



# MANUAL TÉCNICO- PRÁCTICO DE RADIACIÓN

**TÉCNICAS DE CUARTO DE  
MOLDES PARA TELETERAPIA**



**IAEA**

Organismo Internacional de Energía Atómica

## TÉCNICAS DE CUARTO DE MOLDES PARA TELETERAPIA



MANUAL TÉCNICO-PRÁCTICO DE RADIACIÓN

# TÉCNICAS DE CUARTO DE MOLDES PARA TELETERAPIA

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
VIENA, 2004

TÉCNICAS DE CUARTO DE MOLDES PARA TELETERAPIA  
OIEA, VIENA, 2004

© OIEA, 2004

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1-5
Función del cuarto de moldes para teleterapia	
Aspectos generales de la inmovilización	
Objetivos de precisión en la inmovilización	
Principios generales	
INMOVILIZACIÓN DE LA CABEZA Y EL CUELLO .....	6-17
Bases	
Soportes de cabeza y cuello	
Cintas sujetadoras	
Dispositivos mecánicos de fijación	
Máscaras faciales	
INMOVILIZACIÓN DEL TRONCO .....	18-21
Cunas de poliestireno expandido	
Cunas de cierre al vacío	
INMOVILIZACIÓN DE LAS EXTREMIDADES .....	22-23
Hemiarazón de yeso	
DISPOSITIVOS AUXILIARES DE PLANIFICACIÓN .....	24-29
Contorno anatómico	
Compensadores de superficie	
CONFORMACIÓN DEL HAZ .....	30-39
Bloques de plomo	
Lámina de plomo contorneada	
Colimadores multihojas	

TÉCNICAS ESPECIALES .....	40-41
Afectación de la piel	
Párpado inferior	
Cáncer de labio	
Cáncer del orificio nasal	
Cáncer de pene	
RELACIÓN CON EL APARATO DE TELETERAPIA .....	42-43
Mesa de tratamiento	
Cabezal de tratamiento	
Bandeja de cuñas	
Bandeja de protección	
DOCUMENTACIÓN .....	44-45
Formulario de solicitud de servicio al cuarto de moldes	
Registro de posicionamiento	
DISPOSICIÓN GENERAL DEL CUARTO DE MOLDES .....	46-47
EQUIPO DE CUARTO DE MOLDES .....	48-49
AGRADECIMIENTOS .....	50

## INTRODUCCIÓN

### FUNCIÓN DEL CUARTO DE MOLDES PARA TELETERAPIA

Las técnicas del cuarto de moldes son necesarias para obtener el mayor beneficio posible del tratamiento con teleterapia. La finalidad de esas técnicas es:

- Asegurar que la parte del paciente que se está tratando permanece en la misma posición desde el inicio hasta el final de cada fracción de radioterapia.
- Asegurar que los campos inicialmente planificados y documentados en imágenes puedan reproducirse con exactitud para cada fracción.
- Asegurar que si ha de tratarse más de un volumen de planificación estos volúmenes mantendrán una posición relativa constante y reproducible entre cada uno.
- Obtener contornos para planificar la teleterapia.
- Facilitar la exactitud del ajuste de los campos individuales con respecto a la posición en el paciente y la unidad de tratamiento.
- Fabricar y montar bloques o protecciones dentro de cualquier campo que protejan adecuadamente y en forma reproducible el tejido sano o los órganos críticos
- Fabricar y montar compensadores y material de bolus dentro de cualquier campo que modifiquen el haz adecuadamente y en forma reproducible según se requiera.

## ASPECTOS GENERALES DE LA INMOVILIZACIÓN

La inmovilización se aborda inicialmente estudiando una región anatómica, la enfermedad y el aparato de tratamiento seleccionado. Se señala la versatilidad de cada técnica para llevar a cabo la inmovilización para varios propósitos.

La inmovilización es comúnmente usada en la región de cabeza y cuello para el tratamiento de los cánceres orales y nasales y el tratamiento de tumores cerebrales. Como esta parte de la anatomía es muy flexible, el dispositivo de inmovilización no sólo debe asegurar que la cabeza se mantenga en posición simétrica, sino también que se mantiene el grado de extensión o flexión del cuello (necesario para tratar la laringe o la hipófisis). Las estructuras sensibles en esa región son los ojos y la médula espinal pero en ocasiones la parótida o parte del cerebro pueden requerir la limitación de la dosis. Esto puede lograrse planeando los haces de teleterapia con protecciones dentro de los campos seleccionados.

En el tratamiento de algunos campos ganglionares grandes, se requiere hacer uso extensivo de la información de los haces. Esto es una práctica muy común usada en la enfermedad de Hodgkin donde un campo superior (manto) requiere la protección de gran parte de los pulmones. El hemicuerpo inferior requiere tratamiento de los ganglios pélvicos bilaterales y para-aórticos centrales y protección del intestino y los riñones para prevenir náusea o daño renal (campo en forma de Y invertida).

Uno de los retos mas grandes de un cuarto de moldes es la inmovilización de un niño para irradiación cráneo-espinal. Esto es esencial no sólo porque los volúmenes iniciales (contenido craneal, fosa posterior del cerebro y el saco espinal completo) necesitan ser tratados en forma precisa, sino también porque todos los volúmenes de tratamiento separados necesitan aparejarse en forma reproducible con cada uno. Esto es para evitar ya sea subdosificación, cuyo resultado sería una recurrencia incurable, o

sobredosis, que conduciría a una parálisis en la unión de los campos de la cabeza con la médula.

Las técnicas han evolucionado a lo largo de los años de manera independiente en muchos centros. Por lo tanto, no es de extrañar que se hallan desarrollado muchos métodos diferentes para alcanzar los mismos objetivos. La selección de una u otra técnica para cualquier centro depende de las aptitudes existentes, el número de personas disponible y un equilibrio entre los métodos más rápidos o más exactos y el costo y la disponibilidad de materiales.

Los materiales usados incluyen desde cremas faciales, capas plásticas y bolsas, bolsas de ropa, o hasta arroz y azúcar, fácilmente obtenibles en la tienda local, hasta compuesto termoplástico, bloques de poliestireno, perspex o lexan gruesos, aleación que funda a baja temperatura o material de impresión dental que requeriría de identificación de fuentes de suministro.

De manera similar, el equipo varía desde martillos simples, clavos, lijas, ruedas abrasivas y serruchos, hasta un local propio para equipo especializado como pantógrafos, cortadores con alambre caliente para espuma diseñados para procesos específicos en la fabricación de moldes.

## OBJETIVOS DE PRECISIÓN EN LA INMOVILIZACIÓN

El grado deseado de inmovilidad depende de la proximidad del campo de tratamiento a una estructura sensible, lo que, a la vez, debería influenciar la decisión sobre el tipo de dispositivo usado.

Como guía aproximada, se ofrecen:

— Radiocirugía	< 1mm
— Cabeza y cuello — Linac	< 3mm
— Cabeza y cuello — <sup>60</sup> Co	< 5mm
— Tórax	~ 10 mm
— Pelvis	~ 15 mm

Debería tenerse en cuenta que estas cifras se dan asumiendo que se utiliza la mejor imagen, planeación y forma del haz. Los beneficios al paciente sólo se consiguen si todo el proceso es de alta calidad.

## PRINCIPIOS GENERALES

Cuando un adulto o un niño debe someterse a un procedimiento de cuarto de moldes, es un requisito previo proporcionarle información adecuada sobre el procedimiento para obtener su plena cooperación. Seguidamente, debe prestarse atención a la comodidad general del paciente, mediante el control de temperatura y cojines o bolsas de bolus, lo que ayudará a obtener mejores resultados.

Para cada parte del proceso de radioterapia, una posición cómoda para el paciente es esencial y puede ser todo lo que se requiere para lograr la suficiente inmovilización del paciente durante el tratamiento.

Si se requieren dispositivos de inmovilización, debe asegurarse de que se disponga de juegos completos idénticos de dispositivos para el cuarto de moldes, todas las salas de imagen y cada aparato de megavoltaje. Cada pieza debe marcarse con un número distintivo para asegurar que el mismo se use para todos los aspectos de la inmovilización, imagen y tratamiento.

# INMOVILIZACIÓN DE LA CABEZA Y EL CUELLO

## BASES

Generalmente se requiere una base para fijar el soporte de cabeza y cuello al inmovilizador atar el descanso de cabeza y cuello al sujetador de la cabeza (véase página 43). Algunos centros prefieren fijar la base al extremo de la mesa para prevenir que el paciente mueva el dispositivo de inmovilización completo.

## SOPORTES DE CABEZA Y CUELLO

Éstos deberían diseñarse para asegurar la comodidad del paciente. La selección depende de la posición requerida de la cabeza (supina, prona o lateral). Puede necesitarse una cuña o plano inclinado para aumentar la flexión.

