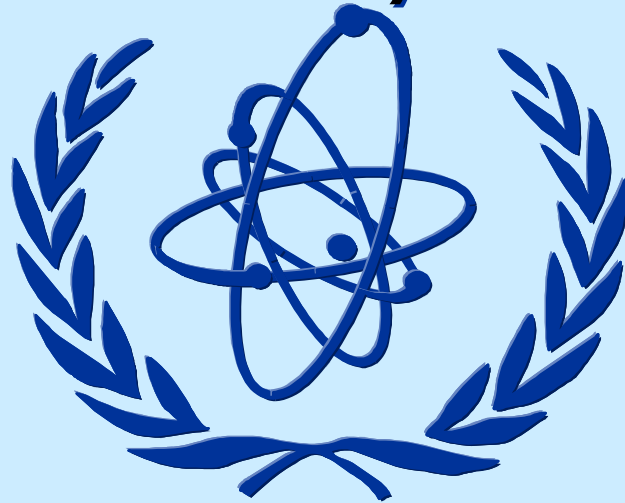
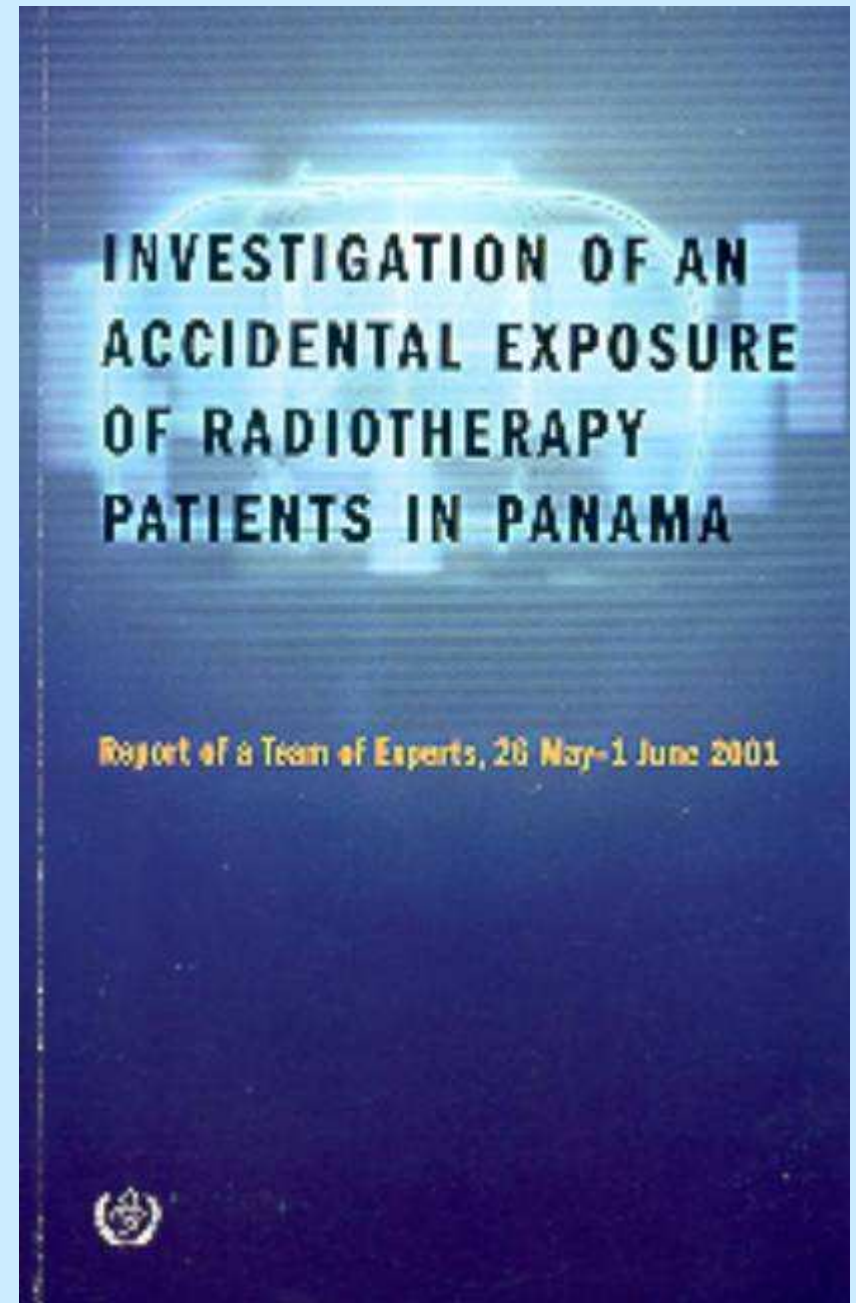


Sobreeexposición accidental de pacientes de radioterapia en Panamá, 2000



Problemas con introducción de datos en TPS

Breve historia





Breve historia (1)

- En el servicio de radioterapia se efectuaban tratamientos con haces externos ^{60}Co y se utilizaban bloques de protección para estructuras críticas



Breve historia (2)

- El TPS permitía calcular las distribuciones de dosis para un máximo de cuatro bloques de protección
- En Abril 2000, uno de los radioterapeutas demandó un bloque adicional para tratamientos en la zona pélvica





Breve historia (3)

