Instrumentos estándares de proceso como se especifican en la Sección (d) 4.0 "Sistema no nucleares".
- Tres (3) paneles con medidores y anunciadores.

Sistema de Parada 2

- Tres (3) detectores de neutrones con amplificadores y comparadores de señal (Gamma-Metrix).
- Tres (3) paneles con medidores y anunciadores.

3.0 SISTEMA DE PROTECCION RADIOLOGICA

- Cuatro (4) monitores de pies y manos (con una sensibilidad gamma de cerca a 50000 cpm/mR/h para Cs₁₃₇) con sistemas de detección de radiación basados en microprocesador, para suministrar una indicación rápida de exceso de contaminación beta-gamma en las manos y zapatos del personal. Incluye un indicador digital del número de cuentas por minuto y una alarma local audible para indicar niveles de alta actividad.
- Un (1) monitor portátil de tritio en aire (rango: 10-20000 µCi/m³) con batería cerrada recargable de plomo ácido. Consiste primordialmente de una cámara de ionización dual para permitir una compensación gamma eficiente, una trampa para iones, una bomba y un filtro a la entrada del aire.
- Tres (3) detectores gamma (rango : 10, 100, 1000 mR/h). Este monitor de radiación de área mide el nivel de radioactividad gamma y enciende alarmas visuales y audibles cuando la radioactividad exceda un nivel preseleccionado. Esta unidad es semiportátil, consiste de un detector y de un indicador-anunciador.
- Un (1) detector de gases nobles (localizado en la chimenea de ventilación). (Rango a determinar por el Ente regulador.)
- Seis (6) monitores en los tubos de haces. (Rango a determinar.)
- Seis (6) monitores de neutrones en los tubos de haces. (Rango a determinar.)
- Cuatro (4) friskers. (Rango a determinar.)

4.0 SISTEMAS NO NUCLEARES

Instrumentos estándares de proceso se suministrarán para controlar los sistemas descritos en el Apéndice I. Estos se identifican así :

- Paneles locales
- Paneles principales
- Interruptores manuales
- Luces indicadoras
- Instrumentación para medir conductividad
- Instrumentación para medir flujos
- Instrumentación para medir presión
- Indicadores de presión local y de diferencias de presión
- Indicadores de nivel
- Interruptores de posición
- Relés y generadores de funciones
- Válvulas varias, tubería y conectores

Para una lista más detallada de instrumentación, consulte la Tabla 3.2 al final de este Apéndice.

5.0 SISTEMA DE COMPUTACION

El sistema de computación consistirá de lo siguiente : (Note que las referencias a páginas se relacionan al Catálogo MOORE Boletín 3900 incluido al final de este Apéndice. La mención de los equipos MOORE no excluye que estos productos puedan ser reemplazados por otros de calidad equivalente o superior.)

- Una (1) estación para el operador CRT (ref. p. 6) con el teclado para el operador (p. 26). Lo anterior permite disponer de todas las presentaciones mostradas en las páginas 28 y 29 del Catálogo.
- Una (1) impresora linear (p. 12).
- Un (1) controlador multicircuitos (p. 18 y 19) incluyendo todos los tableros de interfase necesarios de entrada-salida y un (1) microterm como repuesto a la estación del operador.
- Un (1) teclado de configuración (p. 10) y una (1) almohadilla de graficación (p. 11).

El sistema anterior será entregado de tal manera que permita modificaciones futuras. La Figura 3.1 muestra un sitio de trabajo típico para el operador.

El sistema de computación será suministrado con la configuración antes descrita y no incluye otros componentes o periféricos que puedan estar descritos en el Catálogo.

El sistema de computación se suministrará con un software completo.

(e) **BLINDAJE BIOLOGICO**

Se suministra blindaje biológico de acuerdo a las necesidades, para reducir la radiación a un nivel aceptable. El criterio de blindaje utilizado para el Reactor MAPLE es 2.5 mR/h en el puente de trabajo (promediado sobre la parte inferior del cuerpo), y sobre los lados (en contacto) del Reactor. El espesor del blindaje necesario dependerá del material utilizado.

1. Para el Reactor mejorado, el blindaje se suministra por una combinación de concreto pesado y concreto de peso normal (actual) en la porción baja, y por concreto pesado para la extensión por encima del nivel de 4 metros, incluyendo las salas para equipo y los paneles removibles.

Para el concreto pesado, se usará un tipo especial de mezcla. Este tipo de mezcla de baritina tiene una gravedad específica global entre 4.4 y 4.6.

2. Revestimiento :

El revestimiento de la piscina consiste en un tanque abierto de acero inoxidable 304 L, cuyas dimensiones son de 3 x 3.5 x 10 metros de altura. La pared tiene un espesor aproximado de 6,5 mm. Las penetraciones para la tubería atraviesan placas reforzadas en la pared del revestimiento.

3. Tubos de Haces y otras Penetraciones :

Se suministrarán las partes empotradas de los seis tubos de haces. A fin de dar cabida a la tubería de proceso, también se proveerán otras penetraciones que atraviesan las paredes blindadas, entre las salas de equipos y la piscina del Reactor.

4. Tapones del Blindaje :

Se suministrarán seis tapones de blindaje simples diseñados para que cuadren con los tubos de haces.

Una lista detallada del equipo de obra civil para la instalación del Reactor se incluye en la Tabla 3.4.

(f) **SISTEMAS VARIOS**1.0 **SISTEMA NEUMATICO**

Se suministrará un nuevo sistema neumático para el Reactor MAPLE, el cual se reproduce en la Figura 3.2 y en el folleto de AECL incluido al final del presente Apéndice. Se instalará en el recinto del Reactor y el laboratorio de NAA, siguiendo la disposición que muestra la Figura 3.2. Los dos tubos de irradiación y los fotodetectores conexos se ubicarán en el Reactor mismo. En la etapa de diseño detallado se determinará la ubicación exacta de las terminales de conteo de neutrones retardados (DNC) del detector Ge. A continuación se describen los principales componentes del nuevo sistema neumático.

Control del Sistema

El sistema está controlado por un computador personal completo, con un teclado completo, un monitor de imagen monocromático y una unidad de disco flexible.

El computador se conecta a varios sitios de entrada/salida que suministran control de componentes mecánicos localizados en el sistema de transferencia tales como desviadores, válvulas de solenoide y fotodetectores.

Todos los datos tales como tiempos de irradiación, decaimiento y conteo, número de muestras, tubo de irradiación a ser utilizado, etc., se ingresan a través del teclado utilizando señales de un programa amigable para el usuario. Todos los datos para un conjunto dado de muestras que serán analizadas se graban en un archivo en disco. Al terminar el conjunto el número de muestras analizadas se graba en el disco y el archivo se cierra.

El sistema se conectará a varios analizadores multicanales y electrónica de conteo mediante el envío de una señal "muestra lista" para indicar que una muestra está al final del detector y el conteo puede empezar.

Cada muestra puede ser analizada automáticamente con tiempos de irradiación, decaimiento y conteo desde un segundo hasta 15 horas en intervalos de un segundo.

Puerto de Cargue Manual de Cápsulas

El puerto de cargue manual de cápsulas permite enviar cápsulas de una en una, por transferencia neumática a cualquiera de dos tubos de irradiación en el Reactor. El puerto de cargue es del tipo auto-cerrado y cargado con un resorte. Puertos de cargue se localizarán tanto en el laboratorio como en la sala del Reactor.

Desviador Neumático de Dos Caminos

El desviador neumático de cápsulas de dos caminos se muestra en el folleto de la AECL y utiliza un mecanismo interruptor de deslizamiento de bloque, para dirigir cápsulas con muestras por dos caminos diferentes. El deslizador de bloque se mueve utilizando un cilindro con aire controlado por un solenoide eléctrico que se opera con una válvula controlada por aire. Las cápsulas pueden pasar en cualquier dirección a través del desviador. Las unidades se construyen en aluminio. El deslizador de bloque utiliza una superficie de sello anillo-O sobre teflón. Cinco desviadores se utilizan en varias combinaciones para dirigir cápsulas con muestras a diferentes sitios de irradiación en el Reactor y una variedad de posición de conteo.

Fotodetector de Cápsulas

Un fotodetector de cápsulas se instalará en la parte superior de cada tubo de irradiación en el Reactor. Señala el paso de cápsulas con muestras y se utiliza para medir el inicio del período de irradiación. Las cápsulas pasan a través del cuerpo de la estructura y son detectadas con un sistema de fotodiodo/LED. El conjunto incluye electrónica para acondicionar la señal preamplificador, fuente de potencia y señal de salida con relé.

También se instalarán fotodetectores antes de cada terminal de detector para anunciar la llegada de la cápsula con la muestra e iniciar el equipo de conteo nuclear. Los fotodetectores también controlarán el sistema de almohada de aire para una llegada lenta de las cápsulas en las terminales de conteo de los detectores.

Terminales de Contaje con Detectores

La terminal del detector Ge utilizado para espectrometría de rayos gamma es una ventana delgada de tipo concéntrico, la longitud de la cual debe especificarse de acuerdo al equipo de conteo utilizado. El material es aluminio tipo 6061 y el espesor de la ventana es de 0.038 cm. Las cápsulas con muestras se localizan permanentemente a 0.178 cm de la ventana.

La terminal de conteo de neutrones retardados posiciona centralmente la cápsula con la muestra en el conjunto de conteo de neutrones retardados (DNC) suministrado por el IAN.

Al finalizar el ciclo de conteo, las cápsulas con las muestras se envían desde las terminales del detector a un contenedor remoto para almacenamiento de cápsulas irradiadas.

Téngase en cuenta que toda la instrumentación de medida y conteo para análisis por activación neutrónica (NAA) y conteo de neutrones retardados (DNC) se suministra por el IAN.

Pin para parar Cápsulas

El pin de parada operado neumáticamente detiene y posiciona la cápsula con la muestra sobre un espectrómetro de rayos gamma para reciclar NAA. Al terminar la medida del reciclado, el pin de parada se saca neumáticamente para permitir el paso de la cápsula al receptor de salida.

Receptor de Cápsulas de Salida

Después del contaje, la cápsula con muestra va al receptor de salida donde se saca manualmente del sistema.

Tubo de Irradiación Normal en el Reactor

Este tubo de irradiación se utiliza para irradiaciones en un flujo de neutrones térmicos. Acepta una cápsula de polietileno de 1.67 cm de diámetro externo y un volumen de 7 cc. En la región del núcleo del Reactor, el diámetro externo de la porción concéntrica del tubo de irradiación es de 1.25" (3.18 cm).

Encima de la región del núcleo, el tubo de transferencia de las cápsulas tiene 0.875" (2.22 cm) de diámetro externo por 0.065" (0.165 cm) de espesor de la pared. El tubo de suministro de aire externo tiene 0.625" (1.58 cm) de diámetro externo por 0.065" (0.165 cm) de espesor de la pared. Todos los materiales son de aluminio tipo 6061.

Tubo de Irradiación en el Reactor Forrado en Cadmio

Este tubo de irradiación se utiliza para irradiaciones en flujo neutrónico hepitérmico. Acepta cápsulas de polietileno de 1.67 cm de diámetro externo con un volumen de 7 cc.

Su diseño es idéntico al del tubo anterior de irradiación normal, excepto que en la región concéntrica del núcleo el tubo de transferencia de cápsulas está forrado con una hoja de cadmio para no permitir el paso de neutrones térmicos al sitio de irradiación. Por lo tanto el diámetro externo de la porción concéntrica del núcleo de este tubo de irradiación es de 1.50" (3.81 cm).

Líneas de Transferencia de Cápsulas

Tanto las líneas de transferencia de cápsulas como las líneas exteriores de aire, utilizadas para suministrar aire que saque las cápsulas con muestras desde los sitios de irradiación, están hechas de tubería flexible de polietileno de 1" (2.54 cm) de diámetro externo por 0.093" (0.236 cm) de espesor de la pared.

La interfase entre la tubería de transferencia en polietileno flexible y el tubo de irradiación de aluminio en el Reactor se hace en el fotodetector.

Conjunto Filtro/Regulador de Aire a Presión

En cada lugar del edificio donde se suministra aire comprimido, se instalará un conjunto de filtro/regulador de la presión de aire. El conjunto comprende un filtro de 1/2" NPT seguido de un regulador de presión de 1/2" NPT (0-125 psig) completo, con un medidor de presión para regular la presión del aire utilizado para la transferencia de las cápsulas. Además, en paralelo, se encuentra otro regulador de presión de 1/4" NPT (0-125 psig) completo, con medidor de presión para mover las válvulas de control de transferencia de las cápsulas. Las válvulas de control se operan con solenoides eléctricos y con aire a presión.

El suministro de aire comprimido es responsabilidad del IAN. El sistema requerido es de al menos 4.0 SCFM a 60 psig de aire comprimido. Un tanque de aire de balasto de capacidad mínima de 30 galones (114 litros) se necesita.

Filtro de Aire de Salida

Todo el aire utilizado para transferir cápsulas con muestras al Reactor, así como el aire utilizado para sacar las cápsulas de los sitios de irradiación, se suelta al tubo de salida activo del edificio a través de un conjunto suministrado de filtros HEPA.

2.0 SISTEMA DE SUMINISTRO ELECTRICO

- Un (1) centro de control de motores de 480 voltios, 600 amperios, 3 fases y 4 cables de acuerdo con el diagrama lineal simple.
- Un (1) centro de control de motores de 4,16 kV, de acuerdo con el diagrama lineal simple.
- Una (1) fuente de electricidad ininterrumpida de 8 kVA, 120 voltios AC, 1 fase.
- Una (1) fuente de electricidad ininterrumpida de 3 kVA, 120 voltios AC, 1 fase.
- Cuatro (4) rectificadores (dobles).
- Cuatro (4) paneles de distribución eléctrica completos con interruptores de circuito de entrada, transformador 480-208/120 voltios, 36 circuitos, interruptores de circuito de 15 amperios.
- Transformador tipo seco de 300 kVA, 4.16 kV/480 V, 60 ciclos (el tamaño será determinado después de finalizar el diseño).
- Equipo eléctrico vario de acuerdo a la lista de la Tabla 3.3A y 3.3B de este Apéndice.

3.0 GRUAS, PLATAFORMAS

3.1 SUMINISTROS DE FUERA DE COLOMBIA

- Tres (3) grúas de pórtico de diez (10) toneladas.
- Tres (3) tornos izadores de diez (10) toneladas.

3.2 ADQUISICIONES EN COLOMBIA

- Plataformas para equipo de instrumentación, bombas, válvulas.
- Escaleras y puentes metálicos.
- Un (1) puente para la superficie de la piscina.

En la Tabla 3.5 se encontrará una lista más detallada de los equipos mecánicos requeridos para la instalación del Reactor.

4.0 VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO

4.1 SUMINISTRO DESDE FUERA DE COLOMBIA

- Conjuntos de filtros conteniendo filtros HEPA, de carbón y ásperos necesarios para remover partículas de polvo y contaminadas del aire descargado.

4.2 ADQUISICIONES EN COLOMBIA

- Una (1) unidad completa de manejo de aire con un ventilador de suministro, resistencia de enfriamiento y un filtro áspero para servir al área de radioisótopos.
- Dos (2) unidades completas de manejo de aire, con un ventilador de suministro y un filtro áspero para servir al edificio del Reactor y de servicio.
- Una (1) unidad completa de aire acondicionado autocontenida, con un ventilador de suministro/retorno, resistencia de enfriamiento y un filtro áspero, para servir a la sala de control.
- Seis (6) ventiladores de salida de un tamaño tal que permitan extraer aire de las celdas calientes, campanas extractoras y diferentes salones en los edificios del Reactor y de radioisótopos.
- Una (1) chimenea de salida en acero, para dispersar aire potencialmente activo.
- Una (1) persiana de regulación manual y automática de acuerdo a las necesidades de balance en el sistema de aire y para actuar como un instrumento de aislamiento.
- Tuberías de acuerdo a los diseños para servir todas las áreas ventiladas.
- Persianas, aspiradoras y equipo misceláneo utilizado en sistemas convencionales de manejo de aire.

5.0 PROTECCION CONTRA INCENDIOS

- Veinticuatro (24) extinguidores de incendio portátiles del tipo y capacidad requeridos por los códigos y normas locales.
- Diez (10) gabinetes de manguera contra incendios, cada uno con cerradura, puerta de vidrio, válvulas, conectores y una manguera contra incendios de 30 metros de longitud y 1 pulgada de diámetro.
- Veinticuatro (24) detectores de humo conectados a los sistemas de alarma audibles contra incendios.
- Dos (2) sistemas de hidrantes conectados al sistema de suministro público de agua para conexión por parte de los bomberos.

6.0 SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION (CCTV)

- Pantalla en blanco y negro de 30 cm con 700 líneas de resolución.
- Cámara de alta resolución y lente de ángulo amplio montada sobre base giratoria.

- Sistema CCTV para operar en humedad de hasta un 90% y un rango de temperaturas entre 0°C y 40°C.

7.0 EQUIPOS E INSTRUMENTACION PARA ANALISIS POR ACTIVACION NEUTRONICA CON EMISION GAMMA INSTANTANEA

Un (1) espectrómetro coaxil Ge(Li) para la detección de la emisión gamma instantánea que caracteriza el análisis in situ en el campo de la investigación biomédica in vivo e in vitro. El sistema comprenderá los siguientes elementos :

- Un (1) espectrómetro coaxil Ge(Li)
- Una (1) conexión de canales múltiples
- Un (1) computador personal IBM o equivalente para conectarse con un analizador de canales múltiples (MCA)
- Un (1) juego de tableros apropiados para convertidores analógicos/numéricos

Un (1) espectrómetro coaxil Ge(Li) para la detección de la emisión gamma instantánea que caracteriza el análisis in situ de componentes industriales (álabes de turbina, etc.). El sistema comprenderá los siguientes elementos :

- Un (1) espectrómetro coaxil Ge(Li)
- Una (1) conexión de canales múltiples
- Un (1) computador personal IBM o equivalente para conectarse con un analizador de canales múltiples (MCA)
- Un (1) juego de tableros apropiados para convertidores analógicos/numéricos

(g) REPUESTOS Y MATERIAL DE CONSUMO

- Combustibles y elementos combustibles
 - . Ocho (8) conjuntos guía (conjuntos de 36 varillas combustibles)
 - . Ocho (8) conjuntos de control-reactividad (conjuntos de 18 varillas combustibles)
 - . Un (1) elemento para irradiación en núcleo
 - . Un (1) vaso de flujo.

Sistema de Procesamiento de Agua Pesada del Reflector

- . Dos (2) empaques de nitrilo para el intercambiador de calor
- . Un (1) conjunto de sellos de bomba para la bomba principal
- . Cuatro (4) empaques para la columna de intercambio iónico
- . Ocho (8) cartuchos de resina
- . Dos (2) sellos y un (1) empaque para cada tamaño de válvulas de bola
- . Un (1) conjunto de empaques del vástago para cada tamaño de válvulas de globo
- . Una (1) válvula completa de repuesto para cada tamaño de válvula pequeña
- . 150 kg de agua pesada
- . Diez (10) deshidratantes gel de sílice para cambio de color, para el tanque de expansión.

Sistema Primario de Refrigeración

- . Cuatro (4) elementos desechables para el filtro
- . Dos (2) empaques de nitrilo para el intercambiador de calor
- . Cuatro (4) empaques para el intercambiador iónico
- . Ocho (8) cartuchos de resina
- . Dos (2) conjuntos de sellos de bomba para la bomba principal
- . Dos (2) conjuntos de empaques para la bomba principal
- . Dos (2) sellos y un (1) empaque para cada tamaño de válvulas de bola
- . Un (1) conjunto de empaque del vástago para cada tamaño de válvulas de globo
- . Una (1) válvula completa de repuesto para cada tamaño de válvula pequeña.

Sistema Secundario de Refrigeración

- . Dos (2) válvulas de flotador, dos (2) sellos de bomba y dos (2) correas de ventilador para las torres de evaporación
- . Dos (2) conjuntos de sellos de bomba para la bomba principal
- . Cuatro (4) elementos desechables de filtro para la unidad de purificación
- . Dos (2) sellos y un (1) empaque para cada tamaño de válvula de bola
- . Un (1) conjunto de empaques del vástago para cada tamaño de válvulas de globo
- . Una (1) válvula completa de repuesto para cada tamaño de válvula pequeña.

Instrumentación y Control

- . Un (1) motor de paso y codificador
- . Una (1) tarjeta de conteo y comparador
- . Una (1) fuente de potencia de 12 V
- . Una (1) fuente de potencia de 5 V
- . Una (1) fuente de potencia de 48 V
- . Una (1) tarjeta de mando
- . Una (1) tarjeta de índice

Un (1) canal completo : detector de neutrones, amplificador y comparador de señal con :

- . un (1) ensamblaje del tablero matriz del amplificador
- . un (1) ensamblaje preamplificador
- . un (1) ensamblaje discriminador
- . un (1) ensamblaje del discriminador y filtro pasa-banda
- . un (1) ensamblaje del amplificador lineal, pruebas, fallas y dispositivo de control
- . dos (2) fuentes de potencia + 15 V DC
- . una (1) fuente de potencia 10-2000 V DC
- . un (1) ensamblaje de reserva
- . un (1) ensamblaje del generador de pruebas
- . un (1) ensamblaje del contador logarítmico y de rata
- . un (1) ensamblaje del amplificador logarítmico rata e información
- . un (1) ensamblaje de mando del "display"
- . una (1) fuente de potencia de 250 V DC
- . aisladores
- . un (1) disyuntor de circuito, 2 A.

Para todos los demás equipos de instrumentación y control se suministrará el 10 por ciento (en cantidad) de componentes idénticos o un componente de repuesto para componentes idénticos (el que sea mayor). Estos componentes incluyen :

- . relés
- . RTDs
- . tablero electrónico de los transmisores de presión diferencial
- . termocuplas
- . indicadores de presión
- . transmisores
- . indicadores.

- Sistema del Computador

- . Una (1) tarjeta de salida 16-canales
- . Dos (2) controladores de base A/D
- . Dos (2) expandidores de alto nivel
- . Un (1) tablero del panel terminal
- . Un (1) módulo de salida AC
- . Un (1) "microbuffer"
- . Un (1) teclado operador
- . Un (1) ensamblaje de guía de disco histórico
- . Un (1) ensamblaje de guía del disco de configuración
- . Una (1) tarjeta estado/reloj
- . Una (1) tarjeta RAM de 32 kb
- . Un (1) tablero "bus" entrada/"fase"
- . Un (1) temporizador redundante de vigilancia
- . Un (1) ensamblaje de potencia E/S
- . Un (1) TIF de entrada discreta
- . Un (1) tablero ditif
- . Dos (2) entradas discretas de contacto : 12 canales, 24 V DC
- . Una (1) fuente de potencia
- . Un (1) sistema de operación del disco
- . Dos (2) computadores de enlace de datos multiloop
- . Dos (2) computadores de enlace de datos de consola

- . Un (1) computador para el sistema
- . Un (1) computador de carga de datos
- . Un (1) computador algoritmo No 1
- . Un (1) computador algoritmo No 2
- . Un (1) computador ICI 3 VXA
- . Un (1) video con.
- . Un (1) director
- . Una (1) tarjeta acon. señal 0/1 V DC a 0/10 V DC
- . Una (1) tarjeta acon. señal 0/1 V DC a 0/100 V DC
- . Una (1) tarjeta acon. señal $\pm 1,0$ V DC a $\pm 10,0$ V DC
- . Dos (2) tarjetas acon. señal tipo K T/C nor. span
- . Dos (2) tarjetas acon. señal tipo T T/C nor. span
- . Una (1) tarjeta de extensión de conexiones
- . Dos (2) contenedores de tarjeta con fuentes de potencia
- . Una (1) fuente de potencia
- . Un (1) tablero video E/S
- . Una (1) RAM de 96 K
- . Dos (2) tarjetas de salida discreta, 12 canales
- . Un (1) ensamblaje CRT (Aydin)
- . Un (1) tablero ditif.

- Sistema de Servicio Eléctrico

- . Un (1) starter de cada tamaño como se muestra en el diagrama unifilar
- . Cinco (5) disyuntores de circuito de 15 A para el panel de distribución de potencia
- . Dos (2) fusibles para cada valor como se muestra en el diagrama unifilar.

- Sistema Neumático

- . Un (1) conjunto fotodetector
- . Un (1) relé de estado sólido
- . Variedad de chips de circuito integrado
- . Un (1) conjunto de sellos tipo O para un desviador y lubricante de silicona para el mantenimiento.

Las partes de repuesto antes descritas se consideran adecuadas para la operación de los equipos durante varios años.

TABLA 3.1A
LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION
DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
31000	Tubos cilíndricos de flujo	6
31000	Tubos hexagonales de flujo	13
31200	Tanque del reflector	1
31200	Chimenea	1
31200	Ensamblaje de entrada	1
31200	Ensamblaje de la grilla	1
31200	Vasos de flujo	19
31200	Bandejas en Reactor	10
31700	Elementos absorbedores CA	3
31700	Mecanismos de mando CA	3
31700	Bastidores de soporte CA	3
31700	Elemento absorbedor SO	3
31700	Mecanismos de mando SO	3
31700	Bastidores de soporte SO	3
31800	Tubos de Haces	6
31900	Partes principales ensamble NDH	4
31900	Partes varias NDH	4
31900	Par de soporte instalación NDH	4
31900	Bastidores de soporte NDH	4
31900	Subensamble soporte barra NDH	4
32100	Bomba de circulación	1
32100	Intercambiador de calor	1
32100	Tanque de expansión	1
32100	Estación de muestreo de D ₂ O	1
32100	Filtro	1
32100	Estación de llenado	1
32100	Válvulas de aguja, 1/4" 150 LB, SS	4
32100	Válvulas de globo, 3/4" 150 LB, SS	3
32100	Válvulas de bola, 2" 150 LB, SS	2
32100	Válvula de aguja, 3/4" 150 LB, SS	3
32100	Válvula de globo, 2" 150 LB, SS	1
32100	Válvula de bola, 1/2" 150 LB, SS	8
32100	Manija de extensión para V-403	1
32100	Válvula de globo, 1/2" 150 LB, SS	1
32100	Válvula de aguja, 1/4"	1
32100	Discos de seguridad	1
32200	Intercambio de ion	1
32200	Válvula de bola, 1/2" 150 LB, SS	3
32200	Válvula de bola, 3/4" 150 LB, SS	2
32200	Válvula de bola, 1/3" 150 LB, SS	1
32200	Válvula de aguja, 1/4" 150, LB SS	2
32200	Planilla de especificación 549-1	5
32200	Válvula de globo, 1/2" 150 LB, SS	6
33100	Bomba y motor #1	1
33100	Bomba y motor #2	1
33100	Intercambiador de calor Alfa Laval	1
33100	Bomba 375 USGPM, P-1	1
33100	Válvula de globo, 3/4" 150 LB, SS	3

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
33100	Válvula de globo, 1/2" 150 LB, SS	12
33100	Válvula de globo, 2" 150 LB, SS	1
33100	Válvula de bola, 4" 150 LB, SS	1
33100	Válvula de bola, 1 1/2" 150 LB, SS	1
33100	Válvula de bola, 2" 150 LB, SS	2
33100	Válvula de bola, 3/4" 150 LB, SS	3
33100	Manijas de extensión	1
33100	Aditamentos	lot
33100	Tubería 3", SCH 40, SS	50 ft
33100	Tubería 4", SCH 40, SS	50 ft
33100	Soportes de tubería	17
33100	Tubo 1 1/2", SCH A312TP304L	40 ft
33100	Tubo 2", SCH 40 A312TP304L	120 ft
33100	Tubo 3", SCH A312TP304L	20 ft
33100	Tubo 3/4", SCH A312TP304L	20 ft
33100	Tubo 12", SCH 40 A312 TP304L	20 ft
33100	Tubo 10", SCH 40 A312TP304L	65 ft
33100	Tubo 8", SCH 40 A312TP304L	20 ft
33100	Brida 8", 150 LB, RF WN	2
33100	Brida 12", 150 LB, RF WN	8
33100	Brida 10", 150 LB, RF WN	14
33100	Brida 3", 150 LB, RF WN	2
33100	Tubo acodado 3/4", 3000 LB, SW 90°	2
33100	Tubo acodado 1 1/2", SCH 40, 90°	5
33100	Tubo acodado 2", SCH 40, 90°	17
33100	Tubo acodado 3", SCH 40, 90°	2
33100	Tubo acodado 8", SCH 40, 90°	4
33100	Tubo acodado 10", SCH 40, 90°	8
33100	Tubo acodado 12", SCH 40, 90°	5
33100	Tubo acodado 3", SCH 40, 45°	2
33100	Tubo acodado 10", SCH 40, 45°	1
33100	Tubo en T 3", SCH 40, BW	1
33100	Tubo en T 10", SCH 40, BW	1
33100	Tubo en T 12", SCH 40, BW	2
33100	Tubo en T 3/4", 3000 LB, SW	2
33100	12" x 8" SCH 40 CON RED	2
33100	SKLT 12" x 3/4" NPT 3000	5
33100	SKLT 10" x 3/4" NPT 3000	3
33100	WLDT 10" x 3" SCH 40S P	1
33100	Cubo Grayloc 8", SCH 40	4
33100	Cubo Grayloc 10", SCH 40	2
33100	Acero inoxidable sin revestimiento, 82 316	4
33100	Acero inoxidable sin revestimiento, 102 316	2
33100	Pernos prisioneros CLMP 8,SS	1
33100	Pernos prisioneros CLMP 10,SS	1
33100	Pernos 3/4" 10UNC 4 1/2	24
33100	Pernos 7/8" 9UNC 8 LC	72
33100	Pernos 7/8" 9UNC 4 1/2	96

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
33100	Tuercas hexagonales, 3/4" 10UNC	48
33100	Tuercas hexagonales, 7/8" 9UNC	336
33100	Tuercas hexagonales, 1" 8UNC	24
33100	Empaque flexible CG-	2
33100	Empaque flexible CC-1S	8
33100	Empaque flexible CG-1R	12
33100	Empaque flexible CG-1T	3
33100	Empaque flexible CG-3J	2
33100	Tubo STANC SADDL-12	2
33100	Tubo STANC SADDL-10	2
33100	Tubo STD FIG 124 - 6"	1
33100	Tubo STD FIG 124 - 1 1/2"	1
33200	Válvula de aguja, 1/4" 150 LB, SS	2
33200	Válvula de aguja, 3/8" 150 LB, SS	10
33200	Válvula de aguja, 1/2" 150 LB, SS	21
33200	Válvula de bola, 1/2" 150 LB, SS	34
33200	Válvula de bola, 3/4" 150 LB, SS	4
33200	Válvula de bola, 2" 150 LB, SS	24
33200	Válvula de bola, 1 1/2" 150, LB	16
33200	Válvula de globo, 1" 150 LB, SS	2
33200	Válvula de globo, 2" 150 LB, SS	1
33200	Válvula de globo, 1" 150 LB, SS	3
33200	Válvula de globo, 2" 150 LB, SS	3
33200	Válvula de bola, 1" 150 LB, SS	21
33200	Tensor - 1 1/2"	1
33200	Tensor - 2"	4
33200	Sightflow - 1.5 Bwends	3
33200	Resina de intercambio iónico D650C-CAT	8
33200	Resina de intercambio iónico D550A-ONI	8
33200	Filtro, modelo Rosedale	2
33200	Sacos de filtro, modelo Rosedale	2
33200	Insp and Clean G-1 Salva	1
33200	Tubo 3/8", ASTM A312	16 ft
33200	Tubo 1/2", ASTM A312	720 ft
33200	Tubo 1", ASTM A312	120 ft
33200	Tubo 1 1/2", ASTM A312	130 ft
33200	Tubo 2", ASTM A312	500 ft
33200	Tubo acodado 1/2", ASTM A182	115
33200	Tubo acodado 1", ASTM A182	30
33200	Tubo acodado 1 1/2", ASTM A182	25
33200	Tubo acodado 2", ASTM A182	80
33200	Brida 1/2", ASTM A182	16
33200	Brida 1 1/2", ASTM A182	12
33200	Brida 2", ASTM A182	32
33200	Brida 3", ASTM A182	4
33200	Reductor de velocidad 1/2" x 1/4"	4
33200	Reductor de velocidad 1/2" x 3/8"	4
33200	Reductor de velocidad 1 1/2" x 1"	10

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
33200	Reductor de velocidad 2" x 1 1/2"	8
33200	WELDOLET 1/2" - 2"	10
33200	Tubo en T, 2" x 2" x 2"	22
33200	Tubo en T, 2" x 2" x 1 1/2"	10
33200	Tubo en T, 2" x 2" x 1"	5
33200	Tubo en T, 2" x 2" x 1"	20
33200	Tubo en T, 1.5" x 1.5" x 1.5"	6
33200	Tubo en T, 1.5" x 1.5" x 1"	16
33200	Tubo en T, 1.5" x 1.5" x 1.5"	14
33200	Tubo en T, 1" x 1" x 1"	9
33200	Tubo en T, 1" x 1" x 1/2"	3
33200	Empaque flexible 1/2"	16
33200	Empaque flexible 1 1/2"	12
33200	Empaque flexible 2"	32
33200	Empaque flexible 3"	4
33200	Enganche Hansen 1 1/2"	4
33200	Enganche Hansen 1 1/2"	5
33200	Enganche Hansen 1"	6
33200	Enganche Hansen 1"	6
33200	Manga y aditamentos 1"	10
33200	Manga y aditamentos 1"	12
33200	Manga y aditamentos 1"	13
33200	Manga y aditamentos 1.5"	9
33200	Manga y aditamentos 1.5"	9
33200	Manga y aditamentos 1.5"	16
33200	Manga y aditamentos 1.5"	13
33200	Pernos 1/2 - 13 x 2 3/4L	112
33200	Tuercas 1/2	224
33200	Pernos 5/8 11 x 3LG	144
33200	Tuercas 5/8	288
33200	Tubo 2", ASTM A312	130 ft
33200	Tubo 3/4", ASTM A312	130 ft
33200	Tubo 1", ASTM A312	260 ft
33200	Tubo 1 1/2", ASTM A312	32 ft
33200	Tubo 2", ASTM A312	55
33200	Tubo acodado 1/2" - 90° SW ASTM	10
33200	Tubo acodado 3/4" - 90° SW ASTM	26
33200	Tubo acodado 1" - 90° BW ASTM	18
33200	Tubo acodado 1.5" - 90° BW ASTM	10
33200	Tubo acodado 2" - 90° BW ASTM	8
33200	Brida 1/2", 304L	6
33200	Brida 3/4", 304L	6
33200	Brida 1", ASTM A182	24
33200	Brida 1.5", ASTM A182	5
33200	Brida 2", ASTM A182	14
33200	Brida 3", ASTM A182	2
33200	Reductor de velocidad 1.5" x 1" ASTM	4
33200	Reductor de velocidad 3" x 3/4" ASTM	2

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
33200	Reductor de velocidad, 1" x 3/4" ASTM	3
33200	Reductor de velocidad, 2" x 1" ASTM	6
33200	Tensor 1" BW ENDS	2
33200	Tubo en T, 3/4" x 3/4" x 3/4" ASTM	6
33200	Tubo en T, 3/4" x 3/4" x 1/2" ASTM	4
33200	Tubo en T, 1" x 1" x 1" A403	8
33200	Tubo en T, 1" x 1" x 3/4" ASTM	4
33200	Tubo en T, 2" x 2" x 2" ASTM A403	2
33200	Perno 1/2 - 13" x 2 3/4"	20
33200	Tuerca 1/2 ASTM A193	40
33200	Perno 5/8 - 11" x 3 1/2"	64
33200	Tuerca 5/8" ASTM A194	128
33200	Brida 8", 150 BLND	2
33200	Tubería sin soldadura 6", SCH 40	3
33200	Brida de autógena 6", 150 RF	2
33200	2" SCH 40 BW CAP	2
33200	Cubo para soldar 1/4" 3000	2
33200	Brida 6" 150 BLND	2
33200	Espárrago - 3/4 UNC x 10LG	8
33200	Espárrago - 3/4 UNC x 4LG	24
33200	CÓMPR SPRING B-1508	2
33200	Anillo-O Parker 2-443	2
33200	Anillo-O Parker 2-428	2
33200	Bar 6" D x 8" L	1
33200	Placa 1/2" - 4 sft	1
33200	Placa 3/8 x 8 x 7"	2
33200	Lamina perforada - 50% OPEN	1
33200	STORES MAT'L MISC	1
33200	Tubería 1 1/2", SCH 40, SS	200 ft
33200	Tubería, 1", SCH 40, SS	50 ft
34000	Bomba y motor	1
35100	Herramientas para manejo del combustible	4
35200	Banco de trabajo	1
35300	Herramientas para irradiación	varias
35400	Bastidores para almacenamiento del combustible	varias
35900	Elevador de la piscina del Reactor	1
37000	Módulos de zirconio	3
37100	Ensamblajes combustibles - 18 elementos - carga inicial	6
37100	Ensamblajes combustibles - 36 elementos - carga inicial	10
38000	Agua pesada	1750 kg
46000	Controlador del sistema	1
46000	Puerto de cargue manual de cápsulas	2
46000	Desviador neumático de dos caminos	5
46000	Fotodetector de cápsulas	5
46000	Terminales de contaje en detectores	2
46000	Pin de parada de cápsulas	1
46000	Receptor de salida de cápsulas	1
46000	Tubo de irradiación normal en el Reactor	1

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
46000	Tubo de irradiación en el Reactor forrado de cadmio	1
46000	Líneas de transferencia de cápsulas	varias
46000	Ensamble de filtro para el aire de salida	1
46000	Microcomputador controlador	1
46000	Cápsulas externas de 7 cc	2000
46000	Cápsulas internas de 1,5 cc	2000
54000	Centro de control de motores, 480 V/600A	1
54000	Centro de control de motores, 4.16 KV	1
55000	Interrupido de potencia (UPS), 3 KVA	1
55000	Interrupido de potencia (UPS), 8 KVA	1
55000	Paneles centrales de distribución de potencia	4
55000	Transformador tipo seco de 300 KVA	1
55000	24 VDC (dual)	4
63200	Materiales de soporte	varios
63200	Válvula tipo solenoide, 3/8", 3 vías	1
63300	Materiales de soporte	varios
63300	Válvula tipo solenoide, 1", SV-32	1
66100	Paneles	1
66400	Configuración análoga	1
66400	Terminal análoga de entrada	3
66400	Aislamiento análogo de 8 canales	1
66400	Basa análoga de salida de 16 canales	2
66400	Expansión análoga de salida de 16 canales	2
66400	Estación básica CRT (monitor a color)	1
66400	Tarjeta-reloj del "bus" analizador	1
66400	Configuración del calculo	1
66400	Impresora de línea	1
66400	Panel de teclado	1
66400	Configuración discreta de bit	1
66400	Configuración discreta	1
66400	Configuración de entrada discreta de 12 canales	40
66400	Base de entrada discreta de 24 puntos c/u	3
66400	Extensión de entrada discreta, 24 puntos c/u	5
66400	Base de salida discreta de 48 puntos	2
66400	Relevo de salida discreta	2
66400	Estado sólido discreto de salida DC	2
66400	Conjunto de limpieza de la unidad de manejo de disco	2
66400	Cable de extensión, 90"	2
66400	Generador de gráficos	1
66400	Carta de símbolos gráficos	2
66400	Tableta de modo gráfico	1
66400	Cable de alto nivel de datos	60
66400	Papel para impresora de línea 390L1	2
66400	Estación modular de consola	1
66400	Pedestal modular	1
66400	Unidad de disco portátil "Mycroterm"	1
66400	Configuración "Overview/Group"	1
66400	Impresora portable de línea y funda	1

TABLA 3.1A - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Suministrados por el Contratista del exterior)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
	"Mycroterm" portátil y funda	1
66400	Cinta para impresora 390L1	2
66400	Cantidad de 10 unidades de diskettes de 8"	2
66400	Tarjeta de base de entrada de alto nivel rojo 1-5 VDC	3
66400	Tarjeta de base de entrada de alto nivel rojo 4-20 mA	2
66400	Tarjeta de ampliación de entrada de alto nivel rojo 1-5 VDC	2
66400	Tarjeta de ampliación de entrada de alto nivel rojo 4-20 mA	3
66400	Tablero de condición de señal roja de entrada	2
66400	Tablero de condición de señal roja de expansión de entrada	2
66400	Redundancia MLC	1
66400	RTD tarjeta 2, 3 hilos	10
66400	Tarjeta de extensión de contactos	2
66400	Soporte lógico "Software"	1
66400	Soporte lógico "Software"/comunicación	1
66400	Tarjeta modificada de interfase AECL/MOORE	2
66400	Enlace de contacto de alto nivel	1
66400	Contacto terminal de alto nivel	1
66400	Termocupla normal tipo K	8
66400	Temporizador de vigilancia	2
67130	Refrigeración secundaria C & I	1
67310	Materiales de soporte "Hardware"	varios
67310	Unidad baja	2
67310	Válvula tipo solenoide, 2 vías	13
71300	Válvula de cortina 12", V-1	1
71300	Válvula de cortina 10", CS, V-2, V-3	2
71300	Válvula de cortina 10", CS, CTV-1, CTV-2	2
71300	Torre de enfriamiento, CT-1, CT-2	2
71300	Filtro, FR-1	1
71300	Válvula de globo, 8", V-10, V-11, V-12	3
71300	Válvula de control 1/2", TCV-3	1
71300	Válvula de globo 1/2", V-4, V-5, V-6, V-7	4
71300	Válvula de drenaje 1/2", V-13, V-14	2
71300	Columna de intercambio iónico, IX-1, -2	2
71300	Bomba, centrífuga, horizontal, P-1	2
73000	Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado	lot
73200	Filtros ventilación activa	varios
75000	Sistemas de Aire Comprimido	lot
76000	Grúas	3

TABLA 3.1B
LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION
DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

TABLA 3.1B - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
	Partes recubiertas	lot
21600	Revestimiento de la piscina	1
21900	Puente de la piscina	1
23100	Puerta de canal	1
23200	Uniones	varias
32000	Tubería, 1", SCH 40, SS	50 ft
32100	Tubería, 1", SCH 40, SS	150 ft
32100	Soportes de tubería	11
32100	Tubo 1/2", SCH 40	132 ft
32100	Tubo 3/4", SCH 40	26 ft
32100	Tubo 2", SCH 40	106 ft
32100	Tubo 3", SCH 40	50 ft
32100	Tubo 4", SCH 40	3 ft
32100	Tubo 6", SCH 40	20 ft
32100	Brida 2", SCH 40 250LB	9
32100	Brida 3", SCH 40 250LB	1
32100	Brida 4", SCH 40 250LB	2
32100	Brida 3", SCH 40 250LB	4
32100	2" x 1/2", SCH 40 C RDCR	1
32100	Tubo 1" SCH 40	2 ft
32100	Reductor de velocidad, 2" x 3/4", SCH 40	4
32100	Reductor de velocidad, 3" x 2", SCH 40	1
32100	Reductor de velocidad, 4" x 2", SCH 40	2
32100	Reductor de velocidad, 6" x 2", SCH 40	2
32100	1/2" x 1/4" 3000 Coupling	2
32100	Aditamento, 3/4 x 1/2" 3000	3
32100	Aditamento, 2 x 3/4" 3000	1
32100	Tubos acodados 1/2", 3000 90°	39
32100	Tubos acodados 3/4", 3000 90°	3
32100	Tubos acodados 2", SCH 40 90°	17
32100	Tubos acodados 3", SCH 40 90°	3
32100	Cubos 2" x 1/2", 3000	2
32100	Cubos 3" x 1/2", 3000	1
32100	Cubos 4" x 3/4", 3000	2
32100	Tubo en T 1/2", 3000 SW	8
32100	Tubo en T 2", SCH 40 BW	6
32100	1/2" 3000 SCRDP CAP	3
32100	Uniones 1/2", 3000 SW	2
32100	2" 3000 SW Coupling	1
32100	Empaque flexible Cat # CG-1G	7
32100	Empaque flexible CG1V-ASB FIL	1
32100	Empaque flexible CG1L-ASB FIL	2
32100	Empaque, 5 3/8" x 3 1/2 x 1/8	4
32100	Pernos, 5/8"-11UNC x 3 1/2	56
32100	Pernos, 5/8"-11UNC x 4 1/2	4
32100	5/8"-11UNC	120
32100	Cubo Grayloc 2", SCH 40	2
32100	Anillo de estancamiento, tamaño 20	4

TABLA 3.1B - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
32100	Size 2 CLMP SETS	2
32100	SS TEFLON FLX HOS	2
32100	HANSN COUPLING SOCKT	2
32100	HANSN COUPLING PLUG	2
32100	Anillo-O Hansen 914-3	6
32100	Whity 300 mL SMP BMB	1
32200	Tubo 3/4", SCH 40, A312	20 ft
32200	Tubo 1/2", SCH 40, A312	3 ft
32200	Tubo 1", SCH 40, A312	2 ft
32200	2 x 3/4" SCH 40 CON BW	2
32200	1 x 3/4" 3000 # SW RED	1
32200	3/4 x 1/2" 3000 # SW RED	1
32200	1 x 1/2" 3000 # SW RED	1
32200	1 x 3/4" 3000 # SW RED	1
32200	1" SCH 40 300 LB	2
32200	3/4" 3000 LB 90D SW EL	4
32200	3/4" 3000 LB SW T A403	3
32200	1" 3000 LB SW T A403	1
32200	Uniones 3/4", 3000 LB SW	5
32200	Empaque Flexible C6-30 304L	2
32200	5/8" 11UNC x 3 1/2 LC	4
32200	Tuercas hexagonales 5/8", 11UNC	8
60000	Cable de instrumentación	8000 pies
60000	Conductos de instrumentos	1000 pies
71300	Tubería 1/2", SCH 40	20 pies
71300	Tubería 3/4", SCH 80	5 pies
71300	Tubería 3/4", SCH 40	5 pies
71300	Tubería 2", SCH 40	20 pies
71300	Tubería 3", SCH 40	20 pies
71300	Tubería 4", SCH 40	20 pies
71300	Tubería 10", SCH 40	50 pies
71300	Tubería 12", SCH 40	100 pies
71300	3" SCH 40 150LB RF WNF	2
71300	4" SCH 40 150LB RF WNF	3
71300	8" SCH 40 150LB RF WNF	4
71300	10" SCH 40 150LB RF WNF	14
71300	10" SCH 40 300LB RF WNF	2
71300	Tubo en T 3/4", SCH 80 B.W.	1
71300	3/4" 3000LB SOCK WE	2
71300	Tubos acodados 10", SCH 40, LR BW 90°	19
71300	10 x 8" SCH 40 CONC BW	4
71300	12 x 10" SCH 40 CONC BW	4
71300	12 x 10" SCH 40 ECC BW	2
71300	SCRLT 10 x 3/4" 3000 LB	3
71300	10 x 10 x 10" SCH 40 BW T	4
71300	WDLT 10 X 3/4" 3000LB	3
71300	WDLT 10 x 3" SCH 40 BW	2
71300	WDLT 10 x 4" SCH 40 BW	1

TABLA 3.1B - LISTA DE EQUIPO PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>BSI</u>	<u>Descripción del equipo</u>	<u>Cantidad</u>
71300	Empaques flexibles, # CG-1J 304L	2
71300	Empaques flexibles, # CG-1L 304L	2
71300	Empaques flexibles, # CG-1Q	4
71300	Empaques flexibles, # 1R	12
71300	Empaques flexibles, # 3R	2
71300	Empaques flexibles, # 1T	2
71300	5/8" - 11UNC x 3 1/2 LG	8
71300	5/8" - 16UNC x 3 1/2 LG	16
71300	Pernos 3/4" - 10UNC x 4 LG	32
71300	7/8" - 9UNC x 4 1/2 LG	24
71300	Pernos 7/8" - 9UNC x 8LC	60
71300	Pernos 1" - 8 UNC x 4LC	16
71300	Tuercas hexagonales 5/8" 11UNC	16
71300	Tuercas hexagonales 5/8" 16UNC	32
71300	Tuercas hexagonales 5/8" 10UNC	64
71300	Tuercas hexagonales 7/8" - 9UNC	168
71300	Tuercas hexagonales 1" - 8UNC	56
75400	Sistema de protección contra incendios	lot

TABLA 3.2
LISTA PRELIMINAR DE INSTRUMENTACION
(Suministrada del exterior)

TABLA 3.2 - LISTA PRELIMINAR DE INSTRUMENTACION
(Suministrada del exterior)

<u>TIPO DE EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>FABRICANTE PROPUESTO</u>	<u>MODELO</u>
- CCTV	1		
- INDICADORES INSTRUMENTOS (MEDIDORES)	155		
- ELEMENTO DE CONDUCTIVIDAD	9	TBI	466-2-2
- TRANSMISOR CONDUCTIVIDAD	9	TBI	415-1
- ELEMENTO DE FLUJO (Tamaño : 154 x 132 x 71 mm)	15	FISHER PORTER	10C1510
- INDICADOR DE FLUJO	5	FISHER PORTER	
- TRANSMISOR DE FLUJO	28	FISHER PORTER	55GE323
- INTERRUPTOR DE FLUJO	9	API	
- ELEMENTO DE FLUJO TURBULENTO	2	FISHER PORTER	10LV320
- INTERRUPTOR MANUAL 2 POSICIONES (Tamaño : 48 mm cuadrados)	4	KRAU NAIMER	D12A
- INDICADOR PRESION DIFERENCIAL (Tamaño dial : 114,3 mm)	13	ASHCROFT	45-1125
- INDICADOR DE PRESION	13	ASHCROFT	45-127
- ELEMENTO DE TEMPERATURA (Tamaño : 12 mm diámetro x 109 mm max.)	44	ROSEMOUNT	78825NO
- THERMOWELL (Tamaño : punta = 2,7, raíz = 15,9, longitud 153)	18	ROSEMOUNT	79-0820
- VIDRIO DE OBSERVACION	1	TRANSAM	SURESITE
- INTERRUPTOR MAGNETICO DE NIVEL	6	TRANSAM	
- INTERRUPTOR DE PRESION (Tamaño : 254 mm x 197 mm x 127 mm)	4	MERCOID	DAH-31
- VALVULA DE SEGURIDAD A PRESION (Tamaño : 81 mm diá. x 184 mm altura max.)	7	BELLOFRAM	241-960
- ELEMENTO REGULADOR DE HUMEDAD	3	AUBURN	WCC-11
- INTERRUPTOR/HUMEDAD VARIABLE (Tamaño : 45 mm x 77 mm x 127 mm)	3	DOLD	AI-872
- VALVULA DE CONTROL A PRESION (Tamaño : 81 mm diá. x 184 altura)	5	BELLOFRAM	241-960-068-000

TABLA 3.2 - LISTA PRELIMINAR DE INSTRUMENTACION
(Suministrada del exterior)

<u>TIPO DE EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>FABRICANTE PROPUESTO</u>	<u>MODELO</u>
- UNIDAD DE ALARMA POR CORRIENTE	1	ACTION PACK	
- MEDIDOR DE FLUJO POR PRESION DIFERENCIAL	3	ROSEMOUNT	
- TRANSMISOR DE FLUJO TURBULENTO	2	FISHER PORTER	50LV321
- TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CAPACITIVO (Tamaño : 260 mm x 340 mm)	1	MAGNETROL	82-420
- RELEVO AJUSTABLE HASTA 2 M	1	DOLD	AI-872
- ELEMENTO DE TEMPERATURA RTD (Tamaño : 12 mm diá. x 109 mm max.)	8	ROSEMOUNT	78S25NO
- ELEMENTO DE TEMPERATURA RTD (30 S RESP.) (Tamaño : 10 mm diá. x 99 mm)	5	ROSEMOUNT	78S21BI
- ELEMENTO DE TEMPERATURA RTD (5 S RESP.)	2	ROSEMOUNT	SPR2513
- INTERRUPTOR DE POSICION	34	ROSEMOUNT	
- INDICADOR DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	1	NIAGARA	NIB2A1E
- INTERFASE DE MOTOR	3	SUPERIOR	PSD 048B
- INTERFASE DE MOTOR	3	SUPERIOR	PSD 012
- CAMARA DE FISION-DETECTOR/ AMPLIFICADOR	5	GAMMA-METRIX	
- CAMERA IONICA - DETECTOR/ AMPLIFICADOR	3		
- TRANSMISOR DE PRESION (Tamaño : 45 mm x 228,6 mm x 190,5 mm)	3	ROSEMOUNT	1151GP
- LUZ INDICADOR (Tamaño : 24,2 mm x 18,2 mm x 54,5 mm)	6	ALLEN-BRADLEY	800A-L2C
- BOTON A PRESION	50	ALLEN-BRADLEY	800MB-CA5B
- INTERRUPTOR DE TENSION (Tamaño : 67 mm x 40,1 mm x 16 mm max.)	2	MICROSWITCH	914 CE-2-3
- POTENCIOMETRO	2	HELIPORT	5713
- RELEVO	196	ASEA	SK 618
- ANEMOMETRO	4		
- INTERRUPTOR MANUAL 3 POSICIONES	5		
- INTERRUPTOR PRESION DIFERENCIAL	6		
- INTERRUPTOR TEMPERATURA	8	API	4001

TABLA 3.2 - LISTA PRELIMINAR DE INSTRUMENTACION
(Suministrada del exterior)

<u>TIPO DE EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>FABRICANTE PROPUESTO</u>	<u>MODELO</u>
- TRANSMISOR TEMPERATURA	10	API	AP1400
- INDICADOR DE POSICION	12	ASEA	SK 618
- GENERADOR FUNCION TEMPERATURA	3	API	
- INDICADOR TEMPERATURA (Tamaño : 179,32 mm x 72,39 mm x 254 mm)	12	VERSATILE	9292-10-E4-20
- CORNETA	1	FEDERAK	300GC
- LUZ INDICADORA PARA INSTRUMENTOS (Tamaño : 24,2 mm x 18,2 mm x 54,5 mm)	8	ALLEN-BRADLEY	800A-L2C
- VALVULA REDUCTORA DE PRESION (Tamaño : 81 mm diá. x 184 mm altura)	9	BELLOFRAM	241-960-068-000
- RELEVO ACCION RETARDADA	4		
- GENERADORES DE FUNCIONES	3	AGM	SSM4010
- GENERADORES DE FUNCIONES	3	AGM	SSM4005
- GENERADORES DE FUNCIONES	6	AGM	SSM4041
- GENERADORES DE FUNCIONES	3	AGM	RTT-4003
- MONITOR DE AREA RADIACION GAMMA	7		
- MONITORES DE TUBOS DE HACES	6		
- MONITORES DE NEUTRONES EN TUBOS DE HACES	6		
- MONITOR DE PIES Y MANOS	4		
- MONITOR DE TRITIO EN AIRE	1		
- CONDUCTO VERTICAL DETECTOR DE GAS NOBLE	1		
- ELECTROIMAN y DESCARGADOR	3		

<u>TIPO DE EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>FABRICANTE PROPUESTO</u>	<u>MODELO</u>
- MOTOR ESCALONADO	3		
- MOTOR ESCALONADO ABASTECIMIENTO DE POTENCIA 24 VDC	3		
- INDICADOR BOMBA A PRESION SOR	3		
- CODIFICADOR	3		
- AMPERIMETROS	12		
- MONITOR DE RADIACION GAMMA DE ALTO ALCANCE	10		
- MONITOR DE RADIACION GAMMA DE CORTO ALCANCE	10		
- INDICADOR DE NEUTRONES STN	6		
- REGISTRADORES	8		
- TARJETA PARA CONTEOS y COMPARACIONES	3		
- COMUNICACION	1 LOT		
- UNIDAD PARA ALARMA S.S DE DESCARGA	2		
- GABINETES C/W PUERTAS	4		
- AUDIFONOS PARA COMUNICACIONES	5		
- METRO CONTADOR	1		
- MONITOR DE RADIACION BETA ALPHA	5		
- MONITOR DE YODO	1		
- CUADRO INDICADOR	2		
- CUADRO INDICADOR DE MULTI-VOLTAMPERIOS	6		
- ABACO DE BARRA MEDIDORES	15		
- MARCO PARA RELES	16		
- BASE TERMINAL	80		

<u>TIPO DE EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>FABRICANTE PROPUESTO</u>	<u>MODELO</u>
- INTERRUPTOR SELECTOR	11		
- LAMPARAS INDICADORAS	76		
- TRANSMISORES DE NIVELACION	3		
- INTERRUPTOR PARA LA POSICION DE LA PALETA DIRECTRIZ	3		
- INTERRUPTORES PARA LA POSICION DE LAS BARRAS DE PARADA	6		
- INTERRUPTORES PARA LA POSICION DE LAS BARRAS DE CONTROL	9		
- INTERRUPTOR DE NIVEL	7		
- INTERRUPTOR DE TEMPERATURA	1		
- CONTROL DE TEMPERATURA	3		
- INDICADOR DE TEMPERATURA	12		
- VALVULAS DE CONTROL	9		
- VALVULAS PARA SOLENOIDES	52		
- ACTUADORES	21		
- TABLERO DE CONTROL DEL REACTOR	1		
- TABLERO DEL REACTOR EN PARALIZACION	3		

TABLA 3.3A
EQUIPOS ELECTRICOS VARIOS
PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR