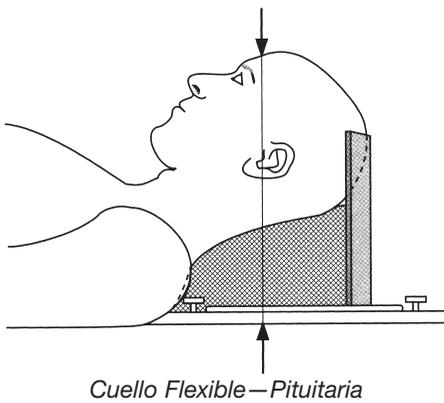
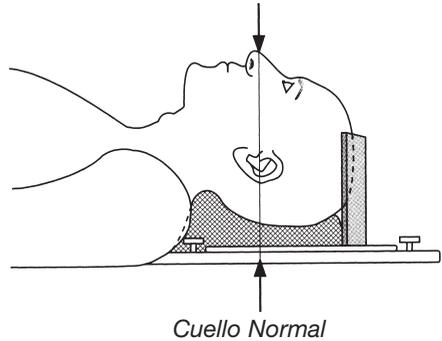
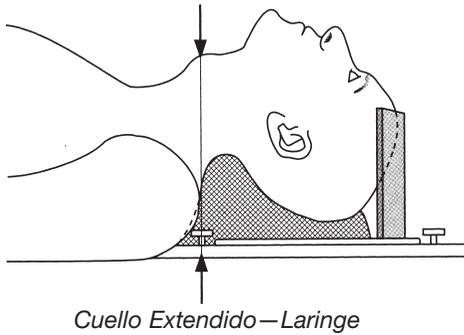
Algunas alternativas incluyen:

a) *Bolsas de bolus*

Las bolsas de bolus son simples bolsas de tela de 12 X 25 cm y llenas con arroz o con un material similar equivalente a tejido que se pueden insertar bajo el cuello del paciente mientras la cabeza permanece en posición prona o lateral. Esto es especialmente útil para el tratamiento paliativo de cerebro, usando aplicadores de rayos X profundos (ortovoltaje). El paciente se acomoda en las posiciones laterales izquierda y derecha. Esto asegura la comodidad del paciente manteniendo una posición con el centro de la cabeza paralelo a la mesa.

b) Soportes de cuello estándar prefabricados

Los soportes pueden adquirirse o fabricarse en juegos de 5 a 6 formas diferentes para lograr diferentes grados de flexión del cuello. Los materiales usados son generalmente capas delgadas de material de baja densidad.



c) *Poliestireno expandido*

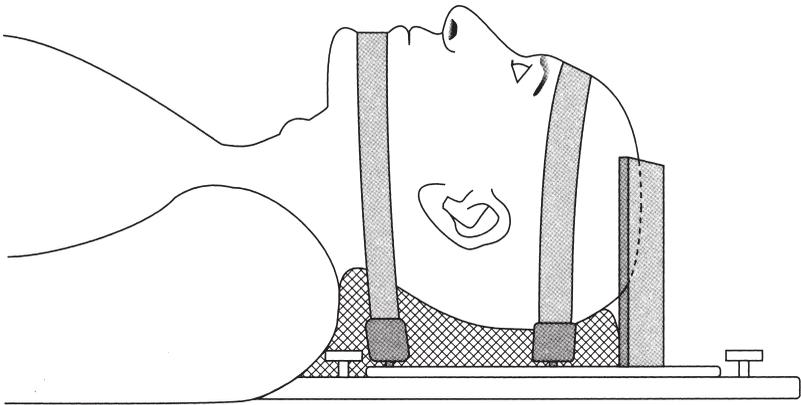
Otros métodos especialmente útiles cuando se requiere repetidamente una posición de la cabeza o posicionamiento de la cabeza y el hombro inusual (lateral), son los compuestos de poliestireno expandido o los sistemas de cierre al vacío.

d) *Cierre al vacío*

El sistema de cierre al vacío es muy eficaz cuando se requiere inmovilización de cabeza y hombros. Resultaría incómodo utilizar este sistema como sustituto de un simple soporte de cuello.

## CINTAS SUJETADORAS

Los inmovilizadores más sencillos pueden ser cintas hechas de cinta adhesiva, venda de yeso, termoplástico o "Scotchcast" atadas a la mesa o base. Aunque estas cintas pueden ayudar a inmovilizar al paciente, tienen grandes limitaciones en lo que respecta a obtener una posición reproducible igual a la de la radiografía o la marcada durante las fracciones subsiguientes.

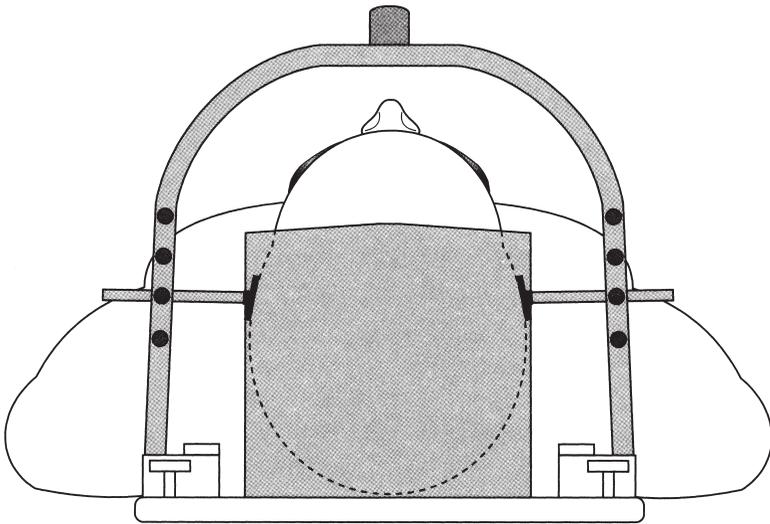


## DISPOSITIVOS MECÁNICOS DE FIJACIÓN

Los dispositivos prefabricados presionan la cabeza lateralmente o, de preferencia, sujetan la ceja, boca (bloque de mordida) o barbilla.

### *Tornillos laterales*

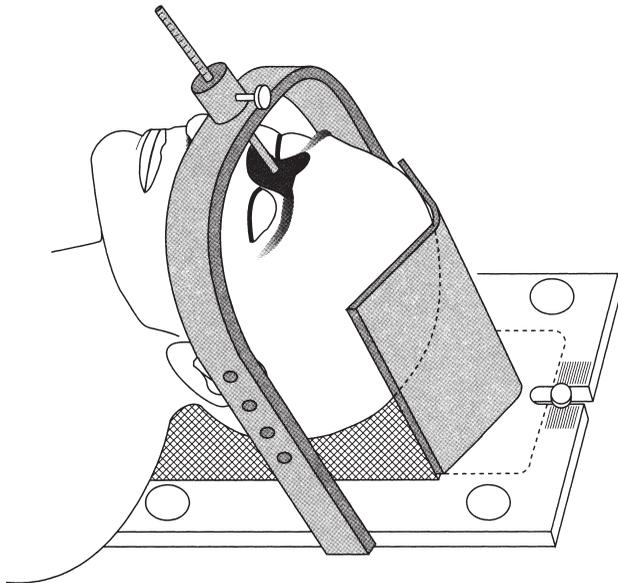
Su utilidad para mantener la cabeza inmóvil y estable en una posición aproximadamente vertical durante cada fracción es limitada. No son útiles en cuanto a la reproducibilidad.



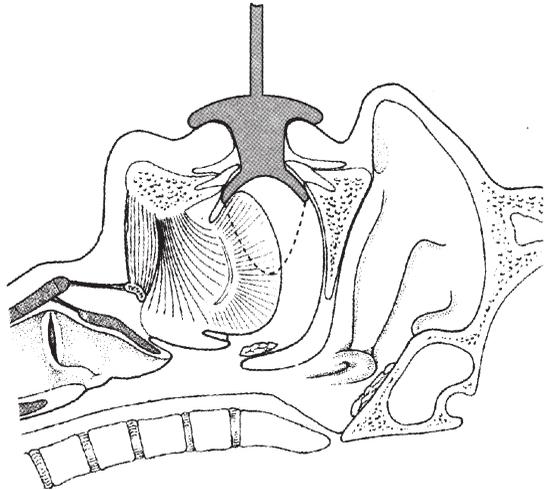
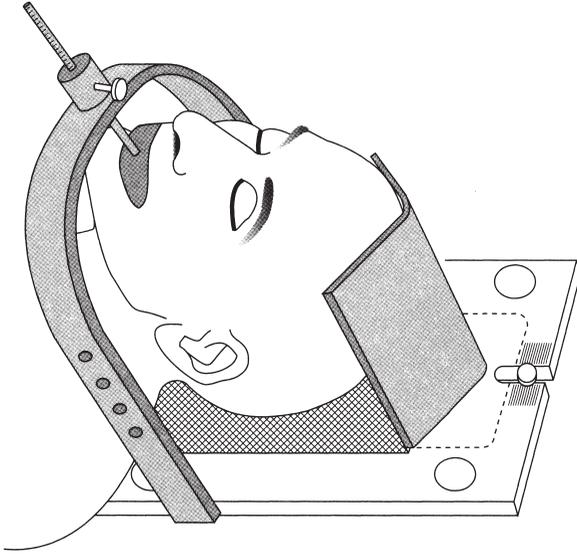
### *Fijación de la línea media*

Se trata de variaciones en un brazo o arco que viene del centro de la cabeza que tiene respectivamente:

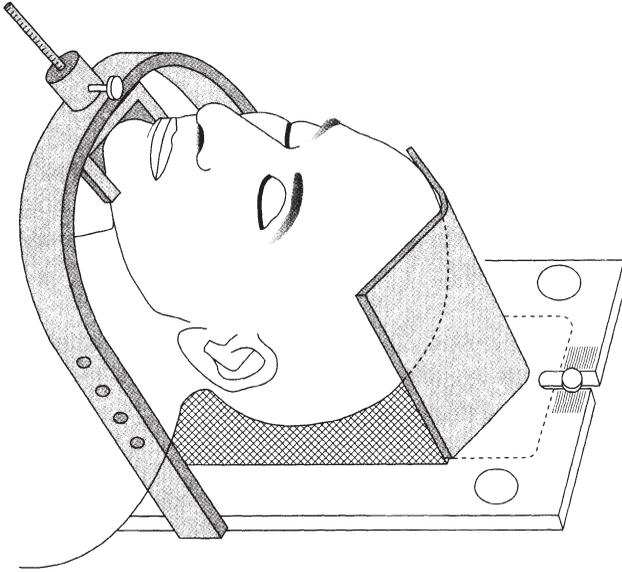
- a) Bloque de ceja: un parche firme para presionar el nasión. Puede estar hecho de material termoplástico o de impresión.