- Para superar la limitación del TPS en cuanto al máximo de cuatro bloques
- ... se ideó una nueva manera de introducir los datos (Agosto 2000): introducir varios bloques de una vez.
- El TPS aceptó los datos sin presentar advertencias en pantalla, pero calculó tiempos de tratamiento incorrectos



Detección del problema (4)

- **En Noviembre 2000, los radioterapeutas observaron reacciones anormales en algunos pacientes (diarrea anormalmente prolongada)**
- **Los físicos verificaron las hojas de tratamiento pero no encontraron ninguna anomalía**



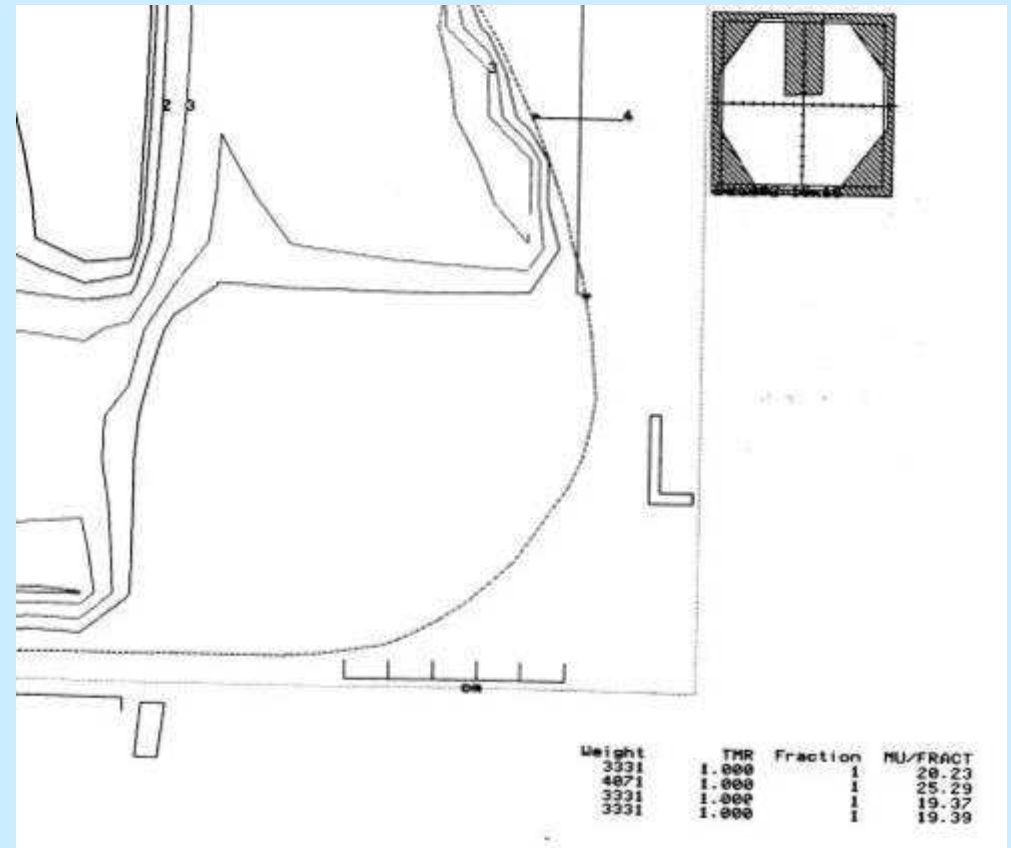
Detección del problema

- Finalmente, en Febrero 2001 se descubrió el error y ...
- Se simuló el tratamiento empleando un maniquí de agua; se midió la dosis y se confirmó que ésta era muy elevada
- ... se suspendieron los tratamientos de los pacientes afectados por el error (tratamiento de abdomen con bloques múltiples).



Observaciones

- El tiempo de tratamiento era aproximadamente el doble
- El TPS imprimía curvas de isodosis ligeramente distorsionadas en el caso de campos múltiples, pero el icono con la posición de los bloques era el correcto