**TABLA 3.3A - EQUIPOS ELECTRICOS VARIOS
PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR**
(Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad (Aprox.)</u>
Cable aislado de cobre XLPE N° 2 AWG, 5 kV	M	40
Cable de tensión, 5 kV	U	6
Cable aislado de cobre THW, 250 MCM, 600 V	M	21
Cable aislado de cobre THW, N° 2/0 AWG, 600 V	M	750
Cable aislado de cobre THW, N° 6 AWG, 600 V	M	650
Cable aislado de cobre THW, N° 12 AWG, 600 V	M	3000
Conducto metálico, 3/4"	M	1730
Conducto metálico, 1 1/2"	M	130
Conducto metálico, 3"	M	150
Conducto metálico acodado, 3/4"	U	100
Conducto metálico acodado, 1 1/2"	U	22
Conducto metálico acodado, 3"	U	25
Conducto rígido 1/2"	M	2180
Conducto rígido 1"	M	220
Conducto rígido 1 1/4"	M	300
Conducto rígido 2"	M	600
Cajas de distribución 12" x 12"	U	71
Aditamentos LB 1/2"	U	593
Aditamentos LB 1"	U	33
Aditamentos LB 2"	U	149
Selladura 1/2"	M	330
Selladura 3/4"	M	10
Aditamentos LB 3/4"	U	366
Soleras para Conductos Rígidos 1/2"	U	1562
Soleras para Conductos Rígidos 3/4"	U	793

NOTA: U = Unidades
M = Metros

TABLA 3.3A - EQUIPOS ELECTRICOS VARIOS
PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
 (Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u> <u>(Aprox.)</u>
Codal 1 5/8"	M	30
Codal de sujeción 1 5/8"	U	835
2" x 2" Panduit	U	25
2" Panduit Cover	U	25
1" x 2" Panduit	U	6
1" Panduit Cover	U	6
4" x 2" Panduit	U	26
4" Panduit Cover	U	26
Conectores de Selladura 1/2"	U	371
Soleras para Conductos Rígidos 2"	U	336
Soleras para Conductos Rígidos 1 1/4"	U	190
Aditamentos LB 1 1/4"	U	85
Cable doble retorcido # 22	M	3440
Cable doble retorcido # 20	M	1282
Cable 4C # 20	M	615/
Alambre termoeléctrico	M	65
Alambre 300 V # 18	M	11230
Alambre 300 V # 14	M	695
Tablero de bornes SAK4	U	920
Sello de llamas TWH # 14	M	4445
Placa para fusibles ASKI	U	400
Conducto, 3/4"	M	200
Conducto, 1"	M	200
Codos PVC, 3/4"	U	20
Codos PVC, 1"	U	20
Bandejas para cable	M	200
Cable teléfono encauchetado, 10 hilos (5 pares)	M	300
Artefactos de alumbrado de mercurio halógeno, 40 W	U	12

NOTA: U = Unidades
 M = Metros

**TABLA 3.3A - EQUIPOS ELECTRICOS VARIOS
PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR**
(Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad (Aprox.)</u>
Artefactos de alumbrado fluorescente, 2 x 40 W	U	40
Disyuntor unipolar	U	40
Salida duplex con polo a tierra	U	5
Cinta telefónica terminal	U	3
Caja para artefactos de alumbrado	U	30
Disyuntor de salida y unipolar	U	10
Conductor de cobre, trefilado y desnudo, N° 2/0 AWG	M	760
Conductor de cobre, trefilado y desnudo, N° 2 AWG	M	400
Barra "Copperweld" con conector, 5/8" x 3 m	U	40
Unión exotérmica (cualquier tipo)	U	94
Conductor de cobre, trefilado y desnudo, N° 4/0 AWG	M	140
Artefactos de alumbrado incandescente, tipo delgado, encendido rápido, blanco frío, 250 W, para iluminación del panel de instrumentos	U	40
Artefactos de alumbrado incandescente a prueba de explosiones, 100 W	U	4
Artefactos de alumbrado incandescente, para iluminación de emergencia, 20 W	U	5

NOTA: U = Unidades
M = Metros

TABLA 3.3B
EQUIPOS ELECTRICOS VARIOS
PARA LAS INSTALACIONES DE RADIOISOTOPOS
(Habrán de adquirirse en Colombia)

TABLA 3.3B - EQUIPOS ELECTRICOS VARIOS
PARA LAS INSTALACIONES DE RADIOISOTOPOS
 (Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Panel de interruptores, 480 V, 3 F, 60 Hz, 8 circuitos	U	1
Panel de interruptores, 240 V, 225 A, 42 circuitos	U	2
Panel de interruptores, 240 V, 225 A, 18 circuitos	U	1
Interruptor automático principal, 3 F, 150 A, 240 V, 25 kA	U	2
Artefactos de alumbrado fluorescente, 2 x 40 W, tipo delgado, encendido rápido, blanco frío	U	106
Artefactos de alumbrado incandescente, 20 W, para iluminación de emergencia	U	25
Disyuntor unipolar	U	6
Disyuntor unipolar de dos vías	U	6
Toma doble con polo a tierra	U	40
Interruptor automático principal, 3F, 50A, 240 V	U	1
Cinta telefónica terminal	U	10
Cajas para artefactos de alumbrado	U	131
Disyuntor de salida y unipolar	U	52
Disyuntor termomagnético, 480 V, 60 Hz, 3 F, 30 A, 14 kA	U	1
Disyuntor termomagnético, 480 V, 60 Hz, 3 F, 15 A, 14 kA	U	5
Disyuntor termomagnético, 120 V, 60 Hz, 1 F, 30 A, 10 kA	U	82

TABLA 3.4
EQUIPO DE OBRAS CIVILES
PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
Y LAS INSTALACIONES DE RADIOISOTOPOS
 (Habrán de adquirirse en Colombia)

TABLA 3.4 - EQUIPO DE OBRAS CIVILES PARA LA INSTALACION
DEL REACTOR NUCLEAR Y LAS INSTALACIONES DE RADIOISOTOPOS
 (Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u> <u>(Aprox.)</u>
Excavación	735 m ³
Agregado Macizo	2,400 tons
Hormigón Estructural (en masa), incluyendo Hormigón Macizo	2,500 m ³
Edificación Estructural (Losas, columnas)	445 m ³
Cimientos (Pilotes, Losa de Base)	800 m ³
Afinado Interior	190 m ²
Fachadas	2,377 m ²
Techo	1,409 m ²
Armadura	800 tons

TABLA 3.5
EQUIPOS MECANICOS PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

TABLA 3.5 - EQUIPOS MECANICOS PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

Descripción	Cantidad (Aprox.)
Electrodos para la soldadura de arco del revestimiento de la piscina	100,0 kg
Puente	
[8" x 11.5"	8,0 m
[2" x 2" x 1/4"	6 m
L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	7,0 m
Reja	2,6 m ²
Tubo de 2" de diámetro	20,0 m
Ruedas en acero de 7" de ancho x 10" de diámetro	4
Escaleras en acero, pasamanos, pasarelas, rejas	
Rejas	40,0 m ²
[10" x 15.3"	52,0 m
[8" x 11.6"	42,0 m
[6" x 8.3"	30,0 m
W 6" x 15.3"	100,0 m
W 8" x 17"	12,0 m
L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	34,0 m
72" x 240" x 1/4" Steel Plate	16
Escalones (1/4" x 36")	140
Pernos de Sujeción 1/2"	lot
Electrodos para la soldadura de arco de acero al carbono	120,0 kg
Plancha 1/4" x 48" x 96"	4
L 3" x 3" x 1/4"	28
Pasamano de Tipo Doble (completo)	110,0 m
Partes Recubiertas	
Tubería ASTM A 53 GR "B" 2" diá. sch. 80 CS	7,0 m
Tubería ASTM A 53 GR "B" 12" diá. sch. 80 XS CS	1,0 m
Tubería ASTM A 53 GR "B" 4" diá. sch. 80 CS	5,0 m
Tubería ASTM A 53 GR "B" 8" diá. sch. 80 XS CS	2,0 m
Tubería ASTM A 312 TIPO 304L "B" 5" diá. sch. 80 SS	10,5 m
Tubería ASTM A 53 GR "B" 2" diá. sch. 40 CS	9,0 m
Tubería ASTM A 53 GR "B" 3" diá. sch. 40 CS	1,0 m
Tubería ASTM A 53 GR "B" 3" diá. sch. 80 CS	1,0 m
Codo 8" diá. sch. 80 XS	2
Codo 2" diá. sch. 40	14
Codo 3" diá. sch. 40	2
Placa CS ASTM A-283 6R "A" t=15 mm	2,0 m ²
Placa CS ASTM A-283 6R "A" t=10 mm	1,0 m ²
Placa CS ASTM A-283 6R "A" t=25 mm	0,6 m ²
Placa CS ASTM A-283 6R "A" t=13 mm	1,0 m ²
Placa CS ASTM A-283 6R "A" t=6 mm	0,4 m ²
SS ASTM A-312 tipo 304L t=15 mm	0,4 m ²

TABLA 3.5 - EQUIPOS MECANICOS PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR
(Habrán de adquirirse en Colombia)

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u> <u>(Aprox.)</u>
Conducto en acero ASTM A-283 6R "A" t=6 mm 564 x 100	3,0 m
Conducto en acero ASTM A-283 6R "A" t=6 mm 300 x 100	1,8 m

FISSION CHAMBER CATALOGUE

BY GAMMA-METRIX

RCS-700 FULL-RANGE NEUTRON FLUX MONITOR

THE RCS-700 BRINGS POWER-INDUSTRY MONITORING TECHNOLOGY TO RESEARCH REACTORS—AT A FRACTION OF THE COST.

The Gamma-Metrics RCS-700 Full Range Neutron Flux Monitor offers researchers a state-of-the-art neutron monitoring technology.

The RCS-700 incorporates ruggedized componentry originally developed for power-industry systems, but reconfigured for smaller reactors at reduced cost. Researchers who previously had to piece-meal systems together from various vendors can now afford a fully integrated solution.

RCS-700 MEANS BETTER ACCURACY OVERALL.

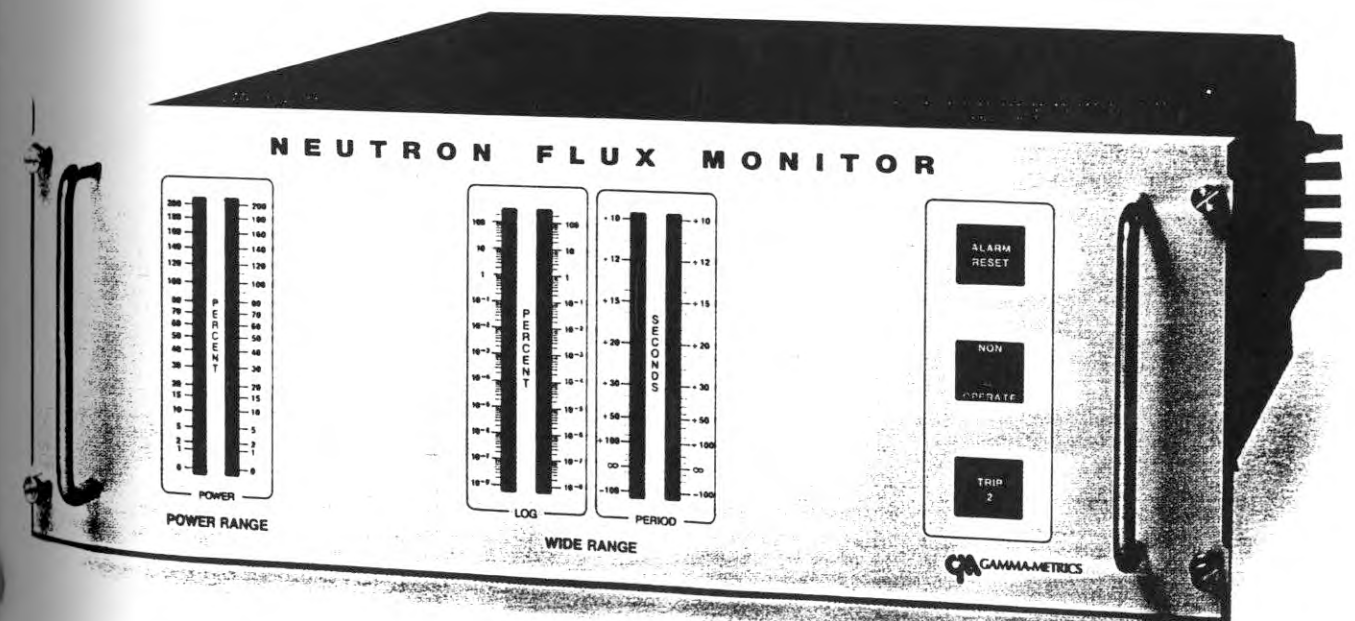
The RCS-700 provides better accuracy over the full range of neutron flux and immunity to EMI. Problems of gamma interference are eliminated by pulse-counting and mean-square-voltage measurements. This method provides more than 100 times the gamma discrimination of compensated ionization chamber systems.

The system provides a continuous 10-decade output and a 0 to 200 percent output from a single detector. Four detector models are available for full-scale neutron flux of 10^{10} , 10^{11} or 10^{13} nv as specified at the time of purchase.

THE RCS-700 LETS YOU BENEFIT FROM OUR POWER-INDUSTRY EXPERTISE.

The RCS-700 system profits from our extensive monitoring experience in the power industry. Its streamlined design greatly simplifies system installation. Ruggedized, modular sub-assemblies facilitate trouble-shooting and repair by module replacement. And the entire system has the full parts, training and warranty support of Gamma-Metrics, the technology leader in neutron-flux monitoring.

- CONTINUOUS 10-DECADE NEUTRON FLUX MEASUREMENT.
- TRUE GAMMA DISCRIMINATION OVER ENTIRE RANGE.
- BARGRAPH METERS WITH LOGARITHMIC AND 0 TO 200% SCALES.
- TWO INDEPENDENT TRIPS FOR EACH DISPLAYED VARIABLE.
- EXCELLENT IMMUNITY TO EMI.



DETECTOR SPECIFICATIONS

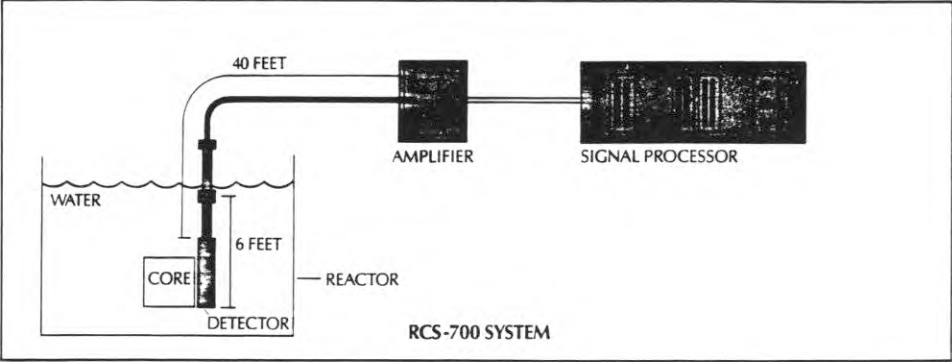
Detector Model	701A	701B	701C	701D
Neutron Flux Range	10 ⁰ to 10 ¹⁰ nv	10 ⁰ to 10 ¹⁰ nv	10 ¹ to 10 ¹¹ nv	10 ³ to 10 ¹³ nv
Size (Length)	55-in 140-cm	17-in 43-cm	12-in 30-cm	2-in 5-cm
(Diameter)	3-in 8-cm	4-in 10-cm	1.5-in 4-cm	0.25-in 0.64-cm
Expected-Life Dose				
Gamma	10 ⁹ Rads	10 ⁹ Rads	10 ⁹ Rads	10 ¹¹ Rads
Neutrons	10 ²⁰ nvt	10 ²⁰ nvt	10 ²⁰ nvt	10 ²¹ nvt

INSTRUMENT SPECIFICATIONS

	OUTPUT RANGE	OUTPUT VOLTAGE	LINEARITY ¹	ALARM TRIPS
Wide Range Log	10 ⁻⁸ to 100%	0 to 10V	± 1%	2
Power Range ²	0 to 200%	0 to 10V	± 1%	2
Log Rate	-100 to + 10 sec.	0 to 10V	± 2%	2

MECHANICAL AND SERVICE SPECIFICATIONS

	HEIGHT	WIDTH	DEPTH	WEIGHT	POWER	ENVIRONMENT
Amplifier	24-in 61-cm	20-in 51-cm	10-in 25-cm	50-lb 23-Kg	117Vac 1A	10 to 50°C 10 to 95% RH
Signal Processor	7-in 18-cm	19-in 48-cm	22-in 56-cm	40-lb 18-Kg	117Vac 1A	10 to 50°C 10 to 95% RH



1. % of full scale or equivalent linear full scale.
2. Power Range Output has square root scale. Linear scale available for Detector Model 701B.

Specifications subject to change without notice.



5550 Oberlin Drive
San Diego, CA 92121
(619) 450-9811

**COMPUTER SYSTEM CATALOGUE
BY MOORE
BULLETIN 3900**

NOTE: Actual equipment to be supplied is as per description in Section (d)
5.0 of Appendix III.



BULLETIN 3900



MYCRO

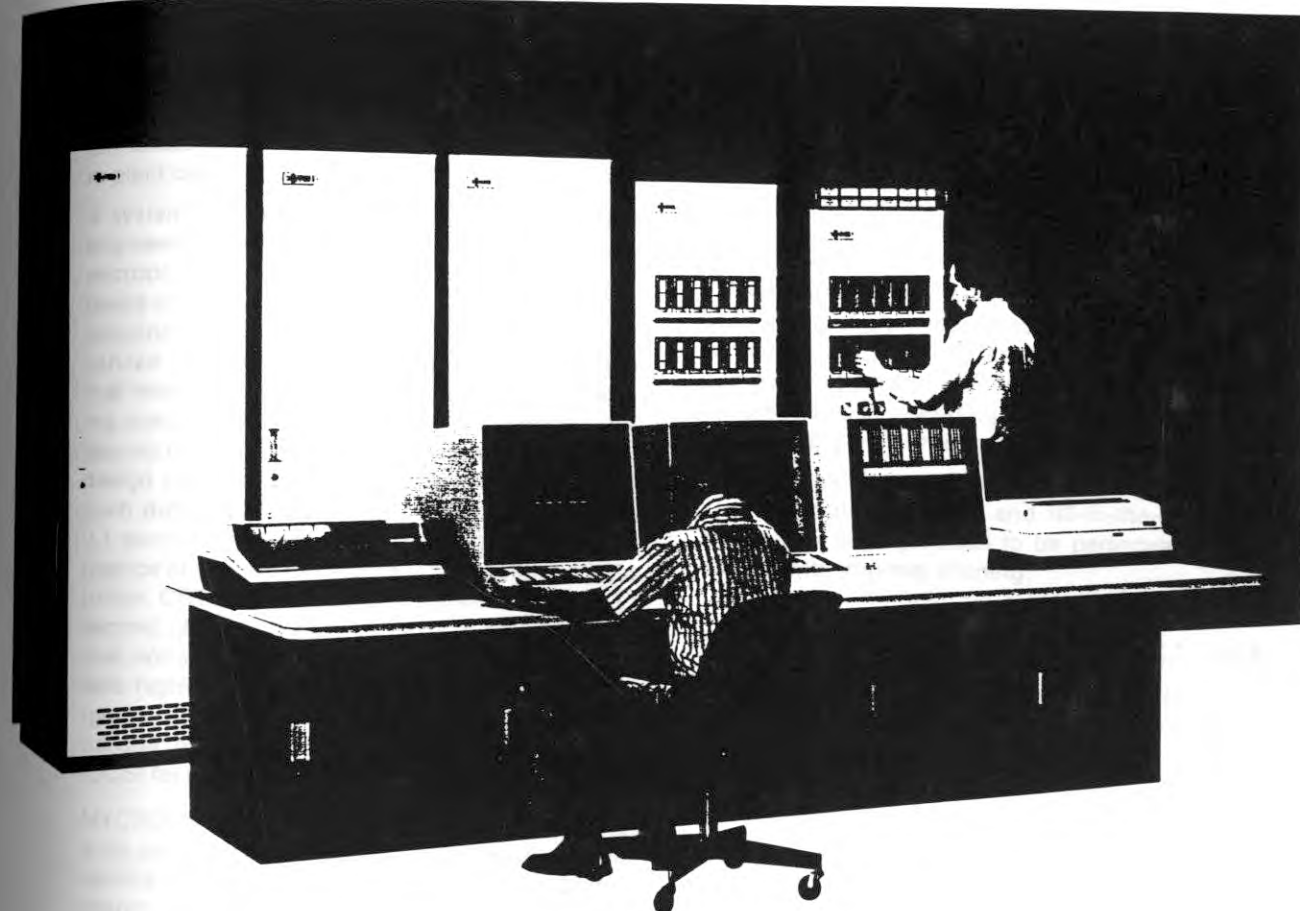
DISTRIBUTED SYSTEMS

FOR CRT PROCESS MONITORING AND CONTROL

MYCRO

The easy-to-understand distributed control system for improved control and more efficient plant operations.

Field-proven in many industries in a wide variety of control requirements and operating conditions.



CONTENTS	PAGE
Introduction	3
MYCRO System	4
MYCRO System Components	6
MYCRO System Architecture	14
MYCRO System Features	16
Operator's Keyboard	26
Displays	28
System Configurations	30

INTRODUCTION

Moore Products, a recognized industry leader in innovation and quality instrumentation, has combined advanced microcomputer technology with its years of knowledge of the process plant environment, process control personnel and control system design to produce the MYCRO Distributed System.

Moore has over 40 years experience in applying controls throughout the process industries. This thorough background in petroleum, chemical, metal, paper, energy, pharmaceutical, textile, food, beverage, and other industries has allowed Moore to define and concentrate upon principal distributed system concepts that can yield dramatic improvements in plant operations.

A system is only as good as its hardware. Moore engineers recognized from the outset that a single microprocessor lacked the capability to handle the needs of large, complex control systems. As a consequence, Moore designed MYCRO with an advanced multi-processing microcomputer system that incorporates multiple microcomputers operating simultaneously on the same backplane, interleaving into a large common memory. This unique design concept results in a powerful system with such outstanding performance characteristics as: 0.1 second total execution time for a complete sequence of all function blocks in the Multiloop Controller; CRT screen display changes in less than a second; large dictionary capacity to provide extensive, non-cryptic message generation; fast, efficient data highway communication with all data points (global data) updated every 1/2 second; and block transfer of data from the disk operating system (DOS) for quick graphic and historical data retrieval.

MYCRO Systems are operating today in industries such as chemical, refining, utilities, textile, pharmaceutical, food, beverage, paper, electronic, and research. MYCRO users have experienced increased ease and accuracy of control; resulting in improved process operations and operating efficiency. Users also indicate enthusiastic acceptance of MYCRO by production and maintenance departments and plant management.

BROAD-BASED CONTROLLER CHOICES

MYCRO incorporates controllers from single-loop to multi-loop. **MYCRO 352 digital**, **SYNCRO pneumatic** and **electronic analog** controllers are excellent choices where single-loop integrity and back-up are essential. They are also ideal for retrofit projects and modernizations where existing control panels, wiring and tubing can be adapted to distributed control. This minimizes installation costs, and the need for personnel retraining. **Multiloop Controllers** combine regulatory and logic control functions from a comprehensive algorithm set for advanced control of unit operations or generalized control applications.

SYSTEM SECURITY

MYCRO 352 and SYNCRO controllers provide single-loop control integrity with built-in local-automatic and manual back-up. Multiloop Controllers can include total redundancy to allow fault-tolerant operation without control interruption. The MYCRO Hi-Level Data Link is totally redundant. MYCRO CRT Stations can back-up each other.

USER FRIENDLY

Operator interface in MYCRO incorporates well-balanced coordination between CRT displays and simple, logical keyboard interaction that is specifically designed to allow fast comprehension without confusion.

Clear, informative displays provide instant recognition of plant status. Up to five alarm types on each display point graphically identify alarm situations. Group and graphic displays are coordinated to provide a clear picture of process operations and allow simplified keyboard operations. Loop operating status is identified with complete precision — even including special operating modes such as override and standby synchronization.

Configuration procedures are direct, simple and fast. Prompt statements and fill-in-the-blank routines allow configuration to be performed by personnel with minimal training.

EFFICIENT DATA COMMUNICATION

MYCRO incorporates a unique global data base in its Hi-Level Data Link and Local Instrument Link. With dedicated microcomputers at each station handling communications, the highways update their variable data every 1/2 second under any load condition. The complete data base is stored in the memory of each CRT station and Independent Computer Interface (ICI). Overhead communication is minimized by a party line concept — all CRT stations and ICI's receive all global data on the highway without direct requests. Link overhead is low, and link data transfer rate is high — making MYCRO Distributed Systems fast and efficient.

HIGH PERFORMANCE COMPUTER INTERFACING

The global data base concept used in MYCRO becomes a major asset in interfacing to an independent computer. MYCRO Independent Computer Interface units (ICI's) connect directly to the data links and include the global data base. Global data is immediately available to the computer from the interface without having to request data on the highway and wait for a response. ICI communication is two-way. Host computers can send commands, such as setpoint and mode changes, to the MYCRO controllers. MYCRO controllers incorporate separate COMPUTER and CONSOLE operating status modes to define and isolate the source of commands.

THE MOORE MYCRO SYSTEM

The Moore MYCRO System consists of the following major elements:

- Interactive, CRT-based, monitoring and control consoles.
- Process Controllers for regulatory and discrete control functions.
- Satellite Stations housing data acquisition and discrete I/O.
- Independent Computer Interface units for system tie-in to supervisory, hierarchical, or personal computers.
- Batch Recipe Stations for Batch Control Management.

All elements communicate over a serial data highway implemented with wire cable or fiber optic cable.

CRT-BASED CONTROL CONSOLE

The MYCRO control console consists of an interactive CRT process monitor and keyboard with computer system which provides the following pre-programmed and user-configurable functions:

- Fixed-format displays for process monitoring (e.g., overview, group, point, trend, graphic, tabular)
- Scan and alarm of process variables
- Trend recording and data storing (historian)
- Real-time graphic displays and easy graphics generation capability
- Computational capability for calculated variables
- Analog outputs for hard copy trend recording
- Hard copy printout (including optional color video copier)
- Keyboard control of the process
- Built-in diagnostic displays and messages for ease of troubleshooting and defining system component availability and performance
- Dedicated Alarm Display CRT for instant display annunciation of all configured alarms

PROCESS CONTROLLERS

Process controllers can be either digital or analog, or any mixture of both types.

The digital controllers are:

Multi-Loop: high capacity analog and discrete I/O with fully redundancy

Single-Loop: one to two loop control with built-in functions for most control requirements

The analog controllers can be either electronic or pneumatic, and contain serial interface modules for communication with the data highway.

Adapter kits allow existing SYNCRO 350 electronic and SYNCRO III pneumatic control stations to be converted to serial interface types for use in MYCRO Distributed Systems.

DATA ACQUISITION SATELLITE

Satellite Stations accommodate a wide range of analog and discrete I/O, including high and low-level electronic analog, AC or DC discrete signals and direct multi-channel 3-15 psi pneumatic inputs.

INDEPENDENT COMPUTER INTERFACE UNITS

Computer interface units allow two-way communication and control between the MYCRO System and any external computer. Control from the computer is recognized as a unique operating mode in the MYCRO System.

BATCH RECIPE STATION

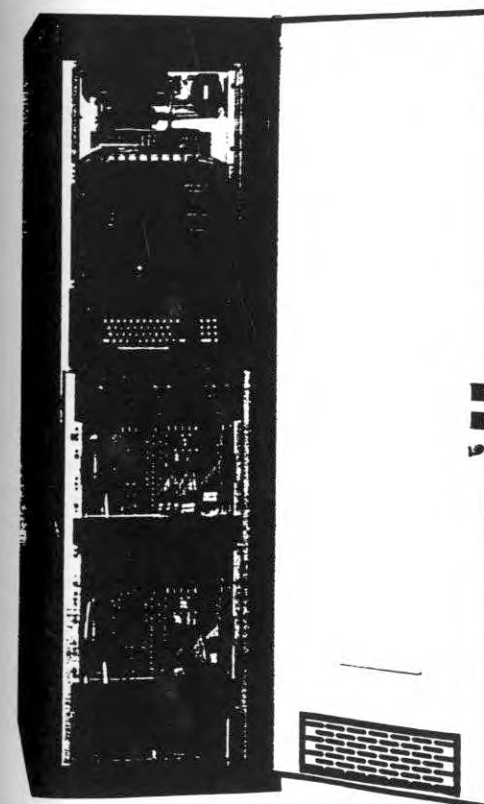
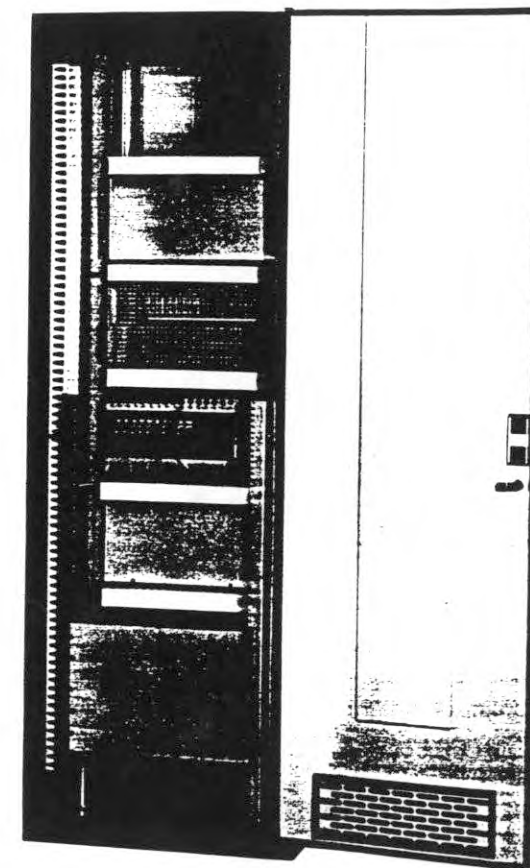
Batch Recipe Stations are distributed elements that allow configuration of batch recipes and batch units. Each station includes a scheduler to enable multiple, concurrent batches to be run on batch units. A Batch Recipe Station also includes a monitor function, which delivers a batch report as each batch is run.



DATA ACQUISITION SATELLITE STATION

A Data Acquisition Satellite Station can be either a general purpose cabinet or an industrial enclosure with 19" relay rack containing:

1. I/O termination panels, signal conditioners, multiplexers, and A/D and D/A converters, for handling high level electronic signals (4-20 mA, 10-50 mA, 1-5 Vdc, 0-10 Vdc), low level signals (mv, T/C), discrete inputs and outputs (ac and dc), and pneumatic 3-15 psi signals.
2. Data acquisition computer which controls the process monitoring and output functions of the Satellite.
3. Hi-Level Data Link computer for control of the Satellite's communications over the dual redundant, high speed data highway.
4. When required, a Lo-Level Data Link computer for interfacing with distributed analog electronic and pneumatic control stations. (Satellite Stations can be located anywhere in the system.)



MULTILOOP CONTROLLER SATELLITE

The Digital Multiloop Controller (MLC) is housed in a free-standing, prepackaged cabinet ready for user terminal connections of analog and discrete inputs and outputs.

The MLC has a capacity of 128 analog inputs, 64 analog outputs and over 400 discrete inputs and/or outputs. The MLC can accommodate up to 64 PID controllers with advanced control enhancements, or 64 cascade control loops. Regulatory feedback control and logic functions can be intermixed.

The controller sequentially executes 128 algorithm blocks per cycle with a total execution time of 0.1 or 0.2 seconds, depending upon the complexity of the total block configuration. Blocks are configured from a selection of comprehensive algorithms that permit configuration for conventional, advanced or special purpose control strategies. Both regulating and discrete control functions can be executed by the same controller, thus eliminating, in many cases, the need for a programmable logic controller.

The Multiloop Controller performs unit batch control in conjunction with the management functions of the Batch Recipe Station.

LOCAL INSTRUMENT SYSTEM

The Local Instrument System connects a variety of intelligent devices for small distributed control requirements. The Local Instrument System can either stand alone or else connect to the MYCRO Hi-Level Data Link via a gateway.

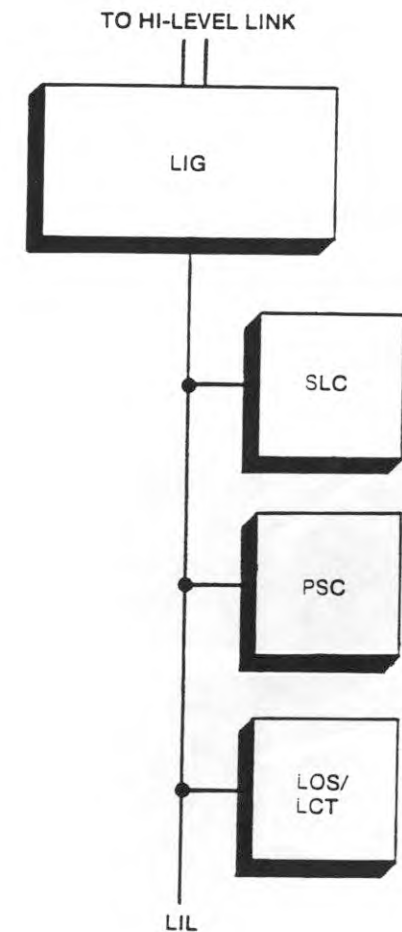
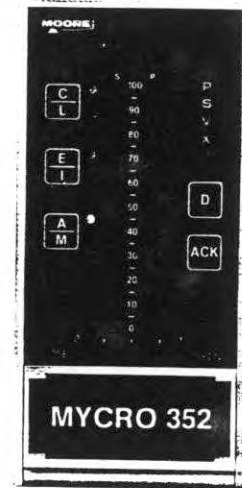
LOCAL INSTRUMENT LINK (LIL): The LIL is the data highway of the Local Instrument System. The link operates on a token-passing principle.

LOCAL INSTRUMENT GATEWAY (LIG): The LIG is the connecting device to the Hi-Level Data Link. It allows communication of devices back and forth between the two links.

SINGLE LOOP CONTROLLER (SLC): This one or two loop controller provides high performance, single-loop control, and includes a variety of support algorithms, local configuration, and local control in an independently-powered package.

PROGRAMMABLE SEQUENCE CONTROLLER (PSC): The PSC performs logic and sequencing of discrete I/O at the local link level. It includes both ladder logic and Paschal configuration.

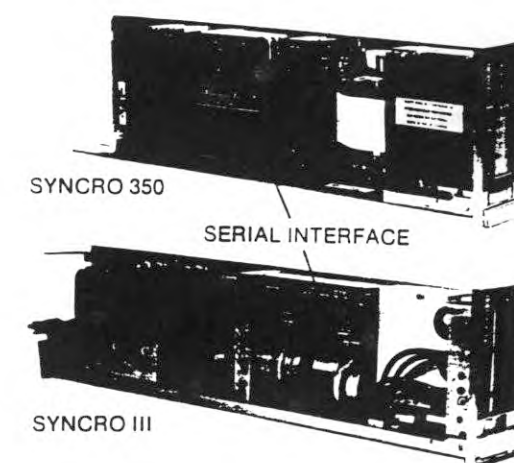
LOCAL OPERATOR STATION (LOS)/LOCAL CONFIGURATION TERMINAL (LCT): This IBM PC allows local configuration of these various elements. The LOS includes free-form graphical displays for operator control, alarming, trending, and reporting.



SINGLE-LOOP ANALOG CONTROL STATIONS

Microcomputer-based serial interface modules connect SYNCRO 350 analog electronic and SYNCRO III pneumatic control stations to a Data Acquisition Satellite Station via the Lo-Level Data Link. The interfaces communicate with the CRT station in both directions by digitizing and transmitting the process variable, setpoint, output and control station status to the CRT system, and receiving and executing commands from the CRT station. This allows the CRT station operator to manipulate the control station fully from the keyboard. SYNCRO III pneumatic stations include miniature internal transducers to handle pneumatic-to-electric conversion.

Existing electronic and pneumatic installations can be modernized by converting the analog stations to serial interface types.



HI-LEVEL DATA LINK

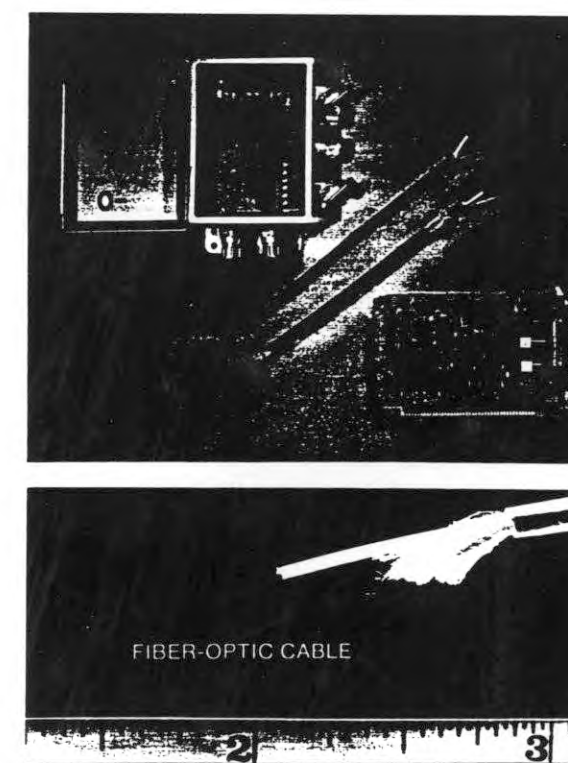
All CRT stations and satellites are connected via a high speed, dual redundant microcomputer-controlled serial data highway communications system. The system operates at 500 kilobits per second, using an enhanced HDLC communications protocol.

The link can be implemented either with shielded wire cable or fiber optic cable.

The Hi-Level Link communicates between CRT stations, Satellite Stations and computer interface units. A low level serial link handles communications between a Satellite Station and analog electronic and pneumatic stations.

This data link system incorporates excellent noise-immunity techniques via balanced, differential, isolated designs. Sophisticated automatic diagnostics assure link availability under the most severe operating conditions. Advanced token passing schemes provide rapid response under varying, as well as heavy, loads.

The MYCRO Hi-Level Data Link has a proven track record of distributed reliability in a variety of plants and industries.





FLEXIBLE DISK MEMORY EXTENSION SYSTEM

One set of redundant disk drives stores the system configuration program and user graphics. A second set of optional dual redundant disk drives stores trend history. Both drives support 8" double-sided diskettes.

CONFIGURATION KEYBOARD

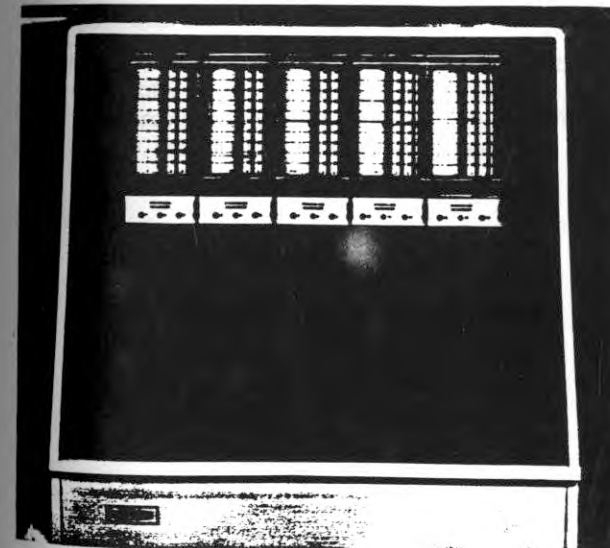
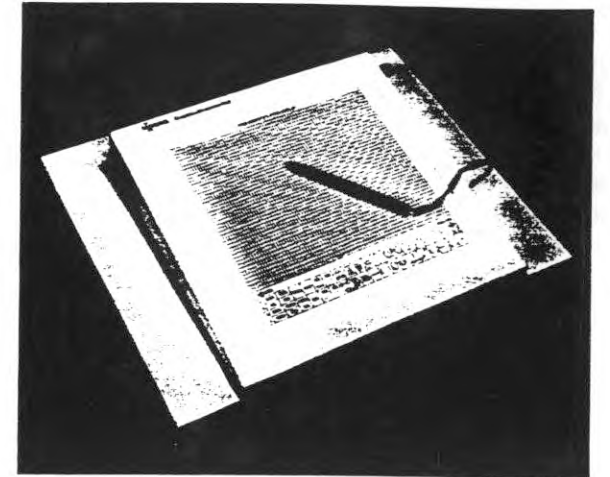
A standard ASCII keyboard plugs into the CRT Station for the purpose of configuring the system. Configuration involves a fill-in-the-blanks procedure and requires no programming or software expertise. The system configuration is stored on disk and transferred into the data base for normal on-line operation.



GRAPHICS GENERATION PACKAGE

A plotter board and a cursor control pen are used to construct real-time color graphic displays. The procedure is similar to constructing or tracing a drawing, only simpler and faster, because many standard symbols appear at a touch of the cursor control pen. Lines appear by merely designating, with the cursor control pen, the beginning and end points of the line. There is no programming involved in any facet of graphics generation.

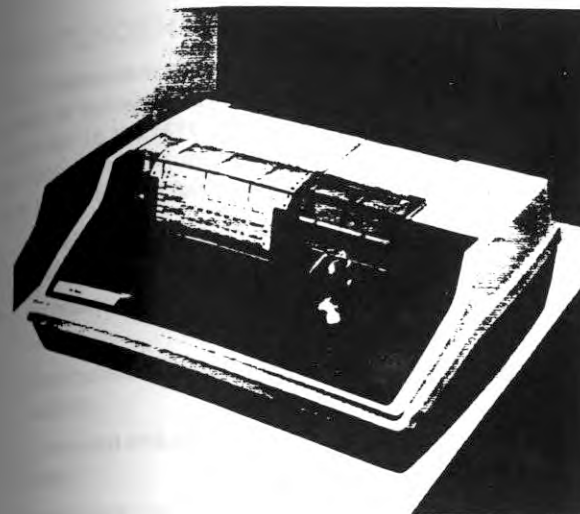
The easy-to-construct graphics include real-time data blocks, which indicate updated values of the process variable, setpoint, valve, control loop status and discrete "on-off" status. Keyboard manipulated process control is possible from the graphics mode.



ANALOG RECORDERS

Conventional one, two and three-pen recorders can be used for hard copy trend recording of any of the points or calculated variables in the system. The CRT station operator can designate any of the variables to be displayed on any pen, in effect, making the system function, like a giant patch panel.

By using the Operator's Keyboard, any of the configured points in the system can be connected to any of up to 32 recording pens on conventional analog recorders. The selected digital points in the data base are converted to 1 to 5 Vdc analog signals for recording.

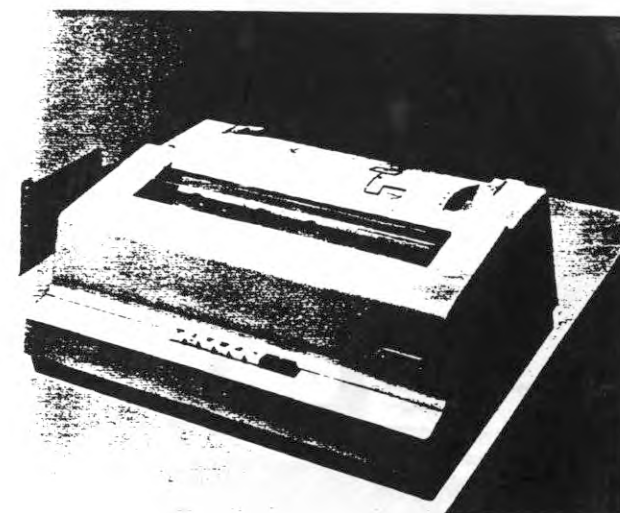


LINE PRINTER

The line printer provides alphanumeric printout of events connected with alarm functions, system diagnostics, and, upon demand, hard copy of data on the CRT. Several versions are available for use with the MYCRO System, including a heavy usage model and a compact model for light usage. It uses 9-1/2 x 11 inch sheets suitable for storing in 3-ring binders.

COLOR VIDEO COPIER

The video copier is an eight-color ink jet printer/copier which connects to a CRT Station via a standard RS-232C interface. It provides full-color reproductions of CRT graphic displays, such as a trend or process graphic.



INDEPENDENT COMPUTER INTERFACE

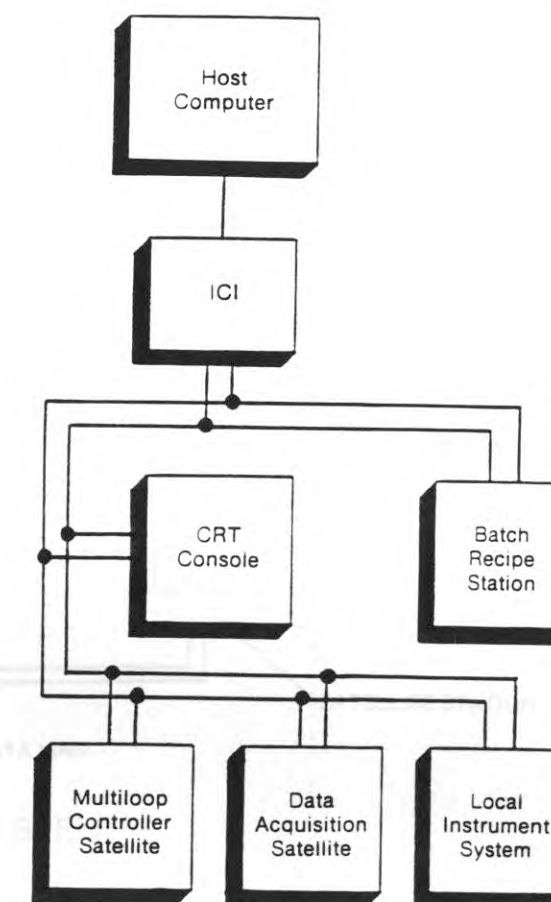
The Independent Computer Interface (ICI) is a micro-computer system that interfaces an independent external computer to the MYCRO Distributed System. The independent computer, in conjunction with the ICI, can perform the following functions:

1. Access all elements of data in a MYCRO global data base.
2. Manipulate any controller status, setpoint and valve output.
3. Manipulate Satellite Station analog and discrete outputs.
4. Download and upload a controller or CRT station data base.
5. Manipulate the tuning parameters of a controller.
6. Monitor the operating status of the MYCRO Hi-Level Data Link.

Each ICI functions as a master-type station on the Hi-Level Data Link, in the same category as a MYCRO CRT Station.

Three versions are available:

1. Low-to-medium speed (300 to 19,200 baud) unit with RS-232 serial ASCII transmission which allows access to one data highway and involves relatively simple interface programming.
2. High-speed (30,000 words per second), 16-bit word parallel unit allowing access to four data highways. This ICI can communicate with up to four MYCRO Hi-Level Data Links.
3. A serial version of the high speed parallel interface that allows use of all the parallel interface call tables and the local RAM buffer.



COMPUTER SYSTEM

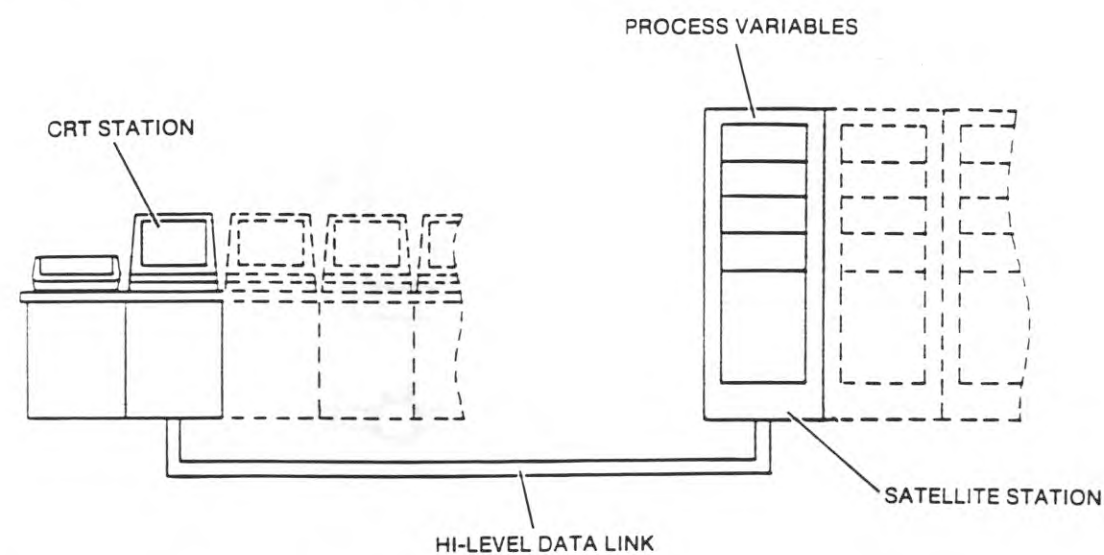
The MYCRO 3936 series of computer systems are real-time computer systems that incorporate an ICI and a commercial computer with application software to provide a variety of capabilities.

Model #	Description	Computer
3936M1	250 Point Logging Package	HP200
3936M2	1000 Point Logging Package	HP200
3936M3	2000 Point Logging Package	HP200
3936M10	Management Analysis	IBM PC
3936M11	Industrial Version of M10	IBM PC



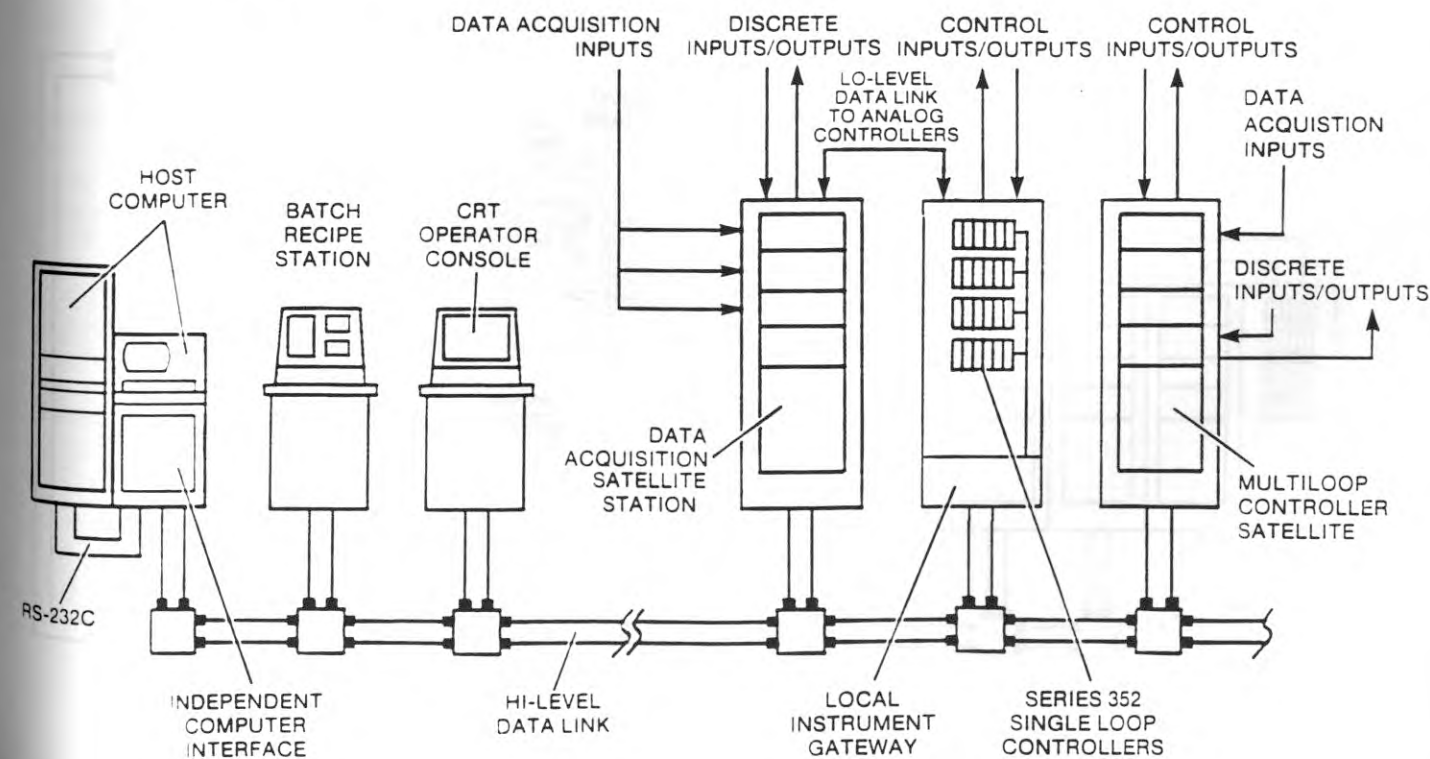
MYCRO SYSTEM ARCHITECTURE

A BASIC MYCRO PROCESS MONITORING DATA ACQUISITION SYSTEM

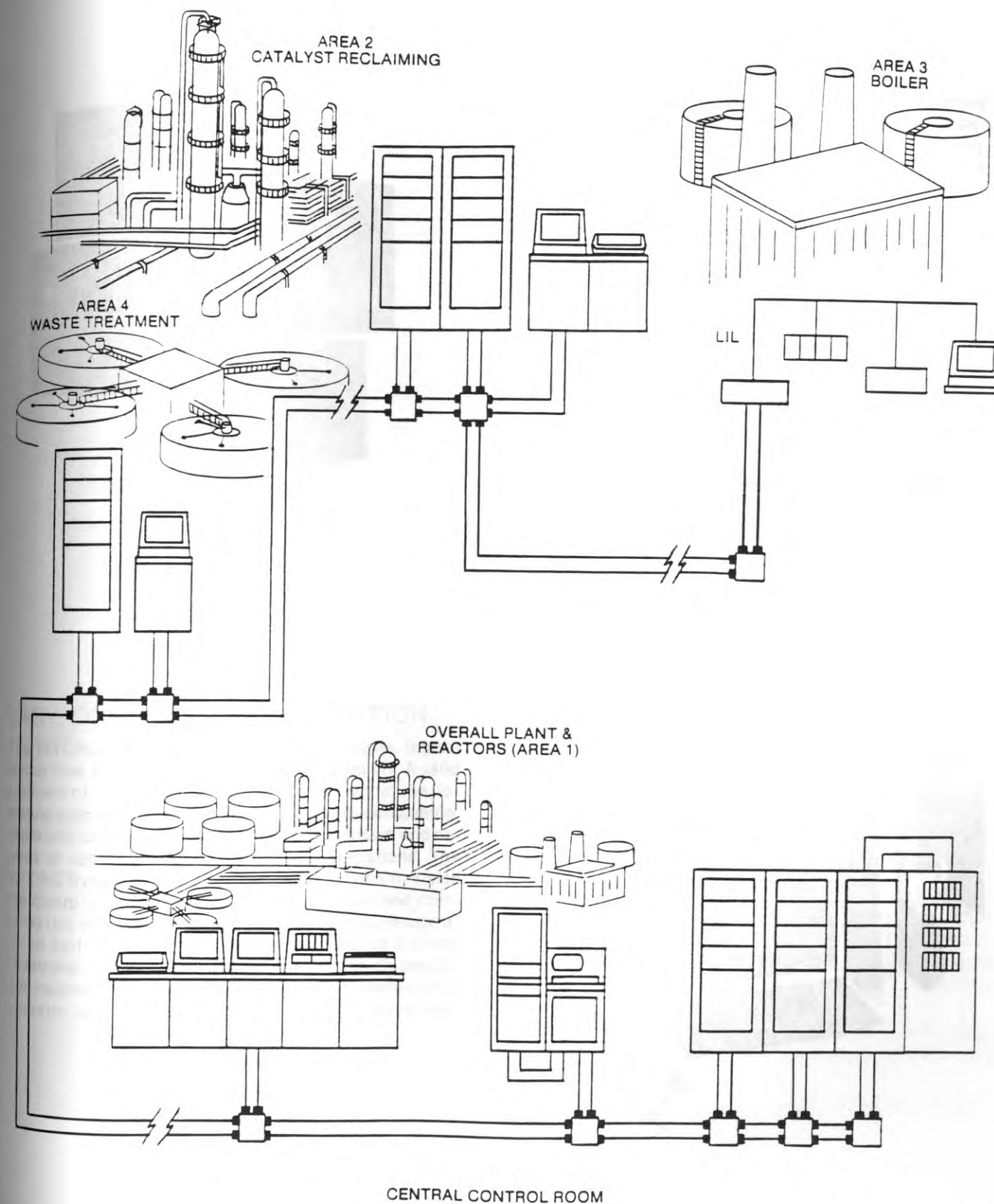


BASIC ELEMENTS OF A MYCRO CONTROL SYSTEM

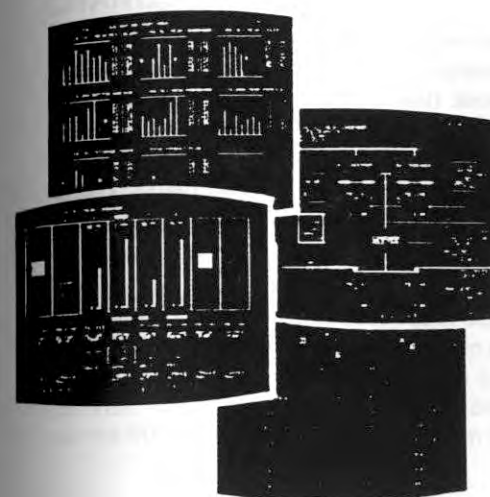
Controllers can be digital or analog with serial interface — or any mix of the two.