- b) Bloque de mordida: un molde hecho de material de impresión dental en el que el paciente muerde. Una alternativa es usar material termoplástico tibio moldeado al morder el paciente en él mismo mientras se enfría.



- c) Tornillo de barbilla: un disco superficial que encaja debajo de la barbilla.



### *Registro de posicionamiento*

Para lograr tanto la reproducibilidad como la inmovilización, estos dispositivos requieren señales de calibración que indiquen todas las posiciones variables. Estas señales deberían verificarse y registrarse en el cuarto de moldes y luego transferirse a la hoja de tratamiento del paciente (véase página 45).

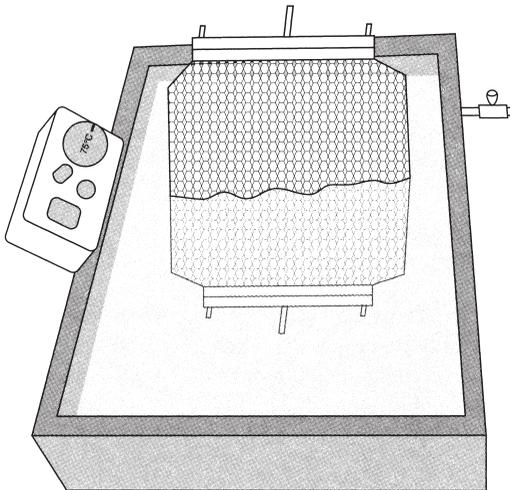
## MÁSCARAS FACIALES

Actualmente existen dos métodos diferentes que permiten obtener los resultados deseados en lo que respecta a la inmovilización en el tratamiento convencional, con cerca de 2 mm de exactitud en el reposicionamiento. En todos los casos deben cortarse el cabello y la barba para obtener el mejor acercamiento a las estructuras óseas y de tejidos blandos.

### *Máscaras termoplásticas*

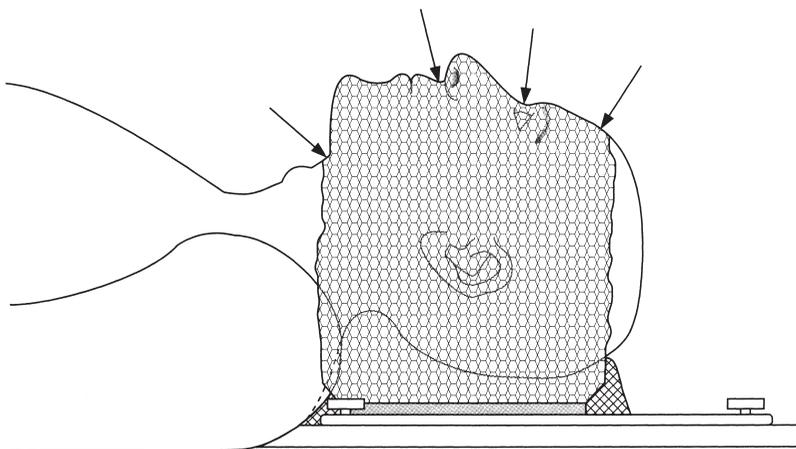
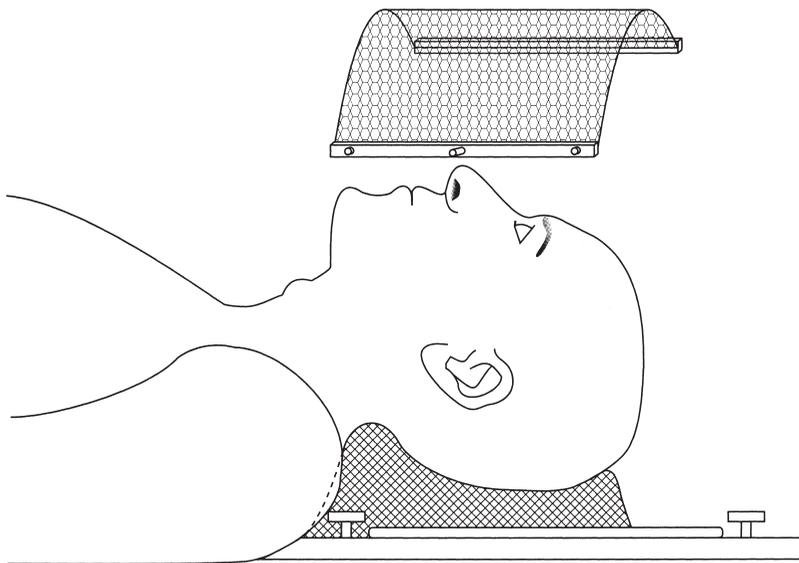
Las máscaras termoplásticas faciales son ciertamente el mejor método de inmovilización. Las ventajas son la facilidad y rapidez con que se preparan. Un inconveniente es el alto costo por unidad que puede reducirse si se vuelven a usar; lo razonable es generalmente hasta 5 veces.

- Seleccione una hoja de tamaño adecuado y mójela en agua tibia para que se ablande. La temperatura requerida es normalmente de unos 75°C. El vendedor de cada sistema debe dar esta cifra.

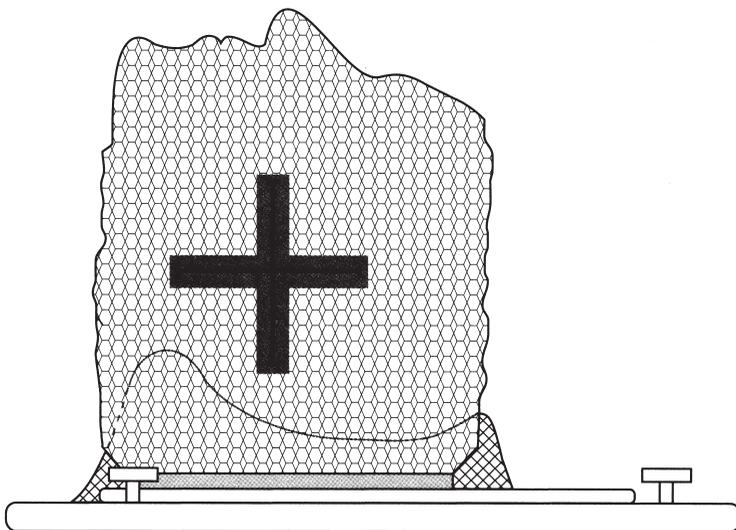


- Sáquelo del agua cuando esté caliente y séquelo con palmadas.

- Aplique la hoja tibia y seca sobre la cara, sujetándola a la base e indeniéndola alrededor de la nariz y los ojos. Este procedimiento requiere unos 4 minutos.



- Use cinta adhesiva en la máscara en que se marcará la posición del campo. La cinta debe correr a lo largo de los ejes centrales del campo y ser más larga que el tamaño de campo. Esto permitirá utilizar nuevamente la máscara y facilitará el marcado exacto.



- Evite cortar la máscara a menos que sea esencial.
- Después de concluirse el tratamiento de radioterapia, la máscara puede calentarse nuevamente para que vuelva a su forma original y pueda usarse otra vez.

### *Máscaras moldeadas al vacío*

Las máscaras formadas al vacío requieren importantes desembolsos de capital para la adquisición de la maquinaria necesaria y su mantenimiento. El proceso de endurecimiento del yeso mediante el empleo de vendas de yeso para obtener la forma facial, el vertido del molde macho y la formación al vacío puede tomar un día. Los costos por hoja son considerablemente más bajos que los de la hoja termoplástica pero como la máscara resultante no puede volverse a usar, los costos de estas máscaras son similares a los de las termoplásticas. La técnica requiere mayor adiestramiento y pericia, pero puede tener ventajas desde el punto de vista del marcado exacto de los campos y los puntos de entrada y salida, así como de la obtención de contornos derivados.

El proceso de producir máscaras incluye los siguientes pasos:

- Cubra la región con crema facial o película plástica.
- Aplique la venda de yeso a la región. Permita que se endurezca y retírela.
- Forme una represa de yeso cerrando la apertura del cuello y aplique un agente liberador en el interior. Vierta el yeso para el molde. Permita que se endurezca y retírelo.
- Moldee al vacío el plástico o perspex caliente sobre la forma macho. El espesor usual es de unos 2 mm.
- Recolecte el plástico o perspex en exceso.
- Coloque al paciente en el soporte de cabeza/cuello en la posición deseada bajo control por simulador.
- Ate las cintas de la máscara a la base para mantener la posición.