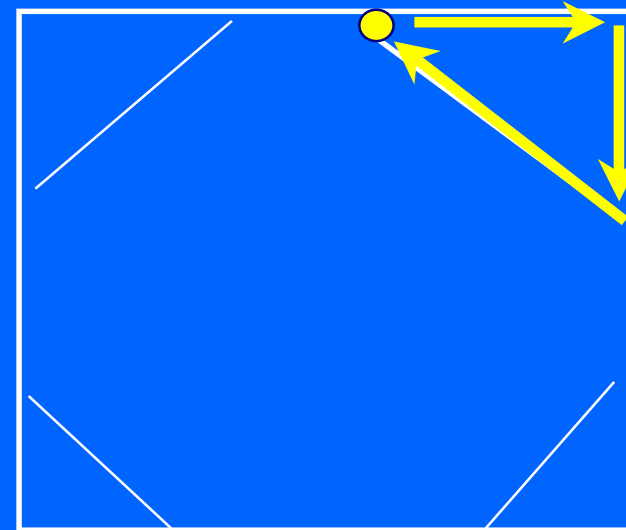
Explicación del problema

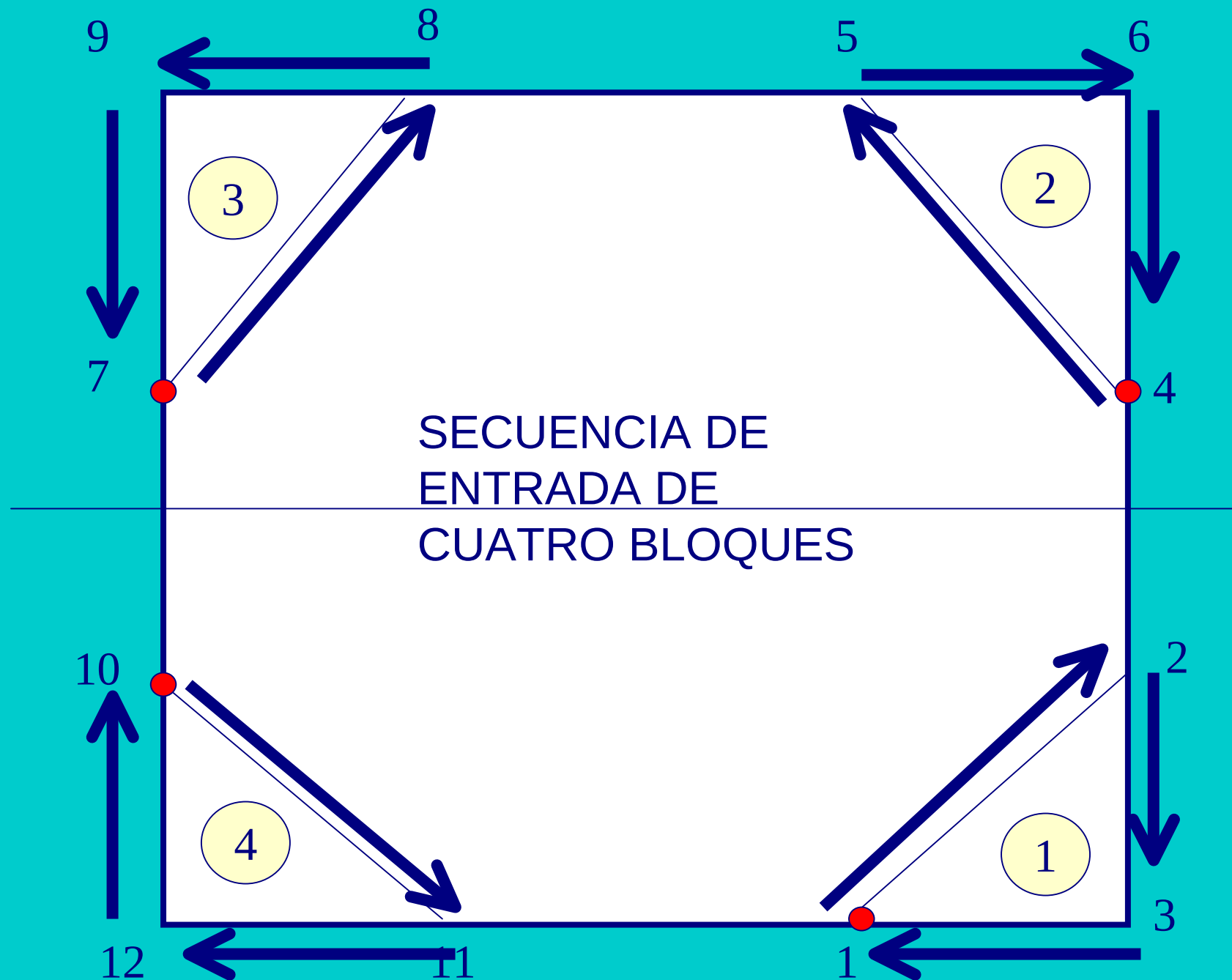
Introducción de las coordenadas de los bloques de uno en uno, según el manual de instrucciones

Menú:

- Entrar el primer bloque
- Entrar el factor de transmisión
- Digitalizar el contorno