A PLANTWIDE DISTRIBUTED SYSTEM



MYCRO SYSTEM FEATURES



MORE EFFECTIVE DISPLAYS

The MYCRO overview display allows the operator to note where each process variable is with respect to full scale, setpoint and alarm settings. Overviews also identify tag numbers for each loop. The MYCRO overview display is superior to typical overviews which are generally limited to identifying groups in alarm. MYCRO group displays are similar to control station faceplates, with which operators are thoroughly familiar. MYCRO point displays include real-time recording of the variable, and, upon operator selection, recording of the valve signal as well. Control loop tuning is performed in the point display mode; this allows indication of the tuning setting and process/valve reaction in the same display. Graphic displays allow control from real-time data blocks. Trend displays provide great flexibility in changing scale amplification and time base, and also permit the data to be scrolled to the right or left.

See pages 28 and 29 for more details on the displays.

EASY, ONE-KEYSTROKE OPERATION

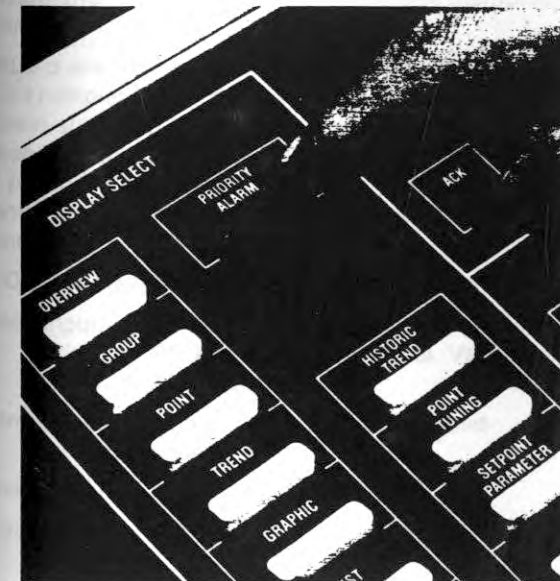
The MYCRO Operator's Keyboard has a simple, logical layout that allows fast, confusion-free operation. A valid criticism of contemporary CRT keyboards is that the operating procedure can get confusing and time-consuming, especially during emergencies, startup, shutdown and periods of upset or change in processing operations. The MYCRO System employs a display concept which relates the group, point, graphic and trend displays, and combines this with an intelligent keyboard to allow the operator to perform most of his moves by means of a single keystroke. The keyboard computer performs an evaluation routine which permits it to anticipate the desires of the operator, and also to invalidate unauthorized keystrokes.



FAST RESPONSE ON CHANGE IN DISPLAYS

It is very frustrating, and possibly even hazardous (especially during emergencies), for an operator to call up a new display and then have to wait several seconds or longer for the new display to be developed on the screen. The delay results either because the digital data is slowly, serially transmitted or because a higher level program transmits the data.

In the MYCRO System, backgrounds for all but the graphic displays are stored in ROM in the CRT and the data is transferred over an internal data bus in approximately one half-second. Graphic displays are stored on disk and generally appear in 1 or 2 seconds when called up by the operator, due to a unique block transfer capability built into the MYCRO Disk Operating System (DOS).



PRIORITY ALARM PUSHBUTTON

During conditions of widespread process upsets or emergencies, resulting in multiple alarms, the operator can become confused as to which loops to concentrate upon. In such situations, the operator can push a priority alarm button. This will call up special group displays which are pre-configured to contain random points in the system arranged according to their importance in maintaining safety and normal on-line operation. Pressing the priority alarm button automatically calls up the group with the highest priority point in alarm. By acting on these points, the operator is guided, loop-by-loop, to an orderly restoration of normal control — or a shutdown, if critical loops cannot be brought under control.

Graphic displays associated with the priority group displays can be used to provide operator instructions pertinent to the alarm situation.

The priority key can be used to scan random, unacknowledged alarms first, which forces operators to look at points in alarm before they can acknowledge them.

POWERFUL DIGITAL MULTILoop CONTROLLER

Among the many features of a Moore Multiloop Controller are:

- Capacity: 128 analog inputs, 64 analog outputs, and over 400 discrete I/O elements.
- Configurable for advanced multivariable control strategies such as: feedforward, overrides/constraints, adaptive tuning, non-linear control, deadtime compensation, and transition control.
- Powerful, with fast execution times of 0.1 or 0.2 sec. for full complement of 128 algorithm blocks.
- Extensive logic and sequencing capabilities without requiring a separate programmable controller.
- Flexible block configuration (soft wiring).
- Menu of 30 comprehensive algorithms designed to implement the widest range of control strategies.
- Accommodation of a wide variety of I/O, including high level, low level, pneumatic pulse and discrete inputs, high level current outputs, and solid-state relay contact outputs.
- Total redundancy option for such controller elements as the microcomputers, high level I/O, memory and power supplies. Fault-tolerant design.
- Non-volatile memory for data base storage.
- No conventional panel required; unit is entirely self-contained, ready for field wiring.
- Built-in power for field transmitters, contact inputs and current outputs.
- Configuration routines executable without disrupting control.

The MLC is available as a totally redundant unit in which there is a complete backup system for every element from the power supply to the algorithm computers, memory and even I/O. Upon detection of a fault, there is an automatic switchover to the backup system, which maintains the continuity of both the regulating and the discrete control functions.

The I/O types available with the MLC are:

Analog input: 4-20 mAdc, 1-5 Vdc, Vdc, T/C, RTD, pneumatic 3-15 psi, Vac, AMPS ac, frequency.

Discrete input: contact pulse, and ac or dc solid-state

Analog output: 4-20 mAdc; 1-10 Vdc

Discrete output: relay (SPDT), solid-state dc.

Multiloop Controller configuration involves a fill-in-the-blanks routine executed either from a Basic CRT Station or a local terminal. The local terminal (MYCROterm) can be either portable or built-in to the MLC cabinet.

In addition to local I/O, the MLC has access to all variables contained in the MYCRO global data base via the Hi-Level Data Link.

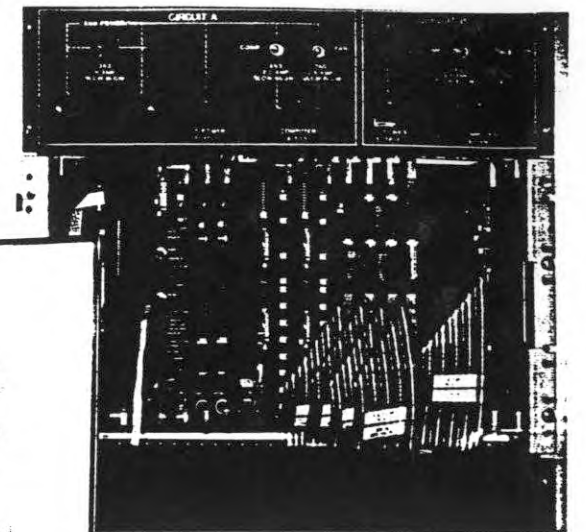
A MLC is a station address on the Hi-Level Link similar to a Data Acquisition Satellite Station.

The algorithms have a very comprehensive function capability. All incorporate "soft wiring" via configuration. The user may select from any of the following algorithms:

ALGORITHM MENU	
TYPE	DESCRIPTION
1	PID CONTROLLER
2	PD CONTROLLER
3	BATCH EXTENSION
4	PID CONTROLLER - VELOCITY
5	PI CONTROLLER - ERROR SQUARED
6	INTEGRAL
7	ON/OFF CONTROLLER
8	DEAD TIME TABLE
9	ADAPTIVE FILTER
10	LINEAR CHARACTERIZER
11	LEAD/LAG
12	SIGNAL SELECT
13	TIMER
14	SWITCH
15	LOGIC
16	TOTALIZER
17	AVERAGING
18	CALCULATOR
19	PROGRAMMER
20	IMPULSE
21	COMPARATOR
22	AUTO/MANUAL WITH BIAS
23	PEAK-PICKER
24	GATE
25	FAN IN
26	FAN OUT
27	SEQUENCER
28	SAMPLE & HOLD
29	ALARM COMPARATOR
30	LEVEL/WEIGHT CHARGER



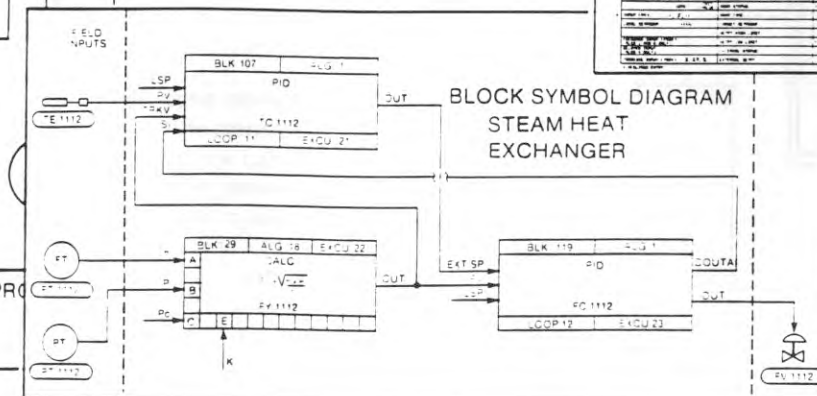
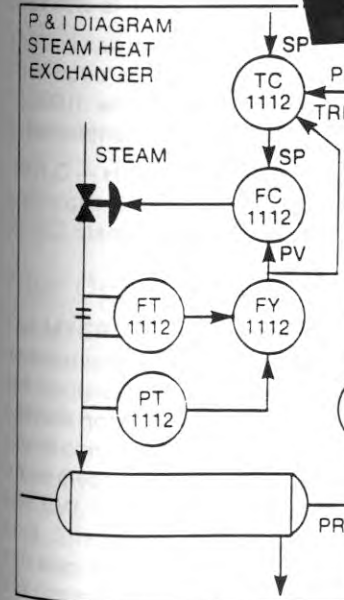
MYCROterm



MULTILOOP CONTROLLER CARD RACK

DIGITAL MULTILoop CONTROLLER

MULTILOOP CONFIGURATION FORMS



Three sample forms for multi-loop controller configuration. Each form contains sections for: NAME, NUMBER, and DESCRIPTION; INPUTS; OUTPUTS; and a table for LOOP DATA. The forms are used to document the configuration of the multi-loop controller.



SYNCRO 350
ELECTRONIC



SYNCRO III
PNEUMATIC

HIGH LEVEL COMMUNICATIONS LINK

Communications between major elements of the MYCRO System are implemented with a dual redundant, serial data highway, operated at 500 kilobits per second using an enhanced HDLC* protocol. Enhancements provide improved link security through a combination of error-checking techniques which statistically limit undetected errors to approximately 10^{-15} (i.e., one undetected error in 1000 years). This figure is based upon a typical hardware error rate of 10^{-6} .

The link can be implemented with shielded wire cable and fiber optic cable. Maximum distance of the highway is 12,000 ft. with wire cable. Fiber optic cable allows the link to be extended an additional 20,000 ft.

*HDLC — Hi-Level Data Link Control. A communications protocol based on original work by IBM. HDLC is covered by ISO Standard 3309.

Fiber Optics

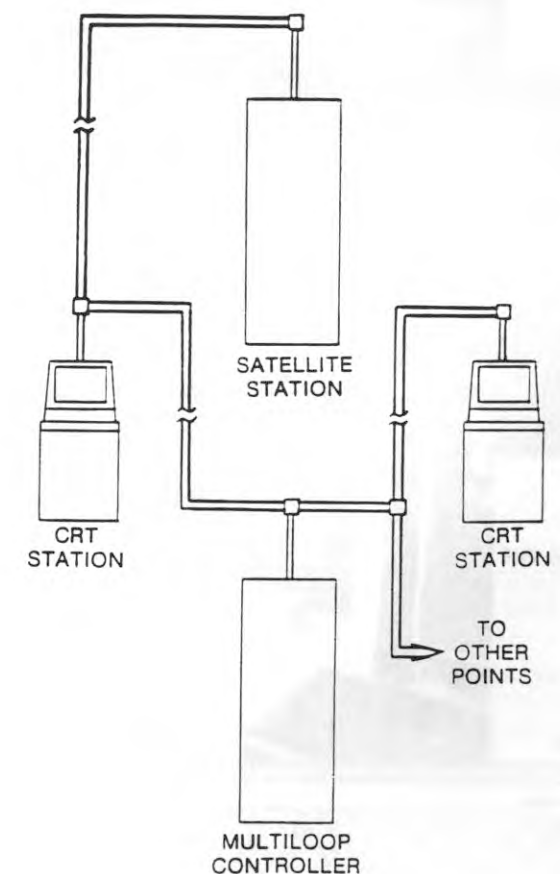
The MYCRO System can incorporate a fiber optic communications link to operate in conjunction with the standard electrical Hi-Level Data Link. This fiber optic link can operate normally and reliably in indoor or outdoor areas where conventional data links cannot function due to extreme electrical noise. Fiber optic links are immune to RFI and EMI, and are virtually immune to the effects of lightning. Since fiber optic cables are non-conductive, they can also be used in hazardous locations. The fiber optic link can be integrated in the standard electrical link, allowing the link to be extended 20,000 feet.

INTERFACE WITH CONVENTIONAL, PROVEN, RELIABLE ANALOG CONTROLS

Through a serial data link, the MYCRO System can also interface efficiently to field-proven SYNCRO 350 Analog Electronic Controllers and SYNCRO III Analog Pneumatic Controllers.

If the CRT Station or data highway should fail, these controllers continue to function maintaining the process on-line, the operator can manipulate the process from the control stations in the same manner as he does at conventional panelboards.

Existing electronic and pneumatic installations can be modernized by converting the analog stations to serial interface types.



NOVEL. EASY-TO-USE
GRAPHICS PACKAGE

This unique system which generates comprehensive, real-time graphic displays operates from a program stored on disk. There is no programming and no fill-in-the-blanks procedure required on the part of the user — and no extra computer is involved. The hardware consists of a plug-in graphics plotter board and a cursor control pen (Fig. 1). The plotter board is divided into coordinates which relate directly to coordinates on the video screen. The lower portion of the plotter board is divided into blocks displaying standard process symbols, blocks for selecting background and foreground colors, various line modes and an erase mode of operation (Fig. 6). Movement of the cursor control pen on the plotter board is duplicated on the video screen. Pressing the cursor control pen to the plotter board fixes the cursor position on the screen, and selects a color, symbol, line, or erase mode of operation.

Placing a symbol on the graphic simply requires the user to first select the foreground and background colors by pressing the cursor control pen to the appropriate blocks. He then selects the point where he wants the symbol to appear by pressing the cursor control pen to the appropriate coordinate on the plotter board. Next he presses the cursor control pen to the appropriate symbol block which then makes the symbol appear on the screen. Lines are constructed by pressing the cursor control pen to the type of line mode preferred (e.g., single or double thickness, pipe, diagonal) and then pressing the pen to the plotter board to locate the beginning and end points of the line. This makes the line appear instantly. The erase mode permits removing any portion of the graphic by using the cursor control pen as one would an eraser. Alphanumerics are positioned with the cursor control pen and inserted by means of the configuration keyboard. Real-time data blocks (a data block is one of the standard available symbols) can be inserted in any graphic. These display such data as process variable, setpoint, output and controller status. The operator can manipulate control loops in the on-line graphic mode.

Sketch pads (Fig. 2) which duplicate the plotter board face, and a template sheet which duplicates the standard symbols, allow a user to sketch a graphic first (Fig. 3). By superimposing the sheet onto the plotter board (Fig. 4), the user quickly generates his graphic by essentially tracing the sketch through appropriate manipulation of the cursor control pen (Fig. 5). A user can also generate any special symbols and these can be copied from display to display.

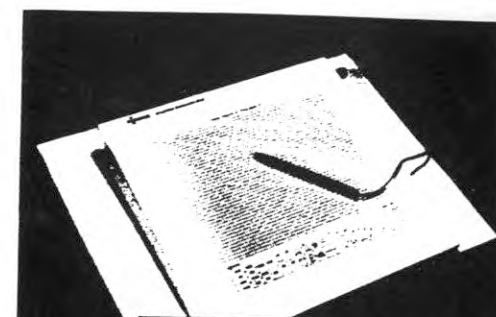


FIG. 1

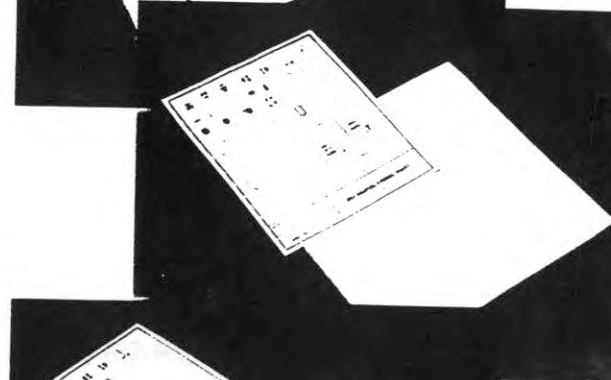


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5

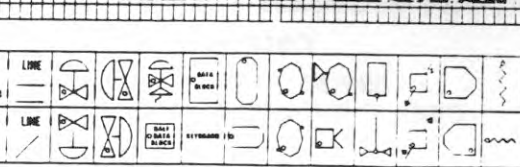
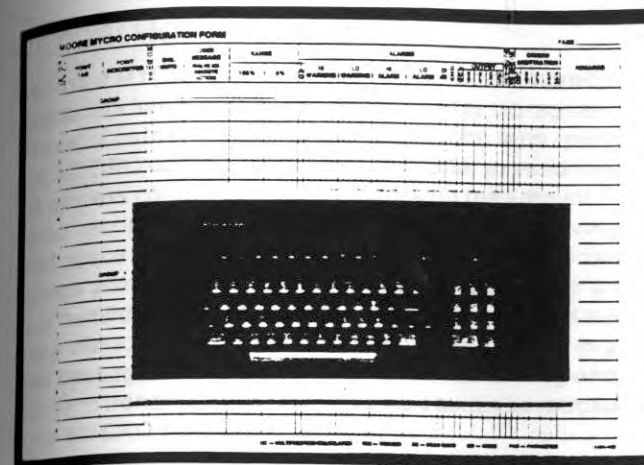


FIG. 6



SIMPLE & EFFICIENT CONFIGURATION

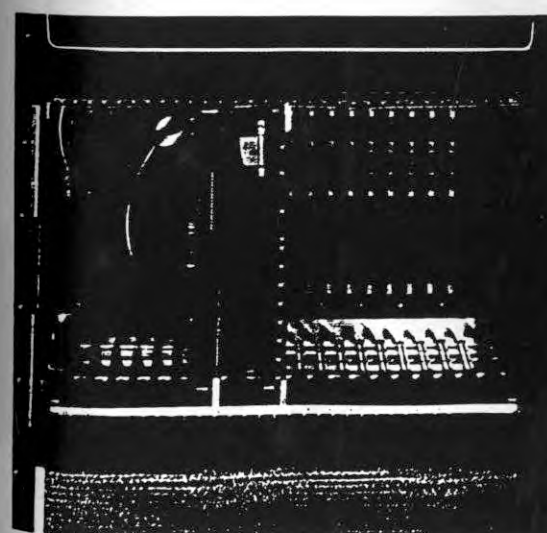
System configuration is performed via a portable configuration keyboard at the CRT console. Configuration involves a fill-in-the-blanks procedure and requires no programming or software expertise. The system configuration is stored on disk and transferred into the data base for normal on-line operation. The configuration programs provide a series of text prompts that assist the user throughout the configuration procedure. Page displays and disk block transfers make configuration fast and efficient. Configuration for the MLC is provided via the CRT Console or MYCROterm, which is available as either a built-in or portable unit.

System planning and configuration are facilitated by using standard MYCRO configuration forms on which the user lists the data which will be required in the configuration process.



POWERFUL SYSTEM — SIMPLE HARDWARE

Through the use of advanced and novel microcomputer architectural concepts, Moore engineers evolved a very powerful system while maintaining hardware simplicity through the multiple use of basic microcomputer building blocks. Functions are distributed among a minimum of eight microcomputers incorporating concepts such as dual port RAM, memory bank switching and multiprocessing (cycle sharing on the same data base). Obtaining the full capabilities of the MYCRO System ordinarily would require either a large mainframe computer or the most powerful minicomputer operating with a complex, time-consuming, executive program.



EXTERNAL COMPUTER INTERFACING

A choice of a medium-speed or high-speed interface between the MYCRO System and an independent computer is available.

A medium-speed unit with RS-232 link and ASCII serial transmission is relatively low-cost. It is directly compatible with standard terminal drivers resident in most operating systems, allows efficient block transfer of data, and provides five selectable baud rates.

A high-speed, 16-bit word parallel computer interface unit allows access to as many as 4 data highways. This interface is supported by driver software packages that eliminate user generation of custom driver packages.

COMPUTERS SUPPORTED:

DEC VAX	HP "E" SERIES
DEP PDP	MODCOMP CLASSIC

HISTORIAN

The Moore MYCRO System offers a superior, economical historic data trending package, featuring easy storage and retrieval of both short term (current) and long term (past) data. MYCRO data trending reduces capital expenditure on a process control system by decreasing the amount of analog recorders needed in a system, thereby saving panel space and reducing wiring costs. One historian package provides 192 trended points, as opposed to an equal number of recorder pens. Trend data storage is via floppy disks, which provide low cost, mass storage in a small package, and are also easy to file. Both long and short term trending can be called up via a single keystroke on the MYCRO Operator's Keyboard.

MYCRO uses dual disk drives for trending data storage and retrieval. This method provides superior reliability, allowing a disk to fail without causing the loss of either the

historian function or stored data. Also, dual disk drives allow past historical data to be retrieved without interfering with any current trending operation. Disk drive usage and actual disk wear is minimized by a unique, Moore Products-developed data storage technique.

The trending display contains four points (half of a group display), and each displayed point includes its tag number and name, engineering units and engineering unit range. No external conversion to engineering units from a raw percent scale is required. Special keys on the Operator's Keyboard allow the trend display to be manipulated backward or forward in time. A trended point in any of the four quadrants may be temporarily replaced by any other trended point via a single keystroke, thus making it possible to compare associated points easily.



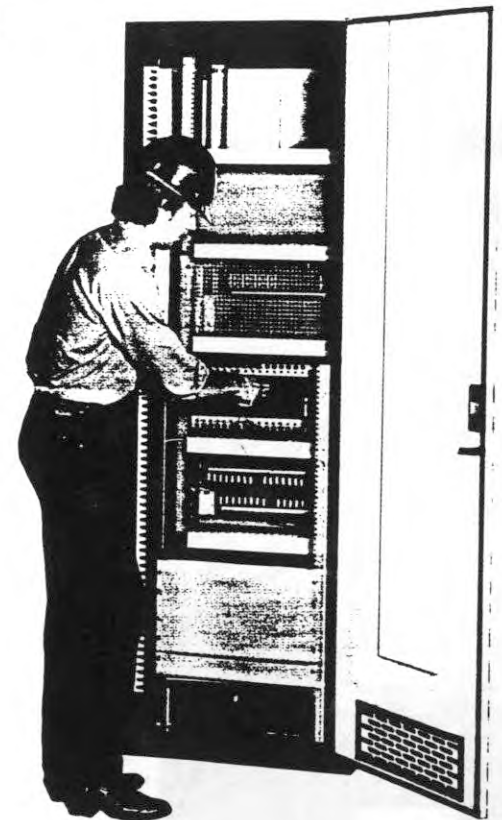
COMPREHENSIVE SYSTEM DIAGNOSTICS FOR TROUBLESHOOTING AND MAINTENANCE

MYCRO System diagnostic routines are among the most comprehensive and advanced in the field of process control. All MYCRO diagnostic messages are easily available to an operator, either via a CRT screen display, LED display, hard copy print-out, or all sources combined. The use of easily-recognizable error messages and several means of notification assures that an operator or technician will be able to pinpoint potential problems quickly.

System status pages displayed on the CRT provide immediate information on the status of every MYCRO Station on the Hi-Level Link. An operator is initially alerted to possible malfunctions via a CRT-displayed message that informs him which station is experiencing difficulties. The MYCROterm (optionally available with the Multiloop Controller) further assists in system troubleshooting by initiating and reading the results from a set of diagnostic procedures to determine the operability of the Multiloop Controller.

An automatic functional diagnostic routine is periodically activated to provide fault detection. Faults can be easily isolated to the board level, since several microcomputers are involved in fault detection.

MYCRO System maintenance is designed for convenience and usually involves plug-in replacement at the board level.



MYCRO PORTABLE DEVICES

MYCRO portable devices provide local control, configuration, and maintenance of the Multiloop Controller from virtually any location that a user desires, since none of these devices need to be connected to a data link. Thus a user can configure a Multiloop away from the control room. Since all MYCRO portable devices are easily-transportable, they are extremely useful as field maintenance tools. The MYCRO portable device line consists of:

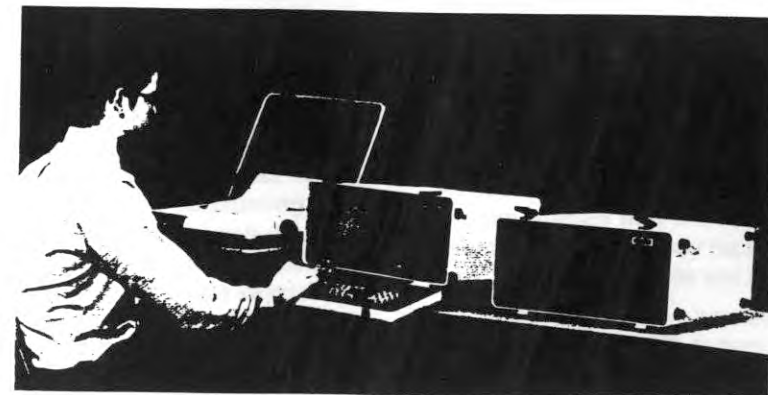
Portable MYCROterm — a CRT-based instrument that provides local control, configuration, and maintenance of a Multiloop Controller without requiring a data highway connection. The portable MYCROterm is housed in a

suitcase-style enclosure with a fold-up keyboard. Separate printer and disk drive connections are provided.

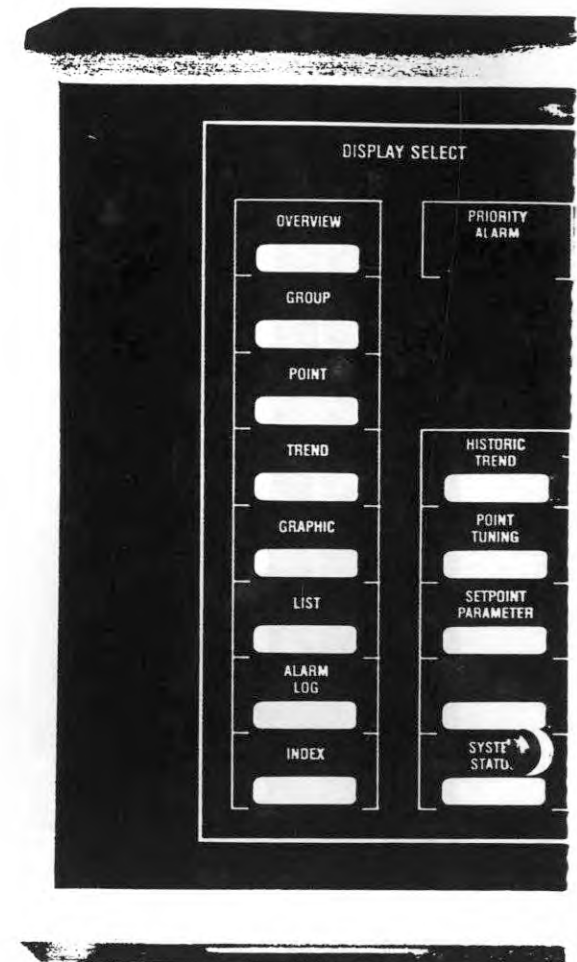
Portable Printer — a compact device that provides hard copy documentation of MYCROterm (rack-mounted and portable) screen data on standard 8 1/2" x 11" paper.

Portable Disk Drive — a dual disk drive package that is used in conjunction with the MYCROterm to develop and store Multiloop Controller configurations.

PICTURED (Left to Right): Portable Printer, Portable MYCROterm, Portable Disk Drives.



OPERATOR'S KEYBOARD



The MYCRO Operator's Keyboard is easy to comprehend and operate due to its simple key arrangement that combines keys into logical groups, plus the incorporation of its own microcomputer that reduces most display changes to a single keystroke. Special dedicated function keys that provide such services as hard copy CRT documentation, point recording and trending, and alarm acknowledgment are also included to further assist the MYCRO System operator. The "tactile feedback" keys provide quick, accurate response and an excellent man-machine interface.

The self-contained keyboard microcomputer evaluates an operator's display requests and then anticipates his next selection, thereby eliminating time-consuming extra keystrokes and providing virtually instant call-up of displays. As an example of the efficiency of the Operator's Keyboard, an operator can use just a single keystroke to continually switch between four MYCRO CRT displays (group, point, graphic & trend) that provide pertinent information about a single control loop or point. The use of

single keystrokes provides maximum system response and saves critical time in emergency situations.

Even when a single keystroke is not sufficient to change displays, all an operator must do to call up a different display is to complete a simple fill-in-the-blank prompt message. Prompts are displayed in the lower left-hand corner of the CRT and usually require no more than a few numbers to complete and then implement an operator's request.

The logical grouping of related keys in sections with identifying titles also assists an operator in using the keyboard. As each key is grouped according to function, the operator can quickly find the appropriate key and thus avoid searching for randomly located individual keys. The various keyboard sections are as follows:

DISPLAY SELECT — contains keys for calling up any MYCRO System CRT display, plus provides setpoint and tuning parameter call up for Multiloop Controller points.

ACTIVE POINT SELECT - GROUP DISPLAY

PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7	PT8
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LAST ☐
NEXT ☐
ON LINE

CONTROL ADJUSTMENT

EXT <input type="checkbox"/>	COMP <input type="checkbox"/>
RAMP <input type="checkbox"/>	SP DISCR <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PROMPT SELECT AND DATA ENTER

7 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>
4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
0 <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ENTER
 CLEAR

TREND SET

SEL TND <input type="checkbox"/>	INC TIME <input type="checkbox"/>	DEC SCALE <input type="checkbox"/>
SHIFT <input type="checkbox"/>	SHIFT <input type="checkbox"/>	INC ZERO <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PAGE BACK <input type="checkbox"/>
STORE <input type="checkbox"/>	REC <input type="checkbox"/>	PLOT VALVE <input type="checkbox"/>

SYSTEM SET

VARIABLE	ALARM	TUNE
PV <input type="checkbox"/>	HI ON <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>
SP <input type="checkbox"/>	HI WARN <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>
V DISCR <input type="checkbox"/>	LO WARN <input type="checkbox"/>	D <input type="checkbox"/>
ALARM <input type="checkbox"/>	LO OFF <input type="checkbox"/>	OG <input type="checkbox"/>
+P <input type="checkbox"/>	DEV <input type="checkbox"/>	SPHL <input type="checkbox"/>
TGT 3 <input type="checkbox"/>	TGT 4 <input type="checkbox"/>	SPLL <input type="checkbox"/>

PRINT
 COPY
 SET TIME

CONTROL ADJUSTMENT — contains keys for loop or point manipulation, such as implementing status changes on control loops, i.e., from automatic to manual or "on"- "off" for discrete outputs. This keypad also contains "up/down" keys that provide continuous adjustment of setpoint or manual output values. Other keys allow for entry of target setpoint and ramp time for ramping the setpoint as provided by the Multiloop Controller.

PROMPT SELECT AND DATA ENTER — contains keys that enable numerical data, including digital and negative values, to be entered into the system. Note: The setpoint or valve output can be set either by the "up/down" keys in the control adjustment section or by entering the exact digital value via the prompt select and data enter keys.

TREND SET — contains keys that allow parameter manipulation of point or trend displays. Special keys allow an operator to scroll or to change the gain, time scale and zero value of a trend display, plus substitute other points into the display for easy comparison and analysis.

SYSTEM SET — contains keys that allow manipulation of alarm values, alarm references and tuning parameters. Individual function keys also enable an operator to change such values on Multiloop Controller points as proportional and derivative gain, integral and derivative time, and setpoint high/low limits. These keys are under keylock control to prevent unauthorized changing of data.

ACTIVE POINT SELECT — contains keys which allow a point in a group or graphic display to be activated for manipulation or special attention.

The MYCRO Operator's Keyboard has a number of individual, dedicated function keys that, via a single key-stroke, enable an operator to: generate hard copy documentation from either a line printer or color video copier; acknowledge alarms; place a point on either video trending or analog, strip-chart recording; page either backward or forward in continuous order through similar CRT displays; and, plot the valve signal on the CRT point display.

OVERVIEW

Presents nine groups of eight points each per page. Indicated are the process variable, setpoint, alarm settings, loop tag number, and on-off status on discrete loops. Tag numbers flash on alarm.

GROUP

Includes analog and digital indication of eight loops or points. Display is similar to analog controller faceplates and graphically shows the process variable, setpoint, output and alarm settings.

Color-coded digital readout of the process variable, setpoint and valve are presented. End of scale units, multiplication factors, engineering units, tag numbers, circuit description and controller status are shown. On discrete loops, "on-off" status is indicated.

Any point can be made "active" by a keystroke. This highlights the point and permits the operator to manipulate the control loop from the keyboard.

POINT

Provides detailed information on any point in a group. Graphic recording of the process variable (yellow trace) begins when the display appears. Traces move right to left. Graphic recording of controller output (white trace) can be included at operator's option upon depressing a "PLOT VALVE" key. Process, setpoint and valve appear in graphic analog and digital form. Other details such as alarm settings, reference tuning constants, controller action and controller type are indicated. Also shown are whether the point is being recorded on an analog strip-chart recorder and whether historical trending of the point is being stored on disk.

In the point display mode, the operator can fully manipulate the control loop, set alarms and tuning coefficients, (via key-lock controlled pushbuttons), plus designate the point to be recorded on either a strip-chart recorder and/or trend recorded on disk. The operator can also change the time base on the trend recording from the initial 20 seconds per graduation to 40 seconds, 1, 2, 4 or 8 minutes.

GRAPHICS

Presents a process graphic with real-time data blocks. The data blocks indicate the loop tag number, process variable, setpoint and valve readings, engineering units, group and point number, and status of the control loop.

The operator can make any point or block "active" which allows him to manipulate controls on that point while in the graphic display mode. The active point data block is highlighted.

TREND (SHORT TERM)

Graphic recording of four variables (a half-group) is displayed, one variable in each quadrant. If an active point had been designated, the vertical scale coordinate for that point is highlighted. The display presents the immediate past 32 minutes of data. The screen can be scrolled incrementally by repeated operation of a shift button to show an additional 32 minutes of previous data. If the user chooses not to use long term trending, the short term trend can be extended to eight hours total.

The scale can be expanded for easier reading by operating "DEC SCALE" and "INC ZERO" pushbuttons. As data intercepts the vertical coordinate, a digital readout of time and data is presented on the screen. Therefore, a precise readout

of any point can be obtained by scrolling, left and right, via the "SHIFT LEFT" and "SHIFT RIGHT" pushbuttons.

While pre-configured system half-groups initially appear for trend display, it is possible, via the Operator's Keyboard, to move temporarily any of the other points being trended into the quadrant in place of those initially in the display through the "SEL TND" pushbutton. The display time base can be changed via the "INC TIME" pushbutton to compress the display time base. This allows comparison of any related points.

HISTORICAL TREND (LONG TERM)

This display is similar to the short term historical trend display. However, it allows presentation of data going back as far as eleven days. By filling in prompts, the operator can select points and go back in time as far as the inserted flexible diskette allows. Previously stored disks can be inserted into the disk drive for reading of prior recorded data in comparison with present data.

As with the short term trend display, it is possible to expand the scale for easier reading and to scroll the recording and obtain accurate readout of any point. Diskette capacity ranges from 8 hours to 11 days depending upon selected data storage rate.

ALPHANUMERIC DISPLAYS

The following alphanumeric displays can be called up:

Alarm Log — A chronological list of up to 128 historical alarm points with alarm values.

List — Alphanumeric readout of real-time data covering three groups of eight points each per display page.

Index — A composite of the configured system. Useful for identifying group and graphic displays by group title.

System Status — (a) Real-time Hi-Level Link diagnostic display for evaluating link status; (b) Alphanumeric listing of user tag numbers identifying I/O wiring origins, trend and recorder points and group assignments.

PRIORITY ALARM

A conventional group display with the points grouped randomly according to their overall importance to safe and proper operation of the entire plant. Most useful at times of widespread upset when an operator might become confused as to which loops require his immediate attention.

DISPLAY IDENTIFICATION

Function	Graphic Indication
Process Variable	Yellow vertical bar
Setpoint	Yellow tick mark on overview, red index line in group and point display
Output (Valve)	White horizontal bar
Hi and lo limit alarm zone	Red bars from alarm point to end of scale
Hi and lo warning alarm setting	Red tick marks
Deviation alarm band	Green bar centered on setpoint
Discrete, "On/Off", output status	Yellow block for "On", red block for "Off"

SYSTEM CONFIGURATIONS

MYCRO hardware comes pre-packaged in CRT consoles, cabinets and racks. All of the modular MYCRO equipment enclosures are constructed of 16 GA, CRS-reinforced steel, painted in matching, two-tone grey. Each major item (console, Satellite, racks) can be a free-standing unit that is ready for installation in the user's plant. Satellites and racks receive plant I/O wiring (or tubing). All units are inter-connected via the MYCRO Hi-Level Data Link; data link connections are made via insulated, external tap boxes.

CONSOLE ASSEMBLIES

Console assemblies consist of independent units that butt together to make a single console. As such, it is relatively easy to add a section later without replacement or disassembling the entire console. MYCRO modular console assemblies can be combined with other modular stations to provide flexible, custom console arrangements. MYCRO Modular CRT-based process control, including graphics, trending, and configuration. Connections are also provided for a line printer (standard or compact), color video copier, annunciator, Hi-Level Data Link, and power. MYCROterm Unit Controllers are economical operator stations that provide alarm annunciators, electronic strip-chart recorders, keyboard and monochromatic CRT screen. The Batch Recipe Station generates, stores, modifies, and monitors multiple batch process units and their associated recipes. Modular console model selections are:

- 390MM10 — MYCROterm Unit Control Console
- 390MM11 — Modular Console CRT Station
- 390MM12 — Batch Recipe Station

CONSOLE SHELVES are Formica-clad tabletops with slots for cable passages between console bases and modular tops. Standard shelves are rectangular, in accordance with the size required to provide a continuous shelf section of up to five bay widths. Special tops with angular or wrap-around designs can be accommodated via special order.

MODULAR TOPS consist of a set of operator items contained within a fiber glas enclosure. The primary operating items are color CRT consoles, operator's keyboards, strip-chart recorders and configuration/trend disk drives. Modular tops include connector panels for connection of the portable Configuration Keyboard (Model 390K2) or Graphics Generator (Model 390G2). CRT modules incorporate a front-mounted brightness adjustment and convergence board for convenient CRT calibration.

SATELLITE CABINETS

Both Data Acquisition and Multiloop Controller (MLC) Satellites are contained in free-standing cabinets that contain front and rear access doors. Each unit is connected to the Hi-Level Data Link and includes computer card cages, power distribution boxes, field I/O termination panels and boxes, and predefined plastic wire-way for customer field connection cables (or soft tubing). Double-bay cabinets are used when single-bay cabinets do not

have sufficient termination panel space, such as for large amounts of discrete I/O. Satellite cabinet selections are:

MULTILOOP CONTROLLER

- 3910G __ -1 One-Bay Cabinet
- 3910B __ -2 Two-Bay Cabinet

The first blank is for inclusion of the number of the appropriate Multiloop type, while the second blank is for either "T" or "B", which denotes top or bottom access for field wiring. The Multiloop types available are:

- 3910G1T: non-redundant MLC with top access for field wiring
- 3910G1B: non-redundant MLC with bottom access for field wiring
- 3910G2T: redundant MLC with top access
- 3910G2B: redundant MLC with bottom access
- 3910G3T: non-redundant MLC with a MYCROterm and top access
- 3910G3B: non-redundant MLC with a MYCROterm and bottom access
- 3910G4T: redundant MLC with a MYCROterm and top access
- 3910G4B: redundant MLC with a MYCROterm and bottom access

DATA ACQUISITION

- 3922 __ One-Bay Cabinet
- 3922 __ Two-Bay Cabinet

The second blank is for inclusion of the number of the appropriate Data Acquisition Satellite type, while the third blank is for either "T" or "B" (top or bottom access for field wiring). The Data Acquisition types available are:

- 3922_1: data acquisition only
- 3922_3: data acquisition and SYNCRO Lo-Level Link(s)
- 3922_5: SYNCRO Lo-Level Link(s) only

Data Acquisition Satellites are also available in NEMA 12-style cabinets for rugged industrial environments, including air conditioning as needed. Use 3923G2 or 3923G3 whenever one cabinet is insufficient to hold termination boxes. Each Satellite type includes a wide variety of input/output based on customer requirements.

CONTROLLER RACKS

Controller racks custom assemblies that hold elements of the Local Instrument System in accordance with system requirements.

INDEPENDENT COMPUTER INTERFACES (not shown)

Independent Computer Interfaces are rack-mounted assemblies for mounting in customer computer cabinets.

SATELLITE CABINET
(DATA ACQUISITION OR MULTILoop)



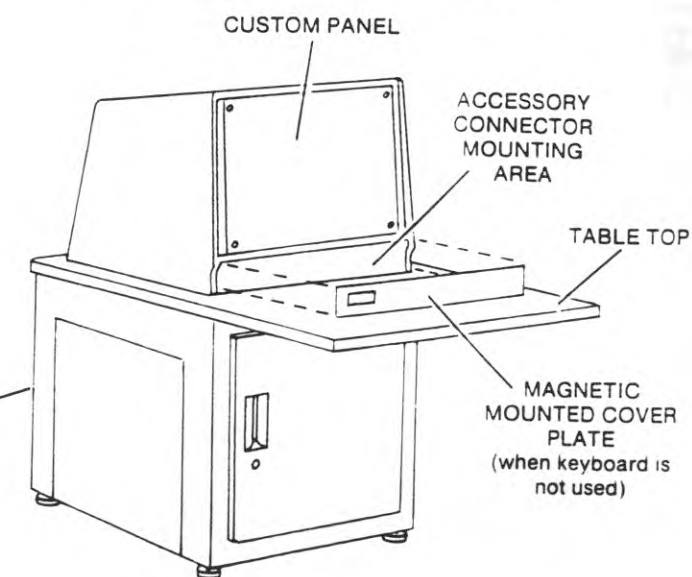
3922_T-1

3922G_T-2

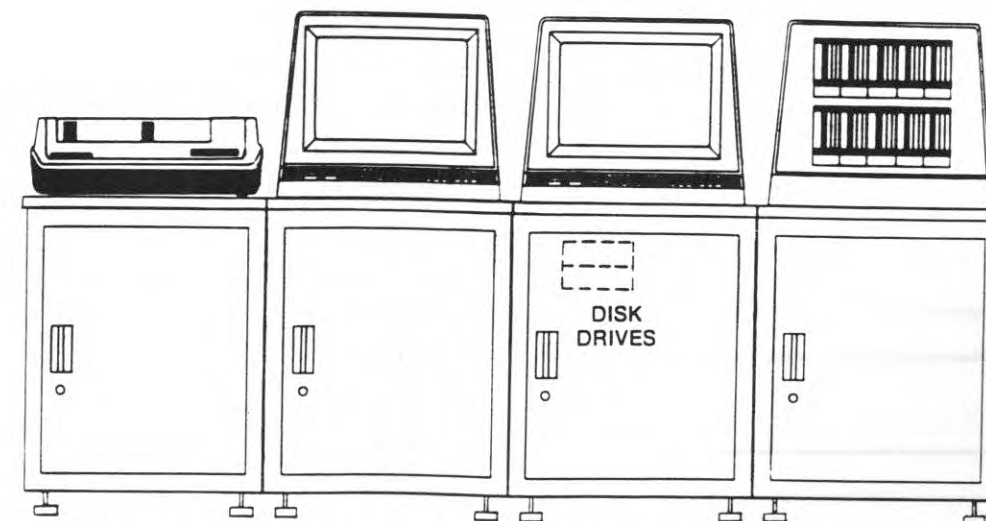
CONSOLE
BASE
CABINET

3910: MLC
3922: DATA ACQUISITION

TYPICAL MODULAR BAY ENCLOSURE



TYPICAL MODULAR CRT CONSOLE LAYOUT



390S11
PEDESTAL
WITH
390L1 PRINTER

390MM11-A
AUXILIARY
CRT STATION

390MM11
BASIC
CRT STATION

390MR11
CUSTOM CONSOLE
STATION WITH
360 RECORDERS

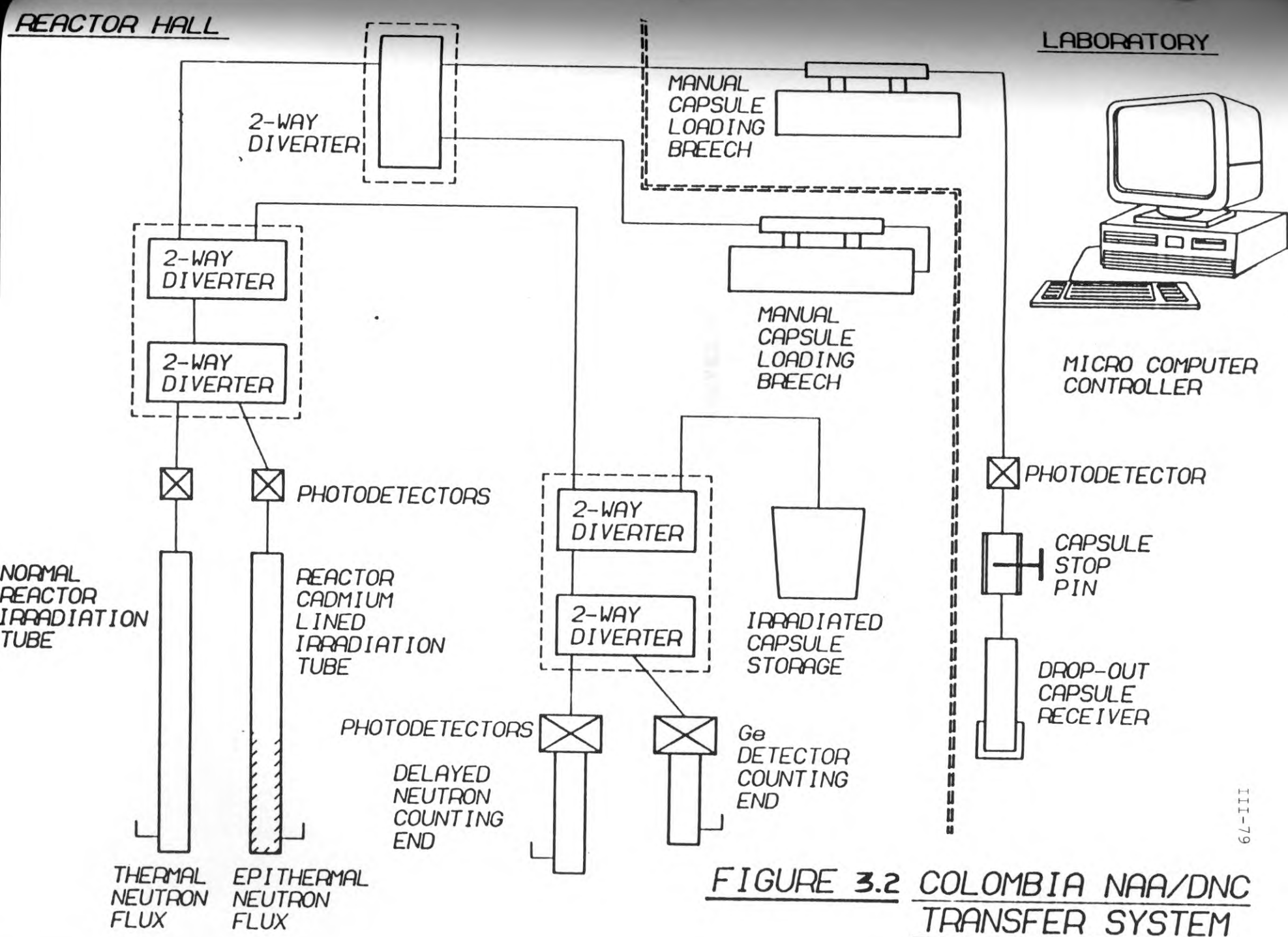


FIGURE 3.2 COLOMBIA NAA/DNC TRANSFER SYSTEM

CAPSULE TRANSFER SYSTEM CATALOGUE

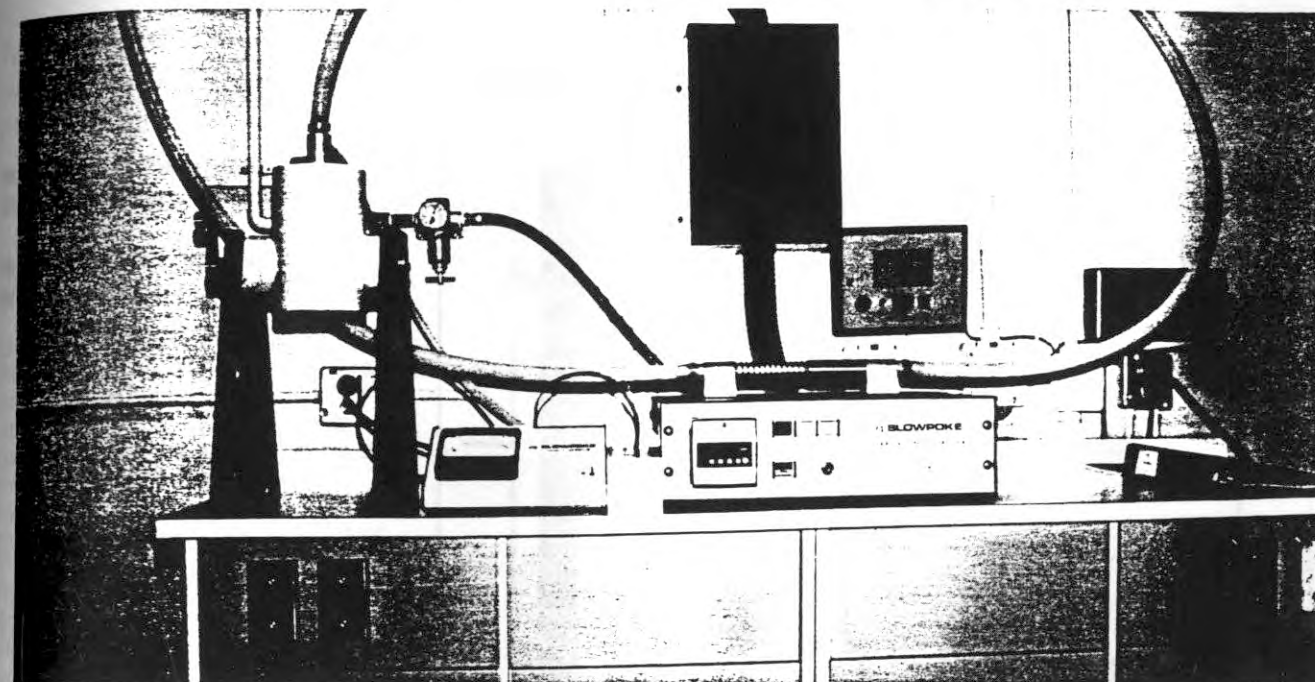


Atomic Energy
of Canada Limited
Isotope Products

Capsule Transfer Systems

III-81

Models K9-023 and K9-025



Reliable Complete Simple and Versatile

We offer two capsule transfer systems that differ in the size of capsule they can handle:

System K9-023 accepts our 7 cc capsules (K9-046).

System K9-025 accepts our 27 cc capsules (K9-047).

Both systems perform the same function of fast efficient sample transport using pressurized gas or air and P.V.C. tubing for simple installation.

In order to provide simultaneous irradiations of two samples in identical environments or when double sealed liquid samples are used we offer 1.5 cc capsules (K9-048). Two of these fit into the standard K9-046 capsule.

System components include:

- One irradiation controller.
- One breech assembly.
- Shielded capsule receiver.
- Capsule sensor photo detector.
- Inlet pressure regulator/filter.
- Exhaust air filter.
- 100 ft. interconnecting transfer tubing and electrical wiring.

NOTE:

1. Electrical Requirements:

Please specify line voltage and frequency with order.

2. Warranty:

One year parts, 90 days labour. Items to be returned prepaid.



Atomic Energy of Canada Limited, Isotope Products

P.O. Box 6300, Ottawa, Canada K2A 3W3. Tel.: (613) 725-3800. Cable: Nemota. Telex: 053-4295

Pneumatic Capsule Diverters

Model K9-031 Model K9-029 Model K9-035

FEATURES

- **Ultimate Reliability**
- **Positive signalling of diverter position**
- **No air leakage to 40 psig**
- **No preferred orientation**

GENERAL DESCRIPTION

AECL-RCC pneumatic diverters are designed for optimum reliability of operation and safety. All diverters use essentially the same slider block switching mechanism and air cylinder movement. The slider block moves in response to the air actuator in a direction determined by an air flow valve. The design allows for great flexibility in mounting the units since there is no preferred orientation.

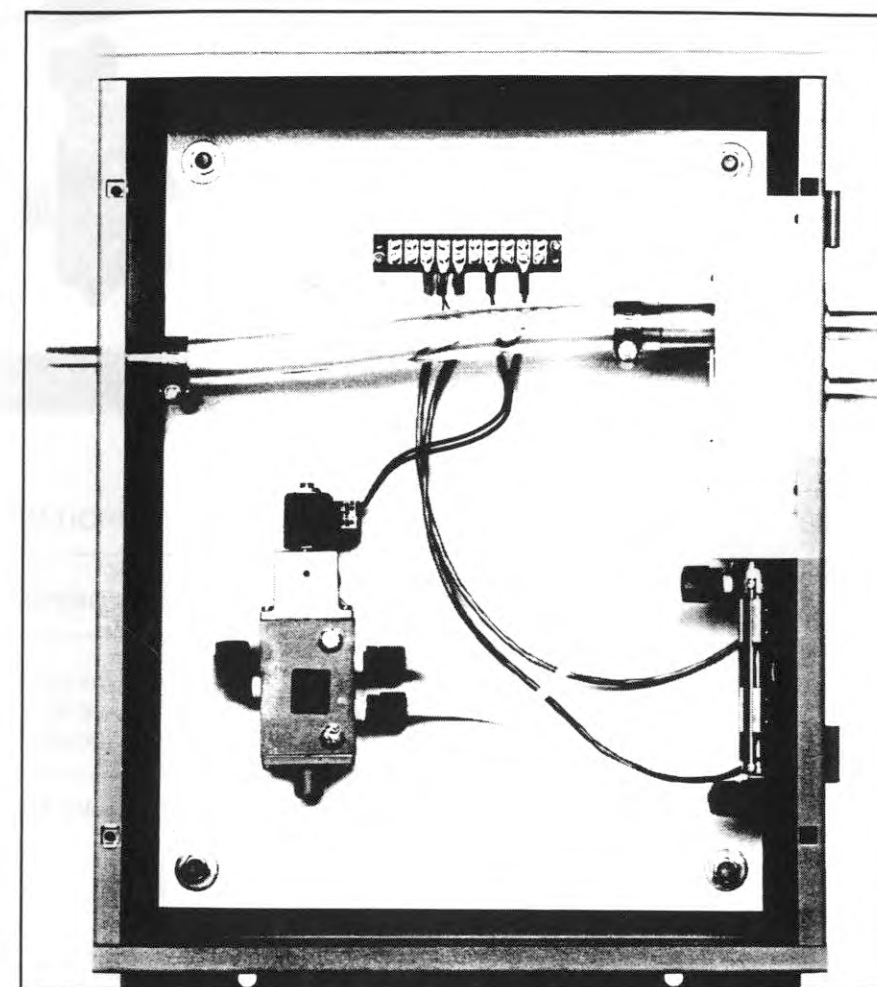
The diverters shown are intended for use with polyethylene capsules 1.67 cm O.D. and 5.70 cm in length. Capsules may pass in either direction through the diverters. The slider block is provided with an air-tight O-ring to Teflon™ seal. The units do not leak air to the environment up to 40 psig operating pressures in either of their actuated positions.

The diverter positions are identified by means of reed switches mounted on the air cylinder. The units are constructed from aluminum, but other materials such as stainless steel can be provided at additional cost. Similarly, the polyethylene tubing generally used, can be replaced with other types of tubing, e.g. TYGON™.