## INMOVILIZACIÓN DEL TRONCO

### CUNAS PARA EL CUERPO

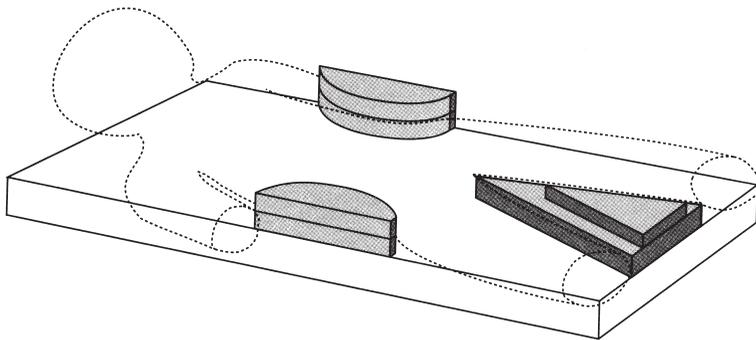
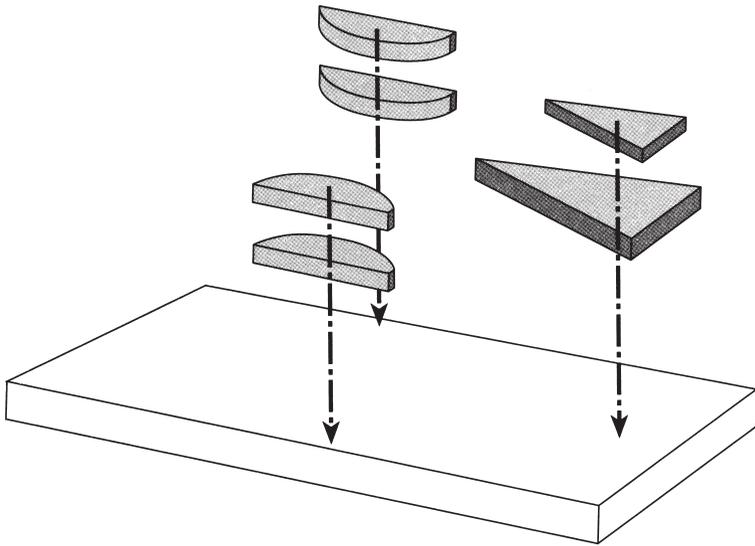
Se usan para la radiación del hemicuerpo superior e inferior y para la radiación cráneo-espinal.

#### **Cunas de poliestireno expandido**

Son particularmente útiles para los soportes de cabeza laterales, la radiación del hemicuerpo superior e inferior y cunas para el cuerpo empleadas en la radiación cráneo-espinal.

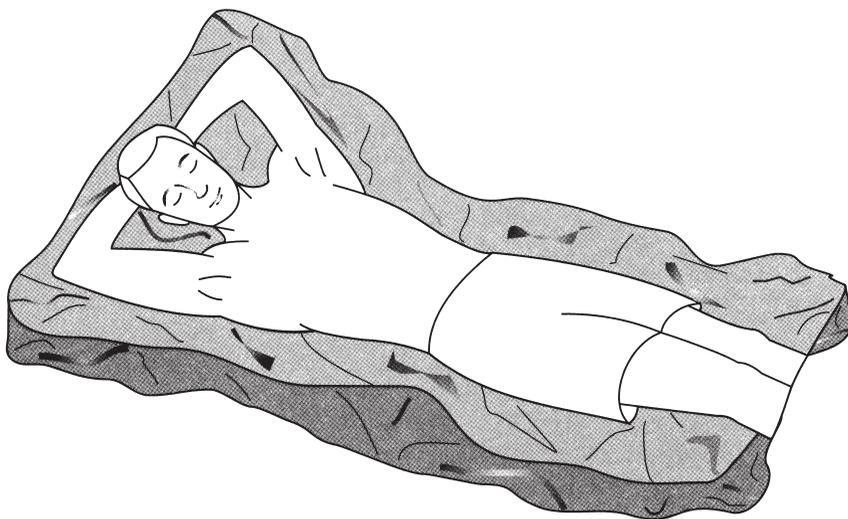
*Método I: Este es barato, usa hojas de espuma de poliestireno que se consiguen fácilmente*

Pueden moldearse y laminarse hojas de espuma de estireno de aproximadamente 5 cm de espesor para establecer la posición del paciente.



## *Método II: Métodos mas precisos usando materiales especializados*

Un método más fácil y más común consiste en el empleo de productos de poliestireno expandido lo que supone la adición de dos compuestos líquidos en una bolsa de plástico, acostando al paciente y permitiendo que los compuestos reaccionen y formen una espuma rígida. Estos compuestos se consiguen fácilmente en los países desarrollados (proveedores de partículas de navegación y aislamiento), pero puede que los países en desarrollo tengan que importar los reactivos adecuados. Los costos guardan relación con la capacidad para identificar suministradores a granel teniendo en cuenta que el tiempo de conservación de los reactivos es de unos seis meses.



## **Cunas de cierre al vacío**

Las cavidades que se cierran al vacío son cuentas finas dispuestas en una envoltura duradera y flexible. Después de colocar cómodamente al paciente en la envoltura, se hace un vacío que permite preservar la forma del paciente en la cuna. Se dispone de una amplia variedad de formas y tamaños para diferentes sitios anatómicos.

Como estas cunas son caras y se necesita una bomba de vacío, la adquisición de un juego completo puede suponer considerables desembolsos de capital. Sin embargo, las cunas pueden utilizarse indefinidamente. Lógicamente para cada paciente se requiere una de esas envolturas durante todo el tiempo del tratamiento.

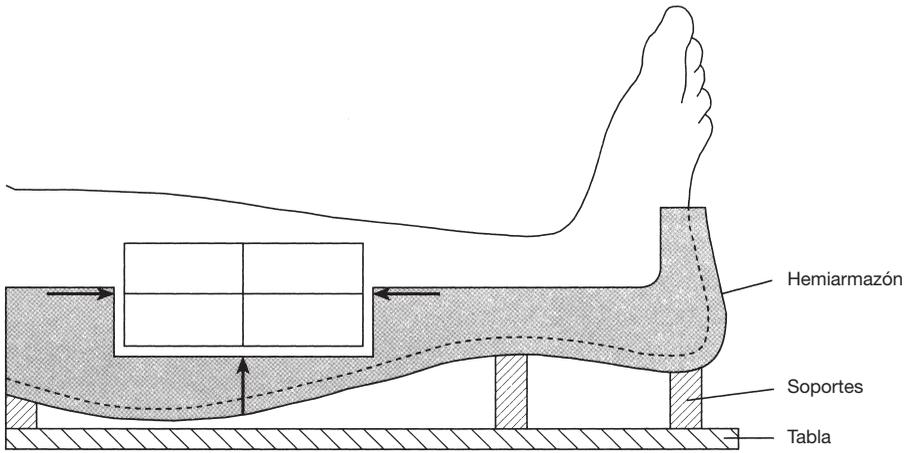
Los agujeros se pueden reparar fácilmente.

## **INMOVILIZACIÓN DE LAS EXTREMIDADES**

Estos pueden inmovilizarse usando las técnicas previas expuestas en las páginas 22 y 23. Otra alternativa útil es el hemiarmaazón de yeso.

### **HEMIARMAZÓN DE YESO**

Un hemiarmaazón se puede formar con vendas de yeso para inmovilizar el pie, la pierna o el brazo. Debe asegurarse que el haz no atraviere el yeso y que el dispositivo sea lo suficientemente resistente para que se pueda utilizar durante todo el tratamiento.



# DISPOSITIVOS AUXILIARES DE PLANIFICACIÓN

## CONTORNO ANATÓMICO

En todos los tratamientos de pacientes en que la configuración es más compleja que un campo simple o campos paralelos opuestos simples, es deseable obtener al menos el contorno del plano medio de tratamiento del cuerpo del paciente. Puede que para mejorar la planificación se requieran más contornos si la región a tratar es muy irregular, como por ejemplo, campos de cabeza y cuello.

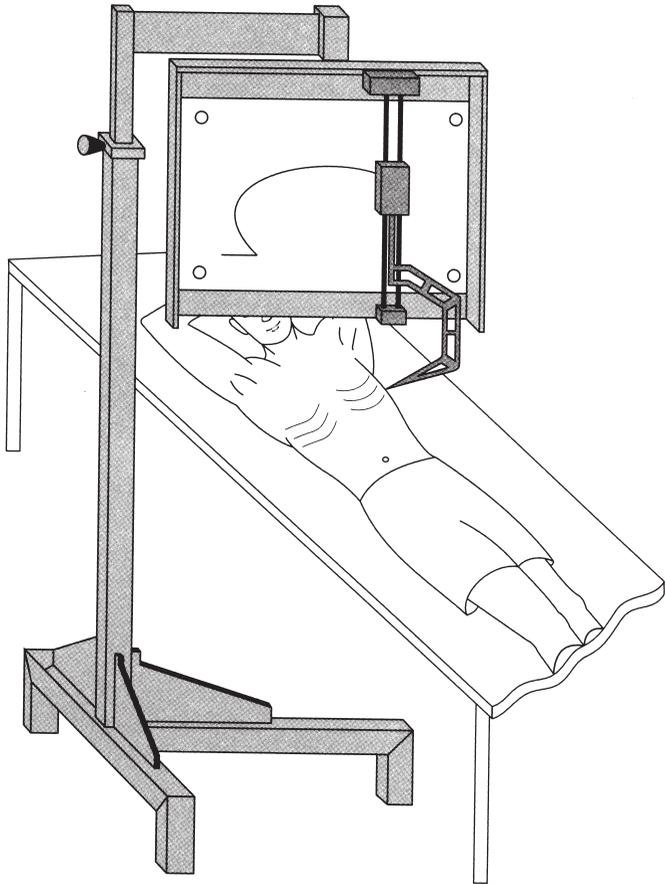
### **Registro mecánico**

El contorno puede obtenerse de una máscara o directamente del cuerpo con dispositivos flexibles tales como soldadura o curvas flexibles realizadas por ingenieros. La desventaja de estos dispositivos es que se deforman fácilmente y no guardan referencia directa respecto a la superficie de la mesa, por lo que es necesario tener más cuidado.