Repetir el proceso para el segundo bloque

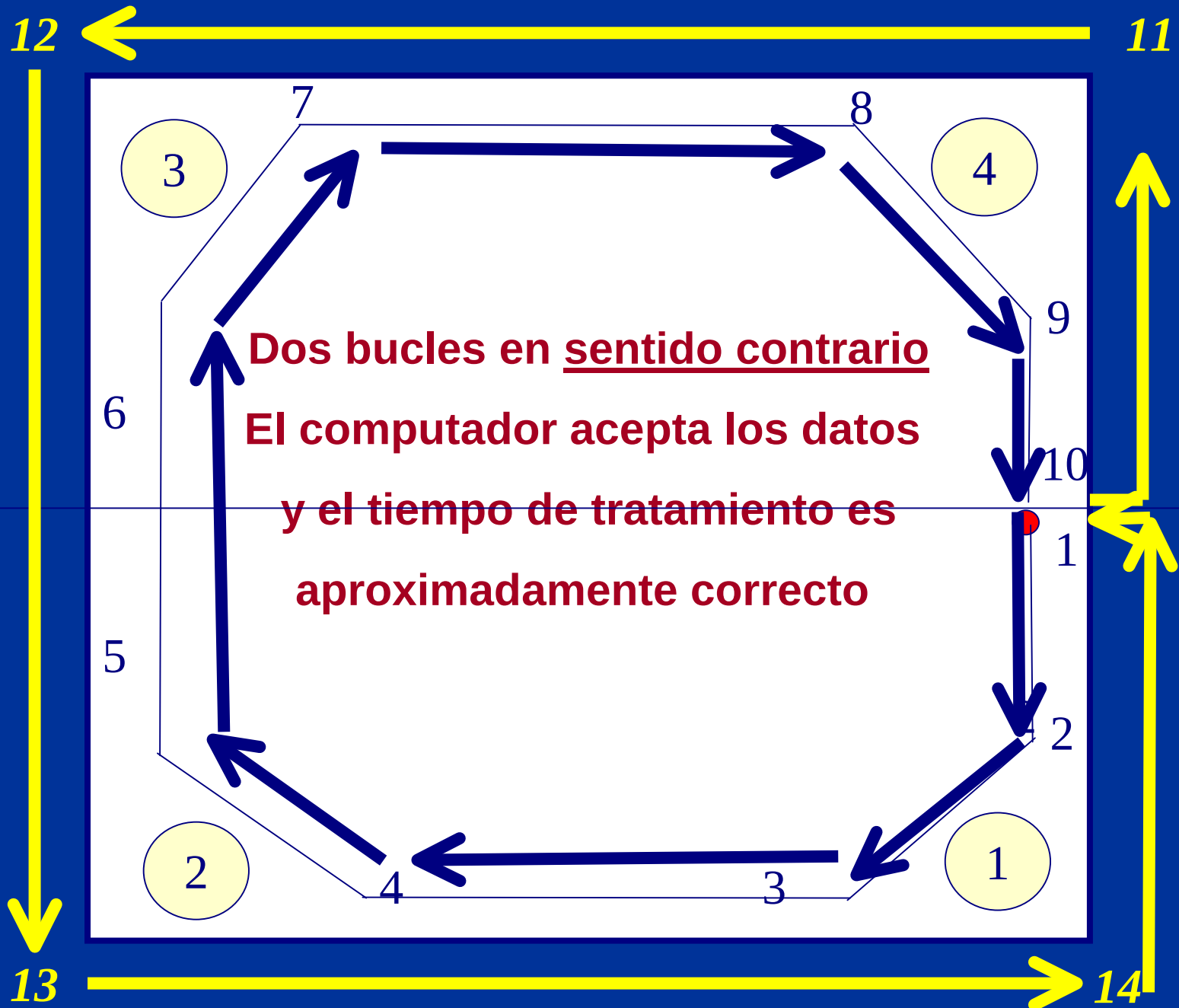






Introducción de varios bloques de una vez

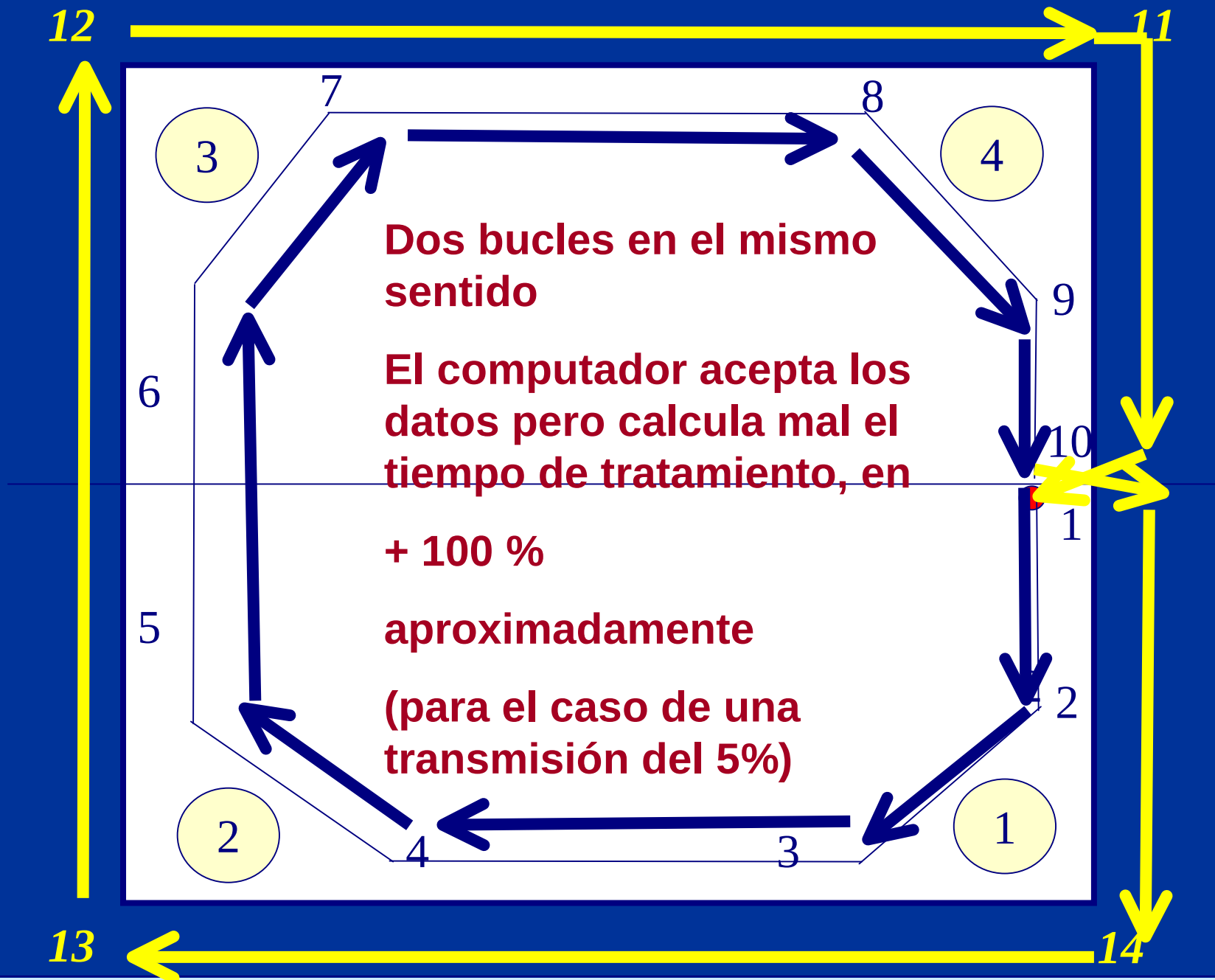
- **En lugar de entrar las coordenadas de un bloque, y sus datos antes de pasar al otro bloque ...**
- **Se trazaron dos contornos, mediante dos bucles uno interno y otro externo ... como si fuera un solo bloque**