TWO-WAY DIVERTER

Model K9-031 shown cased in FRAME 1 is a two-way pneumatic diverter. A capsule entering from the left hand side has a choice of two exit ports. The unit is normally supplied uncased.

*Registered trademark of E.I. DuPont de Nemours.



FRAME 1

THREE-WAY DIVERTER

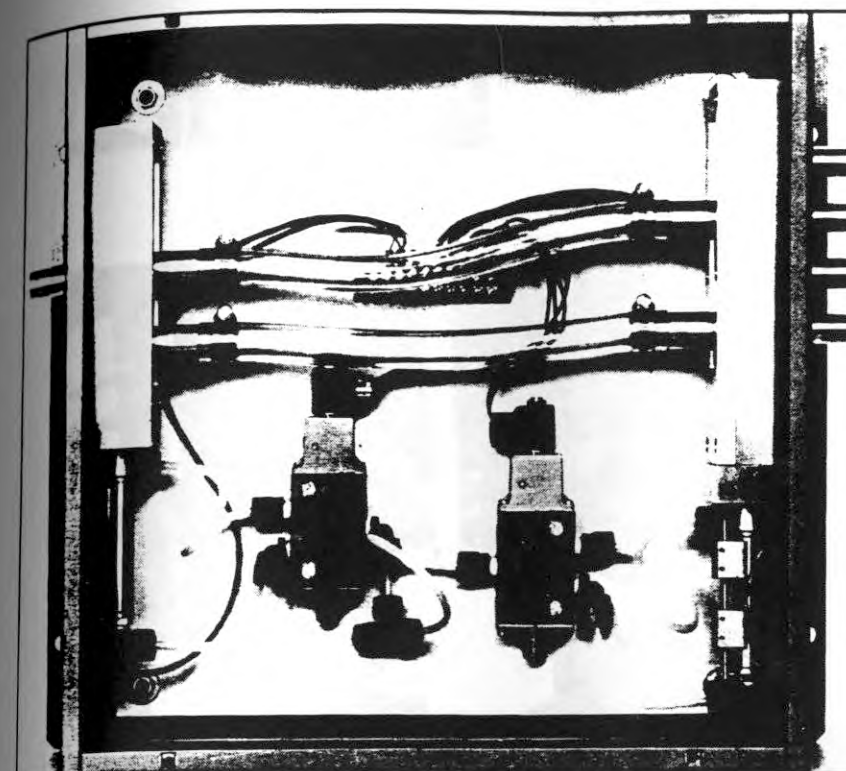
Model K9-029 shown in FRAME 3 is a three-way pneumatic diverter. A capsule entering from the right hand side has a choice of three exit ports. The unit is normally supplied uncased.

FOUR-WAY DIVERTER

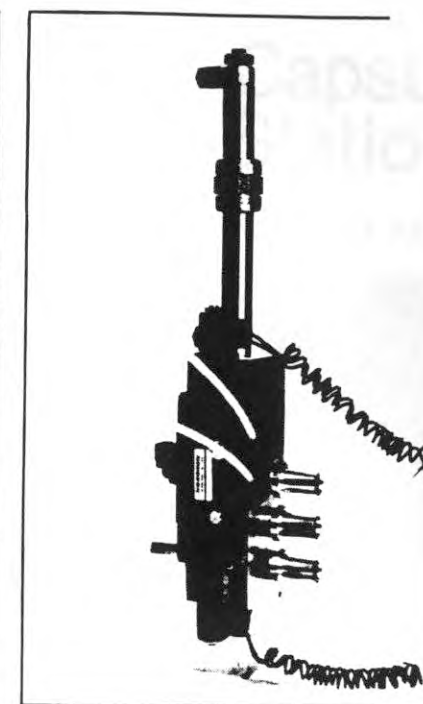
Model K9-035 shown in FRAME 2 is a four-way pneumatic diverter. A capsule entering from the left hand side has a choice of four exit ports. The unit is always supplied cased.

ACCESSORY ITEMS

The case for Model K9-031 has part number K9-031C. The case for Model K9-029 has part number K9-029C. Compatible capsules for all models have part number K9-046. An interface card is available that accepts a TTL logic signal and converts it via an optical isolator to the required solenoid switching signal.



FRAME 2



FRAME 3

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

UNIT	DIMENSIONS (cm)	WEIGHT(kg)
K9-031 / K9-031C	50×40×19	20
K9-029 / K9-029C	50×50×19	25
K9-035	50×50×19	32

The solenoid valves operate from 100V 60Hz unless otherwise specified by the customer.

WARRANTY

All units carry a one year parts, 90 days parts and labour warranty, valid at AECL-RCC factory unless other arrangements are made.

Atomic Energy of Canada Limited, Radiochemical Company

Isotope Products Group, 413 March Road, P.O. Box 13500, Kanata, Ontario, Canada K2K 1X8

Telephone (613) 592-2790. Telex: 053-4982 Cable: Nemota



**Atomic Energy
of Canada Limited**
Isotope Products

Capsule Receiving Stations

Models K9-036 and K9-037



Reliable and Economical Simple and Safe

- **K9-037** (Illustrated) for 27 cc K9-047 capsules.
- **K9-036** (Not illustrated) for 7 cc K9-046 capsules.

AECL's capsule receiving stations shield users from the radiation emitted by irradiated samples. Shielding is accomplished by 43 mm (1.7 inch) lead.

Irradiated capsules are removed from the receiver through a rotating shutter. This mechanism permits the removal of only one capsule at a time in compliance with accepted safety practices.

NOTE:

1. Electrical Requirements:

Please specify line voltage and frequency with order.

2. Warranty:

One year parts, 90 days labour. Items to be returned prepaid.



Atomic Energy of Canada Limited, Isotope Products

P.O. Box 6300, Ottawa, Canada K2A 3W3. Tel.: (613) 725-3800. Cable: Nemota. Telex: 053-4295

Capsule Diverter Stations

K9-032 (R) (L) and K9-034 (R) (L)

**Reliable and Economical
Simple and Versatile**

At the heart of any transfer system are the capsule diverters. Diverters make it possible to use one capsule irradiation controller to send capsules to different irradiation sites or work areas. When a particular site or work station has been selected air inlets and exhausts for any other site are sealed. The front panel selector knob on the diverter shows which site has been selected.

We offer 4 standard capsule diverters. All diverters handle 7 cc capsules (K9-046).

Diverter station descriptions are as follows:

K9-032L. Three way diverter, the transfer lines exit from left.

K9-034L. Two way diverter the transfer lines exit from left.

K9-032R. Three way diverter, the transfer lines exit from right. (shown in photograph).

K9-034R. Two way diverter, the transfer lines exit from right. (shown in photograph).

NOTE:

1. Electrical Requirements:

Please specify line voltage and frequency with order.

2. Warranty:

One year parts, 90 days labour. Items to be returned prepaid.



**Atomic Energy
of Canada Limited**
Isotope Products



Atomic Energy of Canada Limited, Isotope Products

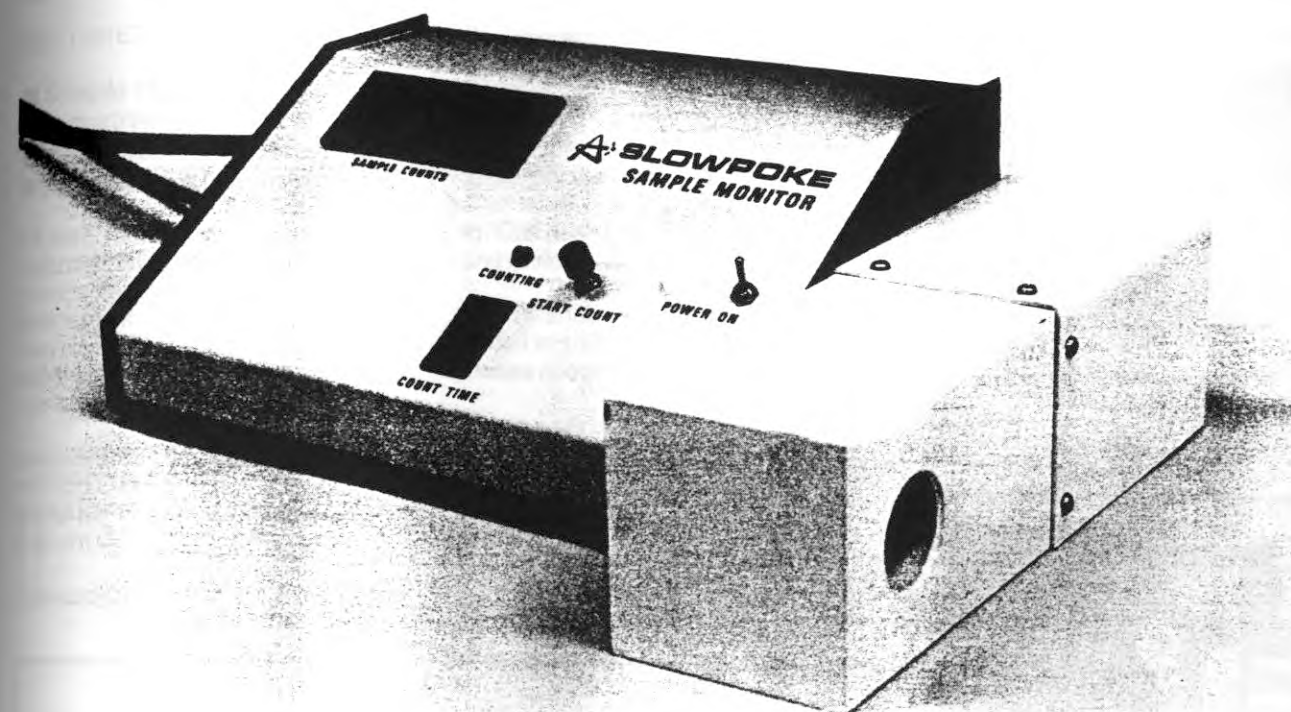
P.O. Box 6300, Ottawa, Canada K2A 3W3. Tel.: (613) 725-3800. Cable: Nemota. Telex: 053-4295



**Atomic Energy
of Canada Limited**
Isotope Products

Fissile Material Sample Monitor

Model K9-043



Reliable Technique Sensitive Indication

The model K9-043 fissile material sample monitor lets users check on the quantity of fissile material being introduced into a reactor or accelerator.

The unit will produce a signal at least twice background when a sample of 10 mg ^{235}U is placed in the sample volume.

The unit includes a sodium iodide detector, p.m.t., a voltage divider, chain, a pulse preamplifier, an amplifier single channel analyzer and presettable counter and timer.

In use the S.C.A. window is set by counting on a standard ^{235}U source. This then allows sufficient discrimination against background for samples with significant amounts of ^{235}U to register statistically meaningful count rates.

NOTE:

1. Electrical Requirements:

Please specify line voltage and frequency with order.

2. Warranty:

One year parts, 90 days labour. Items to be returned prepaid.



Atomic Energy of Canada Limited, Isotope Products

P.O. Box 6300, Ottawa, Canada K2A 3W3. Tel.: (613) 725-3800. Cable: Nemota. Telex: 053-4295

Pneumatic Transfer Components and Accessories

FEATURES

- **Simple efficient design**
- **Industrial reliability**
- **Cost effective engineering**
- **Field proven operation**

FRAME 1 shows an irradiation controller and capsule loading breech. Valving, electrical wiring and timer are included in the controller. Two sizes of breech are available with the controller. The model number specifies the breech size.

Model K9-027 accepts capsules of 1.67 cm O.D.

Model K9-028 accepts capsules of 2.99 cm O.D.

Operational controls are as follows:

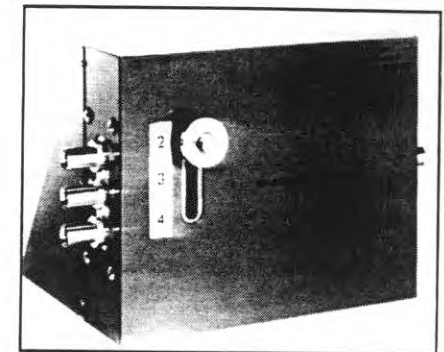
Key operated switch to prevent unauthorized use of irradiation facilities.

Station Identity: an illuminated panel to identify the irradiation site in use.

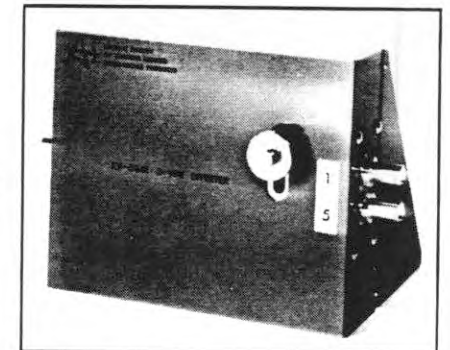
In/Out: push button controls to send and retrieve sample.

Auto/Manual: a double action push button to select automatic or manual modes of operation.

Timer: a set of push buttons to select irradiation period. In AUTO mode the sample is automatically retrieved upon expiry of the preset time.



FRAME 2

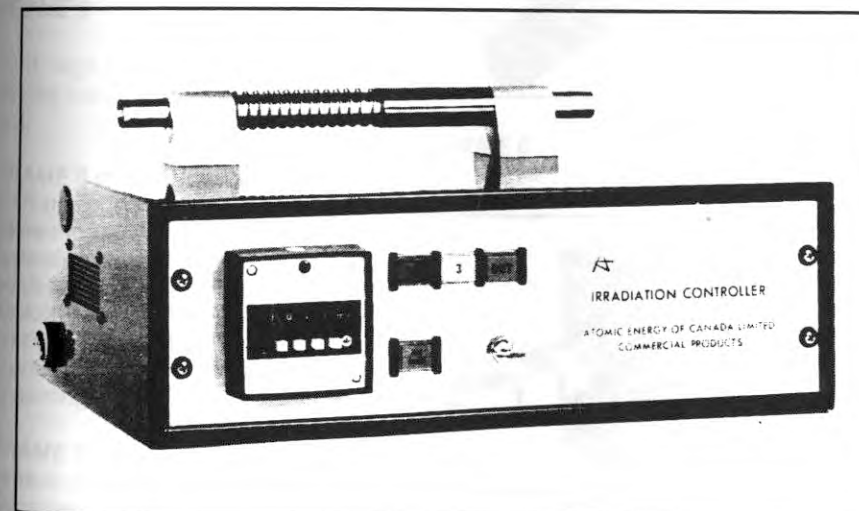


FRAME 3

FRAME 4 shows a shielded capsule receiver. Personnel are protected from radioactive contents by 4.3 cm of lead. The receiver has a shutter mechanism that permits the removal of one capsule per rotation of the shutter handle. At any time, two capsules can be contained in the receiver. K9-037 accepts capsules of 2.99 cm O.D. and K9-036 accepts capsules of 1.67 cm O.D.

FRAME 5 shows the model K9-044 capsule sealer which consists of a temperature controlled hot plate and hearth. Correct adjustment of the hot plate allows the user to select the ideal hearth temperature for sealing polyethylene capsules in a variety of

*Registered trademark of E.I. DuPont de Nemours.



FRAME 1

FRAMES 2 AND 3 show manually operated 3-way and 2-way diverters. The operating knob selects the particular capsule pathway. Capsules may pass in either direction through the diverter.

The slider block is provided with an air-tight O-ring to Teflon™ seal. The units do not leak air to the environ-

ment up to 40 psig operating pressures in either of their actuated positions. They will accommodate capsules of 1.67 cm O.D.

3-way diverter K9-032L and 2-way diverter K9-034R are illustrated. Suffix L or R indicates the orientation of the transfer lines with respect to the front panel.



FRAME 4



FRAME 5

sizes. High strength, reproducible sealing becomes routine with this unit.

FRAME 6 shows a typical concentric irradiation tube end. Clear lengths below the fitting of 10 to 100 cm are routinely available. Special thin windows are available for use with neutron generators. In-reactor irradiation tubes are manufactured to customer specifications and priced accordingly.

FRAME 7 shows a model K9-062 capsule photodetector assembly. Capsules pass through the body of the assembly and are detected by a photodiode/L.E.D. system. The assembly includes signal conditioning electronics, a preamplifier, a power supply and a relay output

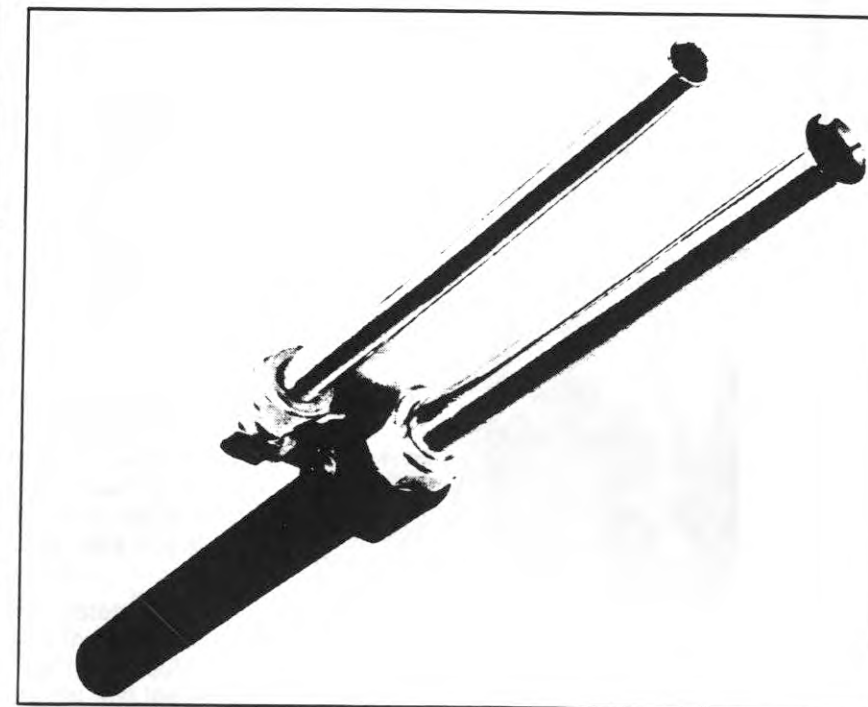
signal. Model K9-062 accepts capsules of 1.67 cm O.D. Also available is the model K9-063 which accepts 2.99 cm O.D. capsules.

FRAME 8 shows a model K9-064 thin window concentric detector end. This unit accepts capsules of 1.67 cm O.D. which are supported 0.178 cm from the window in a reproducible manner. Window thickness is 0.038 cm. The companion unit for capsules 2.99 cm O.D. is model K9-065.

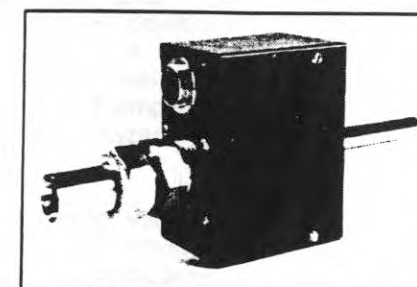
The length of free concentric end can be customer specified between limits of 1.0 cm and 50.0 cm.

Detector ends are also available for use with neutron detectors and Geiger-Mueller detectors.*

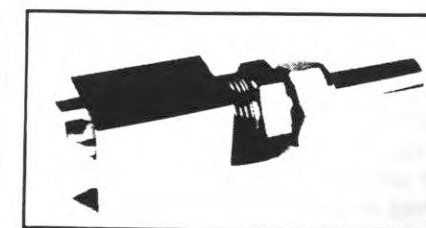
WARRANTY: All items carry a one year parts, 90 days parts and labour warranty, valid at AECL-RCC factory unless other arrangements are made.



FRAME 6



FRAME 7



FRAME 8

*Registered trademark of Geiger-Mueller detectors.

Atomic Energy of Canada Limited, Radiochemical Company
Isotope Products Group, 413 March Road, P.O. Box 13500, Kanata, Ontario, Canada K2K 1X8
Telephone (613) 592-2790. Telex: 053-4982 Cable: Nemota

Model K9-060 Automatic Sample Changer

FEATURES:

- Cost effective high reliability design
- Remote storage of samples, before and after counting
- Remote or local control of functions

The model K9-060 allows gamma spectroscopy to be performed on encapsulated gamma active samples with data collected in an M.C.A. The capsules are low cost polyethylene vials 1.6 cm O.D. x 5.7 cm long. Up to 50 capsules placed in a remote stack will be consecutively loaded and transferred to a detector counting position. After counting, capsules will be automatically ejected from the counting position via polyethylene transfer lines to a remote storage area.

SYSTEM CONTROL

The timing of each step is controlled by a PROM. Specific data for each experiment is read into the PROM by setting thumbwheel switches on the front panel of the control module. The module can be placed in any convenient location, close to the data acquisition system. The module can be used in one of two modes INTERNAL and EXTERNAL.

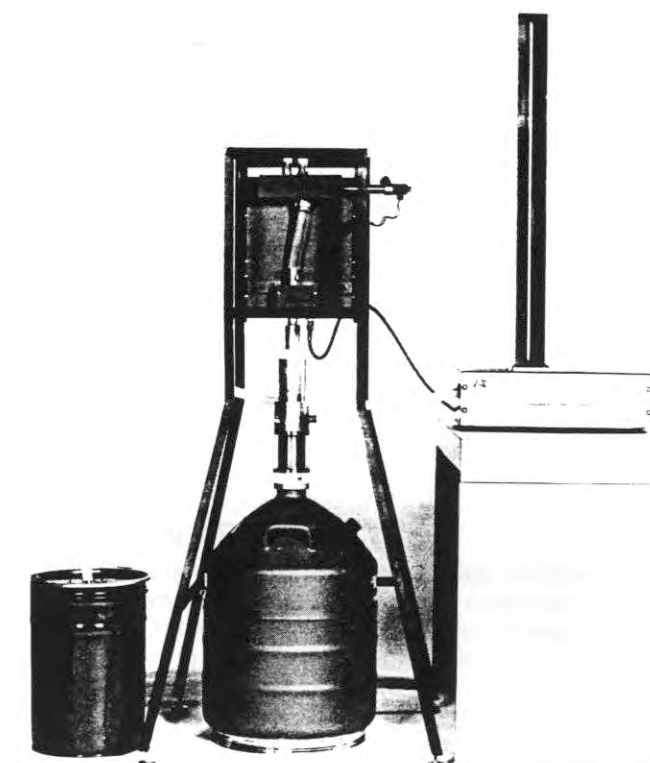
In the INTERNAL mode all timing and system function is under the control of the module and the front panel switch setting. In the EXTERNAL mode the module acts as an interface between a computer and the mechanical part of the system. The computer will be part of the M.C.A. system and need only generate slow N.I.M. standard signals to activate the control module and accept a similar signal as a SAMPLE READY indicator. In this mode, number of samples, count time and any delays are programed into the M.C.A. computer. The combination of internal and external mode allows the K9-060 to be used with either a simple, or a sophisticated ("system") multichannel analyzer (MCA).

COUNTING STATION

The detector counting station is suitable for vertical dipstick germanium detectors. The station consists of a pneumatic two way diverter, a capsule photodetector, and a thin window detector end tube. These items are mounted on a massive plate which is in turn supported by a sturdy steel frame, large enough to fit over a 30 litre liquid nitrogen dewar. The plate can be placed at several different vertical positions to allow different detector/sample geometries. The steel frame can also support lead bricks for shielding. The detector end window is 0.038 cm thick aluminum.

SEQUENCING INTERNAL MODE

After setting the thumbwheels for NUMBER OF SAMPLES and COUNT TIME (per sample) the START switch is pressed. This causes the first sample in the



stack to be entered through the loader breech and transferred to the entrance side of the pneumatic diverter. The diverter arrests the capsule motion and the switches to allow the capsule to fall under gravity about 25 cm into the end tube, where it comes to rest on a lip just above the end window. Just prior to its final position in the end tube, the capsule passes a capsule photodetector which generates a CAPSULE PRESENT signal at the control module. This signal is used to initiate the counting interval. When the count interval terminates, a capsule eject signal is generated, the diverter switches and the capsule is ejected from the tube end and sent to the capsule storage area. A fixed time after the capsule passes the photodetector, outward bound, a NEXT CAPSULE signal is generated and the process repeats until the preset number of capsules has been reached.

SEQUENCING IN EXTERNAL MODE

In the external mode the controller responds to slow N.I.M. signals generated by the computer. The versatility of the total system then depends upon the capability of the computer. If the computer has both an internal clock and a time of day clock, the transfer system can be made to count samples at specific T.O.D. which is particularly important for absolute

activity calculations on relatively shortlived isotopes. The computer is programmed to accept such data as; number of samples, the counting interval required for each sample and any time delays required between receipt of CAPSULE PRESENT and the start of counting interval. The counting interval may be either REAL TIME or CLOCK TIME to take care of high activity (high count rate) samples. At the end of each particular stage, the computer is programmed to generate +5V, pulses of 500 microsec duration to initiate the next step in the counting process. In this way, all mechanical movements are looked after by the K9-060 control module, sequencing is identical to that of the internal mode.

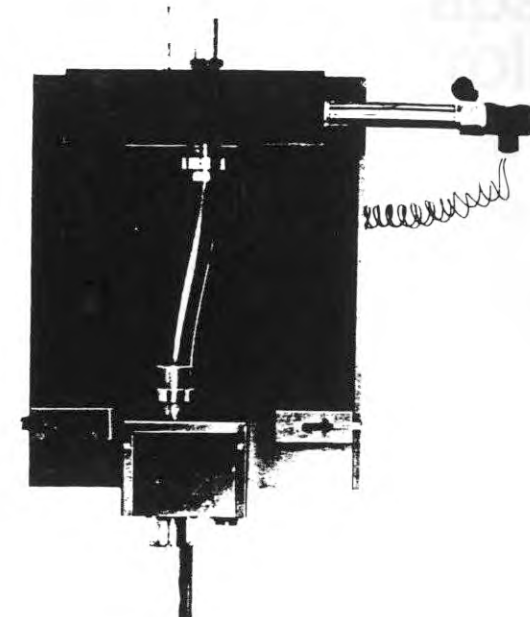
In the event that the data acquisition system is relatively unsophisticated but is capable of (a) generating a N.I.M. signal following end of count and data output, and (b) receiving a N.I.M. signal from the capsule present circuit, then the user can still benefit from linking the systems. The model K9-060 is thus a very versatile sample changing and counting system.

SYSTEM COMPONENTS

Two sample stackers each of 50 capsule capacity
Automatic loader and breech assembly
Electronic control module
Two way pneumatic diverter
Thin window (0.38 mm) Al tube end
Capsule photodetector
Counting station mounting plate
Counting station support stand
Pressure regulating valve
Inlet air filter
Capsule storage container
200 feet polyethylene transfer tubing
Factory assembly and test

OPTIONAL ACCESSORIES

Additional capsule stacker model K9-040S
Polyethylene capsules K9-046 2000 per box
Capsule sealer K9-044



APPLICATION AREAS

Model K9-060 was designed to accommodate sample counting problems encountered in neutron activation analysis. Many samples require long counting times (10 minutes) in order to achieve required sensitivity. Data acquisition and spectrometry systems are expensive so automated sample changing allows cost effective use of these systems through overnight counting. Automation also eliminates operator errors often resulting from extended, repetitive work tasks.

These problems and the K9-060 solution are common to most areas of gamma spectroscopy. The K9-060 brings some unique benefits to specific applications. For example the remote storage of both samples to be counted, and finished samples

 **Atomic Energy of Canada Limited, Isotope Products**

P.O. Box 6300, Ottawa, Canada K2A 3W3. Tel.: (613) 725-3800. Cable: Nemota. Telex: 053-4925



**Atomic Energy
of Canada Limited**
Isotope Products

Capsule Irradiation Controllers

Models K9-027 and K9-028



Industrial Reliability Simple Efficient Design

We offer two capsule irradiation controllers that differ in the size of the capsule loading breeches:

Controller K9-027 accepts our 7 cc capsule (K9-046).

Controller K9-028 accepts our 27 cc capsule (K9-047).

Both controllers perform identical functions, both contain an automatic timer and the pneumatic valves required for two way sample transfer.

External Controls

Station Function Secure: a key lock to prevent unauthorized use.

Station Identity: an illuminated panel to identify irradiation site.

In: a push button that actuates a pneumatic valve to send a sample to irradiation site.

Out: a push button that actuates a pneumatic valve to retrieve sample.

Auto/Manual: a double action push button to select automatic or manual mode.

Timer: set of push buttons with indicator to select irradiation period (zero to 999.9 minutes or secs). In auto mode, sample is retrieved automatically upon expiry of the preset time. In manual mode, user must actuate *Out* valve to retrieve sample.

NOTE:

1. Electrical Requirements:

Please specify line voltage and frequency with order.

2. Warranty:

One year parts, 90 days labour. Items to be returned prepaid.



Atomic Energy of Canada Limited, Isotope Products

P.O. Box 6300, Ottawa, Canada K2A 3W3. Tel.: (613) 725-3800. Cable: Nemota. Telex: 053-4295

Automatic Capsule Loaders and Stackers

Models K9-040 K9-071 K9-073

FEATURES

- **Minimum moving parts**
- **Ultimate reliability**
- **Systems compatibility**
- **Cost effective design**

GENERAL DESCRIPTION

In many pneumatic capsule transfer systems, there is a need to automate capsule handling. This is accomplished through the use of automatic loaders and stackers. The units offered by AECL-RCC are designed with a minimum number of moving parts to give maximum reliability of operation, and use actuating solenoids that allow extreme ease of interfacing into user systems.

LOADER (50 capsule capacity)
FRAME 1 shows the model K9-040 automatic capsule loader. This unit consists of a capsule stacker and an

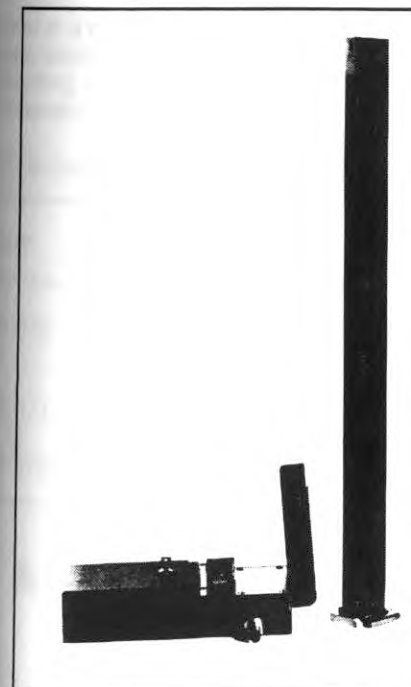
encased air actuator/solenoid switched breech. The stacker can be loaded with up to 50 capsules with dimensions 1.67 cm O.D. and 5.70 cm in length and may be locked in position over the breech to prevent unauthorized tampering with the stacker contents.

The breech is an in-line device so that capsules can pass in either direction. This feature often means that a transfer system can use one less diverter and usually leads to higher speed transfers, as are needed in recycle irradiation units or high speed, delayed neutron counting systems.

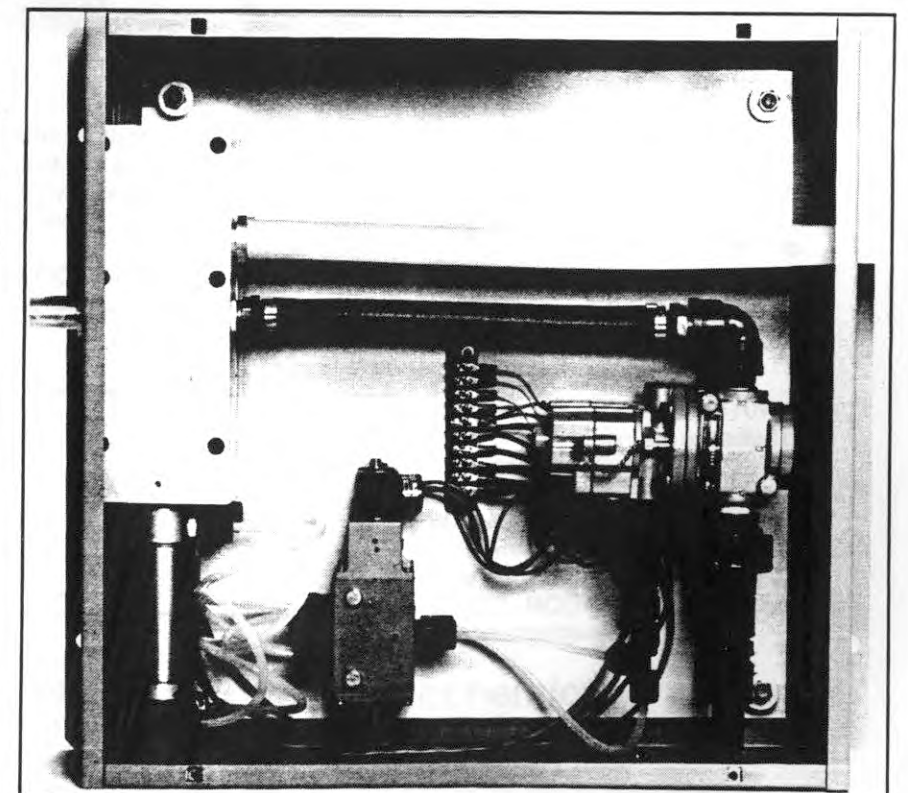
The unit is intended for use with 2.07 cm I.D. polyethylene transfer tubing but could be fitted with flanges to accommodate other types of tubing of comparable I.D. Standard units are fabricated from aluminum, but other materials, such as stainless steel, can be provided at additional cost.

LOADER AND STACKER (200 capsule capacity)
FRAMES 2 and 3 show the components of the models K9-071 and K9-073 automatic capsule stacker and loader.

The model K9-071 stacker consists of a spiral of polyethylene tubing



FRAME 1



FRAME 2



FRAME 3

coiled in a compact frame, an automatic loading breech and an actuating solenoid control valve contained in a rugged sealed

cabinet. Both the frame and the cabinet can accommodate two sets of all components and can be wall mounted.

PHYSICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

UNIT	DIMENSIONS (cm)	WEIGHT (kg)
K9-040	90x 3x 8 (stacker)	2
	9x12x38 (breech)	6
K9-071 or K9-073	80x80x80 (stack coil) 50x50x19 (breech)	25

The capsule breech is moved, in response to relay closure signals, by an air actuator/solenoid, and is designed so that only one capsule may enter the breech chamber for each actuation.

Capsules are presented vertically to the breech and the stack-coil can accommodate 200 capsules of dimensions 1.67 cm O.D. and 5.70 cm length.

The model K9-073 differs from K9-071 by the addition of a manual loading breech which is used to fill the stack-coil. The manual breech includes a push button, single shot air supply control and may be located up to 60 meters from the stack-coil.

The breech on both the K9-071 and K9-073 is designed to allow capsules to pass in one direction only. Despite their similarity, the two units are intended for two quite different applications. K9-073 is intended to be an inactive sample loader that receives samples from a preparation lab prior to irradiation. K9-071 is intended to be used for active samples which arrive in the stacker after irradiation and before analysis. K9-071 can be used as a delay stacker in automatic N.A.A. systems. K9-073 can be used as a loader for low activity capsules in automatic sample changers.

ACCESSORY ITEMS

Additional stackers for K9-040 carry part number K9-040S. Spare stack-coils for K9-071 or K9-073 carry part number K9-075. An interface card is available that accepts a TTL logic signal and converts it via an optical isolator to the required solenoid switching signal. Compatible capsules for all units carry part number K9-046.

All solenoids operate from 110V 60Hz unless otherwise specified by the customer.

WARRANTY

All items carry a one year parts, 90 days parts and labour warranty, valid at AECL-RCC factory unless other arrangements are made.

Atomic Energy of Canada Limited, Radiochemical Company

Isotope Products Group, 413 March Road, P.O. Box 13500, Kanata, Ontario, Canada K2K 1X8
Telephone (613) 592-2790. Telex: 053-4982 Cable: Nemota

APENDICE IV
PLANTA DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS
SUMINISTRO DE EQUIPO

(El presente Apéndice IV, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 22 páginas.)

APENDICE IV

PLANTA DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS SUMINISTRO DE EQUIPO

- (a) INSTALACION DE MOLIBDENO-99 (n,gamma)
- (b) INSTALACION PARA EL CARGUE DE GENERADORES DE TECNECIO-99M
- (c) INSTALACION DE IODO-131
- (d) INSTALACION DE TALIO-201
- (e) INSTALACION DE XENON-133
- (f) INSTALACION DE IRIDIO-192
- (g) INSTALACION DE FOSFORO-32
- (h) MONITOREO DE RADIACION
- (i) SISTEMA ELECTRICO Y SERVICIOS
 - 1. Sistema Eléctrico
 - 2. Aire Comprimido
 - 3. Sistema de Ventilación
- (j) INSTALACIONES DE SOPORTE
 - 1. Laboratorio de Preparación de Blancos
 - 2. Laboratorio de Control de Calidad
 - 3. Equipo de Preparación de Columnas de Tecnecio-99m
- (k) REPUESTOS
 - 1. Repuestos Para la Puesta en Operación
 - 2. Repuestos Para la Operación

Figura 4.1 : Generadores MEK

Figuras 4.2, 4.3 : Proceso de Extracción de Tecnecio

Diagrama AECL No K116400011:	Instalación de Iodo-131
Diagrama AECL No K116400012:	Planos Generales para el Iodo-131
Diagrama AECL No K116427002:	Celda Caliente para Molibdeno-99 (n,gamma)
Diagrama AECL No K116400006:	Esquema del Proceso GLF-III
Diagrama AECL No K116400007:	Plano General del GLF-III
Diagrama AECL No K116400008:	Sistema de Desechos Líquidos de Bajo Nivel de la GLF-III
Diagrama AECL No K115676001:	Cajas de Guantes para Formulación y Fraccionamiento
Diagrama AECL No K111700015:	Instalación para Cambio de Fuente de Iridio-192

APENDICE IV

PLANTA DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS
SUMINISTRO DE EQUIPO

Este Apéndice lista el equipo principal suministrado para la instalación de producción de radioisótopos. La obras civiles y el equipo mecánico para las instalaciones de radioisótopos se incluyen en más detalle en el Apéndice III.

(a) **INSTALACION DE MOLIBDENO-99 (n,gamma)**

La instalación de molibdeno-99 (n,gamma), tecnecio-99 instantáneo incluye los siguientes equipos, partes o materiales:

1. Celda caliente utilizada para abrir blancos y disolver el molibdeno-99. El blindaje de la celda puede reducir el campo de radiación a 2 mrem/h en las áreas de operación, con una carga de 740 GBq (20 Ci) de molibdeno-99 incluyendo las impurezas de la cápsula. La celda posee una ventana a prueba de radiaciones, dos manipuladores de bola, un revestimiento interno en acero inoxidable, puertas y orificios de acceso, un prefiltro combinado con un filtro HEPA en la entrada de aire, un winche, una mesa hidráulica, iluminación, tomas eléctricas, un manómetro que indica la presión en la celda, y un sitio de medida dentro de la celda (ver diagrama K116427-002).
2. El equipo de proceso utilizado en la producción de molibdeno-99 (n,gamma) consiste de :
 - . un batidor magnético y un plato caliente;
 - . un gato de laboratorio;
 - . un abridor de cápsulas;
 - . vasos de boca ancha;
 - . valdes para basura;
 - . viales de vidrio.
3. Dos (2) sistemas generadores de metiletilcetona semiautomáticos, autoblandados, con base y programables (como se muestra en la Figura 4.1), cada uno con una capacidad máxima de diez (10) curios de molibdeno-99 (n,gamma). Cada generador tiene una eficiencia de separación superior al 75% y requiere de un máximo de 90 minutos para la elución de un producto estéril, libre de pirógenos, es decir, pertecnecinato de tecnecio-99m. El sistema de extracción de tecnecio se muestra en las Figuras 4.2 y 4.3 de este Apéndice.
4. Un contenedor blindado para basuras.

(b) **INSTALACION PARA EL CARGUE DE GENERADORES DE TECNECIO-99m**

La instalación para el cargue de generadores (GLF) de tecnecio-99m incluye el siguiente equipo, partes y materiales (ver los diagramas ilustrativos Nos K116400006, 007 y 008 de este Apéndice) :

1. Celda caliente con suficiente blindaje para reducir los campos de radiación a 2 mrem/h, en las áreas de operación cuando la celda esté cargada con un máximo de 557 GBq (15 Ci) de molibdeno-99 dentro de un blindaje local (Apéndice I). La celda está equipada por completo, con una ventana a prueba de radiaciones, dos manipuladores de bola, puertas y orificios de acceso, un winche, una mesa hidráulica, iluminación y un manómetro.
2. Un equipo para formular molibdeno-99, permitiendo al operador ajustar el pH, la concentración y la actividad específica de la solución de inventario.
3. Un mecanismo semiautomático de llenado y transferencia, incluye un sistema de posicionamiento, boquillas y llenado, bombas peristálticas y válvulas, para procesar a distancia los generadores.
4. Sistema de almacenamiento de desechos líquidos que consiste esencialmente de dos contenedores para desechos líquidos de baja actividad (LLLW), donde se recogen todos los fluidos de bajo nivel.
5. Un sistema de control computarizado, necesario para el manejo de una base de datos, y para seguir la secuencia del proceso como un todo así como los productos. El sistema incluye un computador IBM PC (o equivalente), una impresora, interruptores, sensores, relés, relojes y otros equipos necesarios.
6. Una sección en donde el ensamble final y las diluciones de prueba de los generadores se realizan.
7. Una "unidad de flujo laminar" se localiza sobre el área de ensamble, siendo capaz de producir condiciones de aire limpio "class 100" (en esa área), tal como se define por la Norma Federal 209B, para requisitos de salones limpios.
8. 120 conjuntos de generadores inactivos y 500 conjuntos reciclables para generador :
 - i) el conjunto de generador inactivo consiste de (ver diagrama K115933-014 y F132801-001 en el Apéndice I) :
 - una caja de cartón (empaquete externo) identificada de manera apropiada,
 - icopor (empaquete)
 - una caja de accesorios con 12 viales de dilución y 6 viales salinos,
 - un conjunto de etiquetas de drogas apropiado,
 - una descripción del producto con instrucciones de uso,
 - un conjunto de generador conteniendo : contenedor externo, cubierta y manija, conjunto de la columna con blindaje de plomo, agujas y viales de embarque,
 - un conjunto de plomo para embarque (en el 50% de las unidades);

- ii) el conjunto reciclable para el generador consiste de todos los artículos descritos antes, excepto por el empaque externo y cubierta, manija, blindaje de plomo para la columna y el blindaje para embarque.

(c) **INSTALACION DE IODO-131**

La instalación de iodo-131 incluye el siguiente equipo, partes o materiales :

1. Una celda caliente de proceso con suficiente blindaje para reducir los campos de radiación a 2 mrem/h, en las áreas de operación, cuando esté cargada con 74 GBq (2 Ci) de iodo-131 incluyendo impurezas de la cápsula. La celda está equipada con una ventana a prueba de radiaciones, dos manipuladores, un revestimiento interno de acero inoxidable, puerta y orificios de acceso, prefiltro combinado con un filtro HEPA y un absorbedor de carbón en la entrada de aire, un winche, una mesa hidráulica, iluminación, tomas eléctricas, un manómetro indicador de la presión de la celda con respecto a la del salón, y un sitio de medida dentro de la celda.
2. Una campana extractora adyacente a la celda caliente con una puerta de paso común. La campana extractora tendrá un diseño para flujo de aire constante (es decir el flujo total de aire de salida es independiente de la apertura). El blindaje local se suministra para reducir los niveles de radiación a 2 mrem/h en las áreas de operación.
3. El equipo de proceso requerido para la producción de iodo-131 es el que sigue :
 - . Destapador motorizado de cápsulas
 - . Estufa de destilación y controles
 - . Columnas de vidrio para la solución depuradora
 - . Sistema suministrador de aire
 - . Monitores y probetas (comunes con la facilidad de molibdeno-99 (n,gamma))
 - . Elementos varios de acuerdo a las necesidades.
4. Un contenedor capaz de blindar 10 Ci de iodo-131 (incluyendo impurezas de la cápsula), necesario para transferir los blancos irradiados desde la piscina del Reactor hasta la celda caliente (común con la instalación de molibdeno-99 (n,gamma)).
5. Un contenedor de desechos necesario para mover los desechos sólidos y líquidos de la celda.

Ver los diagramas ilustrativos Nos K116400011 y 012 de este Apéndice.

(d) **INSTALACION DE TALIO-201**

La instalación de talio-201 incluye el siguiente equipo :

1. Dos cajas de guantes de flujo laminar con blindaje local capaz de producir condiciones de aire limpio, Clase 100, tal como se define en el Estandar Federal 209B para requisitos en salones limpios. Cada una de las cajas de guantes tiene un ventilador de recirculación incrustado y filtros absorbentes de partículas de alta eficiencia (HEPA), servicios tales como iluminación, tomas eléctricas y manómetros.

2. Una campana extractora de flujo constante de aire, con blindaje local e instrumentos para operación a distancia.
3. Un sistema de formulación que consiste de una bomba, guía para agujas, inventario de plomo, recipientes de almacenamiento y una ventana a prueba de radiaciones.
4. El sistema dispensador incluye típicamente un gato de laboratorio, dos bandejas de acero inoxidable, recipientes de plomo y una ventana para proteger contra las radiaciones (ver el diagrama N° K115626-001 de este Apéndice).

(e) **INSTALACION PARA EL XENON-133**

El equipo para la instalación del xenón-133 incluye :

1. Dos cajas de guantes unidas por medio de un orificio común. Las cajas de guantes están construidas de un grueso plástico acrílico. Todas las uniones superficiales están selladas con un pegante solvente y con tornillos en acero inoxidable. Empaques y abrazaderas se usan para asegurar un sellamiento total entre las cajas. Todas las puertas corredizas y de bisagra sellan con empaques y cierran firmemente mediante el uso de abrazaderas tipo sash. Superficies en acero inoxidable se sellan al piso de todas las cajas. Cada caja de guantes es también suministrada con filtros HEPA y prefiltros a la entrada, iluminación, tomas eléctricas y un manómetro.
2. El equipo de proceso consiste de :
 - . Un sistema para dispensar dosis unitarias de xenón-133, completo con una bomba de vacío, un cilindro dispensador, guías para las agujas, válvulas de medición, un sistema de recolección de desechos y blindaje local.
 - . Un detector de fugas de xenón-133.
 - . Un monitor de radiaciones y un muestreador para verificar la calidad del xenón-133 dosificado.

(f) **INSTALACION PARA ENSAMBLAR FUENTES DE IRIDIO-192**

El equipo para la instalación de ensamble de fuentes consiste de :

- . Una (1) celda caliente (diagrama N° K111700-015 de este Apéndice) con una (1) ventana protectora de radiaciones, un (1) manipulador de bola e iluminación. El diseño del blindaje limita los campos de radiación en las áreas de operación a 2 mrem/h.
- . Una (1) mesa hidráulica para elevar los contenedores de transporte hacia el interior de la celda caliente.
- . Equipo para engarzar y para cortar que consiste de troqueles para engarzar y cortar, cilindro y bomba hidráulica, aparato para pruebas de tensión con cilindros neumáticos y un medidor de longitud del cable de la fuente.
- . Instrumentos varios, tales como instrumentos para manejo de fuente, magnetos, etc.

. Un (1) baúl de almacenamiento dentro de la celda.

(g) **INSTALACION PARA LA PRODUCCION DE FOSFORO-32**

El equipo suministrado para la producción de fósforo-32 incluye :

. Una caja de guantes hecha de plástico acrílico grueso y blindaje local. Todas las uniones de superficies están selladas por un pegante solvente y tornillos de acero inoxidable. Empaques y abrazaderas se utilizan para asegurar un sellamiento total. Todas las puertas corredizas y de bisagra cierran con empaques y firmemente mediante el uso de abrazaderas tipo sash. Las superficies de acero inoxidable se han sellado al piso de la caja. La caja de guantes se suministra con prefiltros y filtros HEPA a la entrada, iluminación, tomas eléctricas y un manómetro.

. El equipo de proceso tal como un destapador de cápsulas, un plato caliente y un agitador, elementos en vidrio, un gato de laboratorio e instrumentos de medida.

(h) **MONITORES DE RADIACION**

Se suministran los siguientes monitores de radiación para cada una de las instalaciones de radioisótopos :

1) **Instalación de Iodo-131**

. Una (1) alarma de área de bajo nivel de radiación en la sección de operación, y una (1) alarma de bajo nivel en la sección de servicio, cerca a la entrada/salida, o de las puertas. El rango de estos instrumentos será hasta de 30 mR/h.

. Un (1) muestreador de aire de salón localizado sobre la cara de operación de la celda, incluyendo bombas y filtros.

. Un (1) medidor de contaminación con detector beta y castillo de plomo.

. Un (1) medidor de contaminación con detector gamma de bajas energías y castillo de plomo.

. Un (1) medidor de radiaciones de propósito general.

. Un monitor de iodo radioactivo en aire.

2) **Instalación de Molibdeno-99 (n,gamma) para Tecnecio-99m Instantáneo**

. Una (1) alarma de área de bajo nivel de radiación en la sección de operación, y dos (2) alarmas de nivel en la sección de servicio cerca a la entrada/salida, o las puertas. El rango de estos instrumentos será hasta de 30 mR/h.

. Un (1) muestreador de aire en el salón localizado sobre la cara de operación de la celda, incluyendo una bomba y un filtro.

. Un (1) medidor de contaminación con un detector beta y un castillo de plomo.

- . Un (1) medidor de contaminación con un detector gamma de baja energía y un castillo de plomo.
 - . Un (1) medidor de radiaciones de propósito general.
- 3) Instalación para el Cargue de Generadores de Tecnecio-99m
- . Una (1) alarma de área de radiación de bajo nivel en la sección de operación y una alarma de bajo nivel en la sección de servicio, cerca de la entrada/salida de la celda, o las puertas. El rango de estos instrumentos será de hasta 30 mR/h.
 - . Un (1) muestreador de aire de salón localizado sobre la cara de operación de la celda, incluyendo una bomba y un filtro.
 - . Un (1) medidor de contaminación con detector beta y un castillo de plomo.
 - . Un (1) medidor de contaminación con un detector gamma de baja energía y un castillo de plomo.
 - . Un (1) medidor de radiaciones de propósito general.
- 4) Instalación para el Talio-201 y el Xenón-133
- . Una (1) alarma de área para radiación de bajo nivel con un rango de hasta 30 mR/h.
 - . Un (1) muestreador de aire de salón durante las 24 horas, con bomba y filtro.
 - . Un (1) medidor de contaminación con un detector gamma de baja energía y castillo de plomo.
- 5) Instalación para Fósforo-32 y para Ensamble de Fuentes de Iridio-192
- . Una (1) alarma de área de radiación de bajo nivel con un rango de hasta 30 mR/h (en el salón).
 - . Un (1) muestreador de aire en el salón durante las 24 horas, con bomba y filtro.
 - . Un (1) medidor de contaminación con un detector beta y un castillo de plomo.
- 6) Laboratorios de Control de Calidad
- . Una (1) alarma de área para bajo nivel de radiación con un rango de hasta 30 mR/h.
 - . Un (1) muestreador de aire en el salón durante las 24 horas, con bomba y filtro.
 - . Un (1) medidor de contaminación con un detector beta y castillo de plomo.

- . Un (1) medidor de contaminación con un detector gamma de baja energía y castillo de plomo.

7) Salón de Descontaminación

- . Un (1) medidor de contaminación con detector beta y castillo de plomo.
- . Un (1) medidor de contaminación con un detector gamma de baja energía y castillo de plomo.

(i) **SISTEMA ELECTRICO Y SERVICIOS**

El sistema eléctrico y los diversos servicios mecánicos suministrados en el edificio, a cada una de las instalaciones de radioisótopos, son :

1. **SISTEMA ELECTRICO**

1.1 Instalación de Molibdeno-99 (n,gamma), Tecnecio-99m Instantáneo

- Doce (12) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos, con fusibles de 15 amperios cada uno, y 1 circuito a 460 VAC, 3 fases, 60 ciclos, con fusibles de 15 amperios, se suministrarán en el salón de molibdeno-99 (n,gamma).
- Equipo eléctrico vario común para las instalaciones de radioisótopos, tal como se incluye en el Apéndice III.

1.2 Instalación de Iodo-131

- Diez (10) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos, con fusibles de 15 amperios cada uno, 1 circuito a 460 VAC, 3 fases, 30 amperios, se suministrarán en el salón de iodo-131.
- Diverso equipo eléctrico común para las instalaciones de radioisótopos, tal como se incluye en el Apéndice III.

1.3 Instalación para el Cargue de Generadores de Tecnecio-99m

- Diez (10) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos, con fusibles de 15 amperios cada uno y un circuito a 460 VAC, 3 fases, 60 ciclos, con un fusible de 15 amperios.

1.4 Instalaciones para Talio-201 y Xenón-133

- Doce (12) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos con fusibles de 15 amperios cada uno.

1.5 Instalaciones para el Fósforo-32 y el Ensamble de Fuentes de Iridio-192

- Doce (12) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos con fusibles de 15 amperios cada uno.

1.6 Laboratorio de Control de Calidad

- Doce (12) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos con fusibles de 15 amperios cada uno.

1.7 Salón de Descontaminación

- Cuatro (4) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos con fusibles de 15 amperios cada uno.

1.8 Salón de Empaque

- Cuatro (4) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos con fusibles de 15 amperios cada uno.

1.9 Salón de Almacenamiento Activo

- Cuatro (4) circuitos a 110 VAC, 1 fase, 60 ciclos con fusibles de 15 amperios cada uno.

2. AIRE COMPRIMIDO

Dos (2) salidas de aire comprimido a 90 psig y 5 SCFM (6 Bar y 2,35 l/s) se suministrarán en los salones para iodo-131, el de la GLF y de descontaminación. Se conectarán al sistema de aire comprimido.

3. SISTEMA DE VENTILACION

Filtraciones primarias y secundarias se suministran en todas las celdas calientes y cajas de guantes (como se muestra en el Apéndice I). En el caso de la celda caliente para iodo-131 esta filtración consiste de prefiltros, filtros HEPA y absorbedores de carbón. Para otras celdas calientes (y cajas de guantes) la filtración incluye prefiltros y filtros HEPA (solamente).

La filtración primaria (solamente) consiste de prefiltros, filtros HEPA y absorbedores de carbón, y se suministra en todos los sistemas de campanas extractoras.

El aire sale de las celdas calientes (o de las cajas de guantes) a una tasa de 50 SCFM (23.5 l/s) cuando están cerradas. Al menos una velocidad de 100 pies/minuto (30 m/minuto) se mantiene a través de cualquier apertura como son las puertas y orificios. El aire se extrae de las campanas extractoras a una tasa mínima de 100 pies/minuto (30 m/minuto). La velocidad del aire es independiente de la apertura.

(j) **INSTALACIONES DE SOPORTE**

Instalaciones de soporte o equipo son necesarias para soportar las principales actividades de producción en el Instituto de Asuntos Nucleares en Colombia.

El Contratista suministrará el siguiente equipo (o su equivalente) necesario con cada una de las instalaciones complementarias :

1. LABORATORIO DE PREPARACION DE BLANCOS

- Una (1) hornilla eléctrica de 4,880 vatios (aproximadamente) y hasta 1,200°C.
- Un (1) prensa de laboratorio manual de 2,000 libras (900 kg) de capacidad.
- Una (1) cámara de vacío completa con una (1) bomba de vacío.
- Una (1) campana extractora.
- Una (1) campana de docel.

2. LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

- Un (1) peachímetro completo con medidor, electrodos y cable de extensión.
- Un (1) titulador potenciométrico completo, con electrodos de combinación.
- Una (1) campana extractora.
- Una (1) caja de guantes.

3. EQUIPO DE PREPARACION DE COLUMNAS PARA TECNECIO-99m

- Un (1) horno de secado por calor.
- Una (1) campana extractora laminar.
- Instrumentos varios.

(k) **REPUESTOS**

El Contratista suministrará un número de repuestos (o consumibles) necesarios durante la puesta en operación y la fase de operación de las instalaciones.

1. REPUESTOS DURANTE LA PUESTA EN OPERACION

Para todas las instalaciones descritas en este Apéndice, una cantidad suficiente de materiales al por mayor, partes o elementos de consumo, se suministrarán para permitir tres (3) pruebas de puesta en operación como se describe en el Apéndice X.

2. REPUESTOS PARA LA OPERACION

Los siguientes repuestos para la operación (o elementos de consumo) se suministrarán con cada instalación :

2.1 Producción de Molibdeno-99 (n.gamma) y Tecnecio-99m Instantáneo

- . Una (1) lámpara de sodio y un (1) balastro.
- . Un (1) conjunto de reparación completo para los manipuladores de bola.
- . Un (1) motor para el winche en la celda.
- . Un (1) conjunto para la reparación de la mesa hidráulica.
- . Un (1) conjunto de filtros HEPA y prefiltros de entrada.
- . 55 blancos inactivos.

- . Suministro de partes eléctricas y mecánicas varias para un año, que incluye relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, elementos de vidrio, tuercas y tornillos, etc., de acuerdo a las necesidades de la operación normal de la instalación.