Pueden formarse bandas rígidas en el cuerpo con vendas de yeso, cinta adhesiva o bandas de material termoplástico. Este sistema está limitado a 180° para poder retirarlo al endurecerse. Esto crea dificultades en los lugares en que el contorno es más estrecho al nivel de la mesa que al nivel de mayor anchura. Esto es un problema en la región de cabeza y cuello y de tórax particularmente. Sin embargo, es generalmente adecuado para obtener un contorno pélvico.

## Pantógrafo

El dispositivo preferido para grandes contornos es el pantógrafo que traza el contorno en una hoja de papel a medida que se desplaza el cursor mecánico sobre el cuerpo. Esto puede causar cierta distorsión del contorno del cuerpo y puede que para las partes grasas no se pueda lograr una exactitud de más de 2 cm. Sin embargo, en ausencia de tejido móvil es posible obtener una exactitud de unos 5 mm. La única limitación es que los contornos sólo pueden dibujarse en un plano ortogonal a la mesa.



## **Examen por tomografía computada (TC)**

Cuando se dispone del método de examen por TC los contornos se derivan directamente de un enlace entre la red de área local (LAN) y el sistema de planificación del tratamiento (SPT). No hay ningún riesgo de distorsión, si se adapta un aditamento para rellenar la parte generalmente cóncava de la mesa del tomógrafo a fin de ajustarla a la mesa de tratamiento plana. La reconstrucción puede hacerse no ortogonal a la mesa. Este método también permite corregir por heterogeneidad la planeación del haz. Además, se pueden calibrar y verificar los factores de densidad y geométricos.

Una alternativa (que implica alguna distorsión y pérdida de números Hounsfield) es un dispositivo de examen unido al SPT que pueda leer las copias impresas de las secciones tomadas en posiciones apropiadas.

Una limitación práctica para la planificación es el tamaño de la apertura del tomógrafo. Esto es especialmente importante en el tratamiento de mama en que la posición del brazo puede no permitir el posicionamiento apropiado de la paciente.

Si no se dispone de ninguno de estos enlaces, otra posibilidad es proyectar, mediante un epidiascopio, el corte mas apropiado a mitad del eje sobre un contorno de pantógrafo pegado en una pared con una distancia apropiada. Ajuste la distancia hasta que los contornos del TAC y el pantógrafo coincidan. Esto permite un mejor marcador para la localización del pulmón. También se usa para delinear las estructuras de pulmón y óseas para planeación.

## **Pantógrafos electrónicos**

Hay una serie de nuevos dispositivos que se basan en un sistema de pantógrafos controlados por computadora y que utilizan sensores ultrasónicos infrarrojos o magnéticos que generan una señal para su transmisión a la computadora. Esto puede producir una serie de puntos enlazados que representan el contorno y pueden ser más exactos, ya que no hay presión directa en la piel del paciente que distorsione la forma. Particularmente útil es un dispositivo que funciona con rayos infrarrojos y que se monta en una bandeja de accesorios de un simulador para registrar el contorno superficial. Estos dispositivos son relativamente costosos (más de 30 000 dólares).

## COMPENSADORES DE SUPERFICIE

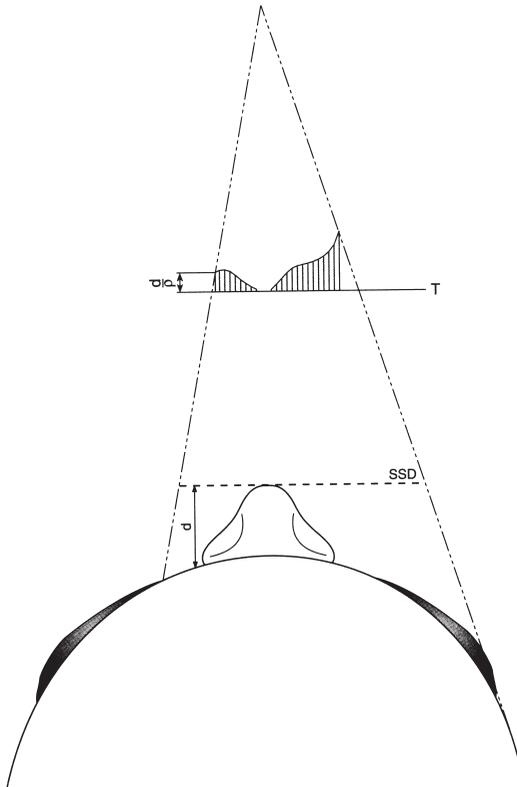
Los compensadores de superficie son dispositivos generalmente utilizados para facilitar la planificación manual para tratamiento a DFP. En efecto, estos simplifican la entrada a la superficie del haz a una superficie plana ortogonal al haz. En el caso de la planificación por computadora, frecuentemente se utilizan las cuñas como única forma de compensación.

### **Bolus**

Si no es necesario evitar la piel, pueden usarse bolas de bolus llenas de arroz o bolus de "Lincolnshire" para elevar el volumen de tejido ausente al nivel de entrada del campo.

## Compensadores tipo Ellis

Cuando se necesita disminuir la dosis en la piel, se requieren compensadores tipo Ellis situados a 15 cm del haz. Están fabricados especialmente de bloques de aluminio o cobre con dimensiones que corresponden al equivalente de 1 cm cuadrado en la superficie y altura correspondiente a la misma absorción de 1, 2, 3 cm, etc. del tejido ausente. Estos dispositivos no se consiguen en el mercado y deben fabricarse con precisión para ajustarse a la energía y la posición de la bandeja de accesorios de cada aparato en conformidad con las especificaciones preparadas por el físico médico. La deducción de los valores del "tejido faltante" y la preparación del compensador es un proceso laborioso.



# CONFORMACIÓN DEL HAZ

## BLOQUES DE PLOMO

La conformación del haz se obtiene generalmente colocando bloques de plomo o tungsteno en la bandeja accesoria en direcciones específicas del haz.

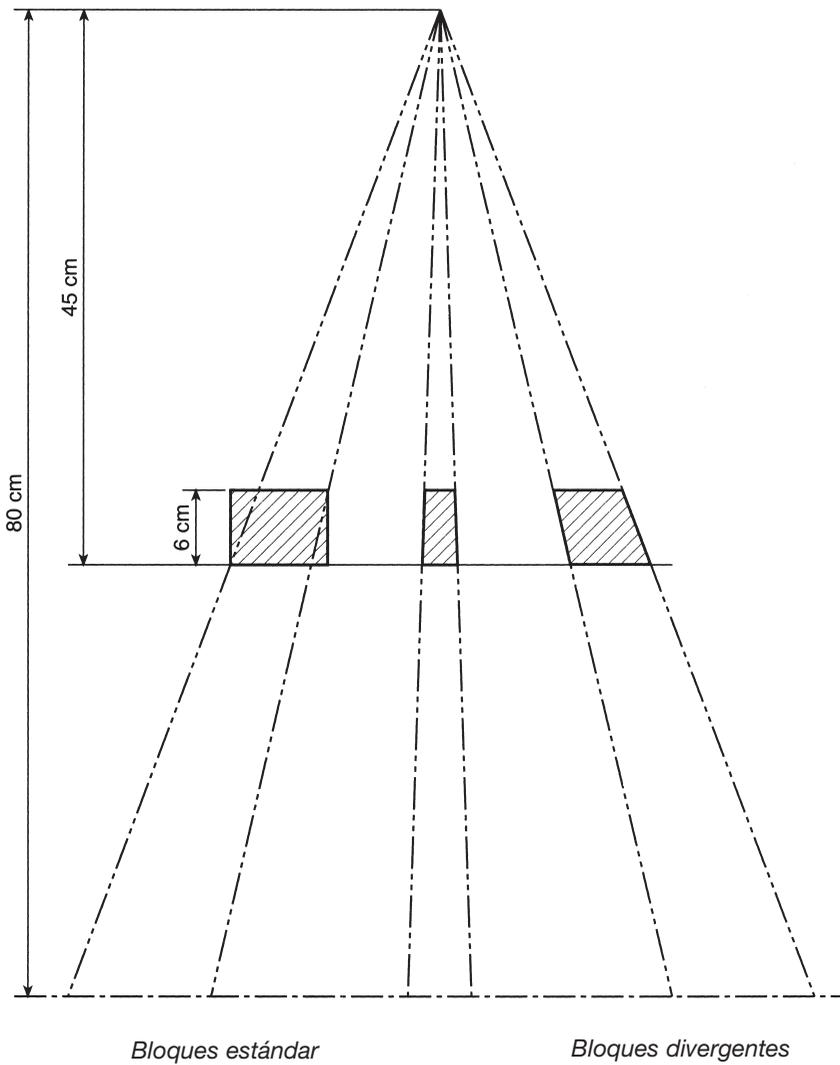
### **Bloques estándar**

Normalmente se emplean bloques de plomo estándar de un grosor apropiado para la energía de fotones utilizada (de 5 cm y 8 cm). Dado que estos tienen lados paralelos, dan una penumbra que aumenta con la distancia al centro del haz.