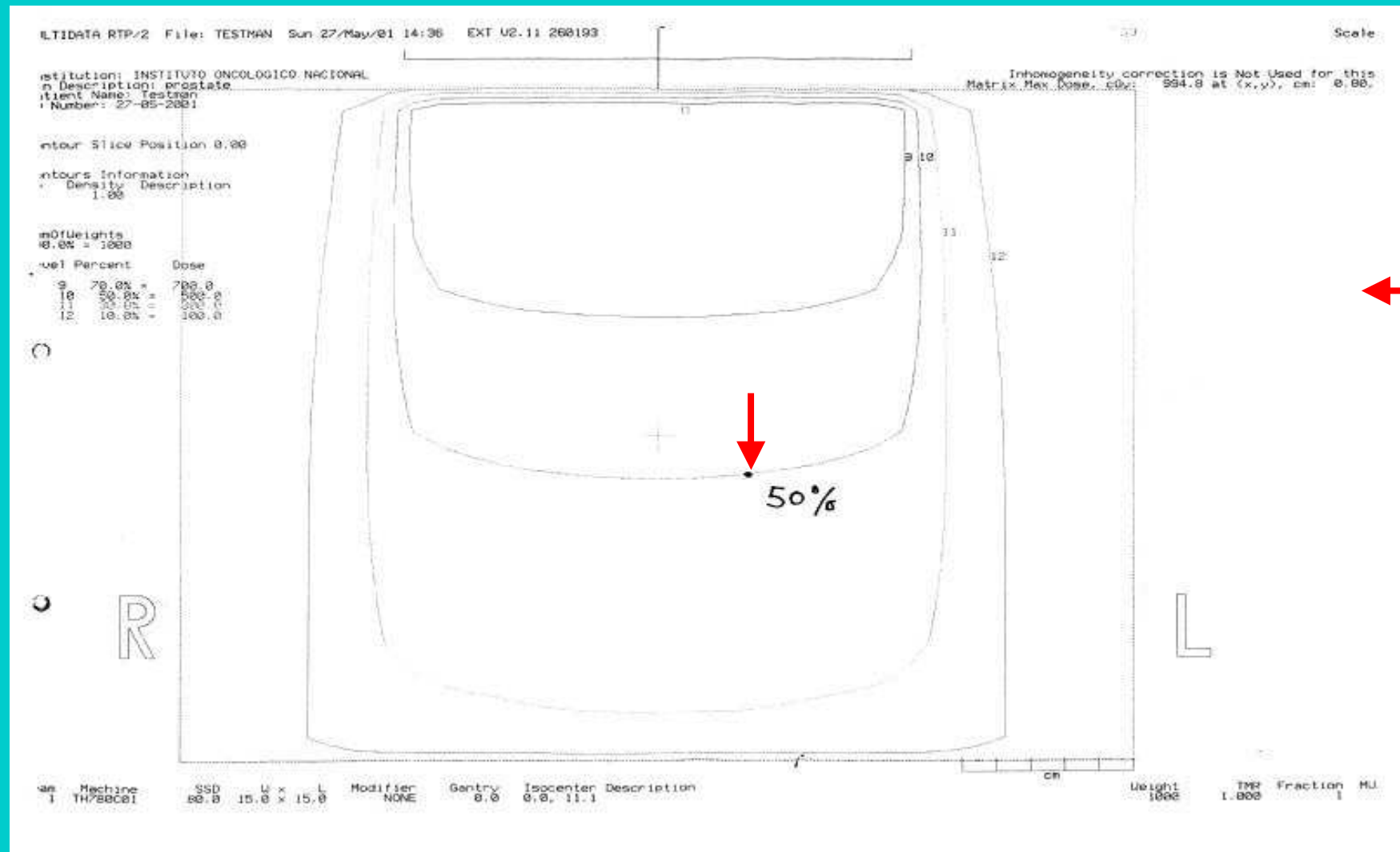
Variación del método

- Otro físico introdujo los datos en una forma similar pero algo diferente (los dos bucles en la misma dirección)