Los repuestos para la operación de los generadores de tecnecio-99m por extracción con solvente MEK incluyen :

- . Una (1) bomba de vacío de repuesto.
- . Dos (2) válvulas de solenoide de repuesto y cuatro (4) conjuntos de válvula solenoide.
- . Un (1) suministro de elementos eléctricos y mecánicos varios, necesarios para la operación normal de la instalación durante 1 año.

2.2 Instalación para el Cargue de Generadores

Excepto por la solución en inventario de molibdeno-99 de fisión, los repuestos para la operación de la instalación de cargue de generadores incluye :

- . Un (1) conjunto de repuestos completo para los manipuladores de bola.
- . Elementos eléctricos y mecánicos varios para funcionamiento durante un año, tales como relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, tubos, tuercas y tornillos, etc., de acuerdo a las necesidades, para cubrir el uso y gasto normales del equipo.
- . Un (1) conjunto completo de filtros HEPA y de prefiltros para el módulo de flujo laminar.
- . 120 conjuntos inactivos para generadores, y 500 conjuntos reciclables para generador.

2.3 Producción de Iodo-131

Los repuestos para la operación de la instalación de iodo-131 incluyen :

- . Una (1) lámpara de sodio y un balastro.
- . Un (1) conjunto completo de reparación para los manipuladores.
- . Un (1) motor para el winche en la celda.
- . Un (1) conjunto completo de filtros HEPA, prefiltros y absorbentes de carbón para la entrada.
- . 55 blancos inactivos.
- . Suministro de elementos eléctricos y mecánicos para un año, tales como relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, elementos de vidrio, tubería, tuercas y tornillos, etc., necesarios para la operación normal de la instalación.

2.4 Formulación y Dosificación de Talio-201

Con la excepción de la solución de inventario de talio-201, los repuestos para la operación de la instalación de talio-201 son :

- . Un (1) conjunto completo de filtros HEPA y de prefiltros.
- . Un (1) conjunto completo de guantes.
- . Una (1) bomba de formulación.
- . Una (1) guía para agujas.

- . Suministro de elementos eléctricos y mecánicos para un año, tales como relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, tubería, tuercas y tornillos, necesarios para la operación normal de la instalación.

2.5 Unidad Dosificadora de Xenón-133

Excepto por el xenón-133 de inventario, los repuestos operacionales para esta instalación son :

- . Un (1) conjunto completo de filtros HEPA y de prefiltros.
- . Un (1) conjunto completo de guantes.
- . Una (1) bomba de vacío.
- . Suministro de elementos eléctricos y mecánicos para un año, tales como relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, tubería, tuercas y tornillos, necesarios para la operación normal de la instalación.

2.6 Ensamble de Fuentes de Iridio-192

Con la excepción de las fuentes de iridio-192, los repuestos para la operación de esta instalación son :

- . Un (1) conjunto para la reparación de la mesa hidráulica.
- . Un (1) conjunto para la reparación del manipulador de bola.
- . Un (1) conjunto de troqueles para engarzar y cortar.
- . Suministro de elementos eléctricos y mecánicos para un año, tales como relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, tuercas y tornillos, etc., necesarios para la operación normal de la instalación.

2.7 Producción de Fósforo-32

Los repuestos para la operación de la instalación de fósforo-32 son :

- . Un (1) conjunto completo de filtros HEPA y prefiltros.
- . Un (1) conjunto completo de guantes.
- . 30 blancos inactivos.
- . Suministro de elementos eléctricos y mecánicos para un año, tales como relés, interruptores, conectores, transformadores, válvulas, adaptadores, blancos inactivos, tubería, tuercas y tornillos, necesarios para la operación normal de la instalación.

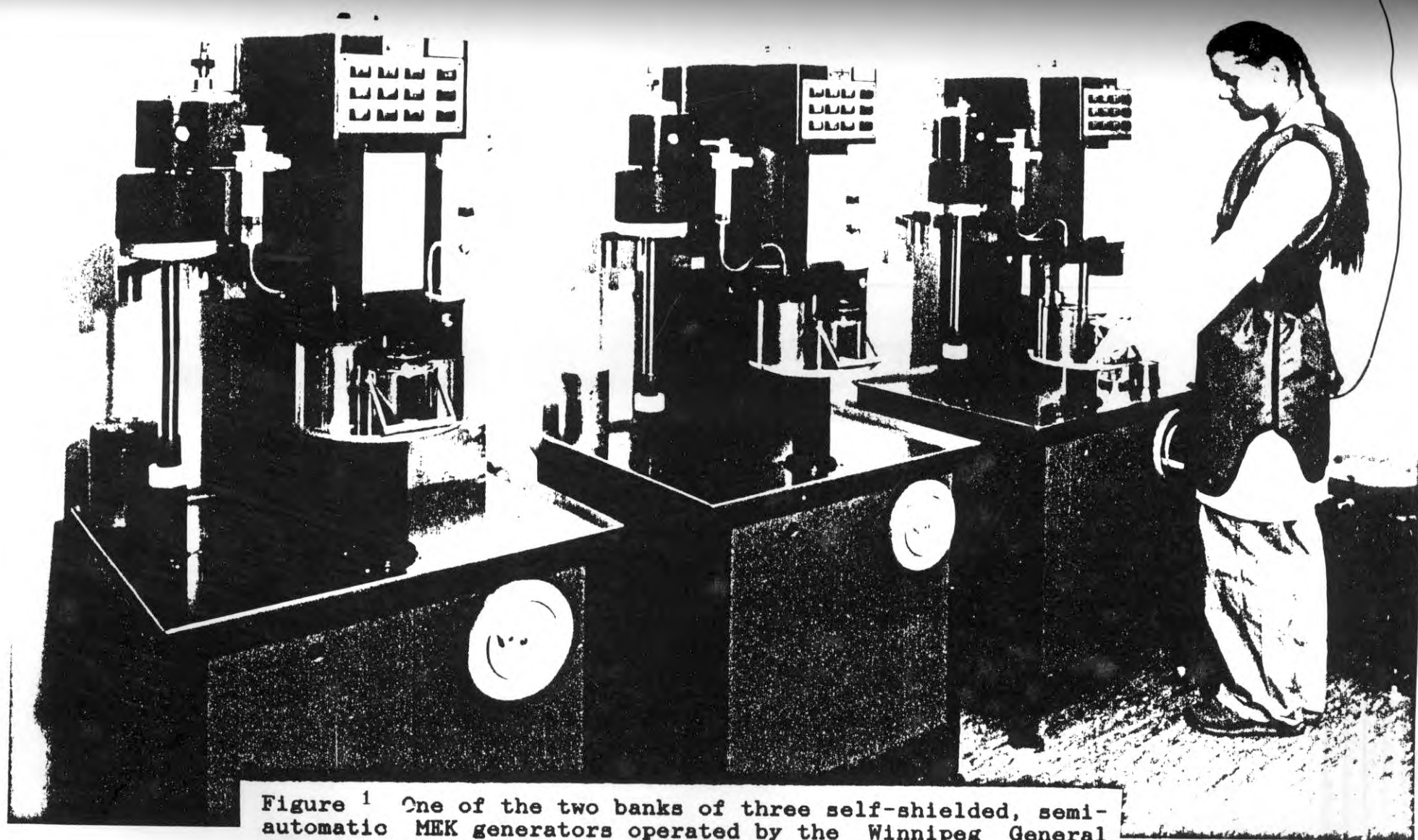
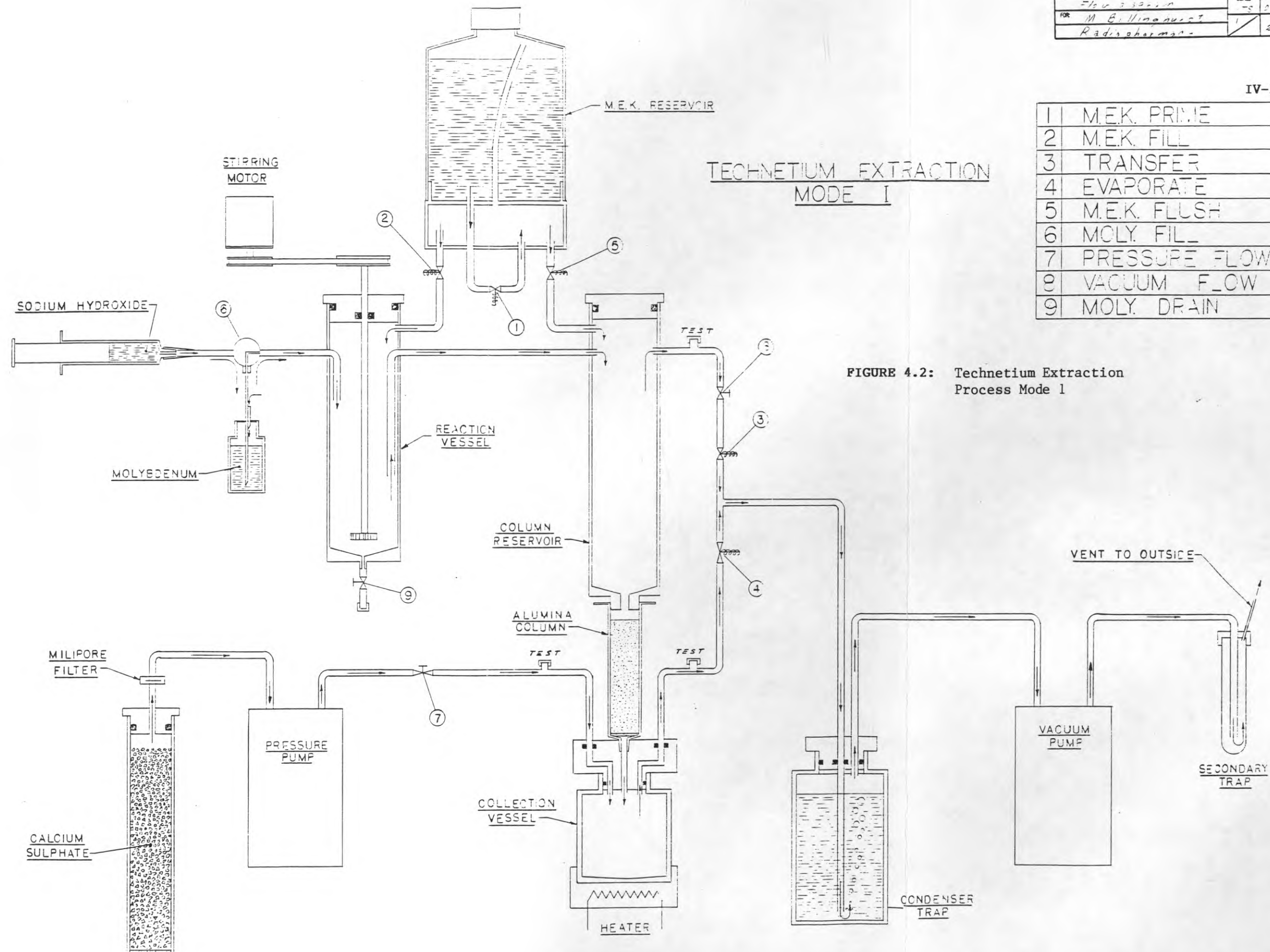
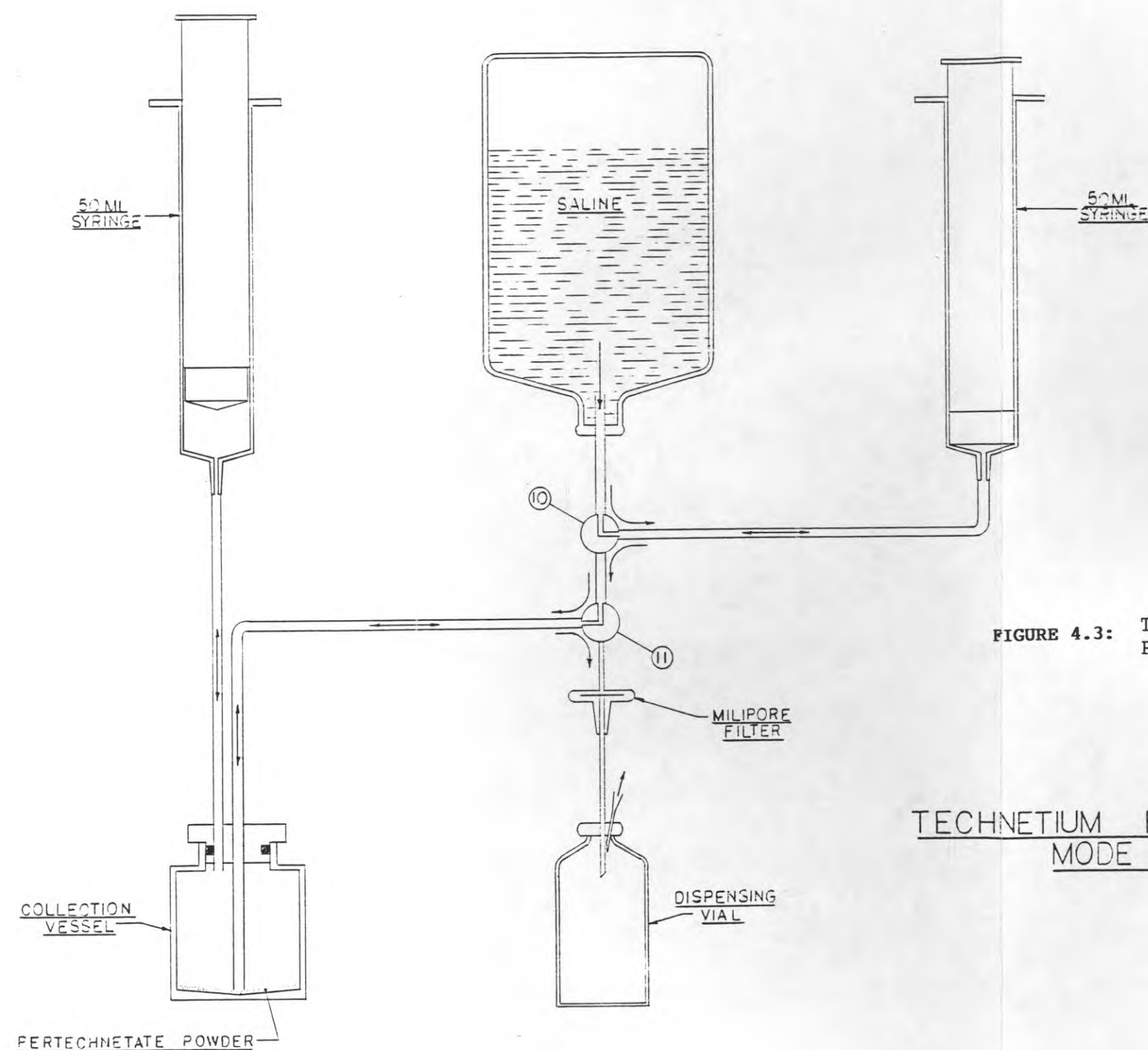


Figure 1 One of the two banks of three self-shielded, semi-automatic MEK generators operated by the Winnipeg General Hospital, Health Science Centre, Winnipeg, Manitoba, in its role as a regional supplier of technetium-99m.

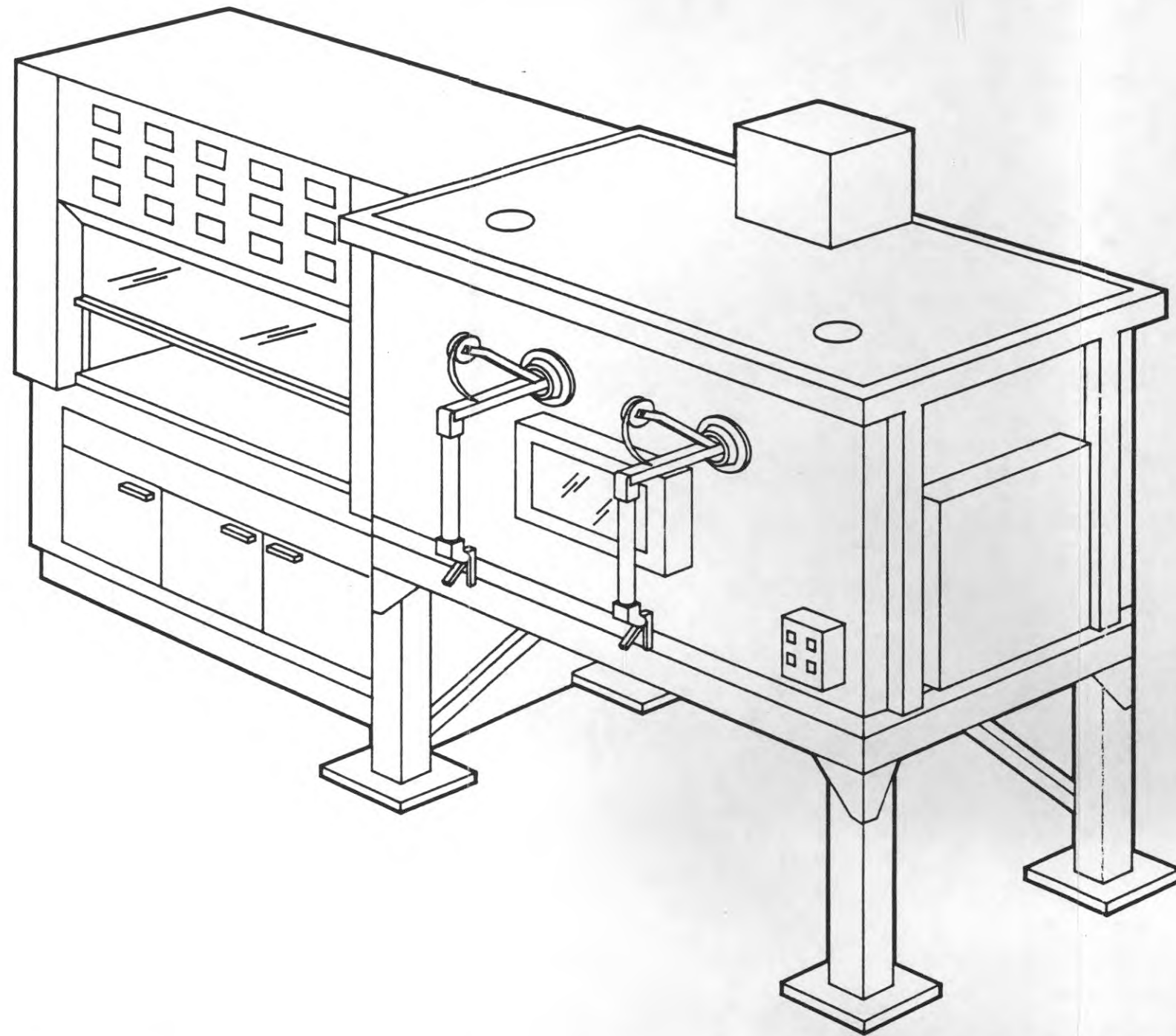





10	SALINE
11	PERTECHNETATE

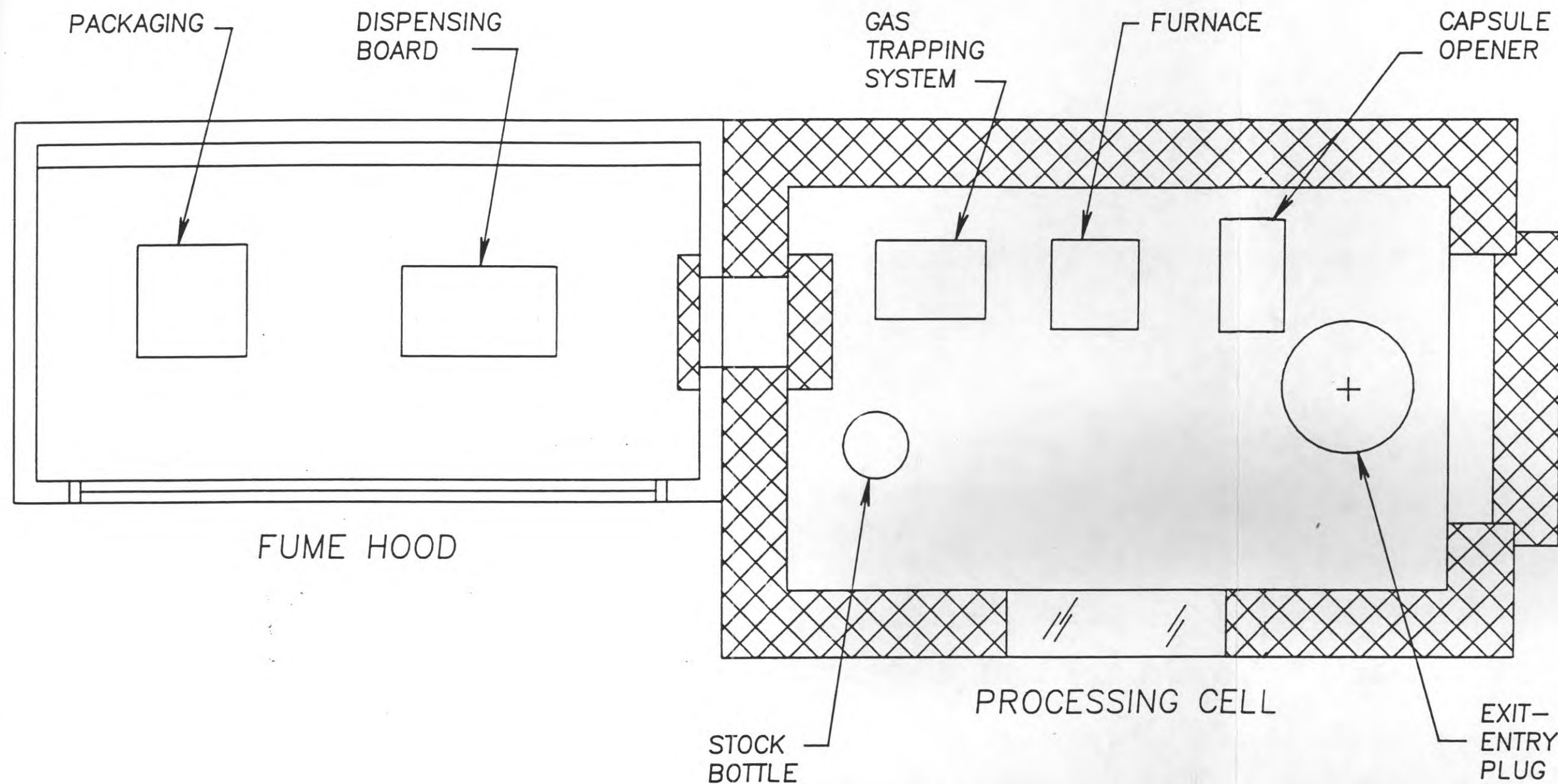
FIGURE 4.3: Technetium Extraction Process Mode 2


TECHNETIUM EXTRACTION
MODE 2



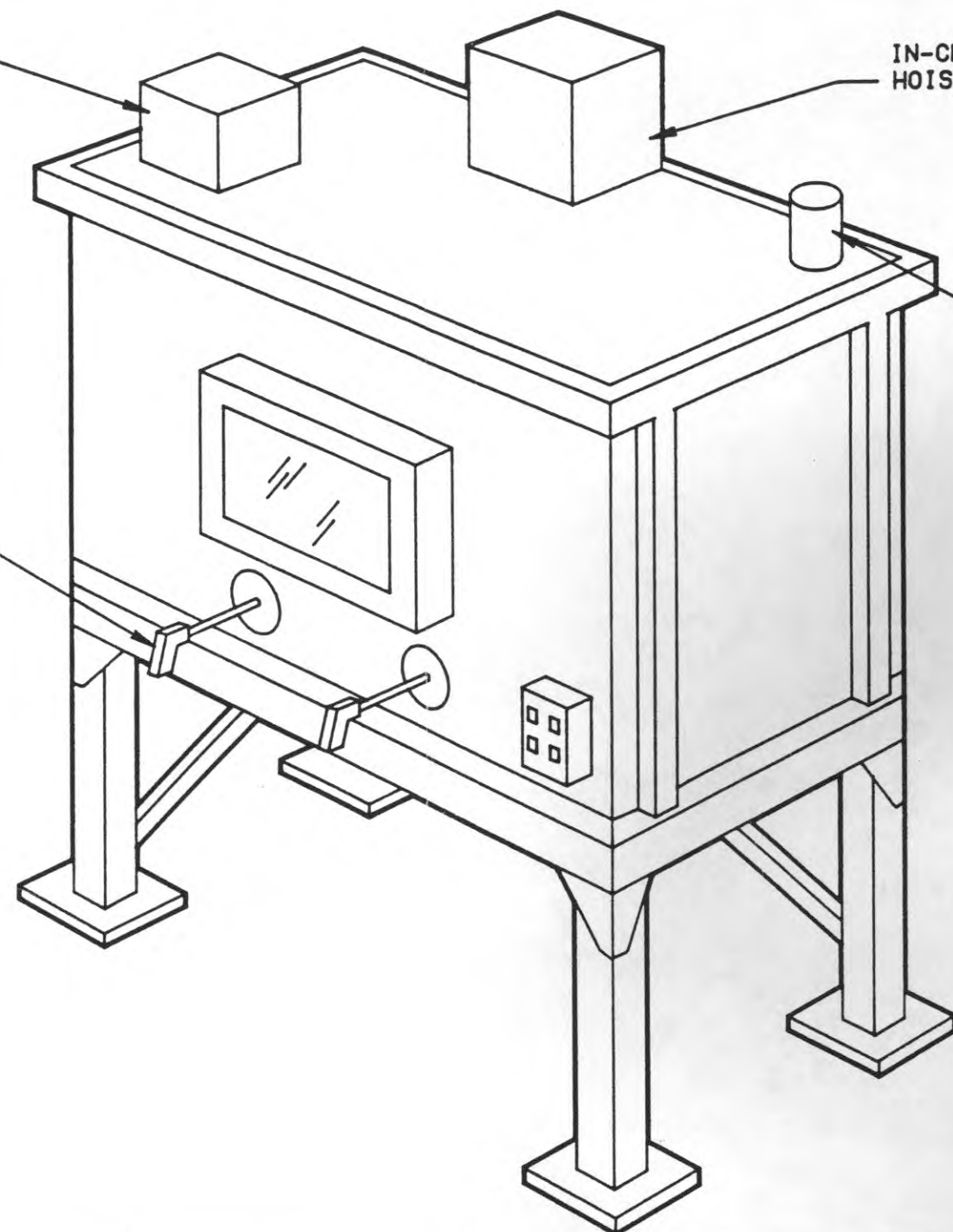
K.1.1.6.4.0.0.0.1.1

				UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES		MATERIAL		DR'N E. A. Z. DATE 87/10/9		TITLE	
				TOLERANCES:		FINISH		CHK'D <i>ayl</i> DATE 87.10.13		IODINE-131 FACILITY	
				.XX±				PRD'N <i>ayl</i> DATE 87.10.13			
				.XXX±				APP'D <i>ayl</i> DATE 87/10/13			
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	BY	APP'D	REQUIRED FOR	 ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED RADIOCHEMICAL COMPANY KANATA ONTARIO CANADA			SIZE	DRAWING NUMBER	ISSUE
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED.									B	K.1.1.6.4.0.0.0.1.1	A
									SCALE N. T. S.	SHT	OF



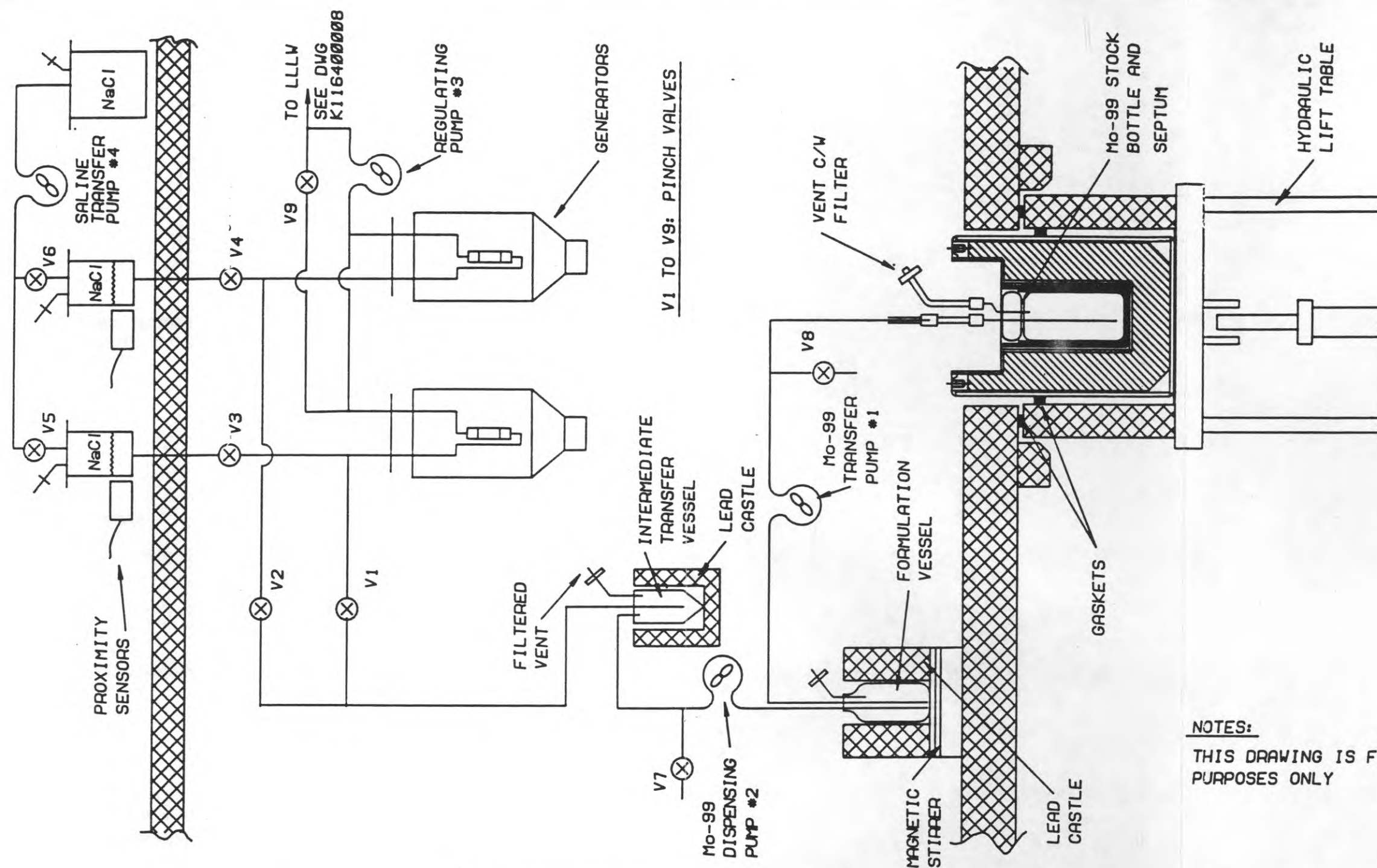
				UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES:		MATERIAL		DR'N E. A. Z. DATE 87/10/9		TITLE			
				.XX ±		FINISH		CHK'D <i>cy</i> DATE 87.10.13		IODINE-131 GENERAL LAYOUT			
				ANGULAR ±				PRD'N <i>cy</i> DATE 87.10.13					
				XXX ±				APP'D <i>WSP</i> DATE 87/10/13					
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.	REQUIRED FOR		 ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED RADIOCHEMICAL COMPANY KANATA ONTARIO CANADA			SIZE	DRAWING NUMBER	ISSUE	
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED.										B	K.1.1.6.4.0.0.0.1.2	A	
										SCALE N. T. S.		SHT	OF

K.1.1.6.4.0.0.0.1.2

INLET HEPA
AND PREFILTERIN-CELL
HOISTCELL
EXHAUSTBALL
MANIPULATORS

K1,1,6,4,2,7,0,0,1

				UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES:		MATERIAL		DR'N M. CHENIER DATE 87.11.16		TITLE	
						FINISH		CHK'D <i>M. Chenier</i> DATE 87.11.16		I. A. N. COLOMBIA	
								PRD'N DATE		(n. GAMMA) Mo-99	
								APP'D <i>M. Chenier</i> DATE 87.11.16		HOT CELL	
B	REVISED AND REDRAWN	87.11.16	MC	<i>M. Chenier</i>	.XX±	ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED		SIZE		DRAWING NUMBER	
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.	.XXX±	RADIOCHEMICAL COMPANY		B		K1,1,6,4,2,7,0,0,2	
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED.						REQUIRED FOR K116427001		KANATA		ONTARIO	
						CANADA		SCALE N. T. S.		SHT OF	

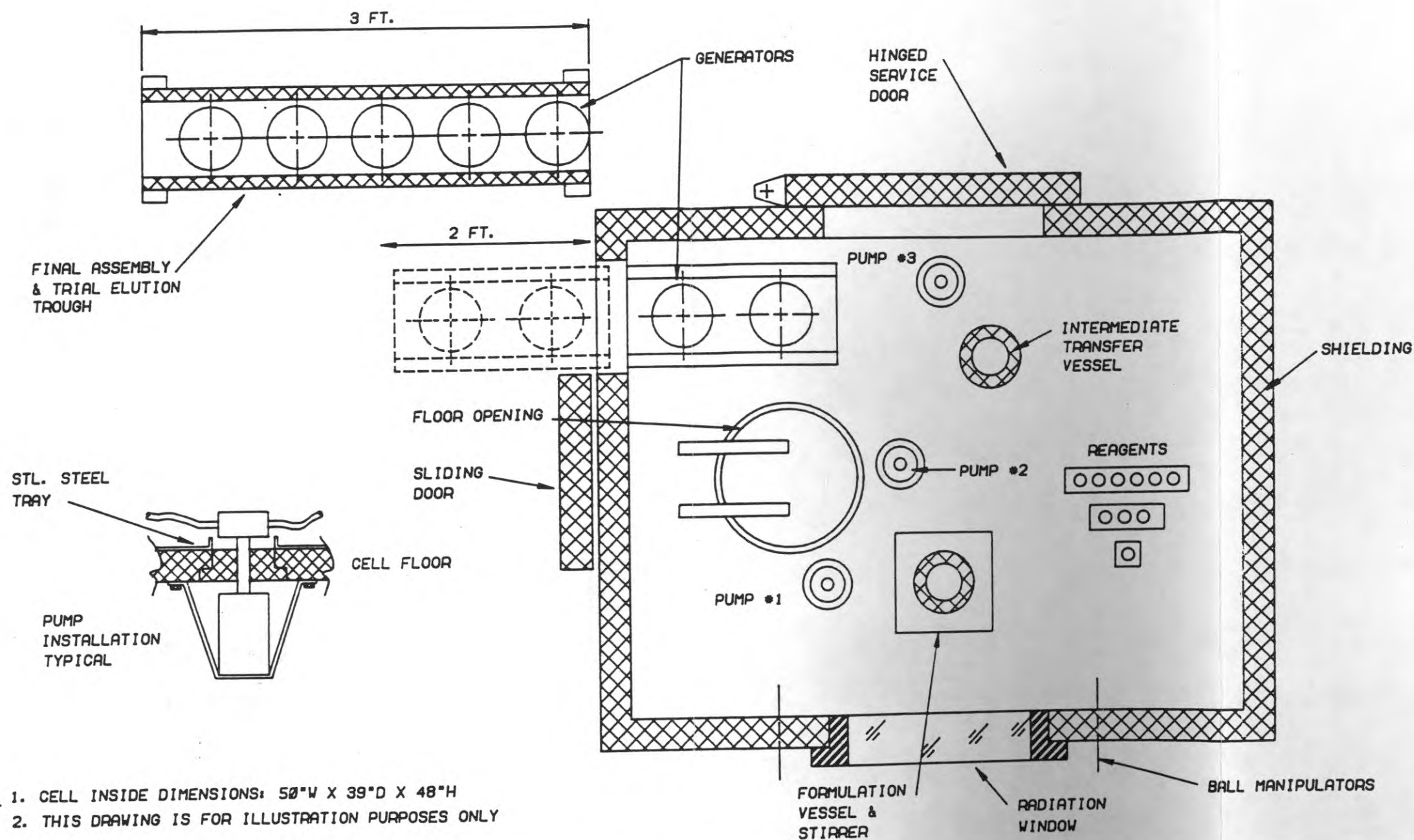


NOTES:


THIS DRAWING IS FOR ILLUSTRATION PURPOSES ONLY

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED.				UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES: .XX ± .XXX ± ANGULAR ±		MATERIAL DR'N E. A. Z. DATE 87/10/9 CHK'D <i>cyl</i> DATE 87.10.13 FINISH PRD'N <i>cyl</i> DATE 87.10.13 APP'D <i>[Signature]</i> DATE 87/10/13		TITLE GLF III PROCESS SCHEMATIC			
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	BY	APP	REQUIRED FOR _____ _____ _____		ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED RADIOCHEMICAL COMPANY KANATA ONTARIO CANADA		SIZE B	DRAWING NUMBER K.1.1.6.4.0.0.0.0.6	ISSUE A
						SCALE N. T. S.		SHT OF			

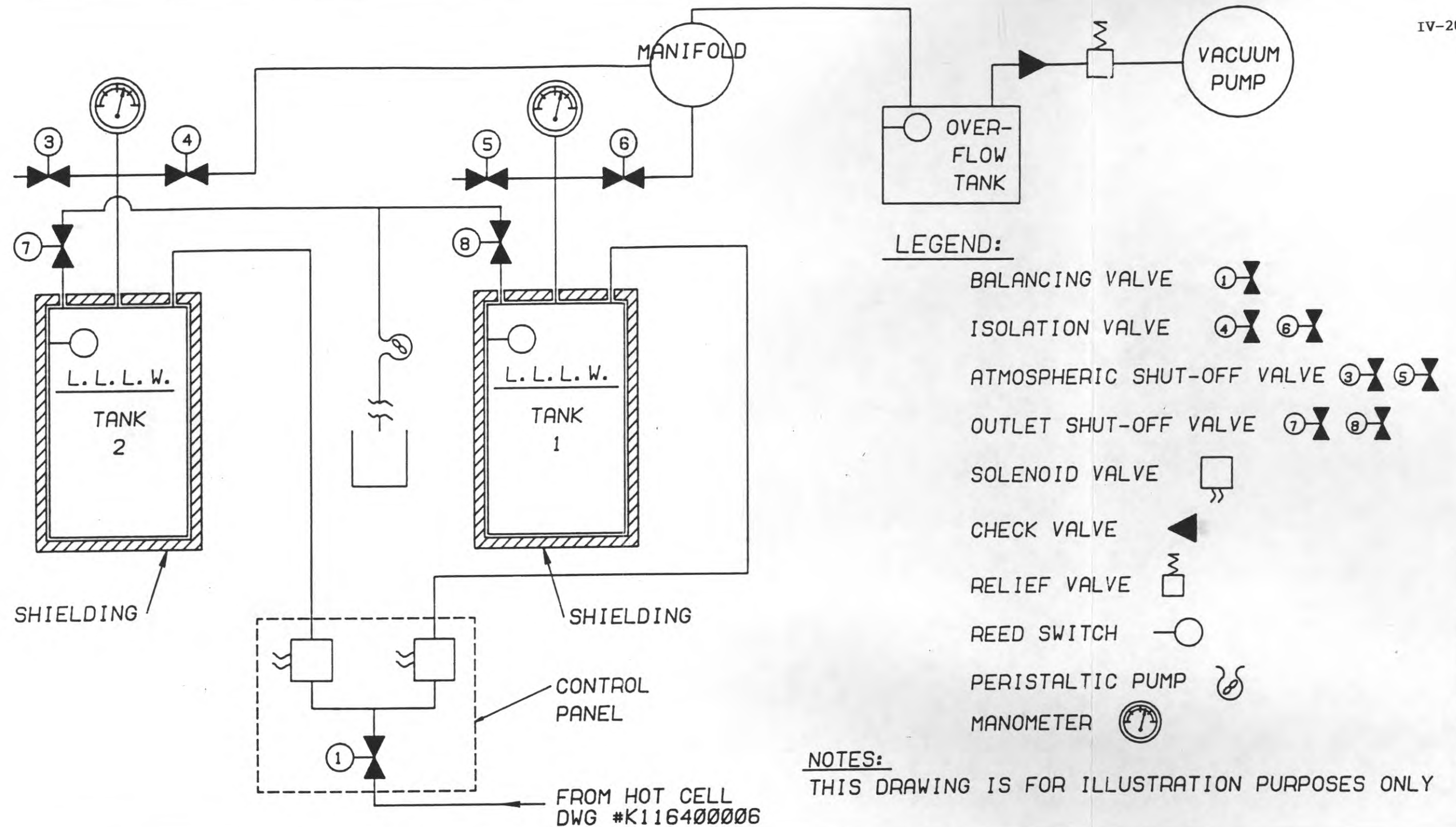
K.1.1.6.4.0.0.0.0.6



- NOTES: 1. CELL INSIDE DIMENSIONS: 50"W X 39"D X 48"H
2. THIS DRAWING IS FOR ILLUSTRATION PURPOSES ONLY

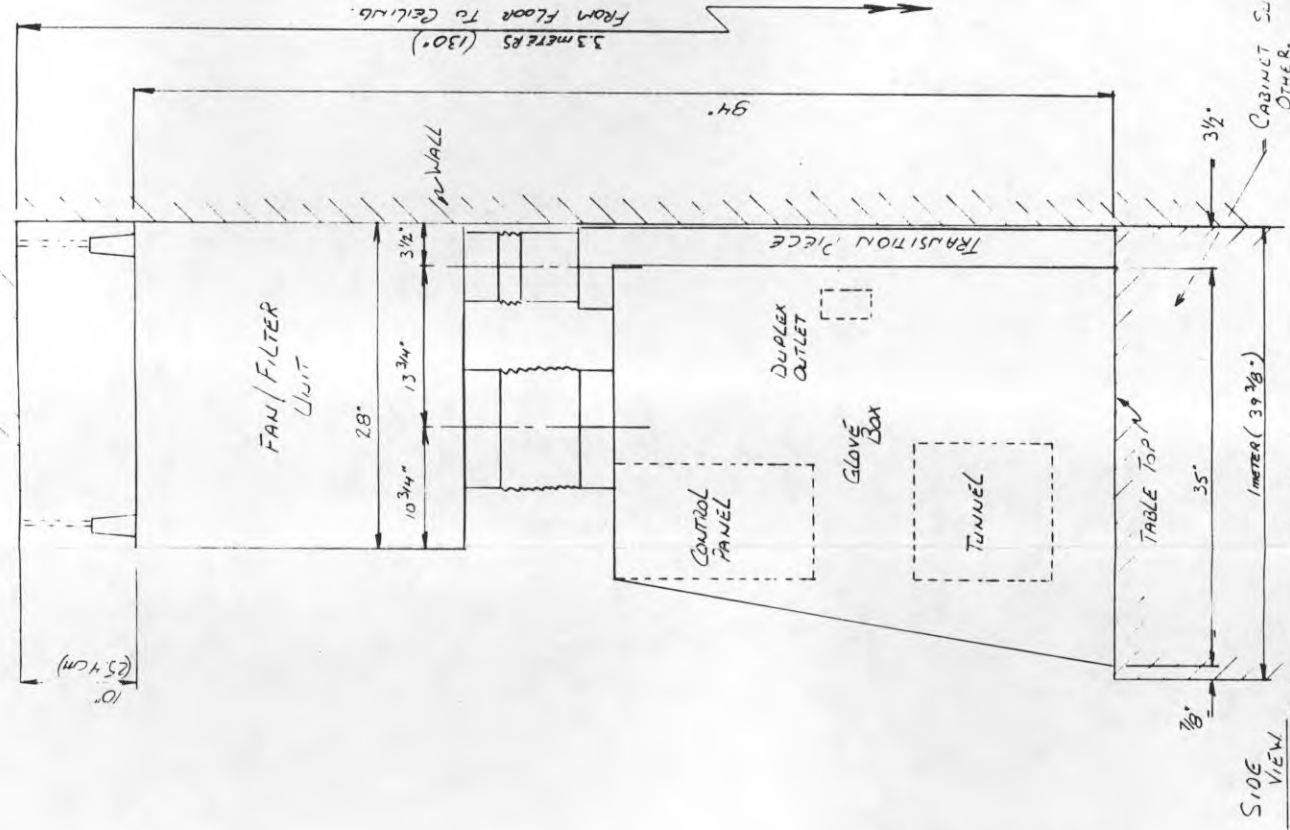
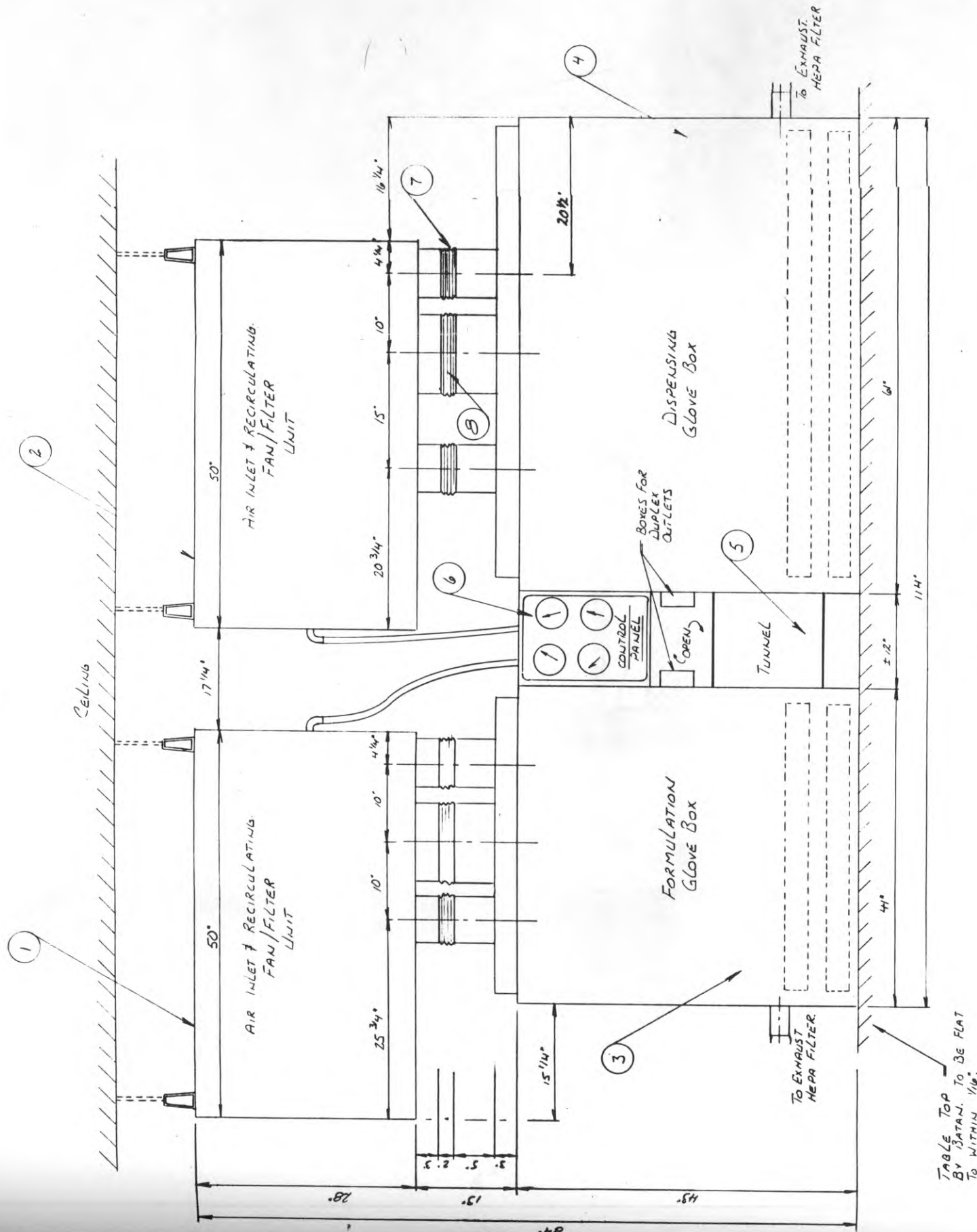
				UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES:		MATERIAL		DR'N E. A. Z. DATE 87/10/9		TITLE			
				.XX±		FINISH		CHK'D M. L. DATE 87/10/13		GLF III GENERAL LAYOUT			
				.XXX±				PRD'N M. L. DATE 87/10/13					
								APP'D W. P. DATE 87/10/13					
B	TROUGH ROTATED 90 DEG.	87/11/15	ed. 01/2	ANGULAR ± ✓		 ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED RADIOCHEMICAL COMPANY KANATA ONTARIO CANADA		SIZE		DRAWING NUMBER		ISSUE	
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	BY	APP.	REQUIRED FOR			B		K,1,1,6,4,0,0,0,0,7		B	
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED.								SCALE N. T. S.		SHT		OF	

K,1,1,6,4,0,0,0,0,7




UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES:				MATERIAL		DR'N E. A. Z. DATE 87/10/9		TITLE	
.XX ±				FINISH		CHK'D <i>o/p</i> DATE 87.10.13		GLF III	
.XXX ±						PRD'N <i>o/p</i> DATE 87.10.13		LOW LEVEL LIQUID WASTE SYSTEM	
ANGULAR ±						APP'D <i>o/p</i> DATE 87/10/13			
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	BY	APP	ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED		SIZE	DRAWING NUMBER	ISSUE
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED AND IS SUBMITTED FOR CONSIDERATION ON THE UNDERSTANDING THAT THERE SHALL BE NO EXPLOITATION OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN EXCEPT WITH THE SPECIFIC WRITTEN AGREEMENT OF ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED.					REQUIRED FOR		B	K1,1,6,4,0,0,0,0,8	A
					KANATA ONTARIO CANADA		SCALE N. T. S.	SHT	OF

REVISIONS			
ISSUE	DESCRIPTION	DATE	ENGINEERING PRODUCTION
3	ORIGINAL ISSUE TITLE = MAILING MATERIALS ADVICE (24)	26/12/96	C. BOTTER

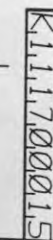


QTY	ITEM	Q.W. NUMBER	DESCRIPTION
1	1	K115626004	FAN HEPA MODULE FOR FORMULATION GLOVE BOX
1	2	K115626002	FORMULATION GLOVE BOX
1	3	K115626003	DISPENSING GLOVE BOX
1	5	K115626005	TRANSFER TUNNEL
1	6	K115626005	CONTROL PANEL
7	A/R	—	FLEXIBLE DUCTING 10' MIN. DIA.
2	A/R	—	FLEXIBLE DUCTING 6' MIN. DIA.

[illegible]

 LE	ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED OTTAWA COMMERCIAL PRODUCTS CANADA	
	FORMULATION & DISPENSING GLOVE BOXES.	
LE	DWG. NO. K115626001	ISSUE B
LE	1:0	SHEET 1 OF 1

- 1 DIMENSIONS SHOWN ARE FOR
REFERENCE PURPOSES ONLY.
2 REMOVABLE BACK OR ROOF
DEPENDING ON CUSTOMER'S ROOM.
3 LOCATION OF HOISTS TO BE
DETERMINED FROM CUSTOMER'S ROOM.



				UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES:		MATERIAL AS NOTED		DR'N ED HAINES DATE 87/5/28		TITLE	
				± .XX ±		FINISH		CHK'D M. LEVY DATE 87/5/29		PROPOSED	
B MISC. ADDITIONS AND REVISIONS 87/7/2				± .XXX ±				PAD'D M. LEVY DATE 87/5/29		Ic-192 SOURCE	
A ORIGINAL								APP'D W. PETTIPAS DATE 87/6/16		CHANGING FACILITY	
ISSUE		DESCRIPTION		DATE		BY		ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED		SIZE	
								RADIOCHEMICAL COMPANY		DRAWING NUMBER	
								KANATA		D K111700015	
								ONTARIO		SCALE 1/8	
								CANADA		SHT 1 OF 1	

APENDICE V
COOPERACION POSTERIOR
SUMINISTROS Y SERVICIOS

(El presente Apéndice V, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 3 páginas.)

APENDICE V

COOPERACION POSTERIOR - SUMINISTROS Y SERVICIOS

(a) REPUESTOS Y MATERIALES

- 1.0 Instalación del Reactor de Investigación
- 2.0 Instalación de Radioisótopos

(b) COOPERACION POSTERIOR

- 1.0 Aplicaciones del Reactor y Radioisótopos
- 2.0 Estudios Conjuntos sobre la Introducción de la Generación Nucleoeléctrica a Colombia
- 3.0 Otros Programas Conjuntos

(c) CONTRATO DE LICENCIA

APENDICE V

COOPERACION POSTERIOR
SUMINISTROS Y SERVICIOS

(a) REPUESTOS Y MATERIALES

1.0 INSTALACION DEL REACTOR DE INVESTIGACION

Durante un período de veinticinco (25) años contados a partir de la terminación del Contrato, el Contratista se compromete a actuar como un Agente para la Nación-Ministerio de Minas y Energía en la adquisición de repuestos y materiales que puedan requerirse en la operación de la instalación. Para aquellos materiales que normalmente se tengan por el Contratista en sus inventarios, tales como agua pesada, el Contratista garantiza un suministro continuo de ellos al precio de mercado prevaleciente más todos sus costos asociados en que incurre el Contratista.

Para aquellos materiales que deban ser adquiridos de un suministrador o un vendedor, el Contratista hará sus mejores esfuerzos para adquirirlos al recibir la solicitud escrita de la Nación-Ministerio de Minas y Energía. En caso de que el material no pueda ser adquirido del suministrador original (es decir si el suministrador original no está en el negocio o deja de suministrar equipo similar al suministrado originalmente), el Contratista buscará fuentes alternas para adquirir el equipo o materiales aconsejables.

Todos los costos de adquirir el equipo o materiales solicitados por el IAN durante el período antes mencionado de veinticinco (25) años serán cargados a la Nación-Ministerio de Minas y Energía. Estos comprenden :

- . valor justo de mercado del equipo o material;
- . costo del esfuerzo administrativo, ingenieril y de adquisición del Contratista;
- . costo de transporte, seguro y cualquier otro gasto misceláneo.

2.0 INSTALACION DE RADIOISOTOPOS

Durante un período de veinticinco (25) años contados a partir de la terminación del Contrato, el Contratista continuará ofreciendo servicios y repuestos a precios comerciales competitivos, para el equipo original suministrado. Además, suministros tales como materiales para blancos, molibdeno-99 (producto de fisión) y componentes de los generadores de tecnecio-99m, estarán disponibles a precios que se negociarán con base a períodos anuales.

(b) COOPERACION POSTERIOR

1.0 APLICACIONES DEL REACTOR Y RADIOISOTOPOS

La cooperación posterior a la finalización del Contrato incluirá visitas a Colombia por expertos canadienses, en diferentes aspectos de las aplicaciones de radioisótopos médicos, radiofarmacéuticos, radioinmunoanálisis, y del Reactor. En consulta con miembros de la Planta del IAN se harán arreglos para visitas de estudio y de trabajo a centros canadienses especializados, en todos los aspectos de la aplicación de radioisótopos. Para la anterior cooperación se dispondrá de un total de 12 semanas-hombre por año, durante un período de cinco (5) años, contado a

partir de la terminación del Contrato, con todos los gastos de viaje, alojamiento y subsistencia pagados por el Contratista.

2.0 ESTUDIOS CONJUNTOS SOBRE LA INTRODUCCION DE LA GENERACION NUCLEOELECTRICA A COLOMBIA

Luego de que hayan transcurrido dos (2) años contados a partir de la terminación del Contrato y durante un período de un (1) año, el IAN y el Contratista desarrollarán un estudio conjunto que cubra los diversos aspectos de la introducción de plantas nucleares nucleoelectricas a Colombia. El estudio cubrirá entre otras cosas :

- . necesidades actuales y proyectadas de electricidad;
- . revisión de la capacidad de la industria colombiana para fabricar diversos componentes para reactores;
- . identificación de recursos humanos necesarios para el inicio de un programa nuclear;
- . selección preliminar de lugares potenciales para construir centrales nucleoelectricas;
- . revisión de otros métodos de generación eléctrica y comparación de costos.

El Contratista contribuirá con un total de 600 horas de expertos para este estudio, incluyendo alguna información sobre los diseños de sus centrales nucleoelectricas y será responsable de cubrir sus costos tales como viajes, alojamiento y producción de documentos.

El IAN cubrirá sus costos propios y solicitará asistencia de la Nación-Ministerio de Minas y Energía y de otras agencias del Gobierno Colombiano para suministrar la información necesaria en este estudio conjunto.

3.0 OTROS PROGRAMAS CONJUNTOS

Durante un período de siete (7) años contado a partir de la terminación del Contrato, el Contratista, a su discreción, suministrará al IAN información sobre sus experiencias propias asociadas con la operación de su Reactor MAPLE. Similarmente el IAN, a su discreción, suministrará al Contratista información sobre sus estudios y trabajos desarrollados con el Reactor MAPLE.

Las aplicaciones del Reactor MAPLE del IAN se orientarán a dos áreas principales :

- a) la producción de radioisótopos para las áreas de medicina nuclear y desarrollo especial en los campos de la industria e ingeniería;
- b) desarrollo de tecnología nuclear para diversos propósitos.