### **Bloques estándar divergentes**

Un método novedoso consiste en utilizar bloques estándar con caras laterales convergentes que se montan en una bandeja de accesorios cóncava en forma de disco. El radio del disco corresponde a la distancia fuente-bandeja al igual que la divergencia de los bloques. De esta manera, independientemente de su posición en el disco, las caras laterales siempre convergen hacia la fuente dando un contorno limpio al bloque (Sistema HEK MCP-SAT).

Puede que no sea posible incluir este método en todos los sistemas de planificación.



## Bloques de aleaciones de BPF

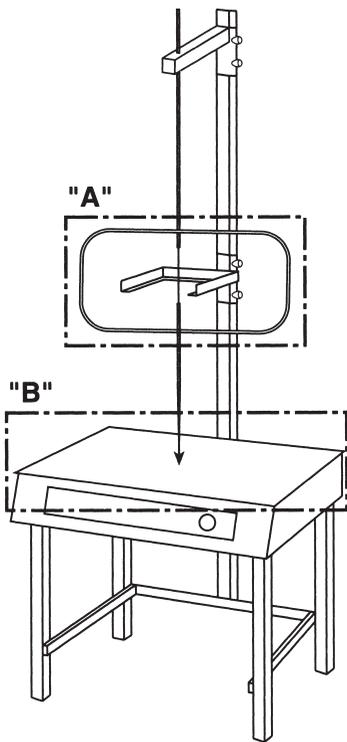
Si se cuenta con un simulador, el método más sencillo para producir bloques es a partir de las radiografías de simulación mediante un cortador de alambre caliente y una aleación de bajo punto de fusión (BPF). Esto incluye un dispositivo que, al trazar los bordes marcados del bloque requerido en la placa de simulación, corta simultáneamente el contorno al tamaño reducido en un bloque de poliestireno montado en la posición de la bandeja accesorio. De esta manera se puede producir una mayor variedad de bloques personalizados que con los bloques estándar.

El grosor del poliestireno debe ser de 2 ½ pulgadas (6,2 cm) en el caso del cobalto y de 3 pulgadas (7,5 cm) en el de los fotones de alta energía. Esto determina el grosor del bloque que puede verse.

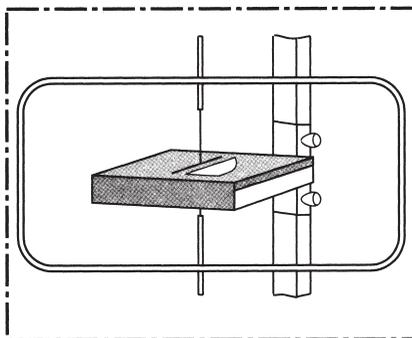
El área cortada se extrae del poliuretano y la aleación de BPF de una densidad de alrededor de 9,6 gm/cm<sup>3</sup> se vierte en los espacios resultantes. La temperatura a la que se funden las diferentes aleaciones está entre 70 y 96 grados centígrados. Esta temperatura no deforma el poliestireno de alta densidad. Si el único poliestireno de bajo precio disponible localmente es el de baja densidad, una tira de cinta adhesiva puede ayudar a mantener limpios los bordes del bloque resultante.

El metal BPF más comúnmente usado es el de Lipowitz, conocido comercialmente como Cerrobend. Contiene bismuto (50), plomo (26,7), estaño (13,3) y cadmio (10) partes por 100. La aleación resultante tiene una densidad de 9,64 gm/cm<sup>3</sup>. Cabe señalar que no hay ninguna razón por la que se necesite una aleación libre de cadmio, siempre que se utilice un recipiente apropiado dotado de un control termostático que limite la temperatura en una habitación razonablemente ventilada.

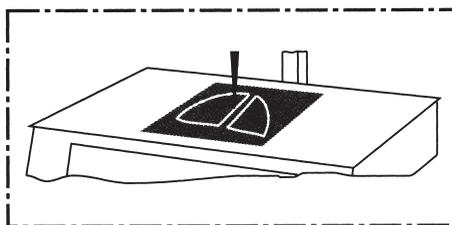
Se requieren existencias básicas de 50 kg de aleación de BPF, que aumentaran a medida que se utilice un creciente número de bloques simultáneamente. Los bloques se vuelven a fundir después del uso.



**Detalle "A"**



**Detalle "B"**



## *Montaje*

Los bloques personalizados no deben ponerse sueltos en la bandeja. Ello puede ocasionar lesiones al paciente o daños al aparato además de la pérdida de reproducibilidad de las posiciones de bloqueo.

Para el montaje de los bloques más pequeños se puede utilizar cinta adhesiva por ambos lados asegurándose que la superficie abarcada sea suficiente para impedir que estos bloques se suelten.

Para los bloques más grandes, debe usarse una bandeja en montaje de ranura (véase página 44). Seguidamente se taladran agujeros en el bloque de plomo posicionado y se insertan grandes tornillos de auto-taladro.

**GROSOR DE BLOQUES REQUERIDO PARA UNA TRANSMISIÓN DEL 6% A TRAVÉS DEL CERROBEND**

Energía (MeV)	Cobalto 60	Acelerador lineal				
		5.5	6	15	18	25
Grosor en mm	55	76	70	66	65	62

Cabe señalarse que el grosor requerido disminuye a medida que aumenta la energía de fotones del linac.

(Se agradece al Dr. Besbes, de Túnez, que haya suministrado estos datos correspondientes a una transmisión del 6% a través del Cerrobend®).

## LÁMINA DE PLOMO CONTORNEADA

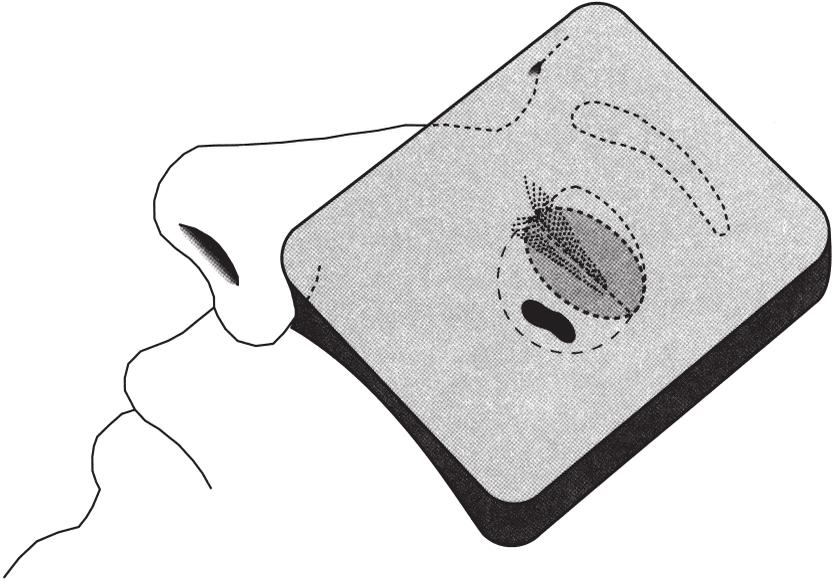
Para rayos X de ortovoltaje, el contorno del bloque de protección generalmente se obtiene a base de capas sucesivas de 2 a 3 mm de placas de hojas de plomo enrollado. El grosor final requerido depende de la energía. El producto final se denomina corte de plomo.

### Procedimiento

- a) Marcar la región a tratar con un lápiz indeleble.
- b) Aplicar crema para la piel en la superficie a tratar y en la zona circundante que debe protegerse. Introducir dos tubos en los orificios nasales para permitir la respiración.

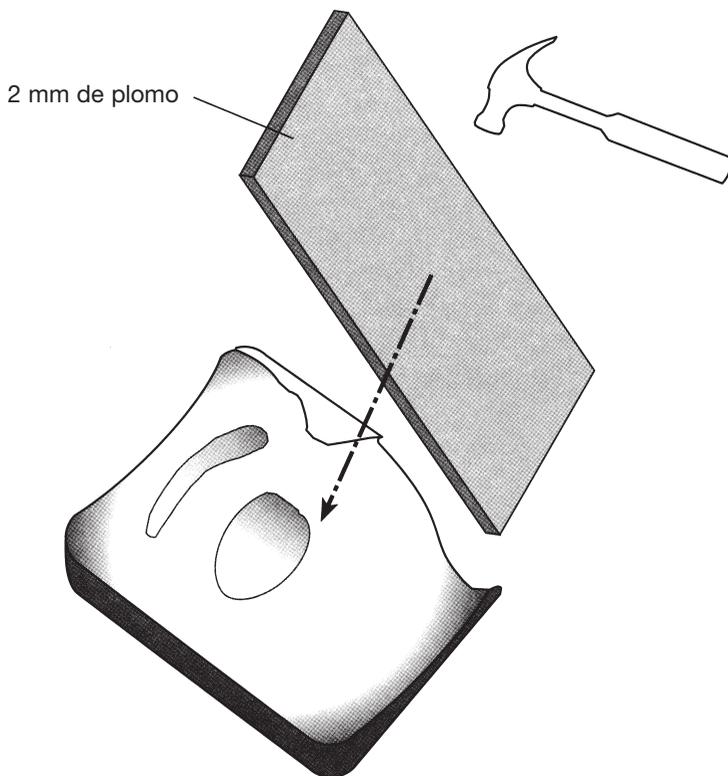


- c) Tome una impresión con vendas de yeso (o simplemente yeso mate o de París) después de hacer una pared que limite el rebose del yeso líquido, o material de impresión dental más exacto pero más caro. Permita que endurezca y retire cuidadosamente. Mantenga húmedo con un paño mojado.