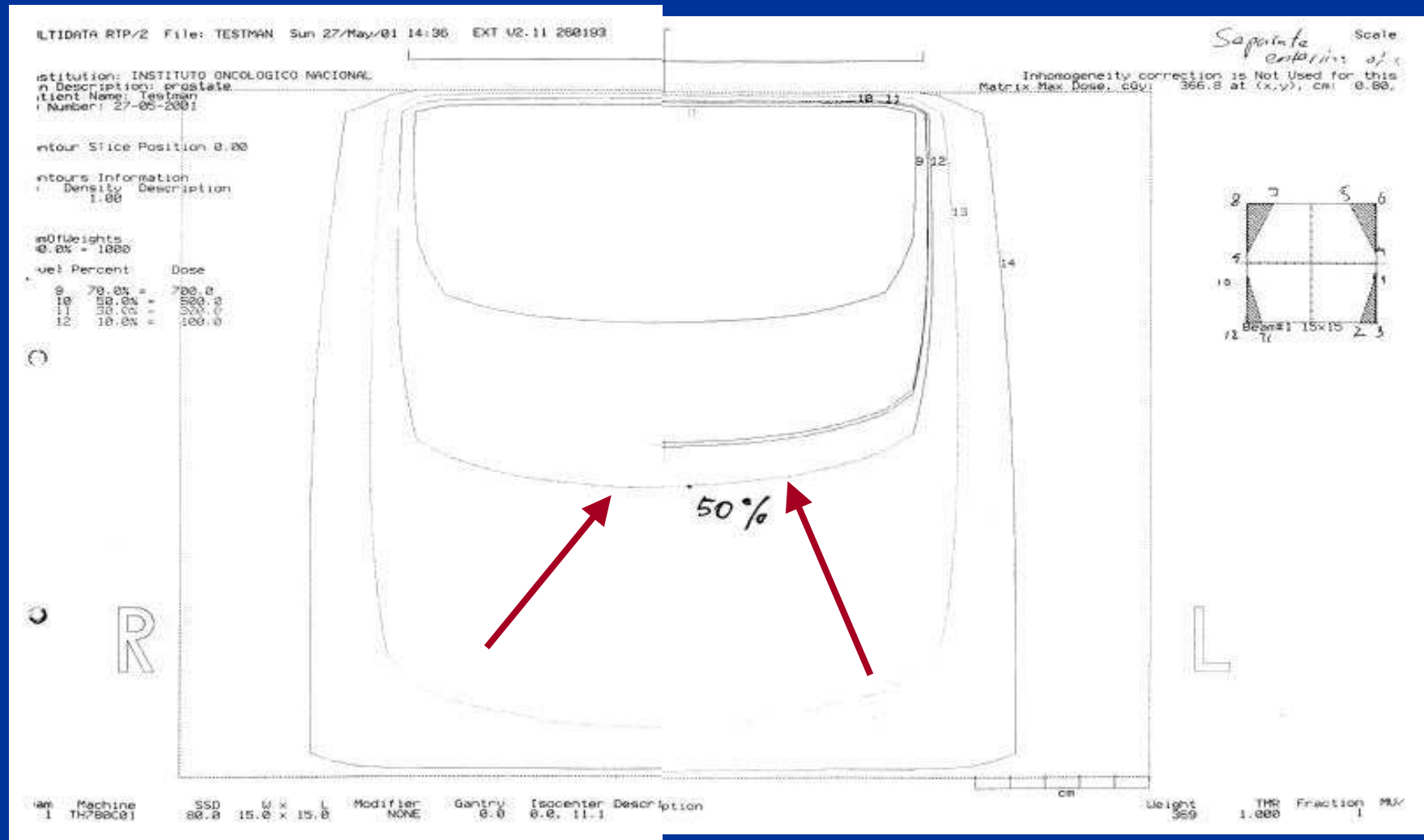
Comparación de isodosis

Isodosis en caso de campo abierto

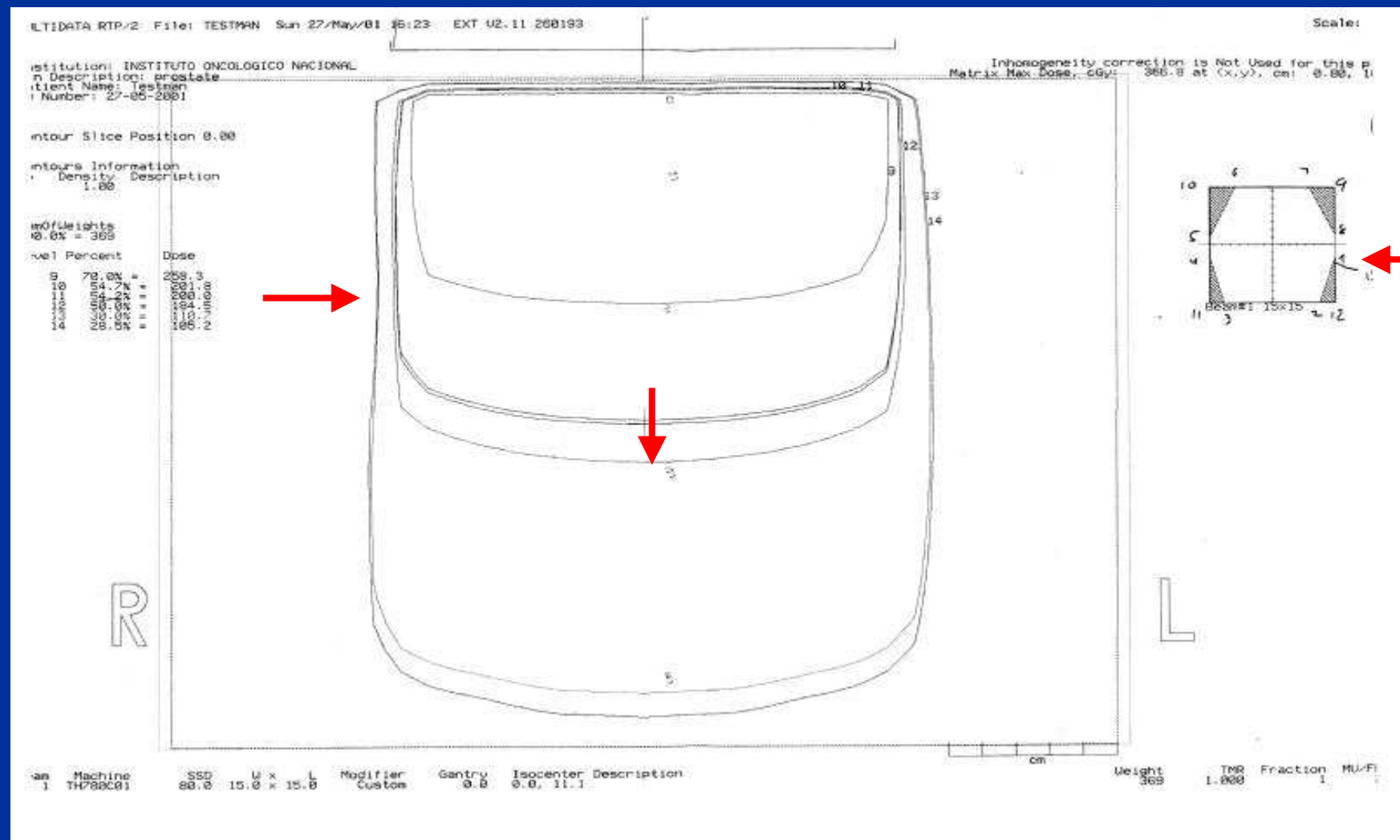