En las áreas anteriores el Contratista y el IAN establecerán una cooperación mediante un programa de entrenamiento en Canadá y en Colombia, que conduzca al posible establecimiento de laboratorios adecuados para permitir el entrenamiento de personal especializado.

El IAN, a través del OIEA y del Programa ARCAL, podría ofrecer la oportunidad para entrenar en sus instalaciones al personal de otros centros nucleares de la Región Latinoamericana. Expertos del Canadá cooperarán en los cursos de entrenamiento en nuevas especialidades. El entrenamiento y la asistencia técnica adicional descritas en esta Sección 3.0 se harán a un costo que será discutido y acordado entre las Partes.

El Contratista suministrará guía al IAN y al Gobierno Colombiano en áreas prioritarias de desarrollo de la tecnología nuclear, que permitirá la solución de problemas inmediatos, en beneficio de los sectores social e industrial.

(c) **CONTRATO DE LICENCIA**

En desarrollo de la Cláusula 47 del Contrato, la Nación-Ministerio de Minas y Energía fabricará y mercadeará ciertos productos utilizando una licencia de AECL. Los términos y condiciones de esta licencia se describen en un documento separado.

APENDICE VI
CODIGO DE PRACTICA

(El presente Apéndice VI, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 22 páginas.)

APENDICE VI

CODIGO DE PRACTICA

(a) SEGURIDAD Y PROCURACION DE LA LICENCIA

- 1.0 Códigos, normas y reglamentos aplicables en Canadá
- 2.0 Examen de la seguridad y Proceso de aprobación del reactor MAPLE-X10
- 3.0 Principios de seguridad
- 3.1 Enfoque y objetivos
- 3.2 Características del reactor MAPLE-X10 que contribuyen a la seguridad
- 4.0 Análisis de seguridad
- 4.1 Presentación general
- 4.2 Identificación de los eventos críticos
- 4.3 Identificación de las clases de eventos y de las secuencias reflectivas
- 4.4 Selección de los métodos de análisis
- 4.5 Ejecución del análisis
- 5.0 Documentos relacionados con la seguridad
- 5.1 Plan de procuración de la licencia
- 5.2 Documentos básicos de la licencia
- 5.3 Informe Preliminar de Análisis de Seguridad
- 5.4 Clasificación de códigos
- 5.5 Informe sobre Eventos Externos
- 5.6 Informe sobre Eventos Internos
- 5.7 Proyecto de Informe de Análisis de Seguridad
- 5.8 Programa de garantía de calidad para Evaluación de la Seguridad

(b) GARANTIA DE CALIDAD

- 1.0 Introducción
- 2.0 Propósito
- 3.0 Documentos
 - 3.1 Manual de garantía de calidad del Proyecto
 - 3.2 Ingeniería
 - 3.3 Adquisiciones
 - 3.4 Construcción
 - 3.5 Puesta en operación
 - 3.6 Operaciones
 - 3.7 Manuales de garantía de calidad de los suministradores

(c) CODIGOS Y ESTANDARES DE DISEÑO

LISTA DE FIGURAS

- Figura 6.1 Diagrama lógico para seleccionar los eventos críticos
- Figura 6.2 Programa de garantía de calidad: Ordenamiento jerárquico de los documentos

APENDICE VI

CODIGO DE PRACTICA

(a) **SEGURIDAD Y PROCURACION DE LA LICENCIA**

Como entidad responsable de las instalaciones nucleares, IAN se encargará de obtener la autorización para la explotación del reactor MAPLE y sus instalaciones anexas de producción de radioisótopos. El Contratista espera que los trámites observarán estrictamente las recomendaciones de la Serie 35 de Seguridad de IAEA y de las recomendaciones subsiguientes que, en general, son compatibles con la práctica de concesión de licencias nucleares canadienses. Sin embargo, el Contratista espera que el proceso de evaluación de la seguridad utilizado por AECL para solicitar la licencia del reactor MAPLE-X10 en Canadá constituirá un precedente útil para que se obtenga la autorización para operar el reactor MAPLE en Colombia.

El Contratista diseñará y construirá las instalaciones del reactor MAPLE de acuerdo con los códigos, normas y reglamentos aplicables en Canadá, así como con los requisitos pertinentes de IAEA. La instalación se basará en las instalaciones del reactor MAPLE-X10, diseñado y en vías de construcción de acuerdo con los métodos canadienses de procuración de licencias.

La seguridad del reactor MAPLE-X10 se evaluó utilizando la experiencia canadiense en diseño y operación de reactores. Aunque la evaluación fue considerablemente conservadora, los resultados demuestran que la operación del reactor MAPLE-X10 no presenta ningún riesgo inaceptable ni para el personal del sitio ni para el público en general. En consecuencia, el Contratista estima que el procedimiento de evaluación de la seguridad, que se describe más abajo, utilizado para que se autorice la explotación del reactor MAPLE-X10 en Canadá constituye una base razonable para que se otorgue la licencia del reactor MAPLE-IAN en Colombia. Todo trabajo adicional que fuere exigido por las autoridades encargadas de otorgar la licencia en Colombia será ejecutado por el Contratista y todos los gastos relacionados correrán por cuenta de la Nación-Ministerio de Minas y Energía.

En la descripción que sigue se discuten las principales diferencias entre el reactor colombiano MAPLE y el MAPLE-X10 en lo que respecta a seguridad y licencia.

1.0 CODIGOS, NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES EN CANADA

Los principios y objetivos de estos códigos y normas de referencia se aplican, cuando procede, al trabajo ejecutado por el personal de AECL y de IAN, según se indica en la descripción de suministros de esta oferta.

CSA CAN3-Z299.1-.4 (1985)	Garantía de calidad
CSA CAN3-N285.0-M81	Requisitos generales para sistemas y componentes de retención de presión en las centrales nucleares CANDU
CSA CAN3-N286.0-82	Requisitos del programa para garantía de calidad en las centrales nucleares

CSA CAN3-N286.1-84, .2-86
.3-83, .4-m86, .5-M87, .6
(en preparación por CSA)

Garantía de calidad para centrales
nucleares, todas las fases intermedias,
normas aplicables al segundo nivel

CSA CAN3-N288.2 (1986)

Pautas para calcular las dosis de radiación al
público generada por escape de materias
radioactivas como consecuencia de un
accidente en instalaciones nucleares

CSA B51-M1986

Código para la construcción e inspección de
calderas y recipientes a presión

ASME Section III Class-3
1986 y Section VIII,
Div. 1, 1986

Códigos aplicables a recipientes a presión e
instalaciones nucleares de alimentación sin
flama

ANSI B31.1 1986

Código para tubería de potencia

CAN/CSA-N288.1

Pautas para calcular los límites derivados de
emisión de materias radioactivas en el aire y
los efluentes líquidos en condiciones
normales de operación de instalaciones
nucleares

Serie 35 de Seguridad IAEA
(Safety Series 35)

Operación segura de reactores experimentales
y conjuntos críticos

Los detalles sobre los códigos y normas de diseño que deben aplicarse a este proyecto se
encuentran en la Sección (c) del presente Apéndice.

2.0 EXAMEN DE LA SEGURIDAD Y PROCESO DE APROBACION DEL REACTOR MAPLE-X10

El reactor MAPLE-X10 se está construyendo en los Chalk River Nuclear Laboratories (CRNL) de AECL. Los CRNL operan bajo licencia de la Atomic Energy Control Board (AECB), que es la entidad que regula la energía nuclear en Canadá. Un supervisor de proyecto de AECB es destacado para inspeccionar las instalaciones nucleares y atestar que estén conformes con las condiciones de la licencia otorgada para el sitio.

Igualmente, AECL tiene su propio comité encargado de examinar y aprobar la seguridad, el Nuclear Safety Advisory Committee (NSAC), en el cual hay representantes de AECL y observadores de AECB. El NSAC es responsable ante la dirección de AECL de asegurar que las instalaciones nucleares sean seguras y respeten las condiciones de la licencia. Las nuevas instalaciones deben ser examinadas y aprobadas por el NSAC, que, a su vez, solicita a AECB que modifique la licencia para que esté en conformidad con las nuevas condiciones del proyecto. Una vez modificada la licencia, el propietario está autorizado a operar las instalaciones en conformidad con un conjunto de "principios y reglas generales."

Cuando se trata de un proyecto de la magnitud de las instalaciones MAPLE-X10, cada etapa requiere aprobación, obteniéndose simultáneamente las autorizaciones de NSAC y AECB.

El NSAC cuenta con sus propias pautas de examen y aprobación, en conformidad con los requisitos de AECB. Este proceso involucra al solicitante, al NSAC y a los grupos consultativos en presentaciones, estudios y discusiones. El solicitante debe presentar cinco documentos al NSAC y al AECB, a saber :

- (1) una carta de notificación ;
- (2) el Informe Detallado de Evaluación de la Seguridad (CSAR) mediante el cual se solicita la aprobación de los conceptos involucrados, el lugar escogido para las instalaciones y determinados trabajos en el sitio, hasta el momento del vaciado del concreto ;
- (3) el Informe Preliminar de Análisis de Seguridad (PSAR) mediante el cual se solicita la aprobación de la construcción ;
- (4) un Proyecto de Informe Final de Análisis de Seguridad (FSAR) mediante el cual se solicita la aprobación para poner en marcha y en servicio las instalaciones ; y
- (5) una versión actualizada del FSAR mediante el cual se solicita la aprobación para operar las instalaciones a plena potencia.

Las pautas proveen las indicaciones necesarias para cada presentación. El NSAC reconoce que, para un proyecto amplio o complejo, no todos los datos exigidos se hallan disponibles cuando el solicitante desea iniciar la construcción. Por esta razón, el comité requiere que se incluya la información disponible y se presente un plan y programa del trabajo que queda por ejecutar.

La característica principal de este proceso de examen y aprobación es que tanto el NSAC como el AECB promueven la comunicación, desde el principio, con el solicitante. La idea subyacente es identificar los puntos que puedan crear conflictos para resolverlos de inmediato.

3.0 PRINCIPIOS DE SEGURIDAD

3.1 ENFOQUE Y OBJETIVOS

Los principios y práctica de la seguridad de los reactores nucleares canadienses han evolucionado durante los últimos cuarenta años. Un principio básico bien establecido es que el beneficiario de la licencia (propietario/operador) es el principal responsable del logro de un alto nivel de seguridad. Este enfoque es idéntico al expuesto en el Código de Práctica (Serie 35 de Seguridad) de la International Atomic Energy Agency (IAEA), en cuanto a que los principios deben ser aceptados por el beneficiario de la licencia y las autoridades reguladoras (la AECB en Canadá), siendo el beneficiario el principal responsable de hacer respetar los procedimientos adecuados.

El objetivo primordial de la seguridad de los reactores es mantener dentro de límites adecuados las radiaciones a las cuales el público y el personal están expuestos, en todas las etapas de la operación y en caso de accidentes.

La seguridad del reactor debe garantizarse en operación normal y en estados transitorios anticipados, por medio de un buen diseño y construcción, lo que incluye el uso de códigos y normas apropiados y de un programa de garantía de calidad. Los métodos de operación

del reactor deben garantizar que las emisiones radioactivas y la radiación que generan se mantengan a un nivel tan bajo como sea posible.

En caso de accidente deben haberse previsto disposiciones para :

- apagar el reactor y mantenerlo en condiciones seguras en ese estado,
- eliminar el calor de desintegración del núcleo después de apagarlo,
- reducir las consecuencias del escape de materias radioactivas, por medio de barreras aislantes adecuadas.

Es posible respetar estos requisitos de seguridad usando un diseño adecuado, instalaciones mecánicas adicionales y métodos administrativos que reduzcan la probabilidad y consecuencias de errores humanos.

3.2 CARACTERISTICAS DEL REACTOR MAPLE-X10 QUE CONTRIBUYEN A LA SEGURIDAD

Piscina del reactor

El concepto de piscina abierta se adoptó por varias razones:

- sencillez y economía del diseño, que aumenta el espacio de flujo e irradiación
- accesibilidad para la manipulación del combustible e isótopos
- protección transparente
- seguridad debido a una amplia bolsa de agua no presurizada.

El núcleo del reactor MAPLE-X10 está debajo del nivel del terreno, aproximadamente unos 7.5 m bajo el nivel del agua de la piscina; la parte de la piscina en que se encuentra el núcleo está situada en una excavación en roca. Se descartó la eventualidad de una pérdida rápida de agua de la piscina que dejaría expuesto el núcleo del reactor, dado que es poco probable.

El reactor MAPLE-1AN no puede considerarse bajo el nivel del terreno, porque tendrá tubos de haces que penetran en las paredes de la piscina y se conectan a las instalaciones experimentales en el hall de haces. Para asegurarse de que una fuga de agua de la piscina susceptible de destapar el núcleo del reactor sea poco probable, se colocarán barreras múltiples en los tubos de haces. Una pérdida rápida de agua de la piscina podrá producirse solamente si la totalidad de estas barreras fallan, lo que se considera muy poco probable.

Núcleo

El núcleo enfriado y moderado por agua presenta la ventaja, por lo que a seguridad se refiere, de coeficientes de radioactividad fuertemente negativos para vacío de refrigerante y temperaturas de combustible y de refrigerante.

Diseño del combustible

El combustible del reactor MAPLE-X10 es débilmente enriquecido (19,7 % ^{235}U en el U total) con partículas U_3Si dispersadas en una matriz de aluminio. El combustible está revestido de aluminio extruido en forma de barras con aletas. El combustible $\text{U}_3\text{Si-Al}$ se ha irradiado con éxito hasta llegar a una combustión de un 93% a tasas de calentamiento que alcanzaron a unos 100 kW/m.

Se escogió el combustible en forma de barras basándose en la experiencia de irradiación con diseño similar en los CNRL y en la tecnología existente de fabricación de combustible utilizada por AECL. Además, el combustible en forma de barras con aletas ofrece mayor resistencia a la expansión que el combustible similar de tipo placa, debido a la sujeción adicional que aporta el revestimiento extruido. La expansión en el combustible en forma de placas conduce al hundimiento de los estrechos canales de agua entre las placas, lo que bloquea el flujo del refrigerante, y a posibles fallas del revestimiento de aluminio extruido.

Refrigeración por flujo ascendente

El núcleo se refrigera por convección forzada de flujo ascendente. Las ventajas de este método son las siguientes :

- ausencia de inversión en el sentido del flujo durante la transición entre circulación forzada y natural,
- aumento del flujo en el núcleo y, por consiguiente, aumento del nivel de flujo caliente crítico sin dificultar el acceso al núcleo.

El chorro de descarga del núcleo se sustituye por un flujo de agua de la piscina en las paredes de la chimenea (aproximadamente un 10% del flujo de refrigeración primario total), lo que mantiene los productos de activación de vida corta como el ^{16}N dentro del circuito del refrigerante primario.

Condiciones de refrigeración

El sistema primario de refrigeración opera a temperatura y presión bajas (máximo de 45°C y de 0.5 MPa (absoluta) aproximadamente). Hay una gran cantidad de sub-refrigeración y, por consiguiente, un margen considerable entre las condiciones de operación normal y el inicio de un vacío importante o flujo de calor crítico.

Eliminación del calor de desintegración

El calor de desintegración del núcleo se elimina por circulación natural, ya sea por el intercambiador de calor de refrigeración primario, ya sea, en caso de fuga de flujo en el circuito de refrigeración primario, por medio de la piscina.

4.0 ANALISIS DE SEGURIDAD

4.1 PRESENTACION GENERAL

La seguridad del MAPLE-X10 se evalúa por medio de un proceso que incluye :

- la identificación de los eventos críticos,
- la identificación de las clases de eventos y secuencias reflectivas,
- la selección de métodos de análisis,
- la ejecución de los análisis,
- la evaluación de los resultados.

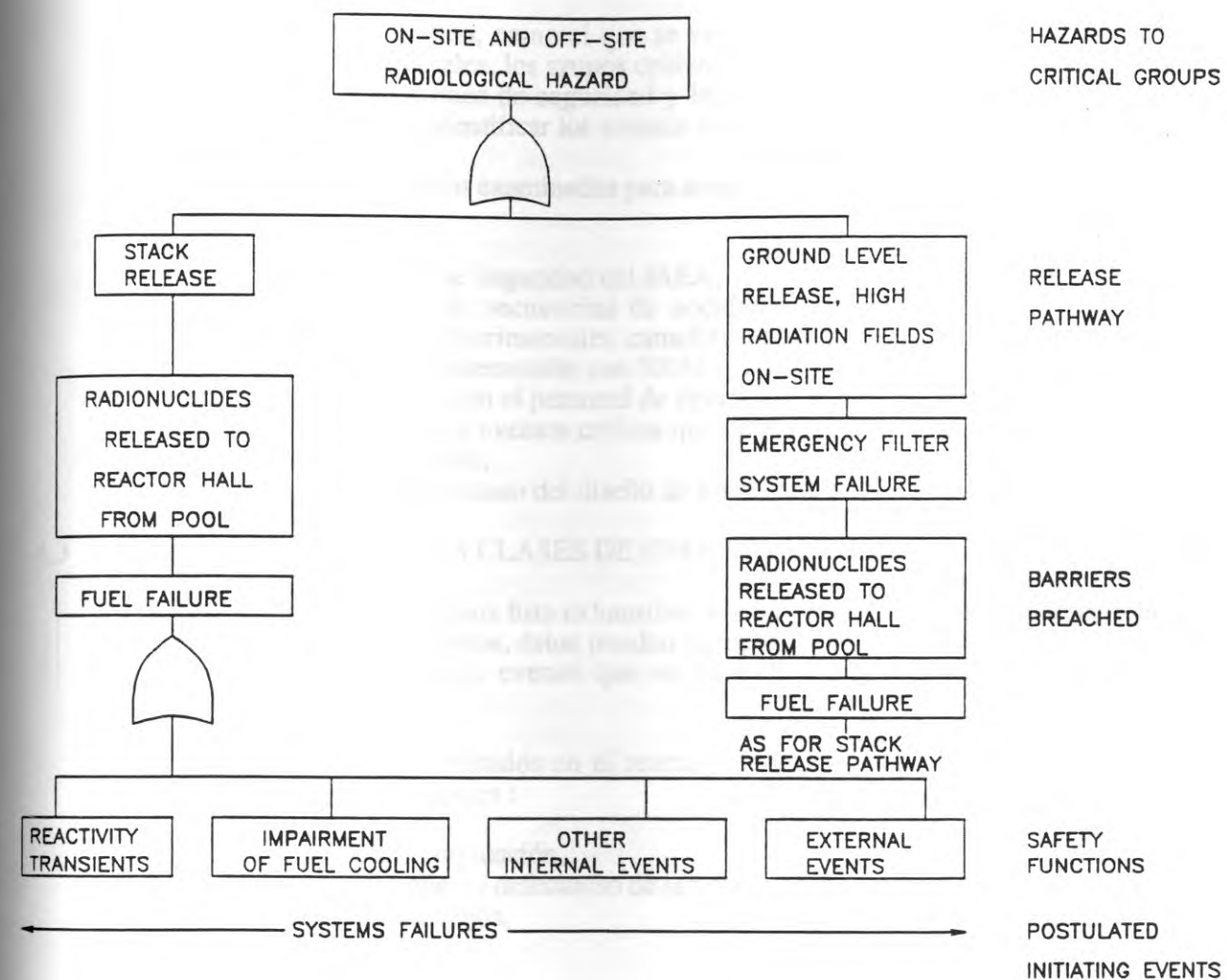


Figura 6.1 : Diagrama Lógico

4.2 IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS CRITICOS

Una de las tareas más importantes del análisis de seguridad es establecer una lista completa de eventos críticos postulados que puedan conducir a un accidente con consecuencias radiológicas. Estos eventos se han derivado en parte por la construcción de un diagrama lógico maestro y por árboles de eventos.

Un diagrama maestro lógico, como el que se ve en la Figura 6.1, se ha establecido para ilustrar los riesgos potenciales, los grupos críticos, el itinerario de evacuación, las barreras que se rompen, las funciones de seguridad y las fallas del sistema. El desarrollo de las fallas del sistema permite identificar los eventos críticos.

Otras fuentes de información examinadas para asegurarse de que la lista de eventos críticos esté completa son :

- la Serie 35 de Seguridad del IAEA,
- el estudio de secuencias de accidentes posibles desarrolladas para los reactores experimentales canadienses durante muchos años de examen, operación e interacción con NSAC y AECB,
- discusiones con el personal de operación y seguridad de varios países en lo que respecta a eventos críticos que deben tomarse en cuenta en los reactores experimentales,
- examen minucioso del diseño de los sistemas del reactor MAPLE-X10.

4.3 IDENTIFICACION DE LAS CLASES DE EVENTOS Y SECUENCIAS REFLECTIVAS

Este proceso se traduce por una lista exhaustiva de eventos críticos ; sin embargo, debido a la similitud de algunos eventos, éstos pueden agruparse en clases, evitando así tener que estudiarlos todos. Para cada evento que no se analiza, se nota un evento similar y reflectivo.

Los eventos críticos identificados en el reactor MAPLE-X10 se han clasificado en las siguientes categorías principales :

- pérdida de regulación,
- funcionamiento defectuoso de la refrigeración del combustible,
- eventos externos,
- otros.

4.4 SELECCION DE LOS METODOS DE ANALISIS

Se usan uno o varios métodos de análisis según el evento. Los métodos más comunes son : análisis secuencial de eventos, análisis por árbol de fallas, simulaciones por computador de fenómenos termohidráulicos y físicos del reactor MAPLE-X10 durante operación normal y en determinadas condiciones de accidentes. Las simulaciones por computador incluyen el análisis de los fenómenos permanentes y transitorios de : los fenómenos transitorios de reactividad debidos a movimiento de las barras de absorción del combustible; los fenómenos transitorios de temperatura en el sistema de refrigeración primario, en el combustible o en el reflector; la generación del vacío ; las condiciones de perturbación termohidráulicas y el transporte del producto de activación.

4.5 EJECUCION DEL ANALISIS

Las hipótesis conservadoras siguientes se utilizaron en los análisis :

- no se consideran las acciones mitigantes de los sistemas de proceso,
- cuando se apaga el reactor, se supone que solamente dos de las tres barras de absorción funcionan,
- no se supone ninguna acción de operador durante quince minutos, después de la alarma,
- se supone que la falla del sistema de ventilación de emergencia se traduce en una evacuación a nivel del suelo.

Accidentes de pérdida de la regulación

Cada uno de los dos sistemas de seguridad, funcionando independientemente, es capaz de limitar un fenómeno transitorio de potencia, de modo que no se produzca ningún daño importante al combustible antes de que el operador pueda intervenir. Se considera que la falla de los dos sistemas de seguridad al mismo tiempo que el fenómeno transitorio es lo suficientemente improbable como para descartarse.

Para adoptar un enfoque conservador en el análisis de seguridad y para afirmar que los dos sistemas de seguridad funcionan independientemente el uno del otro, no se considera la caída de las barras de absorción del sistema de Control del Reactor (RCS) -- aun cuando las barras realmente caigan -- por el Sistema de Seguridad 2 (SS2), en el análisis de accidentes de pérdida de regulación (LORA).

El análisis de LORAs considera cada sistema de seguridad uno tras otro, suponiendo que el otro no está disponible, hasta el punto de actuación del mecanismo de disparo y del apagado del reactor. Los fenómenos transitorios simulados ("rápido" se define como un máximo de 0.5 mk/s) incluyen :

- fenómenos transitorios de baja potencia con reactividad lenta,
- fenómenos transitorios de baja potencia con reactividad rápida,
- fenómenos transitorios de alta potencia con reactividad baja,
- fenómenos transitorios de alta potencia con reactividad rápida.

Aunque se esperaba una potencia del reactor superior a 10 MW para varias simulaciones (en las cuales solamente se consideró el SS2), se espera que el combustible sea enfriado adecuadamente, lo que evita riesgos importantes.

Falla del sistema de refrigeración

Los parámetros del sistema de proceso (flujo, presión, temperatura) se controlan por el Sistema de Seguridad 1 (SS1). Los eventos simulados, que usan dos programas de computador separados en cada caso, incluyen :

- falla del sistema de refrigeración primario en la sala de bombas,
- falla del sistema de refrigeración primario en la piscina,
- interrupción de la alimentación de potencia en el sitio clase IV,
- fuga del agua de proceso.

Esas evaluaciones examinan primero la adecuación de las posiciones de disparo del SS1 y después parten del principio de que el SS1 no está disponible.

Evaluación de los resultados

En el reactor MAPLE-X10, el cierre de la trayectoria de ventilación normal, así como la apertura de válvulas que conducen al escape por los filtros de carbón en el sistema de ventilación de emergencia y después a una chimenea se traducen en la aparición de campos de alta radiación en la sala de reactores. Sin embargo, si la trayectoria a través del sistema de ventilación de emergencia no se abre, estando bloqueado el camino normal a la chimenea, algunos radionucleidos pueden quedar atrapados en la sala del reactor. Esto podría conducir a zonas de radiación elevada cerca del reactor MAPLE-X10 y dosis importantes de radiación directas desde el edificio, así como al escape de radionucleidos al nivel del suelo.

Debido a que es imposible pensar en que se pueda producir una falla debajo del agua con una evacuación más rápida del agua de la piscina, se puede suponer un factor elevado de retención para el I^{131} en el agua de la piscina. Debido a este factor de retención, combinado con la eficacia de los filtros de carbón, se escaparán principalmente gases nobles.

Para evaluar las posibilidades de confinamiento durante accidentes muy improbables (inferiores a una en un millón por año), se supone conservadoramente que el término fuente es de 50 % de la falla del combustible en el núcleo. Los equivalentes en radiación debidos al escape de gases nobles (basados en la norma CSA N288.2 (décimo proyecto)) se indican a continuación:

- escape en alto : 0.09 rem para el público en general;
- 0.38 rem para el personal del sitio
- escape a nivel del suelo : 0.08 rem para el público en general;
- 2.7 rem para el personal del sitio (operadores)

Estos escapes están dentro de los límites establecidos por las autoridades reguladoras canadienses, a pesar de lo conservador de la evaluación. Esto demuestra que la operación del reactor MAPLE-X10 no presenta riesgos inaceptables ni para el personal del sitio ni para el público en general.

Nota : 1 rem = 10 mSv

5.0 DOCUMENTOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD

El personal de AECL, conjuntamente con el personal de IAN, efectuará en Canadá los análisis de seguridad necesarios para producir los siguientes documentos :

- Plan de Procuración de la Licencia
- Documentos Básicos de la Licencia
- Informe Preliminar de Análisis de Seguridad (incluyendo análisis de fiabilidad y accidentes)
- Clasificación de Códigos
- Informe sobre Eventos Externos
- Informe sobre Eventos Internos
- Proyecto de Informe de Análisis de Seguridad (incluyendo puesta en servicio)
- Programa de Garantía de Calidad para Evaluación de la Seguridad.

Estos documentos se describen más abajo.

5.1 PLAN DE PROCURACION DE LA LICENCIA

Este documento incluye una descripción del alcance de la licencia y del programa de obtención de la misma.

5.2 DOCUMENTOS BASICOS PARA OBTENCION DE LA LICENCIA

Estos contienen la información siguiente, que se necesita para apoyar el diseño :

- principios rectores en materia de seguridad,
- objetivos de seguridad en materia de escape de efluentes radioactivos,
- bases del diseño de sistemas y componentes del reactor,
- clasificación de los sistemas del reactor en cuanto a seguridad,
- parámetros de diseño de seguridad,
- otros requisitos de redundancia, etc.

5.3 INFORME PRELIMINAR DE ANALISIS DE SEGURIDAD (PSAR)

Este informe incluye :

- descripción del sitio,
- descripción de los principios rectores en materia de seguridad,
- examen de los documentos de diseño, operación y mantenimiento,
- descripción de los criterios de diseño,
- medidas de protección contra las radiaciones,
- métodos de gestión de desechos radioactivos
- análisis de fiabilidad,
- análisis de seguridad, incluyendo la identificación de eventos críticos,
- análisis de accidentes y consecuencias radiológicas,
- examen de la documentación de apoyo de I y D sobre física y termohidráulica.

5.4 CLASIFICACION DE CODIGOS

Este informe da la clasificación del diseño para componentes de retención de presión.

5.5 INFORME SOBRE EVENTOS EXTERNOS

Los eventos, naturales o no, se describen a continuación :

- terremotos (zona de intensidad débil),
- perturbaciones atmosféricas severas, incluyendo inundaciones,
- proximidad de instalaciones industriales y de transporte, etc.

5.6 INFORME SOBRE EVENTOS INTERNOS

Se incluirán en estos eventos los incendios y las inundaciones.

5.7 PROYECTO DE INFORME FINAL SOBRE ANALISIS DE SEGURIDAD (FSAR)

Este informe es esencialmente una actualización del PSAR, más lo siguiente :

- descripción de la preparación, calificación y experiencia necesarias para el personal de operación,
- descripción de la política y práctica seguidas en operación,
- descripción del plan de puesta en servicio,
- ejecución de los resultados de análisis de fiabilidad,
- ejecución de los resultados de análisis de seguridad.

El contenido del FSAR es el siguiente :

1. Introducción y descripción general
2. Características del sitio
3. Principios de seguridad y criterios de diseño general
4. Edificios y estructuras
5. Reactor
6. Sistema de refrigeración del reactor y sistemas conexos
7. Características técnicas de seguridad o de barreras
8. Instrumentación y control
9. Sistema de alimentación eléctrica
10. Sistemas auxiliares
11. Uso experimental
12. Gestión de desechos radioactivos
13. Protección contra radiaciones
14. Conducción de operaciones
15. Puesta en servicio
16. Análisis de seguridad
17. Especificaciones de seguridad
18. Garantía de calidad

5.8 EVALUACION DEL PROGRAMA DE GARANTIA DE CALIDAD EN CUANTO A SEGURIDAD

Este informe describe los métodos utilizados para evaluar la garantía de seguridad durante los estudios de evaluación de la misma. En el marco del programa de garantía de calidad, y además del examen formal de los documentos por el equipo de gestión del proyecto, los documentos de análisis de seguridad deberán ser estudiados por el comité consultativo de seguridad nuclear de AECL.

(b) GARANTIA DE CALIDAD

1.0 INTRODUCCION

Se establecerá y ejecutará un programa de garantía de calidad completo, que cubra todas las fases del Proyecto, para asegurar que la instalación se diseñe, construya, se ponga en operación y se opere de acuerdo con las especificaciones.

Una vez realizado, el programa de garantía de calidad asegurará :

- que la Nación-Ministerio de Minas y Energía ha recibido los elementos y servicios de acuerdo con el objetivo técnico del Contrato, y
- que la instalación esté diseñada, construida, inaugurada y operada de acuerdo con los requisitos de seguridad de las autoridades de regulación.

Para tener un programa completo efectivo, el Contratista ejercerá un control completo de todo el Proyecto y asegurará la coordinación del trabajo entre las organizaciones participantes. El principal énfasis del programa de garantía de calidad del Contratista se hace sobre el rendimiento adecuado. Otras acciones, como son la verificación y el auditaje, cuyos objetivos son asegurar la existencia de la calidad necesaria, son realizadas para obtener la garantía de calidad, mientras que la calidad misma se alcanza en las actividades realizadas.

La garantía de calidad es esencialmente buena administración. Contribuye a alcanzar la calidad a través de un análisis detallado de las tareas a realizar, la identificación de las destrezas requeridas, la selección y capacitación del personal apropiado, el uso del equipo apropiado, la creación de un medio ambiente satisfactorio en el cual la actividad pueda desarrollarse y el reconocimiento de la responsabilidad del individuo que debe desarrollar las tareas.

2.0 PROPOSITO

El programa de garantía de calidad para la instalación cubrirá actividades ejecutadas durante las fases de diseño, adquisición, construcción, puesta en operación y operación (hasta la expiración de la garantía) del Proyecto. Por lo tanto será aplicable a las actividades desarrolladas por el Contratista y sus subcontratistas y será realizado en un cronograma consistente con el cronograma para el desarrollo de las actividades del Proyecto. Suministrará un medio suficientemente controlado para la realización de las actividades que afectan la calidad.

Este proceder está de acuerdo con los estándares de seguridad No 35 del IAEA, edición 1984, sobre operación segura de reactores de investigación y de conjuntos críticos, que dice (en el párrafo 16) que un programa de garantía de calidad debería establecerse para asegurar que todas las actividades que afectan la calidad se desarrollen satisfactoriamente y que, cuando sea necesario, acciones correctivas serán desarrolladas.

La guía de seguridad del IAEA No 50-SG-QA1, edición 1984 "Establecimiento de un programa de garantía de calidad para un Proyecto de generación eléctrica nuclear", y el código de práctica No 50-C-QA, edición 1978 "Garantía de calidad para la seguridad en plantas de generación eléctricas nucleares", han suministrado los objetivos y principios de un programa de garantía de calidad general. Además, la Asociación de estándares canadienses (CSA), serie N286 sobre requisitos de un programa de garantía de calidad en plantas de generación nucleares, han sido utilizadas como guías en la preparación del programa de garantía de calidad.

La Figura 6.2 presenta el ordenamiento jerárquico de los documentos relacionados con el programa de garantía de calidad.

3.0 DOCUMENTOS

El programa general de garantía de calidad estará documentado en un manual de garantía de calidad del Proyecto, que suministrará una idea general del proceso e información sobre los sistemas, métodos y prácticas empleadas por el Contratista y sus subcontratistas durante las diversas fases del Proyecto. El Contratista suministrará tres (3) copias del manual de garantía de calidad del Proyecto a la Nación-Ministerio de Minas y Energía.

Secciones diferentes del manual suministrarán información sobre los sistemas, métodos y prácticas específicas a las etapas particulares del Proyecto.

Todas las actividades que afectan la calidad serán reguladas por procedimientos escritos que incluyen criterios apropiados de aceptación que permiten determinar que las actividades importantes se han realizado satisfactoriamente. Estos procedimientos serán revisados periódicamente y mejorados cuando sea necesario para asegurar un cumplimiento adecuado de las actividades.

3.1 MANUAL DE GARANTIA DE CALIDAD DEL PROYECTO

El manual de garantía de calidad del Proyecto cubrirá las actividades generales aplicables a todas las actividades del Proyecto :

- Programa general de garantía de calidad
- Secciones separadas aplicables a etapas específicas
- Normas y procedimientos
- Organización del Proyecto
- Organización para la garantía de calidad
- Índice de materias
- Administración del Proyecto
- Control de documentos
- Control de interfases
- Retroalimentación de información
- Entrenamiento de personal
- Auditaje de garantía de calidad
- Revisión del programa de garantía de calidad
- Reportes de incompatibilidades

3.2 INGENIERIA

La Sección del manual sobre garantía de calidad en ingeniería cubrirá las siguientes funciones :

- Organización para la ingeniería
- Organización para la garantía de calidad en ingeniería
- Funciones de garantía de calidad en ingeniería
- Prerrequisitos para el diseño
- Verificación del diseño
- Control de cambios de diseño
- Consultores para el diseño

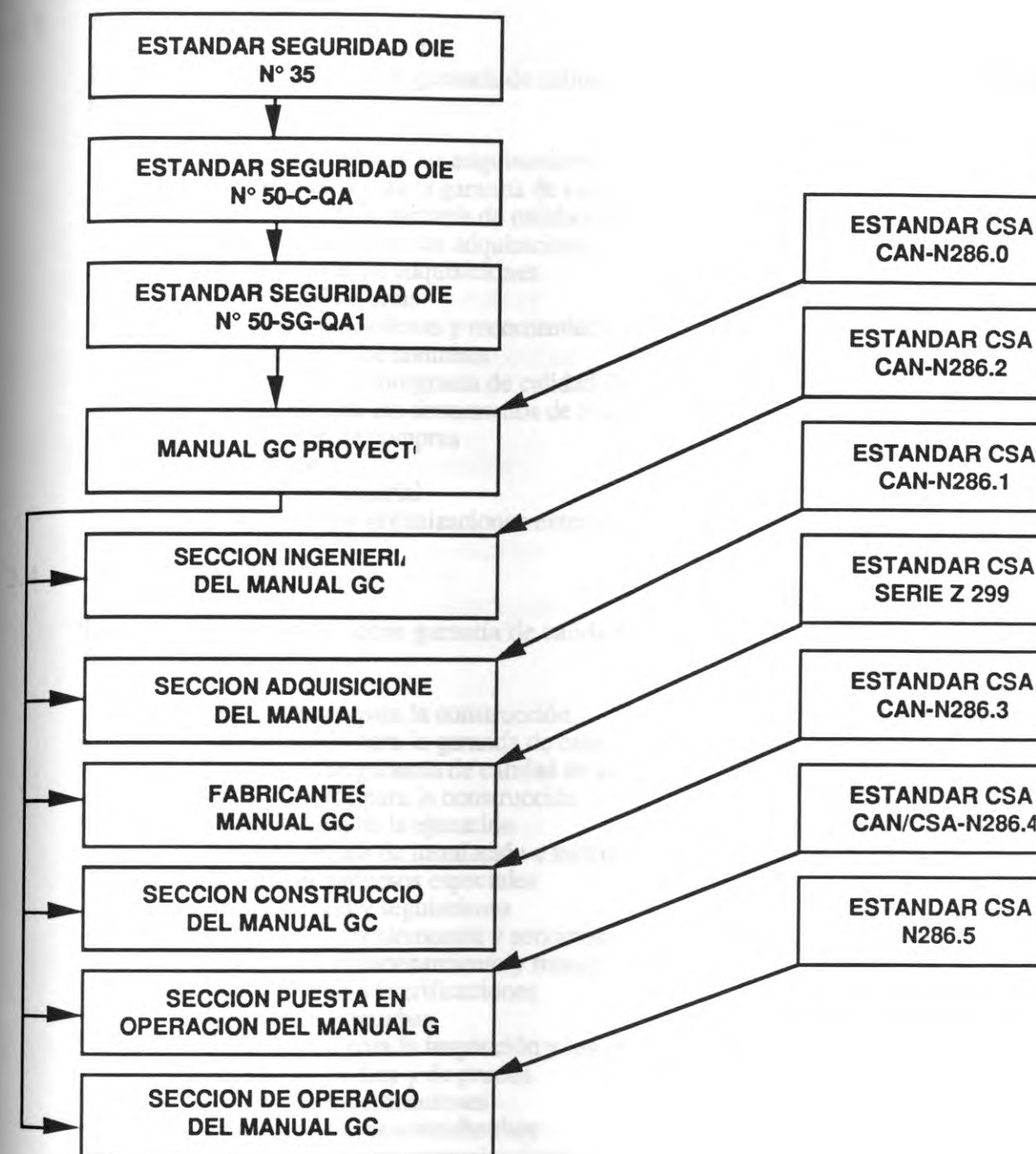


Figura 6.2 : Ordenamiento jerárquico de documentos

3.3 ADQUISICIONES

La Sección del manual sobre garantía de calidad en las adquisiciones cubrirá las siguientes funciones :

- Organización para las adquisiciones
- Organización para la garantía de calidad en las adquisiciones
- Funciones de la garantía de calidad en las adquisiciones
- Administración de las adquisiciones
- Iniciación de las adquisiciones
- Solicitud de ofertas
- Evaluación de ofertas y recomendaciones
- Adjudicación de contratos
- Aceptación del programa de calidad de los proveedores
- Aceptación de los documentos de los proveedores
- Aceptación de compras
- Embarque
- Control del material
- Interfases con organizaciones externas

3.4 CONSTRUCCION

La Sección del manual sobre garantía de calidad en la construcción cubrirá las siguientes funciones :

- Organización para la construcción
- Organización para la garantía de calidad en la construcción
- Funciones de garantía de calidad en la construcción
- Prerrequisitos para la construcción
- Planeamiento de la ejecución
- Procedimientos de instalación e instrucciones de trabajo
- Control de procesos especiales
- Identificación y seguimiento
- Adquisición de elementos y servicios
- Recepción, almacenamiento y manejo de elementos
- Planeamiento de verificaciones
- Inspección y pruebas
- Condiciones para la inspección y las pruebas
- Equipo de medida y de prueba
- Control de modificaciones
- Control de documentos/hechos
- Interfases con otras organizaciones
- Subcontratistas para la construcción

3.5 PUESTA EN OPERACION

La Sección del manual sobre garantía de calidad durante la puesta en operación cubrirá las siguientes funciones :

- Organización para la puesta en operación
- Organización de la garantía de calidad para la puesta en operación
- Funciones de la garantía de calidad en la puesta en operación
- Calificación y entrenamiento de personal
- Control de trabajo

- Control de equipo
- Documentos de puesta en operación
- Equipo de medida y de prueba
- Actividades de verificación

3.6 OPERACIONES

La Sección del manual sobre garantía de calidad en las operaciones cubrirá las siguientes funciones :

- Organización para la operación
- Organización para la garantía de calidad en la operación
- Funciones de la garantía de calidad en la operación
- Capacitación y entrenamiento de personal
- Seguridad de la planta
- Control del trabajo
- Procedimientos de operación
- Control de equipo
- Pruebas de supervisión e inspecciones periódicas
- Mantenimiento de la instalación
- Control de emergencias
- Recepción, manejo y almacenamiento
- Equipo de medida y de prueba
- Radiofísica sanitaria
- Radioprotección
- Actividades de verificación

3.7 MANUALES DE GARANTIA DE CALIDAD DE LOS SUMINISTRADORES

De acuerdo al nivel de garantía de calidad necesario en la fabricación de componentes, el proveedor debe establecer un programa de garantía de calidad basado sobre la serie de estándares CSA Z299.

- a) Para la categoría 4 (CSA Z299.4) no es necesario que el proveedor prepare un manual de garantía de calidad. Sin embargo, deben cubrirse las siguientes funciones :

- Administración
- Responsabilidades
- Inspecciones planeadas
- Calibración de equipo de medida y de prueba
- Anotaciones sobre el control de calidad
- Destino de productos inaceptables

- b) Para la categoría 3 (CSA Z299.3), el proveedor debe establecer su programa de garantía de calidad en un manual que cubra las siguientes funciones :

- Todas las funciones cubiertas en la categoría 4
- Plan de inspecciones
- Descripción del programa
- Control de documentos
- Adquisiciones

- c) Para una categoría 2 (CSA Z299.2), el proveedor debe documentar su programa de garantía de calidad en un manual que cubra las siguientes funciones :
- Todas las funciones cubiertas en la categoría 3
 - Verificación del diseño
 - Planeamiento de la producción
 - Procedimientos del programa
 - Acciones correctivas
- d) Para la categoría 1 (CSA Z299.1), el proveedor debe documentar su programa de garantía de calidad en un manual que cubra las siguientes funciones :
- Todas las funciones cubiertas en la categoría 2
 - Revisión por la administración del programa de garantía de calidad
 - Planeamiento del diseño
 - Revisión del proceso
 - Auditajes CSA internos

(c) **CODIGOS Y ESTANDARES DE DISEÑO**

Dentro de los sesenta (60) días contados a partir de la Fecha de perfeccionamiento del Contrato, el Contratista suministrará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía una (1) copia de todos los códigos y estándares canadienses especificados en este Apéndice.

20000 ELEMENTOS CIVILES Y ESTRUCTURALES

Los siguientes códigos y estándares son aplicables a las obras civiles. Donde existan códigos colombianos equivalentes podrán seguirse.

- . Revestimiento de la piscina CSA N285.0 Clase 6
- . Concreto reforzado CSA A23.2
 - El concreto estructural tendrá un mínimo de 28 días de esfuerzo de compresión a 20 MPa (3000 psi)
 - Concreto normal : peso unitario de 2.35 t/m (150 cpf) se usa
- . Varillas de refuerzo en acero CSA G30.12 Gr. 60 (400 MPa)
- . Cemento normal CAN3-A5-M83
- . Acero estructural CSA S16.1-M77
- . Material de acero estructural G40.21 Gr 300 Wm
- . Acero vario G40.21 Gr 260 W
- . Materiales para partes empotradas ASTM A53 o
CSA G40.21 Gr 260 W o
CSA G40.21 Gr 300 W
- . Tornillos de anclaje ASTM A307 y A325
- . Materiales para paredes en mampostería reforzada CAN3-S304-M78
- . Materiales de concreto y métodos de construcción con concreto CAN3-A23.1-M77
- . Métodos de prueba para el concreto CAN3-A23.2-M77
- . Requisitos generales para la calificación sísmica del CANDU NPP CAN3-N289.1-80
- . Determinación de movimientos sísmicos para la calificación sísmica del CANDU NPP por análisis CAN3-N289.2-M81

31000 TANQUE DE ENTRADA, TANQUE DEL REFLECTOR Y CHIMENEA DE SALIDA

- . Tanque de entrada CAN3-N285.0-M81 Clase 3 ASME
Sección III Subsección ND
- . Tanque del reflector CAN3-N285.0-M81 Clase 3 ASME
Sección VIII División 1
- . Chimenea de salida CAN3-N285.0-M81 Clase 6 ASME
Sección VIII División 1
- . Requisitos del programa de control de calidad CSA Z299.3 1979

31700 UNIDADES ABSORBEDORAS DE CONTROL Y DE APAGADO

- . Requisitos del programa de control de calidad CSA Z299.2 (1979)
- . Requisitos del programa de verificación de calidad CSA Z299.3 (1979)
- . Especificación de materiales ASTM (1985)
- . La adquisición y fabricación de los componentes del núcleo, en especial los conjuntos de varillas absorbedoras de control y de apagado y sus soportes, deberían estar de acuerdo con el estándar CSA Z299.2. El resto de los componentes se fabricará al nivel de Z299.3.

31790 UNIDADES CAMARA DE FISION

- . CSA Z299 Estándares del programa de calidad

32000 SISTEMA DE AGUA PESADA/REFLECTOR

- . CSA B51 Construcción e inspección de la caldera y vasijas de presión
- . ANSI B31.1 Código para la tubería de potencia
- . ASME Sección VIII División 1 Código para la caldera y la vasija de presión
- . CSA N285.0 Clase 6 Requisitos generales para los sistemas y componentes de retención a presión
- . Estandar CSA Serie N286 Requisitos del programa de garantía de calidad

33000 SISTEMA DE REFRIGERACION PRIMARIO

- | | |
|----------------------------------|---|
| . CSA B51 | Construcción e inspección de calderas y recipientes de presión |
| . ANSI B31.1 | Código para tuberías de potencia |
| . ASME Sección III Subsección ND | Código para calderas y recipientes de presión |
| . CSA N285.0 Clase 3 | Requisitos generales para sistemas y componentes de retención a presión |
| . Estandar CSA Serie N286 | Requisitos del programa de garantía de calidad |

35300 ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE EN LA PISCINA Y TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE IRRADIADO

- | | |
|-------------------|---|
| . CAN3-S16.1-M78 | Estructuras en acero para edificios diseños límites |
| . CAN3-N289.1-80 | Requisitos generales para la calificación sísmica del CANDU NPP |
| . CAN3-G40.20-M81 | Requisitos generales para aceros de calidad estructural soldados o laminados |
| . CSA-W59-1982 | Construcción con aceros soldados |
| . CRNL-359 | Manual de seguridad industrial y de radiaciones - Parte 1 - Radiofísica sanitaria |
| . Serie N286 | Requisitos del programa de garantía de calidad |

50000 SUMINISTRO Y DISTRIBUCION ELECTRICOS

- | | |
|-------------------------------|---|
| . CSA Estandar C22.1, Parte 1 | Código eléctrico canadiense |
| . IEEE - Estandar 141 | Prácticas recomendadas para la distribución eléctrica en plantas industriales |
| . NEMA-ICS-1970 | Controles y sistemas industriales |

63700 SISTEMA REGULADOR DEL REACTOR

- . Monitores en el panel MIL-STD-1472C Criterios de diseños humanos en ingeniería para sistemas, equipos e instalaciones militares
- . Secuencias y especificaciones para anuncios y especificaciones ANSI/ISA Estandar S18.1

Nota: "Los monitores en el panel se basarán pero no seguirán explícitamente el MIL-STD-1472C."

68000 SISTEMA DE PROTECCION DEL REACTOR

- . TS-60000-5 Calificación sísmica de la instrumentación
- . DG-68000-2 Calificación sísmica de los sistemas relacionados con la seguridad
- . CSA N286 Requisitos del programa de garantía de calidad

71300 SISTEMA DE AGUA PARA PROCESOS

- . ANSI B31.1 Código de tubería de potencia
- . CSA B51 Construcción e inspección de calderas y recipientes de presión
- . ASME Sección VIII División 1 Código de calderas y recipientes de presión
- . CSA N285.0 Clase 6 Requisitos generales para recipientes de presión
- . Serie N286 Requisitos del programa de garantía de calidad

73000 CALENTAMIENTO, VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO

- . Todas las normas, ordenanzas y regulaciones locales aplicables
- . ASHRAE
- . ASTM
- . Asociación Nacional de Contratistas para Aire Acondicionado y Hojas Metálicas - SMACNA (Sección 1 Manual para Tubos y Construcción en Hoja Metálica)
- . Serie N286 - Requisitos del Programa de Garantía de Calidad

Instalaciones de Radioisótopos

La construcción, inspección y prueba de los blindajes y estructuras de las celdas calientes estarán de acuerdo con los últimos estándares, códigos y normas canadienses (o norteamericanos) aplicables, en particular :

- CSA W47.1 - Certificación de compañías para soldadura por fusión de estructuras en acero
- CSA W59 - Construcción con aceros soldados
- CSA W48.1 - Electrodo para soldadura con arco de aceros dulces
- ASTM B29-79 - Especificaciones estándares para cables de plomo
- CSA Z299 - Estándares para programas de garantía de calidad. El nivel de garantía de calidad exacto se determinará en la especificación técnica que define el elemento individual, luego de completar el diseño.

Todo el equipo eléctrico como por ejemplo motores, relés, etc., será aprobado de acuerdo a las normas CSA o UL.

APENDICE VII
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

(El presente Apéndice VII, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 21 páginas.)

APENDICE VII

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

- 1.0 Instalacion del Reactor de Investigación - Entrenamiento
 - 1.1 Presentación General
 - 1.2 Puesta en Servicio y Pruebas
 - 1.3 Operaciones
 - 1.4 Mantenimiento de la Instrumentación y Equipos de Control
 - 1.5 Mantenimiento de los Sistemas de Regulación y Seguridad del Reactor
 - 1.6 Documentación
 - 1.7 Radiofísica Sanitaria
 - 1.8 Gestión de Combustible
 - 1.9 Capacitación de Físicos de Reactores Nucleares
 - 1.10 Resumen de los Programas de Capacitación
 - 1.11 Calificaciones Requeridas del Personal de IAN
 - 1.11.1 Ingeniero de Turno de Operaciones del Reactor MAPLE-IAN
 - 1.11.2 Técnico de Operaciones del Reactor MAPLE-IAN
 - 1.11.3 Mecánico de Instrumentos
 - 1.11.4 Físicos de Reactores Asignados-Cálculos Estadísticos
 - 1.11.5 Analista de Seguridad Asignado
 - 1.11.6 Físico Especializado en Radioprotección
- 2.0 Capacitación en Análisis de Seguridad y Obtención de Licencias
 - 2.1 Presentación General
 - 2.2 Capacitación en Obtención de Licencias
 - 2.3 Capacitación en Análisis de Seguridad
 - 2.4 Resumen del Programa de Capacitación en Análisis de Seguridad y Obtención de Licencias
- 3.0 Instalaciones de Radioisótopos
 - 3.1 Documentos
 - 3.2 Entrenamiento
 - 3.2.1 Molibdeno-99/Tecnecio-99m (n,gamma)
 - 3.2.2 I-131, GLF, Tl-201, Xe-133, Ir-192, P-32
 - 3.2.3 Procedimientos Administrativos Básicos
 - 3.2.4 Producción y Control de Calidad
 - 3.2.5 Cronograma para el Entrenamiento
 - 3.2.6 Requisitos para los Candidatos a Entrenamiento
 - 3.2.7 Arreglos de Vivienda y Trabajo
- 4.0 Participación en el Diseño
 - 4.1 Diseño CANDU
 - 4.2 Operador de CADD
- 5.0 Puesta Fuera de Servicio
- 6.0 Alojamiento y Lugares de Trabajo

APENDICE VII
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

1.0 INSTALACION DEL REACTOR DE INVESTIGACION - ENTRENAMIENTO

1.1 PRESENTACION GENERAL

AECL formará hasta veintiún (21) miembros del personal de IAN en puesta en servicio, operaciones y mantenimiento del reactor. También capacitará a dos (2) físicos especialistas en radioprotección y a dos (2) físicos expertos en reactores nucleares. En la Sección 1.11 del presente Apéndice se describen las condiciones que debe reunir este personal.

La mayor parte de la formación se realizará en la instalación del reactor MAPLE-X10 de AECL en los Chalk River Nuclear Laboratories (CRNL).

La formación en Canadá se hará en inglés.

1.2 PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS

Antes de la puesta en servicio del reactor MAPLE-IAN, el personal de AECL capacitará a un equipo integrado por cuatro (4) ingenieros y cuatro (4) operadores de reactores. Este equipo se desempeñará durante un año en la División de Operaciones del reactor MAPLE-X10 en los CRNL.

En los primeros tres meses, el equipo se familiarizará con el diseño del reactor, contando con la supervisión y asesoramiento del personal de AECL.

En los seis meses siguientes, el equipo de puesta en servicio estudiará los documentos correspondientes del reactor MAPLE-X10, adaptándolos al reactor MAPLE-IAN. El personal de AECL suministrará supervisión, asesoramiento y examinará técnicamente la documentación.

En los últimos tres meses, se enseñarán al equipo de puesta en servicio los procedimientos, pruebas funcionales y métodos de análisis utilizados por AECL.

A continuación se resumen las actividades descritas y la duración prevista para realizarlas:

(1)	Conocimiento del diseño MAPLE	3 meses
(2)	Elaboración de documentos de puesta en servicio	6 meses
(3)	Capacitación en procedimientos de puesta en servicio	<u>3 meses</u>
Total		12 meses

1.3 OPERACIONES

Los ingenieros de AECL en la División de Operaciones del reactor MAPLE-X10 en los CRNL capacitarán al personal de IAN para operar los sistemas del reactor MAPLE-X10. Hasta dos (2) supervisores de turno (ingenieros) y seis (6) operadores (técnicos) asistirán a conferencias y recibirán apuntes y otro material empleado en las conferencias. El curso de capacitación finalizará con una revisión formal. El personal de IAN adquirirá el conocimiento y experiencia para establecer y dirigir un programa de capacitación destinado a otros miembros del equipo de operación del reactor MAPLE-IAN.

En los párrafos siguientes se describen los temas y actividades del programa de capacitación en los CRNL.

(1) Procedimientos Administrativos Básicos:

- un curso sobre radiación y seguridad industrial y una visita a los CRNL, ambos de un día;
- estructura de la organización de la División de Operaciones del reactor MAPLE-X10 y ramas de servicios conexos en los CRNL;
- procedimientos de funcionamiento del reactor MAPLE-X10, incluyendo los procedimientos para autorizar el trabajo, permisos de trabajo, papeletas de válvulas, etiquetas, diagramas de flujo y procedimientos de garantía de calidad.

(2) Manipulación de Combustible

- estructura básica de los conjuntos combustibles y procedimientos de manipulación de combustible;
- controles administrativos requeridos para los cambios de combustible y control de la reactividad;
- métodos de AECL para la manipulación y almacenamiento de conjuntos combustibles;
- procedimientos empleados en los registros administrativos, control de inventario y programas de conjuntos combustibles;
- capacitación práctica directa en manipulación de combustible mediante simulación con maquetas y en estaciones de prueba de flujo.

(3) Sistema de Agua de Proceso

- diagramas de flujo y esquemas eléctricos;
- principios básicos de operación del sistema;
- condiciones de emergencia eventuales y cómo resolverlas

(4) Sistema Primario de Refrigeración

- diagramas de flujo y esquemas eléctricos;
- principios básicos de operación del sistema (seguridad integrada, paradas de emergencia) y alarmas del reactor;
- funcionamiento de los paneles de control y alarma;
- presentaciones visuales del operador del computador de control.

(5) Subsistema de Refrigeración del Reflector

- procedimientos de manipulación del agua pesada;
- función del sistema de agua pesada;
- características de la estructura del depósito de agua pesada;
- diagramas de flujo, esquemas eléctricos e interruptores de enclavamiento;
- principios básicos del sistema.

(6) Sistemas de Control y Seguridad del Reactor

- sistema de control desde los detectores de flujo al movimiento de las barras de control;
- computador digital de control, unidad central en línea y unidad central de reserva;
- funcionamiento del computador (determinación de los puntos de alarma, configuraciones, recuperación de datos almacenados);
- la eficacia de reactividad de barras de absorción de apagado y control, y las condiciones en que pueden cambiarse;
- construcción y funcionamiento de barras de absorción de apagado y control;
- circuitos de desconexión del reactor, esquemas eléctricos e interruptores de enclavamiento;
- sistemas de reserva y de potencia de emergencia.

(7) Sistema de Ventilación

- principios básicos del sistema;
- diversos modos de funcionamiento y enclavamientos;
- esquemas eléctricos;
- identificación y solución de situaciones de emergencia.