- d) Forme una represa de yeso y aplique un agente antiadhesivo en el interior. Vierta yeso duro (piedra) que haya sido golpeado después de mezclar, para deshacer las burbujas de aire, del molde macho. Permita que se endurezca y retirar.
- e) Marque el modelo para indicar la zona que requiere protección.

- f) Contornee (usando un pequeño martillo de cuerno firme pero no duro) capas sucesivas de hojas de plomo de 2 a 3 mm para la forma de la superficie que deberá tratarse. Asegúrese de que no se dañe el molde y de que la hoja de plomo no sea demasiado delgada.



- g) Verifique minuciosamente la superficie a tratar y corte y lime el plomo permitiendo un margen de tratamiento alrededor de la lesión. Verifique el buen ajuste en el molde después del registro.
- h) Alise los bordes y barnice o sumérjalos en cera de abejas para obtener un acabado regular y evitar que el plomo tenga contacto con la piel.

## COLIMADORES MULTIHOJAS

Los colimadores multihojas se emplean principalmente en la radioterapia conformada guiada por computadora. Se requiere un SPT 3D completo conectado al aparato de tratamiento.

En la terapia estática, dichos colimadores multihojas hacen innecesarios algunos bloques de haz para campos irregulares, lo que resulta ser particularmente ventajoso cuando se usan bloques grandes, algunos de cuyas formas no pueden obtenerse.

Sin embargo, estas ventajas deben sopesarse en relación con los incrementos de los costos del aparato y el mantenimiento de todos los servomotores. Además, como éstos son accionadas por computadora, el problema de la garantía de calidad permanente del posicionamiento de los distintos colimadores es considerable. El fallo de un solo servomotor puede hacer que un linac no funcione.

Cuando se trata de una labor que requiere gran precisión, por ejemplo la protección de un nervio óptico, la anchura del colimador puede ser demasiado grande para permitir la protección exacta del órgano ya que la forma del haz tiene una serie de pasos finitos.

## TÉCNICAS ESPECIALES

Los trucos empleados para dar forma al haz son ilimitados, dependiendo de la innovación aplicada por el técnico de cuarto de moldes. Se presentan algunas técnicas específicas. Muchas de ellas son aplicables a ortovoltaje o electrones además de megavoltaje.

### AFECTACIÓN DE LA PIEL

Si se desea irradiar la piel, es decir, si el volumen blanco se acerca a la piel o la invade, puede ser necesario aplicar material bolus de superficie (gasa mojada, Jelonet gasa con vaselina, "Superflab" sintético) a cicatrices o tumores superficiales.

### PÁRPADO INFERIOR

Normalmente se prefiere tratar el carcinoma basocelular del párpado con rayos X de baja energía o electrones, y no con cirugía, a fin de preservarlo desde el punto de vista cosmético y funcional.

Esta técnica entraña la fabricación o compra de protectores de plomo o tungsteno.

En el caso del ortovoltaje, se forma otro protector de plomo (páginas 37–39) mediante contorneo en el molde del ojo y la región del nasión. Éste se corta apropiadamente para permitir que el haz de forma regular trate la región en cuestión sin comprometer la piel circundante, el cristalino del ojo subyacente y las glándulas lagrimales.

En el caso de los electrones el problema es crear una entrada de tratamiento a través de aproximadamente 5 cm de cera. Después de hacer el molde (páginas 37 y 38 pasos a) a e), puede confeccionarse un tapón de yeso sobre la parte que se va a tratar. Luego se vierte cera de aproximadamente 5 cm alrededor del tapón dentro de una pestaña que abarque un área mayor que

el campo abierto de electrones que se va a usar. La cera resultante se usa como protección después de retirarse el tapón de plástico.

## CÁNCER DE LABIO

Se pueden fabricar dispositivos de plomo cortados a la medida del tumor y que pueden doblarse para proteger los dientes y las encías. Toda la dentadura deberá cubrirse con una capa de cera dental. De esta manera no sólo se protegerá al paciente del plomo sino que también se absorberá cualquier radiación de fotones de frenado de baja energía que se produzca.

## CÁNCER DEL ORIFICIO NASAL

Se fabrica un tapón de plomo para el orificio nasal y se inserta.

En el caso de terapia de ortovoltaje se contornea una protección de plomo con cortes para tratar la región de la piel comprometida.

Para los electrones se usa cera. Ambos procedimientos son los mismos que para el párpado inferior (véase página 41).

## CÁNCER DE PENE

Como mínimo, deberían protegerse los testículos usando grandes esferas de plomo, conocidas como "conchas de almeja" y que se pueden encontrar en tres tamaños en el mercado o se pueden hacer con aleación de BPF.

Como no es deseable reducir la dosis a la piel se puede hacer un cubo de cera o perspex y perforar un agujero para acomodar el pene. De esta manera también se asegurarán dosis homogéneas en lesiones más grandes.

# RELACIÓN CON EL APARATO DE TELETERAPIA

## MESA DE TRATAMIENTO

### **Bases**

Generalmente se requiere una base para unir los soportes de cabeza y cuello al dispositivo de fijación. En algunos centros se acostumbra a tener algún medio para fijarlos a la mesa mediante un útil que se enganche en la red de la zona de la mesa hecha a modo de raqueta de tenis (si está disponible).

En general, es suficiente que la base tenga una superficie inferior no deslizante y se coloque en la mesa de tratamiento.

## CABEZAL DE TRATAMIENTO

Lo ideal es que todas las unidades de cobalto tengan DOS posiciones para las bandejas en el caso de dispositivos del haz. Las bandejas deberían ser retirables y tener al mismo tiempo un dispositivo de enclavamiento que asegure que se encuentren en su lugar.

### **Bandeja de cuñas**

La posición de la bandeja de cuñas debería reservarse para las cuñas diseñadas a máquina y no debería utilizarse como un protector ni como una bandeja compensadora. Debe determinarse la transmisión de la cuña conjuntamente con su bandeja.

## **Bandeja de protección**

El montaje de los bloques grandes se puede hacer de muchas formas. Aunque con frecuencia se colocan libremente en posición vertical, este método es arriesgado, ya que requiere el reposicionamiento cuidadoso de los bloques para cada tratamiento, por lo que no debe aconsejarse. Además, este método sólo puede usarse en campos verticales.

Un método más apropiado consiste en utilizar una bandeja de protección por separado para cada campo con bloques individuales fijos para cada paciente, ya que las posiciones del plomo sólo deben verificarse una vez y podrán usarse ulteriormente en forma reproducible. Cada bandeja debe marcarse cuidadosamente con el nombre del paciente y la designación del campo para evitar errores.

Otra posibilidad es utilizar cinta adhesiva de ambos lados u otros adhesivos, lo que puede ser apropiado para el montaje de los bloques pequeños. La cinta adhesiva debe verificarse periódicamente.

Existen bandejas de accesorios con diversas ranuras. Éstas deben encajar en el portabandejas de cada aparato. Algunos fabricantes utilizan llaves de bloqueo complicadas, pero generalmente se pueden adquirir y volver a utilizar bandejas de Perpex o Lexan de bajo precio. Como estas bandejas tienen múltiples ranuras, es práctica común ignorar los factores de transmisión.

Las bandejas de accesorios que no tengan ranuras pueden taladrarse a través de la bandeja y sujetarse al bloque de aleación de BPF con tornillos. Estas bandejas deben desecharse cuando tengan demasiados agujeros.

Existen otras formas de bandejas sujetadoras que permiten atornillar una segunda bandeja a la bandeja accesoria e intercalar así los bloques para colocarlos en la posición deseada.

## DOCUMENTACIÓN

### FORMULARIO DE SOLICITUD DE SERVICIO AL CUARTO DE MOLDES

El radioterapeuta debe inicialmente considerar cuidadosamente qué grado de inmovilización se requiere. También se debe transmitir información al técnico del cuarto de moldes sobre la parte del cuerpo que se va a tratar, la posición del paciente requerida para la toma de imágenes apropiadas y la disposición del campo. Debe considerarse el montaje de las posibles protecciones o bolus. Debe especificarse el aparato de tratamiento. Estas instrucciones deben transmitirse al técnico del cuarto de moldes en el formulario de solicitud de servicios de cuarto de moldes.

### REGISTRO DE POSICIONAMIENTO

La mayoría de los dispositivos descritos son específicos para cada paciente, posición y campo. Debe registrarse la posición exacta de cada componente para evitar cualquier ambigüedad respecto del posicionamiento del paciente y este registro debe sacarse en el momento en que se elabora el dispositivo. Una vez terminado, los datos pertinentes deben aparecer en la hoja de tratamiento a los efectos de los preparativos diarios y de los registros futuros. Es útil diseñar un formato estándar de registro para cada uno de los sistemas utilizados.

## SOLICITUD AL CUARTO DE MOLDES

### IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

Número de exp. . . . . Fecha . . . . .  
Apellido . . . . . Nombres . . . . .  
Servicio . . . . . Domicilio particular . . . . .  
Teléfono . . . . .  
Tumor primario . . . . . Etapa . . . . .