Campo abierto

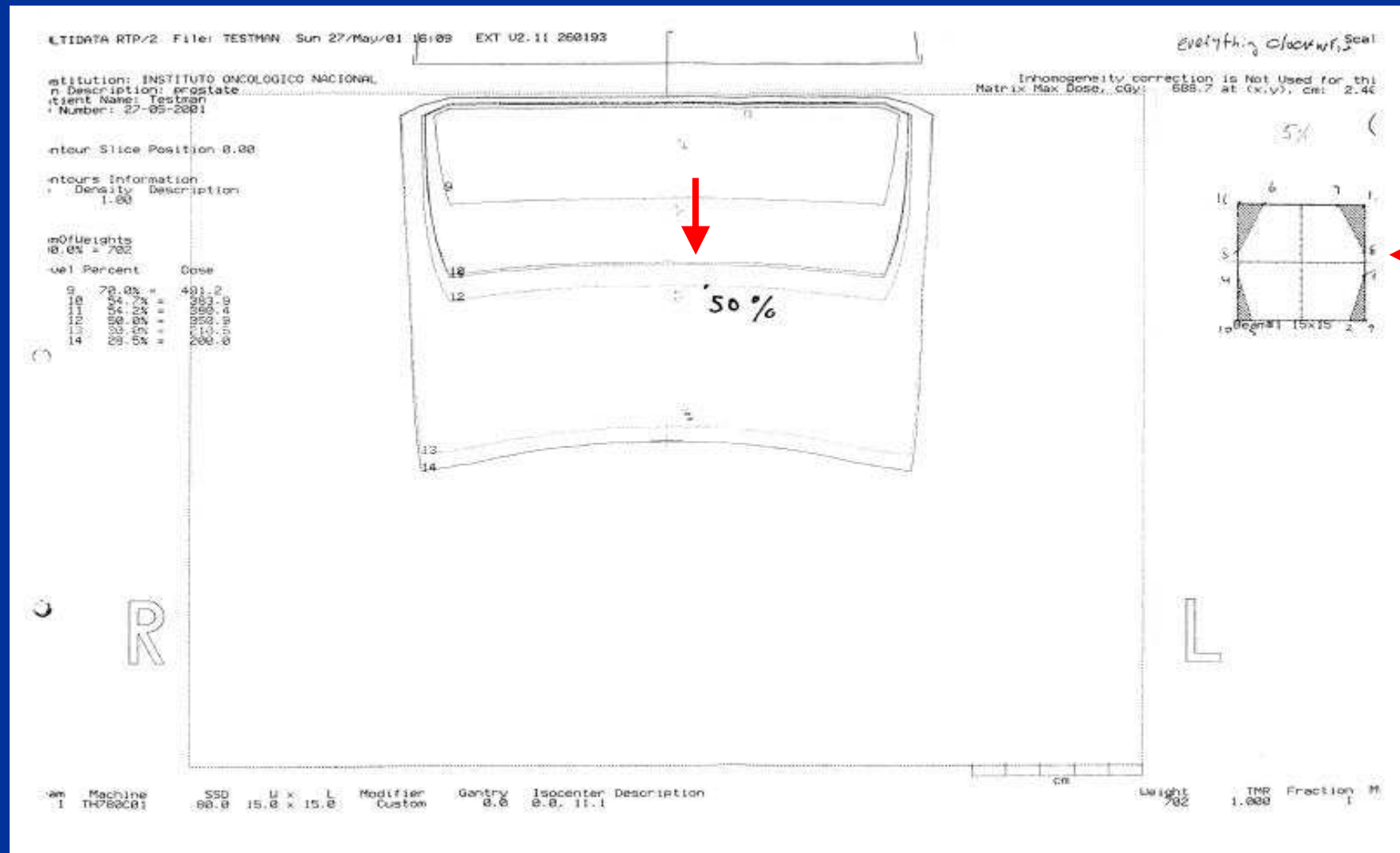
Campo con bloques introducidos en el TPS de uno en uno