Según se indica a continuación, la capacitación del personal de operaciones llevará 24 semanas:

(1)	Procedimientos administrativos básicos	1 semana
(2)	Manipulación de combustible	4 semanas
(3)	Sistema de agua de proceso	2 semanas
(4)	Sistema primario de transporte de calor	4 semanas
(5)	Sistema de agua pesada	3 semanas
(6)	Sistemas de protección y regulación del reactor	8 semanas
(7)	Sistema de ventilación	<u>2 semanas</u>
Total		24 semanas

Además de lo ya enumerado, el programa de puesta en servicio del reactor MAPLE-IAN comprenderá una serie de nueve (9) encendidos del reactor realizados por los asistentes con la supervisión de AECL. Esto contribuirá a la experiencia práctica directa.

1.4 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CONTROL E INSTRUMENTACION

Durante una estadía de seis meses en los CRNL, tres (3) técnicos de IAN participarán en el programa de mantenimiento del control e instrumentación del reactor MAPLE-X10. El personal de AECL brindará servicios de supervisión, asesoría e instrucción relativos a los procedimientos de mantenimiento y pruebas. Bajo la supervisión de AECL, los técnicos de IAN adaptarán los procedimientos de mantenimiento del reactor MAPLE-X10 a los del reactor MAPLE-IAN. El personal de AECL suministrará asesoramiento y examinará los procedimientos y programa de mantenimiento elaborados para el reactor MAPLE-IAN.

1.5 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD Y REGULACION DEL REACTOR

El computador digital de control, el SS1, el SS2 y el suministro eléctrico ininterrumpible son vitales para el funcionamiento seguro del reactor. Para garantizar de que estos sistemas funcionan de manera segura y fiable, se recomienda un programa amplio de mantenimiento y pruebas.

AECL capacitará a dos (2) técnicos de IAN en los procedimientos de mantenimiento y pruebas de esos sistemas críticos. Se los instruirá en la programación y mantenimiento del software del computador digital de control. Los técnicos de IAN trabajarán con los técnicos de AECL a fin de aprender los procedimientos empleados para los sistemas de seguridad y el suministro eléctrico ininterrumpible del reactor MAPLE-X10. Esto aportará experiencia práctica para el programa de mantenimiento. El Personal de AECL supervisará el trabajo, e instruirá y orientará al personal de IAN en la utilización de los equipos de pruebas.

Bajo la supervisión de AECL, los técnicos de IAN adaptarán los procedimientos del reactor MAPLE-X10 a los del reactor MAPLE-IAN. El personal de AECL asesorará a los técnicos de IAN para que puedan elaborar un programa de mantenimiento adecuado.

La capacitación en este campo llevará seis meses.

1.6 DOCUMENTACION

Durante los programas de capacitación, los asistentes podrán consultar los siguientes documentos sobre el reactor MAPLE-X10:

- Requisitos de diseño
- Descripciones del diseño
- Manuales de diseño
- Especificaciones técnicas
- Manuales de puesta en servicio
- Manuales de funcionamiento
- Planos del reactor MAPLE-X10
- Pautas y procedimientos
- Lista de verificación de operaciones
- Procedimientos de pruebas y alarma

Un aspecto fundamental de los programas de capacitación consiste en que los asistentes elaboren manuales, procedimientos y otros documentos necesarios para la puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento de los equipos especializados (instrumentación, equipos de control, sistemas de seguridad, suministro eléctrico ininterrumpible). Esto se logrará estudiando los documentos correspondientes del reactor MAPLE-X10.

1.7 RADIOFISICA SANITARIA

Físicos expertos en salud de la División de Salud Industrial del CRNL formarán a dos (2) personas de IAN en radiofísica sanitaria, radioprotección y los procedimientos de seguridad industrial utilizados por AECL en sus laboratorios de investigación nuclear. El personal de IAN asistirá a conferencias, y se los proveerá de apuntes y otros materiales empleados en ellas. El programa de formación culminará con una revisión formal. El personal de IAN adquirirá el conocimiento y la experiencia para establecer y dirigir un programa de capacitación destinado a otros miembros del equipo de radiofísica sanitaria.

La capacitación en este campo llevará dos meses.

1.8 GESTION DE COMBUSTIBLE

El Contratista transferirá los códigos de computación y los manuales para uso, en relación a la administración del combustible, al IAN, de tal manera que él pueda realizar cálculos para administrar el combustible y estimar la producción de isótopos. Los códigos son : WNRE-3DDT*, MAPDDT, FLXFND, FULMGR y SPORTSM. También se incluyen en el paquete modelos de celda hechos con 5 grupos de secciones eficaces reducidas, que se han obtenido mediante el uso de WIMS-CRNL**. Ellos incluirán modelos del elemento combustible de 36 varillas, el elemento combustible de 18 varillas, los absorbedores de hafnio, el tanque de agua pesada, y varios materiales isotópicos de blanco. Los primeros 4 códigos son códigos de física de reactores, que al combinarse con los modelos de celda, permitirán al propietario del Reactor calcular la producción isotópica de diferentes isótopos y determinar el efecto de colocar los blancos en diferentes lugares del núcleo y del reflector de agua pesada. Estos códigos también permitirán que la administración de combustible se realice por el propietario del Reactor. SPORTSM es un código termohidráulico que permitirá estudiar la temperatura en el combustible y el sistema primario de transporte de calor. La Tabla 7.1 da una lista de los códigos, sus funciones y características.

* WNRE-3DDT se basa en el código informático 3DDT que pertenece al Radiation Shielding Information Centre (RSIC) del Oak Ridge National Laboratory de EE.UU. Como la tecnología no ha sido creación exclusiva de AECL, IAN deberá obtener la autorización del RSIC para utilizar el código 3DDT. Una vez que IAN obtenga el permiso, AECL le entregará la versión modificada de WNRE-3DDT. Se podrá emplear el código en el WNRE antes de que el RSIC autorice a IAN a utilizarlo.

** AECL no puede proporcionar a IAN el código WIMS-CRNL. En el Contrato sólo ofrecemos el suministro de modelos elaborados con este código. Sin embargo, IAN puede obtener el código WIMS-D de la Nuclear Energy Agency del OECD en Europa. Si IAN desea adquirirlo, AECL lo instalará en un microprocesador VAX 3100 y supervisará un ensayo en que se comparen los resultados obtenidos con los dos códigos (WIMS-D y WIMS-CRNL). La posesión de WIMS-D le brindará a IAN mayor autonomía para analizar distintos esquemas de carga de combustible y perspectivas de producción de isótopos.

TABLA 7.1

CODIGO	FUNCION	CARACTERISTICAS
MAPDDT	Preparar el archivo de entrada para 3DDT a partir de los archivos de secciones eficaces de WIMS, y una descripción en forma libre de la geometría del Reactor. Interpola las secciones eficaces en el quemado.	
3DDT	Resolver la ecuación de transporte para neutrones, para la retícula del Reactor y suministrar distribuciones de flujo y densidad de potencia.	Un código de tres dimensiones de teoría de difusión. Crea archivo de reinicio para un número de grupos de flujo, reduciendo el tiempo de cómputo en casos subsiguientes.
FULMGR	Produce mapas de distribución de potencia del canal, quemado y producción lineal por elemento. De acuerdo a un esquema de administración de combustible definido por el usuario, reacondiciona la distribución de quemado.	
FLXFND	Encuentra los valores de flujo en celdas particulares, en el archivo de salida 3DDT, de manera automática para que la salida no tenga que ser impresa y examinada.	
SPORTSM	Determina el comportamiento termo-hidráulico del sistema primario de transporte de calor y calcula la temperatura del combustible y del refrigerante para la operación en estado estable.	Un código termo-hidráulico de diferencias finitas en una dimensión, que incluye modelos de todos los componentes del sistema de transporte de refrigeración primario.

Todos los códigos informáticos se elaboraron para que operen con el sistema VAX y utilicen con eficacia la memoria virtual. Funcionarán en todas las máquinas VAX. A fin de garantizar la transferencia segura y fácil de los códigos, AECL los instalará en un microcomputador VAX 3100 que se suministrará junto con cuatro (4) terminales VT330 y una impresora QMS 1510. Este computador será utilizado por los físicos de reactores nucleares durante su formación en el Whiteshell Nuclear Research Establishment (WNRE) y será transferido a IAN con los códigos al término del curso de capacitación.

1.9 CAPACITACION DE LOS FISICOS DE REACTORES NUCLEARES

Los físicos de IAN serán responsables de la gestión del combustible del reactor MAPLE-IAN. La capacitación en el empleo del software suministrado y las técnicas de análisis necesarias para efectuar los estudios de gestión de combustible se logrará participando en el diseño, puesta en servicio y análisis operacionales del reactor MAPLE-IAN. El personal de AECL y el de IAN realizará las tareas descritas a continuación, en apoyo del diseño detallado y la planificación de la puesta en servicio del reactor MAPLE-IAN:

- preparar modelos WIMS-CRNL de las celdas del reactor MAPLE-IAN
- preparar el modelo 3DDT para el modelismo tridimensional del reactor MAPLE-IAN
- establecer un esquema de referencia de gestión de combustible para una operación de 5 MW
- analizar el cargado inicial del núcleo y la primera aproximación al estado crítico
- determinar los coeficientes de reactividad para las configuraciones seleccionadas del núcleo
- determinar las distribuciones de potencia y del flujo de neutrones para las configuraciones seleccionadas del núcleo
- determinar las eficacias de reactividad de las barras de absorción, experimentos de irradiación, tubos de haces, blancos de producción de isótopos, etc.

Se suministrará la siguientes documentación:

- Documentos de física descriptivos
- un informe que describe los modelos WIMS y 3DDT empleados en el estudio
- un informe que describe los resultados físicos del reactor.

Se asignará a los físicos de IAN para trabajar en el WNRE durante diez meses a fin de colaborar en las tareas descritas.

1.10 RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DE CAPACITACION

El programa de capacitación comprenderá 194 meses-hombre de formación, según se resume en la Tabla 7.2:

TABLA 7.2

RESUMEN DEL PROGRAMA DE CAPACITACION EN OPERACIONES

RAMA	Cantidad de asistentes	Total meses-hombre
Puesta en servicio y pruebas	4 ingenieros 4 operadores	48 48
Operaciones	2 supervisores de turno 6 operadores	11 33
Mantenimiento y control e instrumentación	3 técnicos	18
Mantenimiento sistemas regulación y seguridad reactor	2 técnicos	12
Radiofísica sanitaria	2 técnicos	4
Física de reactores	2 físicos	20
Total	25	194

1.11 CALIFICACIONES REQUERIDAS DEL PERSONAL DE IAN

En las siguientes secciones se reseñan las calificaciones con que deberá contar el personal de IAN que concurra a AECL para capacitarse en operaciones del reactor, puesta en servicio, mantenimiento y radiofísica sanitaria, al igual que las características de las tareas por realizar.

1.11.1 Ingeniero de Turno de Operaciones del Reactor MAPLE-IANAlcance de sus Responsabilidades

El ingeniero de turno de operaciones del reactor MAPLE-IAN se ocupa del funcionamiento seguro y efectivo del reactor.

Tareas Específicas

- 1) Realiza un trabajo complejo que exige gran responsabilidad y un conocimiento amplio de la tecnología de funcionamiento del reactor MAPLE; presta orientación a los técnicos de operaciones.
- 2) Un ingeniero de turno de operaciones ampliamente calificado asistirá en la capacitación de los ingenieros y técnicos de menor experiencia y los supervisará en el terreno, y asumirá la responsabilidad de proyectos específicos.
- 3) Recibirá una formación que le permitirá conocer bien numerosas instalaciones. Al término de la capacitación están previstos exámenes orales y escritos de certificación. Las Operaciones MAPLE-IAN definirán los programas de capacitación específicos, de acuerdo con el apoyo que requieran las instalaciones en su área de responsabilidad.
 - Elaborar documentos para nuevas instalaciones y equipos.
 - Vigilar los procedimientos y equipos a fin de mejorar su seguridad, eficacia y productividad.
 - Analizar datos, examinar registros y preparar informes.
 - Mantener un conocimiento profundo de los equipos y procedimientos de reconocimiento de la radiación.
 - Dirigir las operaciones del reactor MAPLE.

Requisitos Personales. Incluyendo la Educación

1. Conocimiento, habilidades y otras cualidades.

Título universitario de primer ciclo (Bachelor's Degree) en ingeniería química o mecánica.

Un buen conocimiento práctico de los sistemas mecánicos y eléctricos.

Un buen conocimiento práctico de termodinámica y transferencia de calor.

Sentido práctico para encontrar soluciones a problemas de diseño que sean efectivas en cuanto a costos.

Buenas destrezas orales y escritas para comunicarse en inglés.

Debe tener aptitudes para:

- 1) Aprender los principios de diseño y procedimientos de puesta en servicio y funcionamiento de la instalación del reactor MAPLE-IAN.
- 2) Trabajar de manera efectiva con miembros de otros grupos en proyectos conexos.
- 3) Elaborar y redactar procedimiento de puesta en servicio y funcionamiento para la instalación del reactor MAPLE-IAN.

2. Recomendaciones y Decisiones

El ingeniero de operaciones de turno tomará habitualmente decisiones que afectarán la manipulación de materiales radiactivos con los problemas de equipos y riesgos que lo acompañan.

Se espera que cumpla con los objetivos y termine los proyectos con un mínimo de supervisión. Se espera que haga recomendaciones para mejorar los procedimientos e instalaciones, lo que podría acarrear la modificación de los principios, procedimientos y equipos de operación.

3. Responsabilidades de Supervisión

Como un profesional debidamente calificado a quien se le asigna una responsabilidad específica, el ingeniero de operaciones de turno tiene la responsabilidad de supervisar y capacitar a ingenieros y técnicos de menor experiencia.

1.11.2 Técnico de Operaciones MAPLE-IAN

Alcance de sus Responsabilidades

El técnico de operaciones del reactor MAPLE-IAN se ocupa del funcionamiento seguro y efectivo del reactor.

Tareas Específicas

- 1) Bajo dirección general, realiza un trabajo complejo que exige gran responsabilidad y un conocimiento amplio de la tecnología de funcionamiento del reactor MAPLE.
- 2) Un técnico de operaciones ampliamente calificado asistirá en la capacitación de los ingenieros y técnicos de menor experiencia y los supervisará en el terreno, y asumirá la responsabilidad de proyectos específicos cuando sea necesario.
- 3) Recibirá una formación que le permitirá conocer bien numerosas instalaciones. Al término del programa están previstos exámenes orales y escritos de certificación. Las Operaciones MAPLE-IAN definirán los programas de capacitación específicos, de acuerdo con el apoyo que requieran las instalaciones en su área de responsabilidad.
 - Elaborar documentos para nuevas instalaciones o equipos.
 - Vigilar los procedimientos y equipos a fin de mejorar su seguridad, eficacia y productividad.
 - Analizar datos, examinar registros y preparar informes.
 - Vigilar instrumentos técnicos complicados e interpretar la información que entregan
 - Manejar equipos complejos por control remoto destinados a la manipulación de materiales de alto contenido radiactivo.
 - Manejar grúas, tornos izadores y carros elevadores.
 - Mantener un conocimiento profundo de los equipos y procedimientos de reconocimiento de la radiación; suministrar servicios de perito en radiación y seguridad industrial, cuando sea necesario.

Requisitos Personales. Incluyendo la Educación

1. Conocimiento, habilidades y otras cualidades.

- Diploma de estudios secundarios que sea equivalente a los reconocidos en EE.UU. y Canadá.
- Debe tener aptitudes para:
 - 1) Aprender los principios de diseño y procedimientos de puesta en servicio y funcionamiento de la instalación del reactor MAPLE-IAN.
 - 2) Trabajar de manera efectiva con miembros de otros grupos en proyectos conexos.
 - 3) Elaborar y redactar procedimientos de puesta en servicio y funcionamiento para la instalación del reactor MAPLE-IAN.
 - 4) Cumplir con los programas de capacitación que lo habiliten como perito en reconocimiento de radiaciones y seguridad industrial
 - 5) Cumplir con los programas de capacitación para obtener la certificación que lo habilite para manejar grúas, carros elevadores y otra serie de aparatos.

2. Recomendaciones y Decisiones

Bajo dirección general, el técnico en operaciones tomará decisiones diarias que afectarán la manipulación de materiales radiactivos, con todos los problemas de equipos y riesgos que lo acompañan.

Se espera que el técnico de operaciones cumpla con objetivos y termine los proyectos con un mínimo de supervisión. Se espera que haga recomendaciones para mejorar los procedimientos e instalaciones, lo que podría acarrear la modificación de los principios, procedimientos y equipos de operación.

3. Responsabilidades de Supervisión

Durante el período de capacitación, tendrá escasas responsabilidades de supervisión. Sin embargo, como técnico debidamente calificado a quien se le asigna una responsabilidad específica, la persona que ejerza el cargo supervisará de vez en cuando a ingenieros y técnicos de menor experiencia y, en algunos casos, a personal de oficios y obreros.

4. Buenas destrezas para comunicarse en inglés en forma oral y escrita.

1.11.3 Mecánico de InstrumentosAlcance de sus Responsabilidades

Realizar tareas de instalación, mantenimiento, modificación y asistencia para el correcto funcionamiento de una vasta gama de sistemas de instrumentación y medición en uno o ambos de los campos que se mencionan más abajo.

Tareas EspecíficasPROCESO

Equipos utilizados en la medición y control del flujo, temperatura, presión, nivel, conductividad, pH, y otros equipos en línea de alarma y vigilancia.

Instrumentos empleados para calibrar y verificar, como amperímetros, voltímetros, manómetros y calibradores.

Sistemas de proceso para el control y vigilancia de los equipos de operación.

ELECTRONICA

Aparatos e instrumentos electrónicos para sistemas de control y vigilancia.

Equipos de prueba, como osciloscopios, generadores de funciones, contadores.

Instrumentos y equipos de verificación con base en microprocesadores.

Equipos electrónicos industriales, como reguladores de potencia de estado sólido, etc.

Requisitos Personales, Incluyendo la Educación

Diploma de estudios secundarios que sea equivalente a los reconocidos en EE.UU. y Canadá.

Cuatro años de aprendizaje en el oficio o capacitación y experiencia técnicas postsecundarias equivalentes.

Un conocimiento profundo de física, química y matemática que le permita comprender las diversas aplicaciones de los instrumentos que utilizará.

Capacidad para leer especificaciones y planos mecánicos y técnicos y aptitud para trabajar a partir de bocetos, esquemas o instrucciones verbales.

Buenas destrezas para comunicarse en inglés en forma oral y escrita.

1.11.4 Físicos de Reactores Asignados - Cálculos EstadísticosAlcance de sus Responsabilidades

Se instruirá a los físicos de IAN en la operación de los métodos de análisis de la física del reactor empleados para evaluar el reactor MAPLE. Los físicos integrantes del grupo del reactor MAPLE proveerán la orientación técnica relativa al funcionamiento de los códigos (WIMS-CRNL, 3DDT, etc.), la creación de modelos de reactor multidimensionales específicos y la interpretación de los cálculos. El físico asignado interactuará con los ingenieros de diseño, analistas de termohidráulica y analistas de seguridad para establecer la incidencia de los factores de diseño y seguridad en el comportamiento funcional del reactor. Como estos cálculos formarán parte del apoyo en materia de diseño y seguridad brindado al reactor MAPLE-IAN, el físico asignado aprenderá la documentación y metodología de examen técnico empleadas por AECL para proyectos de reactores nucleares. Es posible, además, que se le pida que elabore códigos.

Tareas Específicas

El físico del reactor MAPLE-IAN participará, bajo la dirección de un físico de AECL, en las siguientes tareas:

- redactar documentos de física descriptivos
- elaborar modelos WIMS-CRNL de todas las celdas del reactor MAPLE-IAN
- preparar el modelo 3DDT para el modelismo tridimensional del reactor MAPLE-IAN
- establecer un esquema de referencia de gestión de combustible para una operación de 5 MW
- analizar el cargado inicial del núcleo y la primera aproximación al estado crítico
- determinar los coeficientes de reactividad para las configuraciones seleccionadas del núcleo
- determinar las distribuciones de potencia y del flujo de neutrones para las configuraciones seleccionadas del núcleo
- determinar las eficacias de reactividad de las barras de absorción, experimentos de irradiación, tubos de haces, blancos de producción de isótopos, etc.

Requisitos Personales. Incluyendo la Educación

Diploma universitario superior (MSc) o doctorado en física o ingeniería nuclear.

Experiencia en teoría de la difusión neutrónica, teoría de transporte de neutrones en grupos múltiples o el método de cálculo de Montecarlo.

Buenas destrezas para comunicarse en inglés en forma oral y escrita.

La experiencia en programación FORTRAM será una ventaja.

1.11.5 Analista de Seguridad Nuclear AsignadoAlcance de Sus Responsabilidades

El analista de seguridad de IAN participará en las tareas de análisis de seguridad y en el examen de la documentación. Este trabajo consistirá en análisis de riesgos, análisis de emisiones en el medio ambiente, análisis de hechos previstos y no previstos, análisis de fallas de modo común, análisis por árboles de fallas, y análisis de efecto y modo de fallas.

Tareas Específicas

- Participar en la elaboración de la clasificación de los códigos de sistemas de retención de presión.

- Participar en la elaboración de informes de eventos internos y externos.
- Participar en la elaboración del informe preliminar de análisis de seguridad, incluyendo análisis de fiabilidad, análisis de emisiones en el medio ambiente y análisis de riesgos.
- Participar en el examen de los documentos de diseño.
- Participar en la elaboración del plan de obtención de licencias.

Requisitos Personales. Incluyendo la Educación

Título universitario de primer ciclo (Bachelor's Degree) en ingeniería química o mecánica.

Un buen conocimiento práctico de los sistemas mecánicos y eléctricos.

Un buen conocimiento práctico de termodinámica y transferencia de calor.

Sentido práctico para encontrar soluciones a problemas de diseño que sean efectivas en cuanto a costos.

Buenas destrezas orales y escritas para comunicarse en inglés.

Un buen conocimiento práctico de los códigos y normas ASME y ASTM.

Conocimiento general del análisis probabilístico de riesgos.

1.11.6 Físico Experto en Radiofísica Sanitaria

Alcance de sus Responsabilidades

Investigar acerca de los riesgos creados por la radiación y recomendar medidas tendientes a garantizar un ámbito seguro de trabajo.

Tareas Específicas

- Proporcionar asesoramiento en materia de seguridad contra la radiación para las operaciones MAPLE-IAN.
- Elaborar y presentar cursos de capacitación en seguridad contra la radiación.
- Investigar incidentes en los que haya habido contaminación o radioexposición.
- Participar en cuestiones de higiene y seguridad industriales.

Requisitos Personales. Incluyendo la Educación

Título universitario de primer ciclo (BSc.) o de segundo ciclo (MSc.) en física u otra disciplina relacionada con la radiofísica sanitaria.

Aunque la experiencia en radioprotección sería una ventaja, no es un requisito indispensable ya que se lo capacitará para ese trabajo.

La experiencia en computadores y programación es una ventaja.

Buenas destrezas orales y escritas para comunicarse en inglés.

2.0 CAPACITACION EN ANALISIS DE SEGURIDAD Y OBTENCION DE LICENCIAS

2.1 PRESENTACION GENERAL

Si bien IAN es responsable de obtener las licencias, AECL apoyará ampliamente las gestiones al proporcionar documentos canadienses para que se elabore el informe final de análisis de seguridad. A fin de capacitar al personal de IAN en el trabajo que se requiere para obtener la autorización para operar un reactor, AECL ofrece formación para un (1) ingeniero de obtención de licencias y un (1) ingeniero de seguridad.

2.2 CAPACITACION EN OBTENCION DE LICENCIAS

Se asignará a un ingeniero de IAN para que trabaje durante doce (12) meses en el Licensing Directorate de CRNL. Ese ingeniero realizará las actividades siguientes:

- se familiarizará con los procesos y criterios específicos relativos a la regulación de las instalaciones nucleares en Canadá;
- se familiarizará con el diseño de la instalación y los requisitos del sistema;
- se familiarizará con los principios de seguridad del diseño, los niveles de seguridad, la envoltura y tolerancias de referencia, incluyendo la información de apoyo surgida de la investigación y pruebas;
- familiarizarse con los requisitos de los documentos
- familiarizarse con el vasto alcance de los métodos de análisis de la seguridad;
- elaborar el documentos básico de obtención de licencias, incluyendo su examen y aprobación;
- asistir en la identificación de los cambios requeridos por el informe de análisis de seguridad (SAR) y coordinar la información que se entregue para efectuar una edición revisada;
- garantizar la calidad del material que se entregue para la edición revisada;
- asistir en la preparación de posiciones de obtención de licencias y seguridad, derivadas del SAR a fin de proporcionar las bases de presentaciones reglamentarias.

2.3 CAPACITACION EN ANALISIS DE SEGURIDAD

Se asignará a un ingeniero de IAN para que trabaje durante doce (12) meses en el Licensing Directorate de CRNL. Ese ingeniero realizará todas o algunas de las actividades siguientes :

- se familiarizará con las exigencias de seguridad impuestas por las autoridades canadienses de la jurisdicción;
- se familiarizará con el proceso de evaluación de la seguridad de AECL;

- elaborará y redactará informes de análisis de seguridad, tarea que comprende la participación en exámenes de diseño, la identificación de los eventos críticos y la realización de análisis de accidentes;
- elaborará documentos que sustenten el estudio de protección del medio ambiente;
- determinará las clasificaciones adecuadas de códigos para sistemas de retención de presión;
- identificará programas de investigación y desarrollo y análisis que se requieran para sustentar los casos de seguridad;
- examinará los documentos de puesta en servicio y operación.

2.4 RESUMEN DEL PROGRAMAS DE CAPACITACION EN SEGURIDAD Y OBTENCION DE LICENCIAS

El programa de capacitación comprenderá 24 meses-hombre de formación, según se resume en la Tabla 7.3.

TABLA 7.3

RESUMEN DEL PROGRAMA DE CAPACITACION EN SEGURIDAD Y OBTENCION DE LICENCIAS

Rama	Cantidad de asistentes	Total meses-hombre
Obtención de licencias	1 ingeniero	12
Análisis de seguridad	1 ingeniero	12
Total	2	24

3.0 INSTALACIONES DE RADIOISOTOPOS

La siguiente documentación y entrenamiento serán suministrados para las instalaciones de radioisótopos.

3.1 DOCUMENTOS

Después de la última prueba para poner en operación se entregarán documentos relacionados con el diseño de las instalaciones, las especificaciones, los procedimientos de fabricación y los procesos de control de calidad de los productos finales e instrucciones para la operación y mantenimiento de todo el equipo de las instalaciones (Sección (b) del Apéndice I y el Apéndice X).

3.2 ENTRENAMIENTO

Se suministrará entrenamiento para la operación de las instalaciones de proceso, tanto en el Canadá como en el sitio del Proyecto en Colombia, durante la instalación y puesta en operación de las instalaciones y consistirá de los siguiente :

3.2.1 Molibdeno-99/Tecnecio-99m (n.gamma)

Se entrenará en inglés a dos (2) científicos colombianos durante cuatro (4) semanas, en el Health Sciences Centre de la Manitoba Cancer Foundation en Winnipeg. El entrenamiento cubrirá todos los aspectos de separación del tecnecio-99m a partir del molibdeno-99, por medio del generador semiautomático autoblandado de metiletilcetona (MEK) y en la preparación posterior de radiofarmacéuticos y de garantía de calidad.

3.2.2 I-131, GLF, TI-201, Xe-133, Ir-192, P-32

Todo el entrenamiento en el campo de los radioisótopos tendrá lugar en Kanata Isotope Processing Facility, de Atomic Energy of Canada Limited de Kanata, Ontario. El programa propuesto incluye entrenamiento de 40 semanas-persona (es decir 4 personas se entrenarán durante un promedio de 10 semanas cada una) en los campos de seguridad industrial y de radiaciones, diseño y operación del equipo de la instalación, producción y control de calidad de los diversos isótopos que se producirán en Colombia y visitar las instalaciones del Contratista en Kanata y en Chalk River.

3.2.3 Procedimientos Administrativos Básicos

Una visita a la instalación de radioisótopos en Kanata será seguida por un curso de un (1) día en seguridad industrial y de radiaciones, una visita de un (1) día a las instalaciones de Chalk River, y un período de un (1) día para familiarizarse con generalidades de la estructura organizacional de Kanata y los procedimientos administrativos básicos.

3.2.4 Producción y Control de Calidad

El resto del tiempo de entrenamiento se dedicará a la producción de isótopos y control de calidad de los isótopos que se producirán en Colombia.

El propósito principal de este programa es permitir que los colombianos que se entrenan trabajen estrechamente con los operadores del Contratista, en los campos de la producción y control de calidad de los isótopos antes mencionados, y ofrecer una oportunidad para adquirir experiencia en la operación práctica. Para ello se requerirá trabajo en turnos.

3.2.5 Cronograma para el Entrenamiento

El entrenamiento debería empezar unas 8 a 10 semanas antes de la primera prueba para poner en operación cada instalación. La Tabla 7.4 suministra un cronograma tentativo de entrenamiento para las diversas instalaciones colombianas. El entrenamiento en cada instalación puede ajustarse de acuerdo a las necesidades, siempre y cuando se respete el total del programa de 48 semanas/persona.

TABLA 7.4

INSTALACION	ENTRENAMIENTO	PERSONAS	ENTRENAMIENTO
Molibdeno-99/ Tecnecio-99m instantáneo (n,gamma)	Control de calidad	1	4 sem/pers.
	Producción	1	4 sem/pers.
GLF, Tl-201, Xe-133	Control de calidad	1	8 sem/pers.
	Producción	1	8 sem/pers.
I-131, Ir-192, P-32	Control de calidad	1	12 sem/pers.
	Producción	1	12 sem/pers.
TOTAL		6	48 sem/pers.

3.2.6 Requisitos para los Candidatos a Entrenamiento

Los candidatos deberían ser químicos (o equivalentes) capacitados, preferencialmente profesionales, con un conocimiento previo general que sea compatible con el campo de entrenamiento (como se indica en la Tabla 7.4 anterior).

Todos los candidatos deberían tener al menos dos años de experiencia en el trabajo, en la operación de instalaciones radioactivas.

Es esencial el conocimiento del idioma inglés a un nivel de trabajo.

3.2.7 Arreglos de Vivienda y Trabajo

Afuera de la planta del Contratista en Kanata y del Health Sciences Centre en Winnipeg, existe un número de sitios para vivienda que llenan los estándares canadienses, disponibles para los funcionarios visitantes. El Contratista suministrará el alojamiento, el transporte y los gastos generales de subsistencia.

4.0 PARTICIPACION EN EL DISEÑO

4.1 DISEÑO CANDU

La formación incluirá la participación de dos (2) asistentes por un período de un (1) año, quienes trabajarán con ingenieros de AECL en el diseño del reactor de potencia CANDU-3 de nueva generación. Su participación les permitirá adquirir un buen conocimiento de los requisitos de diseño y del diseño detallado de los sistemas nucleares. Asimismo, examinarán los datos referidos a los equipos de estos sistemas. En sus conversaciones con los ingenieros de AECL, el personal de IAN adquirirá una comprensión clara de la experiencia y prácticas de diseño de AECL y canadienses en general. Los asistentes también participarán en la coordinación de proyecto. En este sentido, aprenderán los métodos que utiliza AECL para elaborar y actualizar los cronogramas, examinarán y prepararán informes de avance mensuales, e intervendrán en diversos aspectos de la

dirección de proyecto. Además, expertos de AECL dictarán varias conferencias entre los que se encontrarán temas como los siguientes:

- 1) coordinación y dirección de proyecto,
- 2) estimación de costos,
- 3) establecimiento de cronogramas,
- 4) elaboración de especificaciones técnicas,
- 5) radioprotección y radiofísica sanitaria,
- 6) seguridad de construcción y operación,
- 7) requisitos de garantía de calidad para el diseño, construcción y puesta en servicio de las instalaciones,
- 8) utilización de computadores personales y diversos programas informáticos (software),
- 9) enfoque canadiense de concesión de licencias y elaboración de documentos para obtenerlas,
- 10) idea general y aplicaciones de CADD (diseño y dibujo por computador).

Los asistentes deberán ser ingenieros recibidos en universidades reconocidas y tener alguna experiencia en diseño de proceso, control e instrumentación, y dirección de proyecto.

4.2 OPERADOR CADD

Se asignará una persona para que trabaje seis (6) meses en la sede de AECL en Montréal.

La capacitación comprenderá tres módulos:

- 1) Clases teóricas y prácticas con ejercicios que deberán resolverse en el puesto de trabajo.
- 2) Trabajos prácticos en la estación CADD.
- 3) Manuales y diagramas entregados para discutir su contenido.

A los asistentes con formación en ingeniería se les enseñará toda la serie de temas enumerados, mientras que los que están capacitados sólo en dibujo aprenderán menor cantidad de temas y realizarán más trabajos prácticos en la estación CADD.

En el curso se empleará el sistema Intergraph, el cual consiste en un sistema digital VAX/VMS 780 (versión 41), puestos de trabajo gráfico interactivos con pantalla doble, terminales alfanuméricas VT 100, trazadores V80 y BVRC, y software Intergraph (versión 8.8). Las clases serán dictadas por ingenieros con experiencia en la capacitación en CADD.

El contenido de los cursos comprende:

- 1) Fundamentos de infografía interactiva (IGDS).
- 2) Fundamentos de diseño 3-D.
- 3) Diseño de planta (3-D)
 - a) tuberías
 - b) modelismo de los equipos
 - c) disposición estructural
 - d) CCAV (HVAC)
 - e) cajas de cables
 - f) informes
 - g) extracción de planos.

- 4) Base de datos de materiales (DMRS).
- 5) Diseño y dibujo mecánicos (MDDS/MDDT).
- 6) Software de aplicación.

Al término del curso, el aprendiz conocerá el sistema Intergraph CADD y podrá elaborar planos 2-D, construir modelos 3-D a partir de planos y *elaborar informes. Asimismo, será capaz de gestionar los datos relacionados con los planos y dibujos. El conocimiento adquirido le permitirá adaptar el sistema a necesidades y tipos de operaciones específicas.

El operador designado deberá tener un diploma postsecundario en diseño y dibujo y contar con tres años de experiencia como mínimo en alguna de las siguientes disciplinas: tuberías, diseño de máquinas, control e instrumentación.

5.0 PUESTA FUERA DE SERVICIO

Se capacitará a una persona durante un (1) año en la puesta fuera de servicio de una o varias instalaciones de AECL que habrán de ser paradas en los próximos cinco años. Las tareas abarcan desde la limpieza de una instalación de producción de radioisótopos hasta la puesta fuera de servicio de un reactor de investigación de 40 MW.

El participante formará parte de un equipo de puesta fuera de servicio responsable de definir el estado final de la instalación (es decir, desmantelamiento y acondicionamiento o almacenamiento con vigilancia) y planificar las tareas de puesta fuera de servicio, como la descontaminación y gestión de desechos.

La supervisión estará a cargo de ingenieros con experiencia en todas las fases de la puesta fuera de servicio que han participado en la parada de los reactores de potencia G-1 (250 MWe), Douglas Point (225 MWe) y NPD (25 MWe).

El participante tendrá un diploma universitario en física de ingeniería o química y alguna experiencia en radiofísica sanitaria.

6.0 ARREGLOS DE VIVIENDA Y DE TRABAJO

Afuera de CRNL hay diversos lugares para vivir, que llenan los estándares canadienses disponibles a personas visitantes. Ellos varían desde cuartos en hotel para solteros hasta apartamentos o casas en arriendo para familias. Ellos están disponibles en las áreas de Deep River, Chalk River, Petawawa y Pembroke que están situadas alrededor de CRNL. La mayoría de estas áreas suministran un servicio de transporte por bus que estaría disponible al personal colombiano, para ir y regresar de CRNL.

El Contratista suministrará la vivienda, gastos de sustento y el tiquete aéreo al personal colombiano que se capacite.

En el sitio de trabajo se aplicarán los procedimientos estándares para profesionales y operadores.

El personal profesional y los operarios podrán utilizar un closet. Ello permitirá guardar con llave los artículos personales cuando se requiera utilizar vestimenta de protección de CRNL al ingresar en áreas contaminadas.

Normalmente los operadores irán al área de los closets y cambiarán su ropa por vestidos de operación, y realizarán sus deberes diarios en vestidos suministrados por CRNL. Después de tomar un baño al finalizar el turno del día se cambiarán al vestido normal y regresarán a casa.

Los ingenieros recibirán otras facilidades. Por lo menos cada ingeniero recibirá un escritorio y espacio de oficina. Comunicación telefónica se suministrará para fines oficiales. Se permitirá el acceso, de acuerdo a las necesidades, a salones de conferencias para discusiones y otras reuniones técnicas.

Comodidades similares se proporcionarán en Pinawa, Manitoba (WNRE) y en los | emplazamientos de AECL en Montréal.

APENDICE VIII
PROGRAMA DE TRABAJO

(El presente Apéndice VIII, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 9 páginas.)

APENDICE VIII

PROGRAMA DE TRABAJO

- 1.0 Cronogramas
- 2.0 Plan de Envío
- 3.0 Cronograma de Reuniones de Revisión del Proyecto

Lista de Figuras

- Figura 8.1 Cronograma Nivel 1
- Figura 8.2 Ejemplo de Cronograma Nivel 2
- Figura 8.3 Ejemplo de Cronograma Nivel 3
- Figura 8.4 Ejemplo de Reporte de Cronograma (Planeamiento)
- Figura 8.5 Ejemplo de Reporte de Cronograma (en Ingeniería)
- Figura 8.6 Ejemplo de Reporte de Cronograma; Formato de Diagrama de Barras

APENDICE VIII

PROGRAMA DE TRABAJO

1.0 CRONOGRAMAS

El Proyecto será planeado y tendrá cronogramas utilizando un sistema de cronograma de 3 niveles. Cada nivel de cronograma contiene un grado específico de detalle y realiza una función específica en el planeamiento, cronograma y control del Proyecto.

El nivel 1, o cronograma principal, es un cronograma de alto nivel utilizado por la administración directiva, para establecer y seguir los eventos importantes. El cronograma de nivel 1 describe las principales actividades de ingeniería, adquisición, construcción y puesta en operación para la modificación del Reactor Nuclear y para la instalación de producción de radioisótopos. El cronograma preliminar del nivel 1 para el Proyecto se muestra en la Figura 8.1.

El nivel 2, o cronogramas de control y coordinación, son una serie de cronogramas que muestran en mayor detalle las actividades necesarias para realizar efectivamente el Proyecto. Los cronogramas de nivel 2 se utilizan por la administración del Proyecto para planear el trabajo, coordinar las actividades, monitorear el progreso y controlar la ejecución del trabajo. Para la ingeniería, adquisición y la puesta en operación, los cronogramas de nivel 2 se preparan en base a cada sistema. Para la construcción, los cronogramas de nivel 2 se preparan en base a áreas. Los cronogramas de nivel 2 identifican los organismos y subcontratistas responsables y las interrelaciones entre ellos. Los cronogramas de nivel 2 son la base para el planeamiento y la nivelación de los recursos.

Los cronogramas de nivel 2 se desarrollan durante la fase inicial de implementación del Proyecto y se cargan en un microcomputador que utiliza un paquete de software tal como PMS-II o P2. La información de progreso se ingresa al programa para producir estados de cronograma y reportes de excepción. Un cronograma de nivel 2 de ejemplo se muestra en la Figura 8.2.

Los cronogramas de nivel 3 son cronogramas muy detallados o listas de chequeo utilizados por una unidad organizacional o subcontratista, para seguir y controlar en gran detalle la producción de una pieza del trabajo. Los cronogramas de nivel 3 son variados en formato y contenido y pueden estar o no en el computador. Un ejemplo de un cronograma de nivel 3 utilizado para control de adquisiciones se muestra en la Figura 8.3.

Otros ejemplos de reportes de cronogramas se muestran en las Figuras 8.4, 8.5 y 8.6.

Instalaciones Temporales

Algunas de las instalaciones de producción de radioisótopos (la GLF, el equipo de preparación de columnas, XE-133 y TI-201) se instalarán inicialmente en un edificio existente y se pondrán en operación antes de la puesta en operación del Reactor, de manera tentativa en el doceavo mes, como se muestra en la Figura 8.1. El traslado y nueva puesta en operación tendrán lugar en paralelo con las otras instalaciones y con la puesta en operación del Reactor. Todos los costos asociados con la preparación de los actuales edificios para recibir estas instalaciones y los costos de traslado serán por cuenta de la Nación-Ministerio de Minas y Energía.

Las dos (2) máquinas MEK serán enviadas al sitio del Proyecto en el tercer mes y operarán hasta que el edificio nuevo haya sido construido. Posteriormente serán trasladadas e instaladas en el edificio nuevo.

2.0 PLAN DE ENVÍO

El equipo y materiales suministrados por el Contratista desde fuera de Colombia serán transportados a sitios de recibo definidos de embarque, en el país de su origen antes del envío a Colombia. El número y situación de los puntos de acopio estarán determinados por los sitios de origen, el volumen y requisitos de compra/entrega del equipo. Los empaques serán verificados e inspeccionados en relación a una identificación apropiada y daño, antes de que sean aprobados para embarque. Los documentos de exportación que incluyen los permisos necesarios acompañarán cada contenedor enviado. El equipo y los materiales serán embarcados en contenedores estándares internacionales para transporte marítimo, desde el puerto de embarque hasta el sitio del Proyecto, bajo condiciones normales de transporte y embarque. El puerto tentativo de llegada a Colombia sería Barranquilla para transporte marítimo, y Bogotá para transporte aéreo.

El Contratista recurrirá a un agente de transporte, quien será responsable por todas las etapas del envío (es decir : desde la localización del suministrador de equipo hasta el sitio del Proyecto). Este agente contratará a un agente colombiano que sea muy conocedor de las normas sobre envíos en Colombia. El agente colombiano será responsable por el transporte del equipo desde el puerto de entrada hasta el sitio del Proyecto. Luego de recibir el equipo en el sitio del Proyecto, los ingenieros consultores verificarán e inspeccionarán el equipo en relación a la identificación, reporte de daños si es necesario, y harán arreglos para un almacenamiento apropiado en la bodega del sitio del Proyecto.

El Contratista preparará un cronograma de envíos en relación a las fechas esperadas de envío de todo el equipo, así como de las primeras y últimas llegadas de artículos al sitio del Proyecto. El cronograma optimizará el uso de contenedores de transporte marítimo de tamaño estándar en los puntos de acopio. Un sistema de base de datos computarizado se utilizará para seguir las actividades desde la fábrica hasta el sitio del Proyecto.

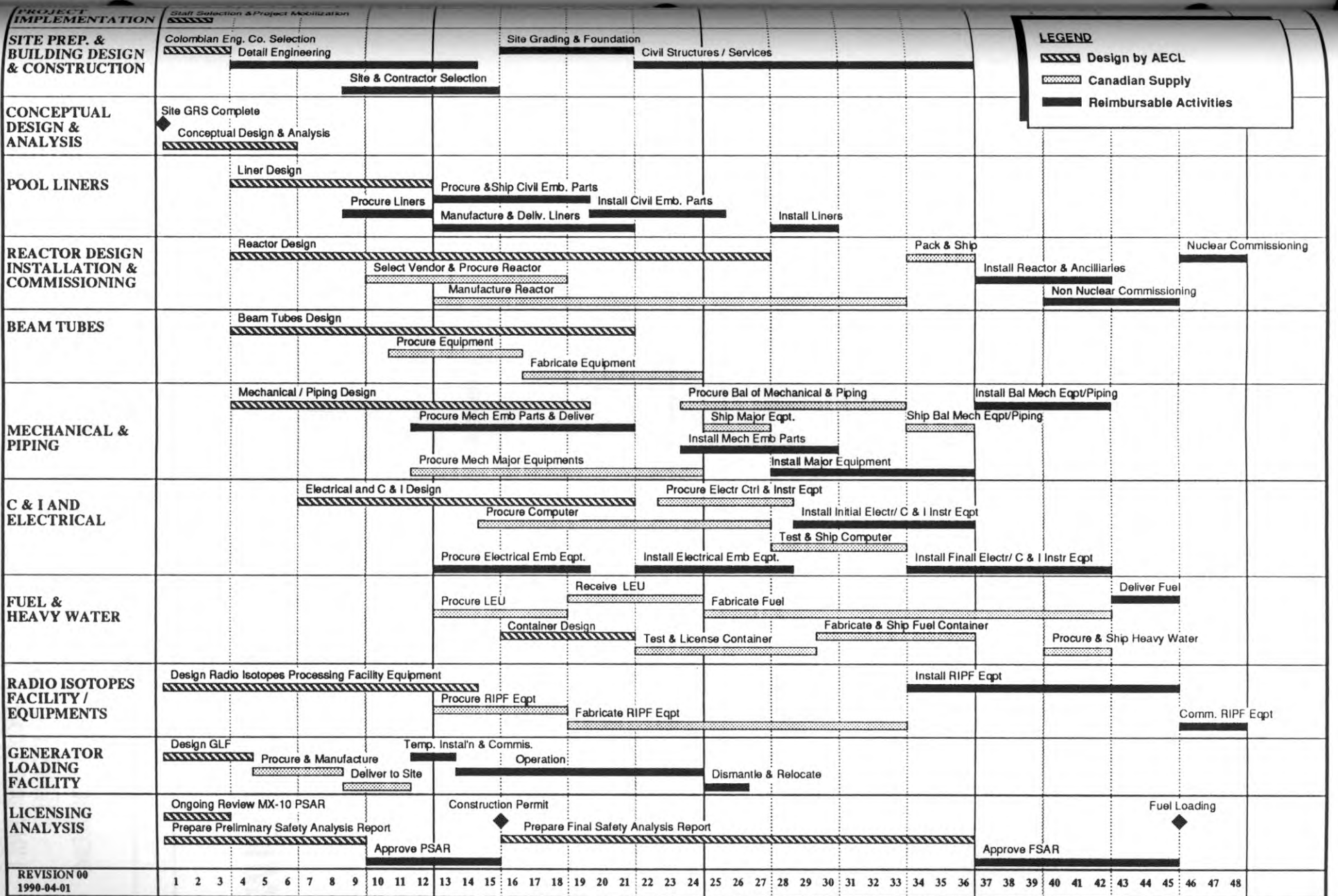
3.0

CRONOGRAMA DE REUNIONES DE REVISION DEL PROYECTO

De acuerdo a los requisitos del Contrato, cada tres (3) meses se realizarán reuniones de revisión del Proyecto (PRM), así :

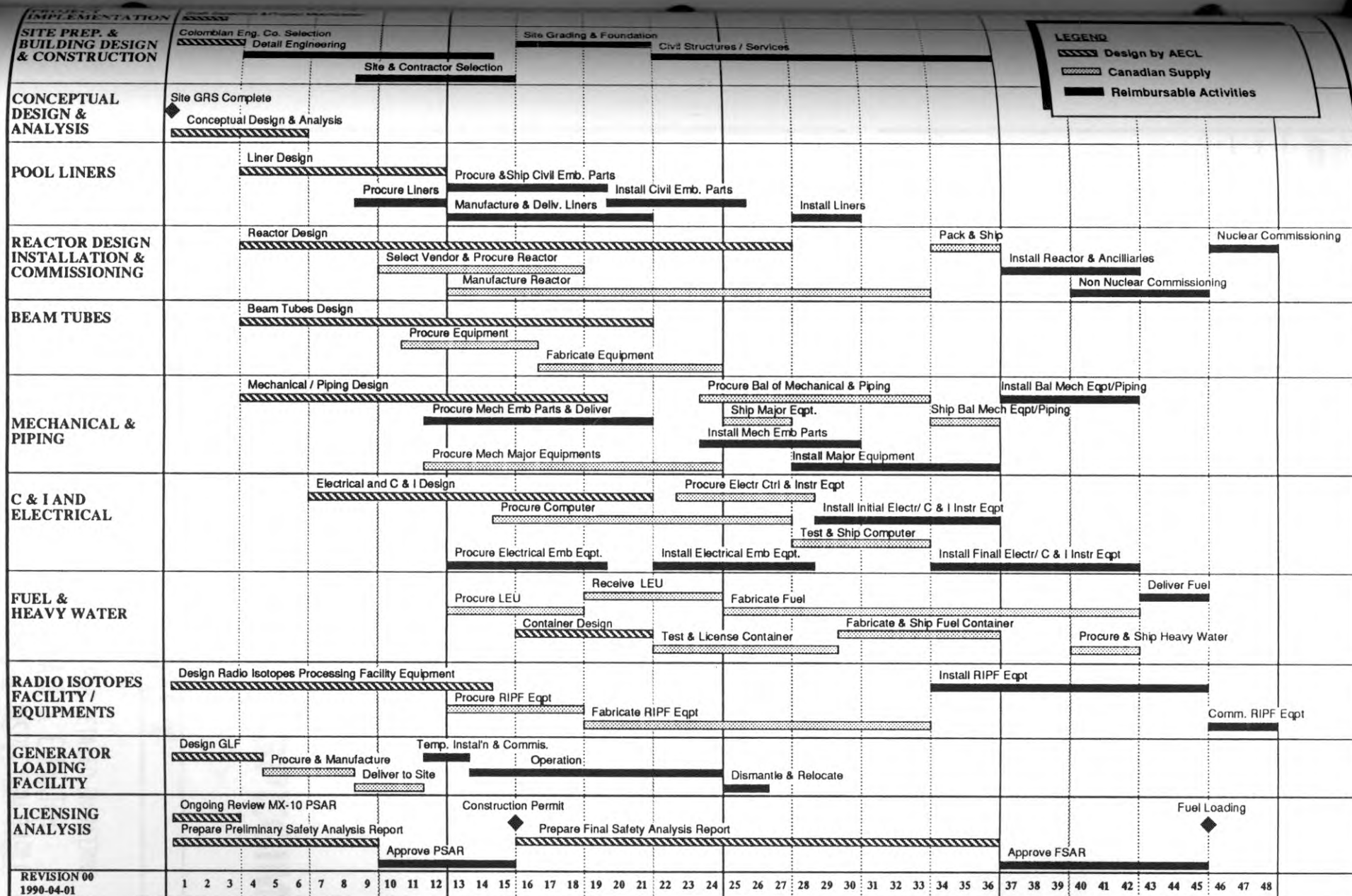
<u>Final del mes</u>	<u>Sitio</u>
3	Canadá
6	Canadá
9	Canadá
12	Colombia
15	Canadá
18	Colombia
21	Canadá
24	Colombia
27	Colombia
30	Colombia
33	Canadá
36	Colombia
39	Colombia
42	Colombia
45	Colombia
48	Colombia

Excepto por lo que expresamente se prevea de forma contraria en el Contrato, la fecha exacta de las reuniones se decidirá mutuamente entre el Director de la unidad de coordinación y el director del Proyecto por parte del Contratista y la realización de estas reuniones no podrá ser demorada por más de un (1) mes contado a partir de la fecha prevista. Los costos de viaje para los dos miembros de la unidad de coordinación que asistan a las reuniones de la revisión del Proyecto en el Canadá serán pagados por el Contratista. El Contratista también asumirá los costos por su asistencia a estas reuniones.



COLOMBIA MASTER SCHEDULE SHEET 1 of 1

FIGURE 8.1 : LEVEL 1 SCHEDULE



COLOMBIA MASTER SCHEDULE SHEET 1 of 1

FIGURE 8.1 : LEVEL 1 SCHEDULE

PURPOSE OF ISSUE BUT DE L'ÉMISSION				
ISSUE No. EMISS No.	REV No. REV No.	DESCRIPTION	DATE	APP'D APP'E
1	0	INFO 7119	25-8-22	BB

VIII-5

G. MOUSSALAM (BR. 5110, BSI 3500)

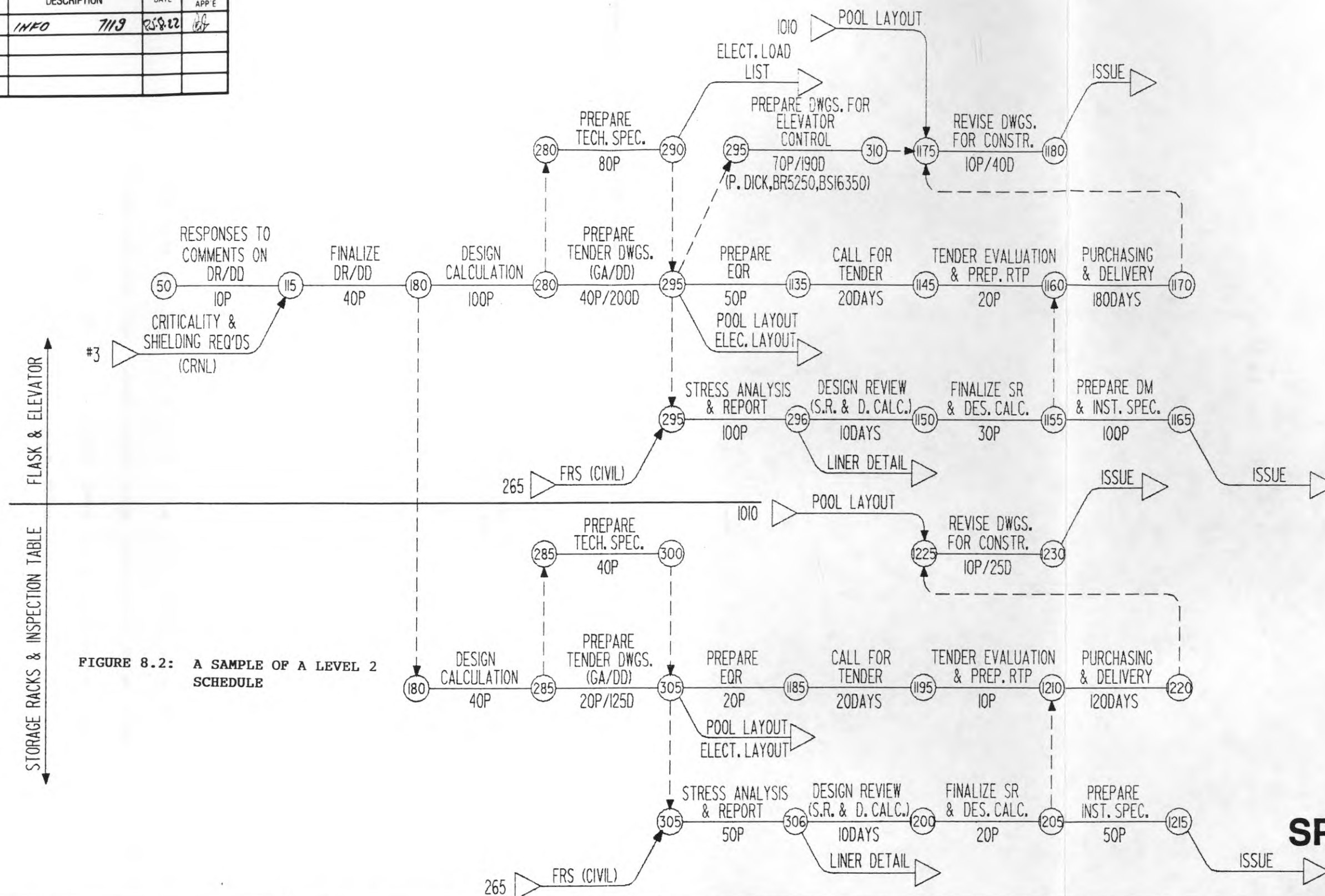


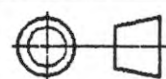
FIGURE 8.2: A SAMPLE OF A LEVEL 2 SCHEDULE

AECL PROPRIETARY

THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF AECL. NO EXPLOITATION OR TRANSFER OF ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN IS PERMITTED IN THE ABSENCE OF AN AGREEMENT WITH AECL, AND NEITHER THE DOCUMENT NOR ANY SUCH INFORMATION MAY BE RELEASED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF AECL.

PROPRIÉTÉ DE L'ÉACL

CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE L'ÉACL. LES RENSEIGNEMENTS QU'IL CONTIENT NE PEUVENT ÊTRE NI UTILISÉS NI COMMUNIQUÉS SANS ENTENTE À CET EFFET AVEC L'ÉACL. CE DOCUMENT NI AUCUNE INFORMATION QU'IL CONTIENT NE PEUVENT ÊTRE RENDUS PUBLICS SANS LA PERMISSION ÉCRITE DE L'ÉACL.