**SOLICITADO POR** . . . . .

### INMOVILIZACIÓN

**Cabeza y cuello** Área a tratar Cerebro Hipófisis  
Antro Nasofaringe Orofaringe Cav. Oral Piso de la boca  
Ganglios: nivel . . . . . Lado . . . . .  
**Paliativo** Barbilla Bloque de mordida Nasión Punta de la cabeza  
**Radical** Termoplástico  
**Posición del cuello** Flexionado Central Extendido  
Supino Lateral  
**Otras localizaciones** Pierna Brazo

### Craneoespinal

### CONTORNO

Cabeza Tórax Abdomen Pelvis Otro  
Eje central Central mas superior e inferior

### FABRICAR

Protección de plomo para (sitio) . . . . .

## **DISPOSICIÓN GENERAL DEL CUARTO DE MOLDES**

Es necesario que el cuarto de moldes esté situado dentro del departamento de radioncología. Debe comprender al menos 2 cuartos, uno para preparar y acomodar al paciente y un taller contiguo. Un área de 35 metros cuadrados es apropiada.

### **CUARTO DE PREPARACIÓN DEL PACIENTE**

El cuarto de preparación debe contener una cama, cuya parte superior sea plana y pueda subirse o bajarse. Una cama quirúrgica mecánica vieja es apropiada. Deben instalarse láseres cruzados laterales y verticales sagitales que se intercepten de manera exacta en una posición conveniente de la cama.

Si se usa un pantógrafo (véase página 26), éste debe ser móvil o montado adyacente a la intersección del láser junto a la cama.

El cuarto debería tener una amplia superficie de trabajo con puntos de suministro eléctrico y un lavadero para trabajar con yeso. Todos los dispositivos del cuarto de moldes deben almacenarse de manera accesible.

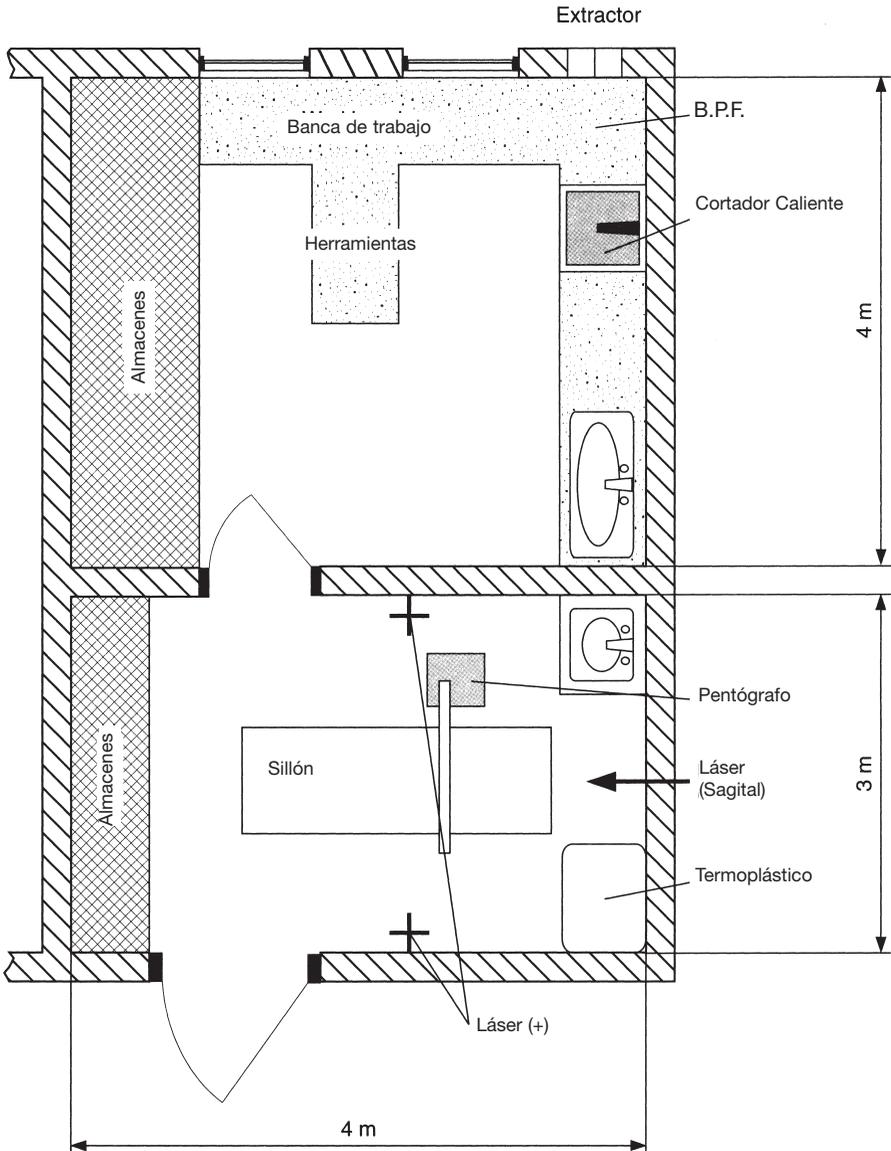
### **TALLER**

El taller adyacente debe tener sólidas superficies de trabajo.

Se requiere una señal de instrumentos pero figuran entre las piezas de equipo más grandes una sierra de banda (con vueltas de 15 cm)), un taladro, perforadoras y una herramienta Dremel™ para trabajos de más precisión. Hay una lista más completa que varía en función de las técnicas usadas.

En el taller o en un lugar contiguo a éste se deben almacenar reactivos, espuma de poliestireno, aleaciones de BPF y cuchillas.

La ventilación es necesaria ya que muchos productos químicos y materiales pueden hacer que un cuarto con ventilación inadecuada, sea desagradable.



## EQUIPO DE CUARTO DE MOLDES

El equipo del cuarto de moldes guarda relación con el equipo del departamento de teleterapia. Solo determinadas piezas de equipo del cuarto de moldes pueden utilizarse en forma provechosa con varios niveles de equipo de teleterapia en un departamento.

### TELETERAPIA CON COBALTO ÚNICAMENTE

- Juego de apoyacabezas, bases
- Sujetadores de cabeza para cejas, bloque de fijación por mordida y de barbilla y/o material para máscaras termoplásticas
- Material de impresión dental
- Reactivos de poliestireno expandible
- Bloques de plomo estándar
- Bandejas accesorias
- Pantógrafo
- Bolsas de bolus
- Instrumentos manuales simples
- Bolus con gasa húmeda o "jelonet"

*Personal—puede ser utilizado por un tecnólogo de radioterapia, no requiriéndose un técnico de cuarto de moldes.*

### TELETERAPIA CON COBALTO MÁS SIMULADOR

- Todo lo anterior, excepto los bloques de plomo estándar; además:
- Cortador de alambre caliente para poliestireno
- Juego duplicado de inmovilización de cabeza
- Aleación de BPF más recipiente de fundición
- Hojas de poliestireno de 5 cm
- Base para termoplástico
- Hojas termoplásticas para cabeza
- Bandejas de accesorios

*Personal—Se requiere un técnico de cuarto de moldes*

#### ADICIONAL PARA RAYOS X DE ORTOVOLTAJE

- Vendas de yeso mate o de París, y yeso
- Película plástica
- Lámina de plomo de 2 mm
- Tijeras para estaño y martillos contorneadores
- Protecciones de ojos

#### ADICIONAL PARA FOTONES DE ALTA ENERGÍA

Hojas de poliestireno de 7,5 mm

#### ADICIONAL PARA EL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO (STP)

- Gel para bolus de tejido equivalente
- Producción de compensadores, ya sea de tipo Ellis o dispositivo cortador de compensador automático

*Personal—capacitación especializada obligatoria*

#### ACCESO A IMÁGENES DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA SIN ENLACE ALTPS

- Retroproyector

NOTA. Si el tomógrafo está conectado al SPT no se requiere el retroproyector.

#### ADICIONAL PARA ELECTRONES

- Igual que para rayos X de ortovoltaje
- Material protector termoplástico

## AGRADECIMIENTOS

Este manual técnico está basado en la reunión (325-E3-AG-1006) titulada estándar para desarrollar dispositivos eficientes de radioterapia, 1-3 de diciembre de 1997, Viena, Austria. Los participantes incluyeron: Sr. W. Theunissen (Bélgica), Dr. M. Kulhavy (República Checa), Sra. O. Vaudray y Sr. R. Borgi (Francia), Sr. P. Wegman (Países Bajos), Dr. N. Kizilbash (Pakistán), Dr. C. Picon (Perú), Sra. R. Knowles (Sud África), Sr. H. Damak (Túnez), Dr. C. Martín, Sra. D. Snape y Sr. A. Stanton (Reino Unido) y Sr. C. Korver y Sr. M. Rutstein (USA), representando a los Radioncólogos practicantes, a los Técnicos de Cuartos de Molde, a los Terapeutas Radiográficos y a los Proveedores.

La Agencia fue representada por el Oficial Científico, Dr. V. Levin y por la Secretaría formada por el Dr. H. Tatsuzaki y el Dr. L. Miszczyk (ARBR-RIHU), Sr. V. Okhrimenko (Oficina de Procuramiento) y el Sr. A. Meghzifene (DMRP-RIHU).

Insumos adicionales fueron obtenidos de un taller en esta temática que se llevó a cabo en Túnez en octubre de 1998 con la asistencia experta del personal local y del Sr. A van Jaarsveld. Esta fue atendida por representantes de 21 países.