THIRD ANGLE
PROJECTION
DS 3^e DIÈDRE

SCALE, ÉCHELLE

UNLESS OTHERWISE INDICATED DIMENSIONS ARE IN :
SAUF INDICATION CONTRAIRE LES SONT EN :

DRAWN
DESSINÉ T. MACMULLAN

DATE 85/07/17

CHECKED
VÉRIFIÉ

DATE

DESIGNED
CONÇU B. DINH

DATE 85/07/17

APPROVED
APPROUVÉ

DATE 85/8/21

Atomic Energy
of Canada Ltd.
CANDU Operations

L'Énergie Atomique
du Canada, Limitée
Operations CANDU

Sheridan Park Research Community
Mississauga, Ontario
LSK 1B2

SUN LIFE Bldg. 2nd Floor
1155 Metcalfe St.
Montréal Québec H3B 2V6

MAPLE 'X'

NETWORK FOR DETAILED ENGINEERING
3500 - FLASK & ELEVATOR
STORAGE RACKS & INSPECTION TABLE

MX - 00330 - 2 - 9 - NW - B

REV. 0

EDR #	SEQ #	EDR #	C.O. / DCI #	DESCRIPTION / VENDOR	REQUIRED DELIVERY	TENDER OUT	TENDER RECEIVED	TECH EVAL RECEIVED	RAP ISSUED	RAP APPROVED	TELEX P.O.	P.O./C.O. ISSUED	P.O. VALUE 'K'	BUDGET AMOUNT 'K'	QUOTED DELIVERY	PREDICT DELIVERY	ACTUAL DELIVERY	STATUS REPORT	#
ACTIVE ORDERS																			
01508-01	1	01508-01		HEALTH PHYSIC S INST		84-11-06	84-11-13	84-11-20	84-11-21	84-11-22	84-11-22	85-01-15	\$78.2	\$78.2	85-01-31	85-03-15			
01508-01	2			SAFETY SUPPLY CANADA															
01508-01	3																		
01508-01	1	01508-01	C.O. #1	HEALTH PHYSIC'S INST		84-11-06	84-11-13	84-11-20	84-11-21	84-11-22	85-02-01	85-02-08			85-02-08	85-03-15			
01508-01	2			SAFETY SUPPLY CANADA															
01508-01	3																		
01508-02	1	01508-02		ALPHA BETA	85-03-08	85-02-15	85-02-18	85-02-19	85-02-19	85-02-22	85-02-27		\$1.9	\$0.7					
01508-02	2			CHECK SOURCE															
01508-02	3			SAFETY SUPPLY CAN.															
01508-03	1	01508-03		GAMMA SOURCE	85-03-08	85-02-18	85-02-19	85-02-19	85-02-19	85-02-22	85-02-27		\$0.8	\$0.8					
01508-03	2			AMERSHAM															
01508-03	3																		
01508-04	1	01508-04		SURVEY METER	85-03-08	85-02-15	85-02-19	85-02-19	85-02-19	85-02-22	85-02-27		\$1.8	\$1.5					
01508-04	2			LEVITT SECURITY															
01508-04	3																		
03542-01	1	03542-01		MICRO-COMPUTER	85-02-08	85-01-16	85-01-21	85-01-25	85-01-28	85-01-29	85-01-29	85-01-29	\$10.1	\$10.0	85-02-08	85-03-15			
03542-01	2			COMPUTERLAND															
03542-01	3																		
06135-04	1	06135-04		FILT. UNIT	84-12-01	84-08-30	84-10-11	84-11-22	84-11-23	84-11-23	84-11-26	84-12-12	\$6.0	\$6.0	85-02-08	85-03-08			
06135-04	2			MCCARTHY ROBINSON								TEL-CON							
06135-04	3																		
24800-02	1	24800-02	C.O. #1	FILTERS & DUCTING	85-03-07	85-02-15	85-02-15												
24800-02	2			BARTLETT															
24800-02	3																		
24820-02	1	24820-02		ACCES. FOR PAP. VAC.	84-10-05	84-09-24	84-09-28	85-01-24	85-01-24	85-01-29	85-01-31	85-01-31	\$0.4	\$0.1	85-02-15	85-03-08			
24820-02	2			CARTIER CHEM.															
24820-02	3																		
24850-01	1	24850-01	C.O. #2	SPARES	85-03-15	85-01-10	85-01-16	85-02-11	85-02-12	85-02-18	85-02-27		\$5.6	-	85-03-29	85-03-29			
24850-01	2			HYDRO LYSER															
24850-01	3			BUTTERWORTH															
35300-02	1	35300-02		CANISTERS	85-03-22	85-01-22	85-02-04	85-02-21	85-02-22	85-02-22	85-02-22		\$160.0	\$200.0	85-06-22	85-05-22			
35300-02	2			ROBERT MITCHELL															
35300-02	3																		
35300-03	1	35300-03		FLASKS	84-11-30	84-06-22	84-07-31	84-08-09	84-08-21	84-08-27	84-08-27	84-10-29	\$71.5	\$72.0	85-02-28	85-03-22			
35300-03	2			RALFOR STEEL															
35300-03	3																		
35300-03	4	35300-03	DCI #1	FLASKS	84-11-30	84-08-29	84-09-06	84-09-06	84-09-07	84-09-10	84-09-10	84-10-29	\$0.7	-	85-02-28	85-03-22			
35300-03	5			RALFOR STEEL															
35300-03	6																		
35300-03	7	35300-03	DCI #2	FLASKS	85-02-28	84-10-22	84-11-13	84-11-30	84-12-13	84-12-17	85-01-08	85-01-08	\$3.0	-	85-02-28	85-03-22			
35300-03	8			RALFOR STEEL															
35300-03	9																		

FIGURE 8.3:
AN EXAMPLE OF LEVEL 3 PROCUREMENT STATUS REPORT

Page:..... Variance Subtotal: Paged:.....										Atomic Energy of Canada Ltd. CRNL																			
Early Finish... -OFF- -OFF- -OFF-																													
Snode	Enode	Dur	ICP	Resp.	Aux-1	..Start.	..Early-S	..Early-F	..Late-S	..Late-F	Float	Description.....								Status.....									
					Wd	LAG	Jobcd	Aux-2	..Finish.			Free																	
127	132	15	100	NJ			3120	07/16/85	07/16/85	01/03/86	07/16/85	01/03/86	0	RESPONSES TO COMMENTS ON DR/DD	Complete														
		5	0				5710	01/03/86											0	& UPDATE DR/DD									
117	122	15	100	NJ			3120	09/27/85	09/27/85	11/29/85	09/27/85	11/29/85	0	OBTAIN FINAL LOCATION OF REACT	Complete														
		5	0				5710	11/29/85											0	DR, BEAM TUBES, EXP. SITES									
110	132	0	100	NJ			3120	10/31/85	10/31/85	10/31/85	10/31/85	10/31/85	0	DEFINE REACTOR/POOL LINER	Complete														
		5	0				5710	10/31/85											0	INTERFACE									
466	470	60	25	NJ			3120	01/06/86	01/06/86	03/24/86	02/04/86	04/07/86	10	START CALANDRIA DESIGN	Active														
		5	0				5710	Actual											0										
132	137	30	20	CRNL			3120	01/06/86	01/06/86	02/21/86	02/05/86	03/10/86	11	REACTOR STRESS ANALYSIS	Active														
		5	0				0	Actual											0	(STATIC) BY CRNL									
466	473	60	10	NJ			3120	01/14/86	01/14/86	04/04/86	02/10/86	04/24/86	14	START GRID PLATE DESIGN	Active														
		5	0				5710	Actual											0										
466	472	60	25	NJ			3120	01/14/86	01/14/86	03/24/86	02/11/86	04/14/86	15	START CHIMNEY DESIGN	Active														
		5	0				5710	Actual											0										
466	471	60	10	NJ			3120	01/14/86	01/14/86	04/04/86	02/24/86	05/08/86	24	START PLENUM DESIGN	Active														
		5	0				5710	Actual											0										
451	470	0	100	NJ			3120	01/17/86	01/17/86	01/17/86	01/17/86	01/17/86	0	POOL LAYOUT FUEL CHANNEL AND	Complete														
		5	0				5710	01/17/86											0	FUEL ASSEMBLY DETAIL									
451	471	0	100	NJ			3120	01/17/86	01/17/86	01/17/86	01/17/86	01/17/86	0	POOL LAYOUT	Complete														
		5	0				5710	01/17/86											0										
451	472	0	100	NJ			3120	01/17/86	01/17/86	01/17/86	01/17/86	01/17/86	0	POOL LAYOUT	Complete														
		5	0				5710	01/17/86											0										
3	117	0	0	NJ			3120	01/20/86	01/20/86	02/03/86	02/03/86		10	STARTING ACTIVITY															
		5	0				5710											0											
3	127	0	0	NJ			3120	01/20/86	01/20/86	02/03/86	02/03/86		10	STARTING ACTIVITY															
		5	0				5710											0											
3	132	0	0	CRNL			3120	01/20/86	01/20/86	02/03/86	02/03/86		10	THERMALHYDRAULIC ANALYSIS OF															
		5	0				0											0	PRIMARY COOLING										
137	142	20	0	CRNL			3120	02/24/86	03/21/86	03/11/86	04/07/86		11	REACTOR STRESS ANALYSIS															
		5	0				0											0	(DYNAMIC) BY CRNL										
142	1700	100	0	CRNL			3120	03/24/86	08/12/86	10/22/86	03/13/87		149	PREPARE REACTOR STRUCT. S.R.															
		5	0				0											0	BY CRNL										
470	475	50	0	NJ			3120	03/25/86	06/03/86	04/08/86	06/17/86		10	COMPLETE CALANDRIA DESIGN															
		5	0				5710											0											
470	480	50	0	NJ			3120	03/25/86	06/03/86	04/08/86	06/17/86		10	START CALANDRIA GA/DD/BM/SID															
		5	0				5710											0											
472	477	45	0	NJ			3120	03/25/86	05/27/86	04/15/86	06/17/86		15	COMPLETE CHIMNEY DESIGN															
		5	0				5710											0											
472	482	40	0	NJ			3120	03/25/86	05/19/86	04/22/86	06/17/86		20	START CHIMNEY GA/DD/BM/SID															
		5	0				5710											4											
473	483	50	0	NJ			3120	04/07/86	06/16/86	04/25/86	07/07/86		14	START GRID PLATE GA/DD/BM/SID															
		5	0				5710											0											
473	478	45	0	NJ			3120	04/07/86	06/09/86	05/02/86	07/07/86		19	COMPLETE GRID PLATE DESIGN															
		5	0				5710											0											
471	476	45	0	NJ			3120	04/07/86	06/09/86	05/09/86	07/14/86		24	COMPLETE PLENUM DESIGN															
		5	0				5710											0											
471	481	40	0	NJ			3120	04/07/86	06/02/86	05/16/86	07/14/86		29	START PLENUM GA/DD/BM/SID															
		5	0				5710											4											
477	482	0	0	NJ			3120	05/27/86	05/27/86	06/17/86	06/17/86		15	LINKAGE ONLY															
		5	0				0											0											
482	1718	30	0	NJ			3120	05/28/86	07/09/86	07/15/86	08/25/86		33	FINISH CHIMNEY GA/DD/BM/SID															
		5	0				5710											0											

FIGURE 8.4:
EXAMPLE OF SCHEDULE REPORT (PLANNING)

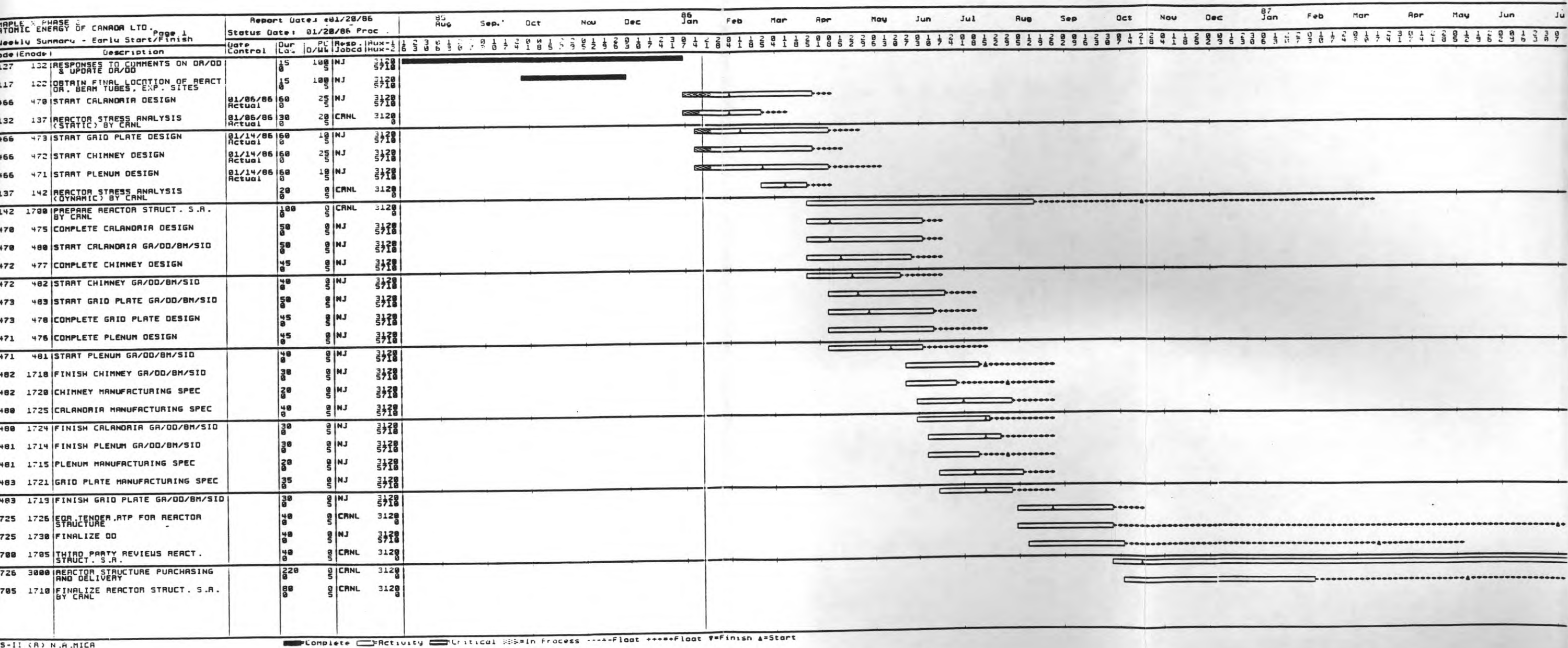


FIGURE 8.6:
EXAMPLE OF SCHEDULE REPORT; BAR CHART FORMAT

APENDICE IX
DESCRIPCION DE SERVICIO

(El presente Apéndice IX, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 10 páginas.)

APENDICE IX

DESCRIPCION DE SERVICIO

1.0 TRABAJOS Y SERVICIOS OBTENIDOS FUERA DE COLOMBIA

- 1.1 Ingeniería para la Instalación del Reactor Nuclear
- 1.2 Ingeniería para las Instalaciones de Producción de Radioisótopos
- 1.3 Suministro de Equipo
- 1.4 Puesta en Operación de la Instalación del Reactor Nuclear
- 1.5 Puesta en Operación de las Instalaciones de Producción de Radioisótopos
- 1.6 Administración del Proyecto
- 1.7 Entrenamiento
- 1.8 Análisis de Seguridad y Garantía de Calidad
- 1.9 Seguros y Bonos
- 1.10 Impuestos
- 1.11 Cooperación Posterior

2.0 TRABAJOS LOCALES EN COLOMBIA

- 2.1 Ingeniería para el Edificio del Reactor y de Servicio
- 2.2 Suministro de Equipos y Materiales de Colombia
- 2.3 Construcción, Instalación y Puesta en Operación
- 2.4 Administración de la Construcción

3.0 SERVICIOS DE LA NACION-MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

- 3.1 Instalaciones de Carga del Generador (ICG)
- 3.2 Protección Radiológica
- 3.3 Servicios de Soporte al Contratista en el Sitio del Proyecto
- 3.4 Suministro de Servicio Auxiliares
- 3.5 Suministro de Servicio en Relación a la Instalación Temporal de Equipo de Producción de Radioisótopos

Figura 9.1 Organización del Proyecto

APENDICE IX

DESCRIPCION DE SERVICIO

Para realizar exitosamente un Proyecto como el que se define en este Contrato, una gran variedad de actividades deben realizarse en diversas localidades geográficas, por varios organismos.

1.0 TRABAJOS Y SERVICIOS OBTENIDOS FUERA DE COLOMBIA

El Contratista realizará las siguientes actividades desde sus oficinas en el Canadá o a través de personal extranjero.

1.1 INGENIERIA PARA LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR

El Contratista realizará el trabajo técnico descrito en el Apéndice I (b) Sección 1.0, incluyendo el diseño conceptual para el nuevo edificio que alberga el Reactor y las instalaciones de producción de radioisótopos y la ingeniería detallada de los siguientes sistemas y componentes:

- Conjunto del Reactor descrito en el Apéndice I (a) Sección 1.1
- Sistema Primario de Refrigeración y Sistema de Agua Pesada del Reflector descritos en el Apéndice I (a) Sección 1.2
- Sistemas de Protección y Regulación del Reactor descritos en el Apéndice I (a) Sección 1.3
- Sistema de Manejo de Combustible descrito en el Apéndice I (a) Sección 1.5
- Sistema de Monitoreo de Radiación descrito en el Apéndice I (a) Sección 3.7.

1.2 INGENIERIA PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

El Contratista realizará el trabajo técnico descrito en el Apéndice I (b) Sección 2.0 para las instalaciones de producción de radioisótopos descritas en el Apéndice I (a) Sección 2.0.

1.3 SUMINISTRO DE EQUIPO

El Contratista suministrará todo el equipo identificado en la Tabla 3.1A del Apéndice III, la instrumentación identificada en la Tabla 3.2 del Apéndice III, los repuestos identificados en el Apéndice III Sección (g), y el equipo y repuestos identificados en el Apéndice IV, excepto por aquellos elementos incluidos en la Tabla 3.1.

1.4 PUESTA EN OPERACION DE LA INSTALACION DEL REACTOR NUCLEAR

Además del procedimiento de encendido descrito en el Apéndice I (b) Sección 1.0, el Contratista suministrará un supervisor para la puesta en operación, quien coordinará la preparación de la puesta en operación detallada y de los procedimientos de operación, y para planear el programa de puesta en operación con personal del IAN.

El Contratista suministrará un físico de reactores en el Sitio del Proyecto durante el cargue de combustible, y el encendido del Reactor hasta la criticalidad y durante la realización de las pruebas descritas en el Apéndice X.

1.5 PUESTA EN OPERACION DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

La GLF, el equipo de preparación de columnas, Xe-133 y Tl-201 se instalarán y pondrán en operación en un edificio actual del Instituto de Asuntos Nucleares, y posteriormente se trasladarán y pondrán nuevamente en operación en el nuevo edificio del Reactor y de servicio. Las otras instalaciones (I-131, Mo-99 (n,gamma), P-32, Ir-192, laboratorio de blancos, laboratorio de control de calidad) se instalarán y pondrán en operación directamente en el nuevo edificio.

La supervisión en el sitio del Proyecto por personal del Contratista se suministrará durante la instalación, puesta en operación, traslado y nueva puesta en operación de las instalaciones antes mencionadas.

El propósito de esta supervisión es asegurar que el trabajo se realiza de acuerdo a los estándares o procedimientos aplicables y ayudar, guiar, o entrenar a los equipos de construcción locales o al personal de operación de los radioisótopos en las diversas fases de trabajo.

1.6 ADMINISTRACION DEL PROYECTO

La administración del Proyecto es la actividad que suministra la organización, el ímpetu, la guía y la dirección del Proyecto. La administración del Proyecto se suministra por el director de Proyecto y su equipo de administración del Proyecto (PMT) compuesto de administradores y supervisores, como se muestra en la Figura 9.1.

Se establecerán dos oficinas de Proyecto : una en el Canadá desde la que se administrarán todas las actividades del Proyecto y, durante los últimos 8 meses del Proyecto, una en Bogotá, en el sitio del Proyecto desde el cual se administrarán las actividades de construcción en el sitio, las instalaciones y las actividades de puesta en operación. El director del Proyecto del Contratista administrará todas las actividades del Proyecto, tanto en el Canadá como en Colombia. En Bogotá, el director del Proyecto del Contratista estará asistido por un administrador de operaciones en el Sitio perteneciente a la firma de los ingenieros consultores colombianos.

Los detalles de la organización del Proyecto se completarán durante la fase inicial del Contrato. Dentro de diez (10) días luego de la Fecha Efectiva del Contrato, el Contratista comunicará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía por escrito, los nombres del director del Proyecto y del administrador técnico, y proveerá sus correspondientes resúmenes.

Enseguida se hace una distribución breve de los papeles y responsabilidades de los principales administradores :

1.6.1 Organización del Proyecto

i) Director del Proyecto

El director del Proyecto es responsable por el desarrollo exitoso de todos los aspectos del Proyecto con énfasis en las siguientes áreas :

- calidad de productos y servicios
- comportamiento del cronograma y de los costos
- entrega a tiempo de todo equipo, dibujos y documentos
- cumplimiento del Contrato
- relaciones con IAN y la Nación-Ministerio de Minas y Energía

El director de Proyecto dividirá su atención entre Canadá y Colombia para asegurar que el trabajo esté definido y realizado adecuadamente, que los administradores apropiados y los operarios estén en los sitios apropiados, que los subcontratos necesarios se preparen y otorguen, que se establezcan los procedimientos, comunicaciones y coordinaciones necesarios, que operen monitores y controles de cronogramas y costos apropiados, que el trabajo se realice de acuerdo con el Contrato. El director de Proyecto es el representante principal del Contratista y el administrador del contrato de nombre.

ii) Administrador de Operaciones en el Sitio-Colombia/director de Proyecto Asistente

Responsable ante el director de Proyecto, el administrador de operaciones en el sitio residirá en Colombia la mayor parte del tiempo, durante las etapas activas de construcción y puesta en servicio. Será responsable de las actividades diarias en el emplazamiento. Dirigirá al personal del contratista en el sitio del proyecto y las operaciones de los subcontratistas/contratistas locales encargados de la construcción e instalación. También supervisará la labor de la compañía de ingeniería local en Colombia, aunque el administrador técnico en Canadá conservará la autoridad técnica con respecto a ese trabajo de ingeniería. Asegurará que los subcontratistas locales planifiquen, elaboran los cronogramas y proveen el personal en forma apropiada, de acuerdo con los requisitos de operación del emplazamiento. Revisará las facturas de los subcontratistas y preparará las correspondientes a las porciones reembolsables del costo del proyecto, presentándose al Ministerio de Minas y Energía de Colombia para su aprobación y pago.

Dependiendo de las actividades en el emplazamiento, el administrador de operaciones en el sitio podrá trasladarse a Canadá para asistir al equipo de proyecto.

En ausencia del director del proyecto, el administrador de operaciones lo representará en Colombia.

iii) Administrador Técnico

Bajo la autoridad directa del director de proyecto, el administrador técnico en Canadá tiene la responsabilidad del proyecto. Garantizará que los documentos y servicios técnicos satisfacen las exigencias previstas en el Contrato y cumplen con los estándares y códigos en él estipulados. Será

responsable de la expedición oportuna de los productos técnicos por entregarse.

iv) Administrador de Suministros y Servicios

El administrador de suministros y servicios, quien debe responder ante el director de proyecto, es responsable de la planificación y cronograma del abastecimiento y de otras funciones de control. De manera más precisa, es responsable de la adquisición y entrega oportunas de los equipos canadienses especificados en el Contrato. Establecerá la cantidad de personal calificado, al igual que los procedimientos y aprobaciones requeridos para adquirir, diligenciar, inspeccionar y despachar a Colombia los equipos y materiales, conforme a la calidad especificada.

También asegurará que el proyecto está bien definido y planificado, que se ajusta al cronograma y estimaciones establecidas y que cuenta con los fondos necesarios. Durante la ejecución del proyecto, seguirá su avance en Canadá y Colombia e informará acerca de su situación, poniendo de relieve los puntos que se apartan de los planes trazados, a fin de que se tomen las medidas correctivas adecuadas. Será responsable de controlar y emitir documentos.

v) Supervisor de Garantía de Calidad

El supervisor de garantía de calidad elaborará el Manual de Garantía de Calidad, asegurando que el personal involucrado en el proyecto (subcontratistas y proveedores, inclusive) conocen las normas de calidad y su aplicación. Ejercerá suficiente vigilancia y verificación para garantizar que el producto sea de calidad. Se lo designará para trabajar a tiempo parcial, ya que por realizar sus funciones por intermedio de los directores de proyecto y en colaboración con ellos sus labores no lo mantienen totalmente ocupado. Elaborará el plan de garantía de calidad, el cual deberá ser respetado por los subcontratistas de construcción y aplicado por el administrador de operaciones en el sitio.

Depende administrativamente del director de proyecto y funcionalmente del director general, calidad de operaciones CANDU.

vi) Supervisor de Puesta en Servicio

El supervisor de puesta en servicio tendrá la responsabilidad de la planificación, dotación y entrenamiento de personal, y de la puesta en marcha exitosa del Reactor Nuclear y las instalaciones de producción de radioisótopos.

1.7 ENTRENAMIENTO

El Contratista entrenará personal colombiano para el mantenimiento y operación del equipo y de los sistemas tal como se describe en el Apéndice VII.

1.8 ANALISIS DE SEGURIDAD Y GARANTIA DE CALIDAD

El Contratista realizará análisis de seguridad y garantía de calidad y suministrará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía los documentos descritos en el Apéndice VI, secciones (a), (b) y (c).

1.9 SEGUROS Y BONOS

Todos los seguros y los bonos que se le exigen al Contratista en virtud de las Cláusulas 12 y 36 del Contrato correrán por cuenta del Contratista.

1.10 IMPUESTOS

El Contratista pagará todos los impuestos, contribuciones, derechos y otros cargos con que las autoridades colombianas graven las actividades del Contratista, excepto los derechos de aduana e impuestos a la importación y a la venta, según se describe en la Cláusula 32 del Contrato.

1.11 COOPERACION POSTERIOR

El Contratista suministrará asistencia y consulta al IAN durante un período de cinco (5) años posterior al término del Contrato, tal como se describe en el Apéndice V, Sección (b).

El trabajo y los servicios descritos en esta Sección 1.0 del Apéndice Técnico IX serán realizados por el Contratista sobre una base de precio fijo. El precio fijo será de cincuenta y nueve millones cuatrocientos mil dólares canadienses (\$59,400,000 Cdn) sujeto a los términos y condiciones del Contrato. Cualquier sobrecosto asociado con el alcance de los trabajos descritos en esta Sección 1.0 serán por cuenta del Contratista, excepto donde el Contrato prevea un ajuste en el precio.

2.0 TRABAJOS LOCALES EN COLOMBIA

El Contratista subcontratará las siguientes actividades con compañías colombianas.

2.1 INGENIERIA PARA EL EDIFICIO DEL REACTOR Y DE SERVICIO

Ingenieros consultores colombianos prepararán documentos de ingeniería detallada en base a los diseños conceptuales del Contratista, para el edificio del Reactor y de servicio, al igual que los documentos de ingeniería detallada :

- Sistema Eléctrico descrito en el Apéndice I (a) Sección 1.4
- Sistema de refrigeración secundario, descrito en el Apéndice I (a), Sección 3.1
- Ventilación y aire acondicionado descritos en el Apéndice I (a) Sección 3.2
- Protección contra incendios descrito en el Apéndice I (a) Sección 3.3
- Sistema de Aire Comprimido, descrito en el Apéndice I (a), Sección 3.4
- Sistema de Agua Doméstico descrito en el Apéndice I (a) Sección 3.5
- Sistema de Manejo de Desechos descrito en el Apéndice I (a) Sección 3.6
- Diseño detallado de las obras civiles para el nuevo edificio del Reactor y de servicio, descrito en el Apéndice II (c) y (d)
- Estudios e informes de suelo a cargo de consultores en geotecnia, conforme a los requisitos de diseño y construcción del nuevo edificio

- Otros diseños detallados que no se mencionan específicamente en la Sección 1.0 del presente Apéndice IX.

2.2 SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE COLOMBIA

Los equipos y materiales enumerados en las Tablas 3.1B, 3.3A y 3.3B del Apéndice III se adquirirán en Colombia. También se comprarán en el país otros materiales de construcción, como concreto y acero de refuerzo; materiales fungibles necesarios para la instalación y puesta en servicio, como varillas para soldar y madera. Los artículos enumerados en las secciones 3.2, 4.2, 5.0 del Apéndice III, Sección (i) 1, 2 del Apéndice IV también se adquirirán en Colombia.

2.3 CONSTRUCCION, INSTALACION Y PUESTA EN OPERACION

Los subcontratistas colombianos suministrarán para la construcción, todos los equipos, instrumentos y personal necesario para :

- la construcción de las obras civiles descritas en el Apéndice II; y
- la instalación y puesta en operación de los sistemas y equipos descritos en el Apéndice I (a), Apéndice III y Apéndice IV.

2.4 ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION

Además de los servicios de ingeniería descritos en la sección 2.1 anterior, ingenieros consultores colombianos suministrarán los siguientes servicios al Proyecto :

- Servicios de adquisición para la compra, agilización y supervisión de la calidad y de transporte de equipos y materiales adquiridos en Colombia;
- Servicios de administración de la construcción en el sitio del Proyecto, incluyendo :
 - Coordinación y planeamiento del trabajo en el sitio del Proyecto
 - Administración y relaciones con el personal
 - Aplicación de medidas de seguridad durante la construcción
 - Inspección y aceptación de trabajos realizados por los subcontratistas
 - Cuantificación y medida del trabajo
 - Entregas para Recibos Provisionales Parciales y Entregas Parciales Definitivas de trabajos, de acuerdo con las Cláusulas 26 y 27 del Contrato
 - Reportes sobre progreso en el sitio del Proyecto;
- Subcontratación de una compañía colombiana para tramitar los embarques provenientes del Canadá a través de la aduana colombiana en el puerto de entrada, y para transportarlos hasta el sitio del Proyecto, incluyendo el seguro de transporte;
- Dirección de los subcontratistas de la construcción incluyendo la preparación de las porciones a subcontratar, documentos de invitación, evaluación de propuestas y otorgamiento de subcontratos;

- v) Operación de la bodega en el sitio del Proyecto, incluyendo recepción, inspección, almacenaje, suministro de equipo y materiales a los subcontratistas de la construcción, y control de inventarios.

Los trabajos locales descritos en esta Sección 2.0 del Apéndice Técnico IX se realizarán por el Contratista a través de varios subcontratos en Colombia, sobre una base reembolsable, que se estima en diez millones quinientos mil dólares canadienses (\$10,500,000 Cdn). Cualquier sobre costo asociado con el alcance de los trabajos descritos en esta Sección 2.0 será por cuenta de la Nación-Ministerio de Minas y Energía.

3.0 SERVICIOS DE LA NACION-MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

La Nación-Ministerio de Minas y Energía será responsable de las siguientes actividades :

3.1 INSTALACIONES DE CARGA DEL GENERADOR (GLF)

Elaborar el programa de trabajo para desmontar los equipos de producción de radioisótopos de su emplazamiento temporal y volver a instalarlos en el nuevo sitio.

3.2 PROTECCION RADIOLOGICA

- i) Suministrar un programa de protección radiológica y de radiofísica sanitaria para el personal en el sitio del Proyecto durante la construcción y puesta en operación. Esto incluirá las siguientes actividades :

- dosimetría para todo el personal que trabaja en el Proyecto, en el sitio del mismo;
- monitoreo de niveles de radiación diariamente para identificar y mantener los peligros radiológicos bajo control;
- monitoreo de todo el personal que trabaja en áreas potencialmente contaminadas al finalizar el día de trabajo, para asegurar que ninguno se encuentre contaminado.

- ii) Efectuar cualquier descontaminación y trabajo de manejo de desechos radiactivos necesarios, durante las fases de construcción e instalación de equipos.

3.3 SERVICIOS DE SOPORTE AL CONTRATISTA EN EL SITIO DEL PROYECTO

- i) Suministrar el personal para adelantar el programa de garantía de calidad en el Sitio del Proyecto. Como se describe en el Apéndice VI, el Contratista desarrollará un programa de garantía de calidad que cubrirá todas las actividades del Proyecto incluyendo diseño, adquisición, construcción, puesta en operación y operaciones. Puesto que algunas de estas actividades se relacionan con el Sitio del Proyecto, se requerirá personal para ayudar la Contratista en la implementación del programa de garantía de calidad en el Sitio de Proyecto. El IAN suministrará personal técnico para trabajar con el supervisor de garantía de calidad del Contratista, o su delegado en la preparación de procedimientos de garantía de calidad específicos a las actividades en el Sitio del Proyecto.

- ii) Suministro de personal e instalaciones para el personal del Contratista, en el sitio del Proyecto. Se espera que durante varias etapas del Proyecto el

Contratista tendrá cierto número de personas trabajando en el sitio del Proyecto. Este personal requerirá de algún espacio de oficina y servicios de teléfono, télex y mecanografía, incluyendo :

- espacio en una oficina grande con escritorios y teléfonos, para el personal del Contratista quien operará desde allí durante el tiempo que se asigne a Colombia;
- personal de ingeniería de proyecto quien reportará al administrador de operaciones en el Sitio del Contratista y desarrollará actividades relacionadas con el Proyecto en nombre del Contratista. Por ejemplo, agilizar suministros locales, seguir el progreso en el trabajo en el Sitio del Proyecto, preparar reportes de progreso mensuales en el Sitio. Dos ingenieros de proyecto se necesitarán durante un período de veinticuatro (24) meses a partir del 18avo mes del Proyecto.

- iii) Suministro de personal para la preparación de políticas y procedimientos detallados de puesta en operación y de operación, basados en los manuales de operación y encendido del Contratista y bajo la coordinación del Contratista, tal como se describe en las secciones 1.4 y 1.5 anteriores.
- iv) Ayudar al Contratista para la obtención de las visas de entrada a Colombia necesarias para todo el personal extranjero del Contratista requerido para trabajar en Colombia.
- v) Realizar todos los trámites de licenciamiento necesarios para obtener los permisos de construcción y operación.
- vi) Suministrar a toda hora un servicio de seguridad física y de control de acceso al sitio del Proyecto.
- vii) Obtener todos los permisos de construcción necesarios. Los documentos requeridos serán preparados por el Contratista y sus subcontratistas en Colombia.
- viii) Suministrar la electricidad y agua necesarias durante la construcción.
- ix) Aconsejar al Contratista sobre cualquier interferencia, tal como se describe en el Apéndice II, Sección (d).
- x) Suministrar la asistencia para la preparación del reporte de seguridad descrito en el Apéndice VI, Sección (a).

3.4 SUMINISTRO DE SERVICIOS AUXILIARES

Tener disponibles los siguientes servicios auxiliares requeridos por las instalaciones que serán suministradas por el Contratista :

- i) Agua necesaria para apagar incendios, especificada en el Apéndice I (a) Sección 3.3.

- ii) Agua doméstica necesaria de acuerdo a las especificaciones del Apéndice I (a), Sección 3.5.
- iii) Cables de alimentación eléctrica adecuados para los transformadores suministrados por el Contratista, conforme al Apéndice I (a) Sección 1.4.
- iv) Sistema de administración de desechos tal como se describe en el Apéndice I (a) Sección 3.6.

3.5 SUMINISTRO DE SERVICIO EN RELACION A LA INSTALACION TEMPORAL DE EQUIPO DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

Para aquellas instalaciones que necesiten ser trasladadas (es decir MEK, GLF, Xe-133 y TI-201), el IAN suministrará todos los servicios necesarios en sus actuales edificios, tales como ventilación, filtración nuclear, aire acondicionado, monitores de radiación, protección contra incendios, aire comprimido, tomas eléctricas, etc., que sean necesarios y espacios adecuados para poder realizar de manera segura las anteriores actividades de producción. El IAN también realizará una verificación de la estructura de los edificios y unas mejoras para que estén de acuerdo con las restricciones impuestas por la puesta en funcionamiento de estas instalaciones.

El costo de los servicios que debe suministrar la Nación-Ministerio de Minas y Energía y que se describen en esta Sección 3.0 del Apéndice Técnico IX no está incluido en el precio fijo dado por el Contratista para los trabajos descritos en la Sección 1.0, ni en el costo estimado para los trabajos locales descritos en la Sección 2.0.

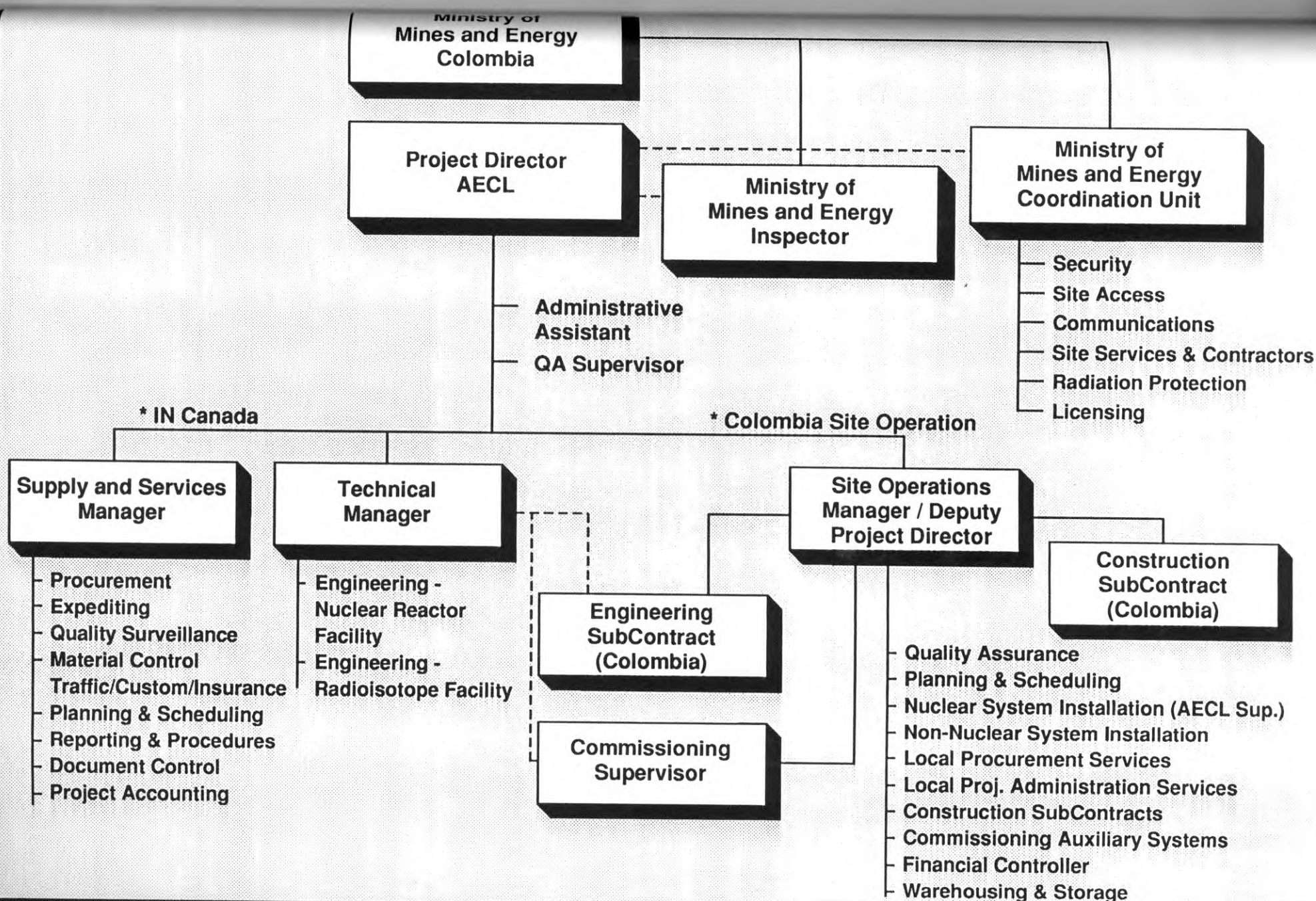


FIGURE 9.1 PROJECT ORGANIZATION

APENDICE X
GARANTIA DE FUNCIONAMIENTO

(El presente Apéndice X, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 5 páginas.)

APENDICE X
GARANTIA DE FUNCIONAMIENTO

- 1.0 GARANTIA DE FUNCIONAMIENTO
 - 1.1 Garantía de Potencia Térmica
 - 1.2 Garantía de Flujo Térmico
 - 1.3 Demostración del Funcionamiento de las Instalaciones de Radioisótopos

LISTA DE FIGURAS

Figura 10.1

APENDICE X

GARANTIA DE FUNCIONAMIENTO

1. GARANTIA DE FUNCIONAMIENTO

1.1 GARANTIA DE POTENCIA TERMICA

En esta Sección 1.1 se define como potencia térmica el calor entregado a la sección secundaria del sistema de refrigeración primario, y se determina midiendo el flujo a través del intercambiador de calor primario y las temperaturas de entrada y salida del agua.

La potencia térmica del Reactor MAPLE será de cinco (5) megavatios (MW).

La garantía de potencia térmica se demostrará por medio de la siguiente prueba :

- (a) Durante un lapso de tres (3) horas el Reactor mantendrá, bajo control del computador, una potencia térmica de cinco (5) megavatios.
- (b) La medida del flujo térmico se hará por los instrumentos entregados para tal fin por el Contratista, a menos que tales instrumentos sean suministrados por la Nación-Ministerio de Minas y Energía.
- (c) La prueba será realizada y comprobada por las Partes. La prueba se realizará antes de la aceptación final (con lo previsto en la Cláusula 27 del Contrato).
- (d) Se firmará un Acta que incluya el resultado de la prueba por parte del representante de la unidad coordinadora, el interventor y el representante del Contratista.
- (e) El Contratista anunciará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía la fecha en la cual Desea efectuar la prueba. Este anuncio se hará por escrito con quince (15) días de anticipación a la prueba.

Si como resultado de la prueba la potencia térmica es de un (1) megavatio o mayor de un (1) megavatio que es la potencia térmica de salida garantizada, la responsabilidad del Contratista en relación a la garantía de potencia térmica terminará.

En caso de que la potencia térmica sea inferior a la potencia térmica de salida garantizada de un (5) megavatios, una tolerancia de gracia del dos por ciento (2%) se agregará a la potencia térmica medida e indicada durante la prueba y el resultado se llamará en adelante la potencia térmica de salida corregida. Si la potencia térmica de salida corregida es menor que la potencia térmica de salida garantizada, el Contratista deberá :

- (a) Reparar, reemplazar, modificar o adicionar a los materiales o al equipo suministrado, de acuerdo a las necesidades para corregir la deficiencia de la potencia térmica de salida corregida. Luego de lo anterior y de una nueva prueba satisfactoria, las obligaciones del Contratista en relación a la potencia térmica de salida garantizada terminarán; o

- (b) Si la potencia térmica de salida corregida es inferior a la potencia térmica de salida garantizada (5 MW) pero superior a 4,5 MW el Contratista podrá, a su opción, en lugar de efectuar las modificaciones físicas, ser responsable ante la Nación-Ministerio de Minas y Energía por daños a razón de mil dólares canadienses (\$1,000 Cdn) por kilovatio (kW), por cada kilovatio de diferencia entre la potencia térmica de salida corregida y la potencia térmica de salida garantizada. El daño liquidado por la garantía de potencia térmica no excederá, en cualquier caso, la suma de cien mil dólares canadienses (\$100,000 Cdn). Después de que el Contratista pague tales daños, las obligaciones del Contratista en relación a la potencia térmica de salida garantizada terminarán.
- (c) Si la potencia térmica de salida corregida es inferior a 4.5 megavatios, el Contratista hará las reparaciones, reemplazos, modificaciones o adiciones a los materiales o equipos suministrados, de acuerdo a las necesidades, para asegurar que el Reactor obtenga una potencia térmica de salida corregida mínima de 4.5 megavatios.
- (d) Se hará un Acta que incluya el resultado de la prueba, firmada por el representante de la unidad coordinadora, el interventor y el representante del Contratista.
- (e) El Contratista notificará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía la fecha en la que desea efectuar la nueva prueba. La notificación se hará por escrito quince (15) días antes de la prueba.

1.2 GARANTIA DE FLUJO TERMICO

En esta Sección 1.2, flujo térmico significará el número de neutrones medido por centímetro cuadrado por segundo, que tenga una energía inferior a 0,625 eV.

Para la carga inicial en el núcleo del Reactor MAPLE, que consistirá de 6 elementos combustibles para control de reactividad, 10 elementos combustibles completos y 3 módulos de irradiación, el flujo térmico no perturbado en un sitio lleno de agua dentro del anillo interior de la grilla del núcleo, será de $8 \times 10^{13} \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$, de ahora en adelante llamado el flujo térmico garantizado (ver Figura 10.1).

La garantía de flujo térmico se demostrará por la siguiente prueba :

- (a) Durante un lapso de media hora el Reactor se mantendrá a una potencia constante por medio del control del computador.
- (b) Dos alambres de Mn, uno forrado en Cd y el otro desnudo, se insertarán en un módulo de irradiación localizado en el anillo interior de la grilla del núcleo, durante un lapso de media hora. Los alambres se pesarán antes de la prueba.
- (c) La actividad de los alambres de Mn se medirá utilizando un detector de germanio-litio, suministrado para este propósito por el Contratista, a menos que tales instrumentos se suministren por la Nación-Ministerio de Minas y Energía. Si la tasa de contaje en el detector de germanio es demasiado alta, se usarán atenuadores apropiados para disminuir la tasa de contaje.
- (d) El flujo térmico se calcula a partir de estos resultados de la prueba utilizando las fórmulas descritas en el procedimiento detallado de la prueba.

- (e) La prueba será desarrollada y comprobada por las Partes. La prueba se realizará antes de la Aceptación Final de acuerdo con lo previsto en la Cláusula 27 del Contrato y puede realizarse simultáneamente con la prueba de potencia térmica.
- (f) Un acta conteniendo el resultado de la prueba será firmada por el representante de la unidad coordinadora, el interventor y el representante del Contratista.
- (g) El Contratista notificará a la Nación-Ministerio de Minas y Energía la fecha en la cual desea realizar la prueba. La notificación se hará por escrito quince (15) días antes de la prueba.

Se suministrarán a la Nación-Ministerio de Minas y Energía los procedimientos detallados de las pruebas, para su aprobación antes de, o a la vez que se hace la notificación en relación a estas pruebas.

Si el flujo térmico garantizado se alcanza o supera, la responsabilidad del Contratista en relación al flujo térmico terminará.

En caso de que el flujo térmico indicado sea inferior al flujo térmico garantizado, una tolerancia de gracia de un cinco por ciento (5%) del flujo térmico medido se agregará al flujo térmico indicado, medido durante las pruebas y el resultado se llama de ahora en adelante el flujo térmico corregido. Si el flujo térmico corregido es inferior al flujo térmico garantizado, el Contratista :

- (a) reparará, reemplazará, modificará o adicionará a los materiales o equipos suministrados, de acuerdo a las necesidades, para corregir la deficiencia del flujo térmico corregido. Luego de ello y después de una nueva prueba satisfactoria, las obligaciones del Contratista en relación a la garantía de flujo térmico terminarán; o
- (b) si el flujo térmico corregido es inferior al flujo térmico garantizado el Contratista podrá, a su opción, en lugar de adoptar las medidas físicas, ser responsable ante la Nación-Ministerio de Minas y Energía por daños, a una tasa de diez mil dólares canadienses (\$10,000 Cdn) por cada uno por ciento (1%) de diferencia entre el flujo térmico garantizado y el flujo térmico corregido. Después de que el Contratista pague por tales daños, las obligaciones del Contratista en relación al flujo térmico garantizado terminarán.
- (c) El daño liquidado para el flujo térmico no excederá, en cualquier caso, la suma de cien mil dólares canadienses (\$100,000 Cdn).

Puesto que el flujo térmico está relacionado a la potencia térmica de salida del Reactor, la deficiencia en el flujo térmico no se mejorará si la deficiencia en flujo térmico está relacionada directamente a la deficiencia en la potencia térmica de salida.

La garantía de flujo térmico y la garantía de potencia térmica no serán materia de un recurso acumulativo por daño liquidado, y solamente si al alcanzar la potencia térmica garantizada hay una deficiencia en el flujo térmico garantizado, se aplicará esta Sección 1.2.

1.3 DEMOSTRACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE RADIOISOTOPOS

La GLF, el equipo de preparación de columnas, Xe-133 y el Tl-201 se instalarán y pondrán en operación en uno de los actuales edificios del Instituto de Asuntos Nucleares y posteriormente se instalarán y pondrán en operación en el nuevo edificio de radioisótopos. Las otras instalaciones (I-131, Mo-99 (n,gamma), P-32, Ir-192, laboratorio de blancos, laboratorio de garantía de calidad) se instalarán y pondrán en operación en el nuevo edificio.

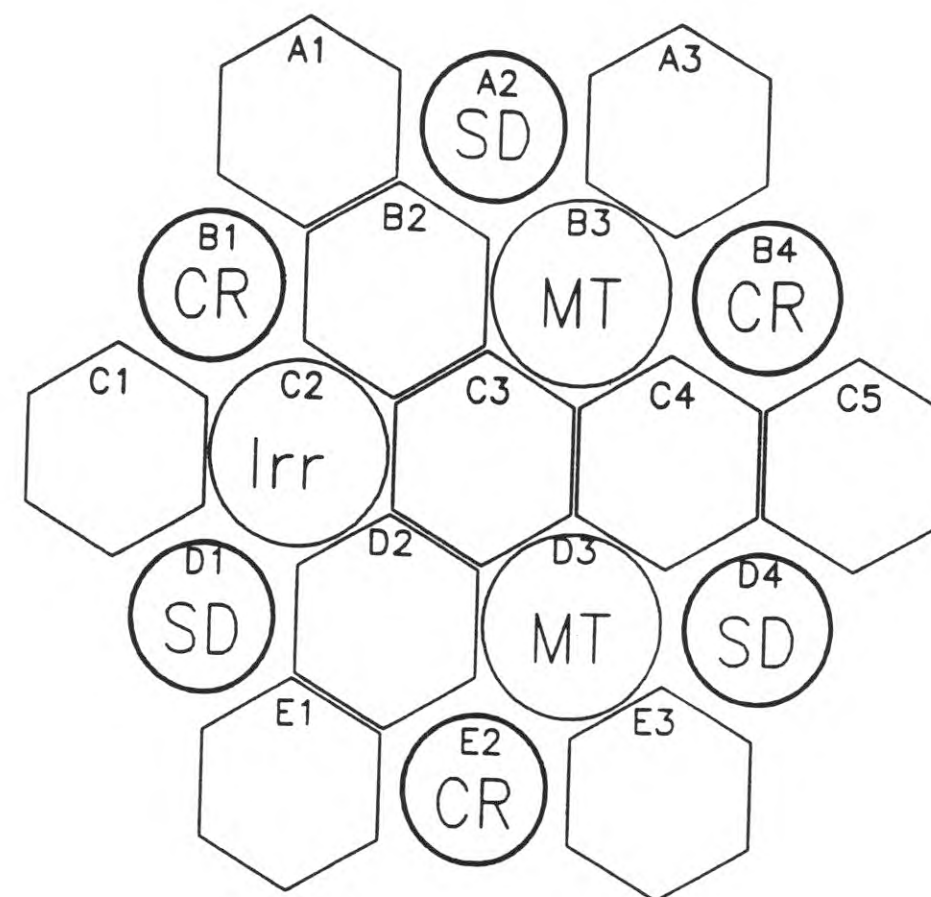
Se suministrará una supervisión en el sitio del Proyecto por parte de personal del Contratista durante la instalación, puesta en operación, traslado y nueva puesta en operación de las anteriores instalaciones.

El propósito de esta supervisión es asegurar que el trabajo se realice de acuerdo a los estándares y procedimientos aplicables, y ayudar, guiar o entrenar a los equipos locales de construcción, o al personal de operación en radioisótopos durante las diversas fases del trabajo.

La demostración del funcionamiento estará de acuerdo con las especificaciones individuales de las instalaciones de radioisótopos dadas en la Sección 2.0 del Apéndice I. La conformidad con los requisitos de funcionamiento de cada instalación se demostrará realizando tres (3) pruebas de puesta en operación. Cada prueba consistirá en producir una cantidad de radioisótopos igual a la producción especificada por semana, para el I-131, generadores de Tc-99m y Tc-99m instantáneo, y una cantidad que será acordada entre las Partes en cada caso de otros diversos isótopos. La calidad del producto estará dentro de los criterios definidos bajo las especificaciones de cada isótopo y será verificada en el sitio utilizando procedimientos de control de calidad aprobados por el Contratista.

Los criterios de blindaje se verificarán mediante los niveles de radiación en las áreas de operación, cuando la instalación esté cargada con una cantidad de radioisótopos igual a la capacidad de diseño, o alternativamente usando fuentes radioactivas de Co-60 o Ir-192 que sean por lo menos equivalentes a la capacidad de diseño.

En el caso de generadores de extracción por solventes MEK, el cumplimiento con los requisitos de funcionamiento de cada unidad de la instalación de extracción por solventes Tc-99m MEK se demostrará realizando tres (3) pruebas de puesta en operación por cada unidad, utilizando una cantidad apropiada de Mo-99 (n,gamma) enviado para este fin desde Canadá o producido en el Reactor MAPLE del IAN, luego de su Entrega Parcial Definitiva a la Nación-Ministerio de Minas y Energía. Cada prueba consiste de la preparación del pertecnetato de Tc-99m como una solución salina, estéril y apirogénica, tal como se especifica en la Sección 2.0 del Apéndice I. Los criterios de blindaje se verificarán mediante medidas de los niveles de radiación en las áreas de operación, cuando la unidad esté cargada a capacidad máxima (260 GBq o 7 Ci) de molibdeno-99. Al completar la puesta en operación de cada unidad, se hará un Acta de la Entrega Parcial Definitiva, firmada por el representante del Contratista, la unidad coordinadora y el interventor.

**LEGEND**

CR - Control Rod Site
 SD - Shut Down Site
 MT - Materials Test Site
 Irr - Irradiation Site

Nota : los sitios B3, C2 y D3 contendrán módulos de irradiación de circonio

Figura 10.1 : Configuración inicial del núcleo del reactor MAPLE-IAN

APENDICE XI
ESTIMACION DE GASTOS LOCALES

(El presente Apéndice XI, en desarrollo del Contrato entre la Nación-Ministerio de Minas y Energía y Atomic Energy of Canada Limited, contiene 2 páginas.)

APENDICE XI
ESTIMACION DE GASTOS LOCALES

1.0 RESUMEN DE GASTOS LOCALES

APENDICE XI
ESTIMACION DE GASTOS LOCALES

1. RESUMEN DE GASTOS LOCALES

Para todas las actividades a desarrollar por parte de compañías colombianas bajo subcontrato con AECL tal como se describe en el Apéndice IX Sección 2.0, el Contratista recurrió a los servicios de una firma consultora de ingeniería local, para preparar estimativos de costos locales basados en las especificaciones del Contratista para las obras civiles que serán realizadas, y en una lista de equipos que serán instalados y puestos en operación.

La Tabla 11.1 resume los estimativos de costos locales.

Estos costos se han estimado en pesos colombianos de enero 1990 y convertidos a dólares canadienses a una tasa de cambio de 380 pesos por dólar canadiense. No se ha incluido escalación durante la vida del Proyecto, puesto que la capacidad de compra del dólar canadiense en Colombia se espera que permanezca constante durante los próximos años, tal como indica el Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia.

TABLA 11.1

RESUMEN DE GASTOS LOCALES

Descripción	Gasto en dólares canadienses		
	Estimado	Contingencias propuestas	Total
ADMINISTRACION DEL PROYECTO	518,725	70,357	589,082
(Oficina de AECL en Colombia)			
INGENIERIA	402,490	60,374	462,864
ESTUDIO DE SUELOS	60,575	18,173	78,748
CONSTRUCCION DEL EDIFICIO DEL REACTOR Y DE SERVICIOS			
(Subcontratista Colombiano)			
1. Gastos generales, Bonos, Servicios y Asistencia a la Construcción	1,123,875	168,581	1,292,456
2. Carretera, Jardinería, etc.	78,948	11,842	90,790
3. Excavación	5,222	783	6,005
4. Cimientos	236,035	35,405	271,440
5. Estructura	148,724	22,309	171,033
6. Concreto Macizo	1,250,000	187,500	1,437,500
7. Agregado de Baritina	1,100,000	165,000	1,265,000
8. Partes Empotradas	73,044	10,957	84,001
9. Revestidor de Acero Inoxidable	540,000	81,000	621,000
10. Afinados Internos	209,474	31,421	240,895
11. Fachadas y Afinados Externos	62,553	9,383	71,936
12. Techos	100,113	15,016	115,129
13. Protección contra Incendios, Albañilería	31,421	4,713	36,134
14. Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado	381,579	57,237	438,816
15. Instalaciones Eléctricas	789,474	118,421	907,895
INSTALACIONES DEL EQUIPO NUCLEAR			
1. Instalaciones Mecánicas de Partes Nucleares	1,231,767	246,353	1,478,120
2. Instalaciones Eléctricas y de Control de la Parte Nuclear	410,589	82,117	492,706
TRANSPORTE	26,700	2,670	29,370
BODEGAJE/ALMACENAMIENTO	55,200	11,040	66,240
DERECHOS DE ADUANA	86,700	17,340	104,040
SERVICIOS DE TRADUCCION	37,000	7,400	44,400
SERVICIOS JURIDICOS	54,000	10,800	64,800
SERVICIOS DE AUDITORIA	33,000	6,600	39,600
TOTAL	9,047,208	1,452,792	10,500,000

Contrato para suministrar un reactor tipo
maple y una planta de

333.7942 C718c Ej. 1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA
PEDIDO

PRESTADO A

FECHA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01002281