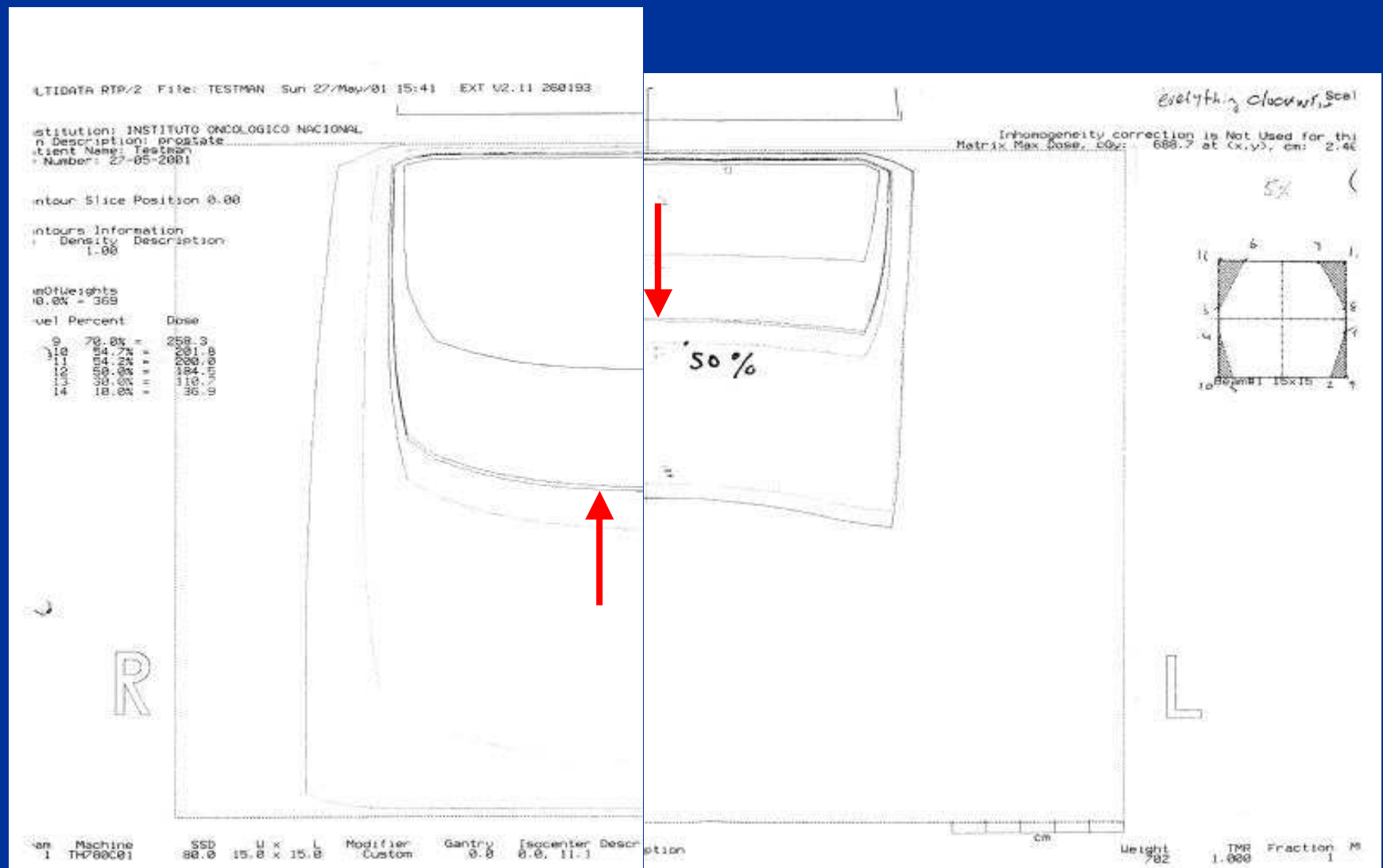


Isodosis obtenidas entrando las coordenadas en forma de dos bucles en sentido contrario



Isodoses cuando se introdujeron varios bloques de una vez con los dos bucles en el mismo sentido

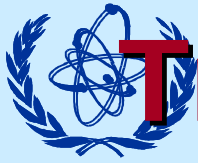




Isodosis en el caso de que las coordenadas de bloques se Introdujeron de uno en uno

Coordenadas de varios bloques de una vez, bucles en el mismo sentido

Estimación de las dosis a pacientes



Tratamientos efectuados en el INO

- Cerebro: 4.3%
- Cabeza y cuello: 12.1%
- Mama: 16.8%
- Pulmón: 7.9%,
- Cervix, útero: 15.5%
- Endometrio: 1.5%
- Próstata: 9.3%,
- Recto: 3.9%, and
- Otros: 28.7%.

Los pacientes afectados eran los tratados en la zona abdominal con bloques múltiples



Las dosis a los 28 pacientes afectados se estimaron de la siguiente forma:

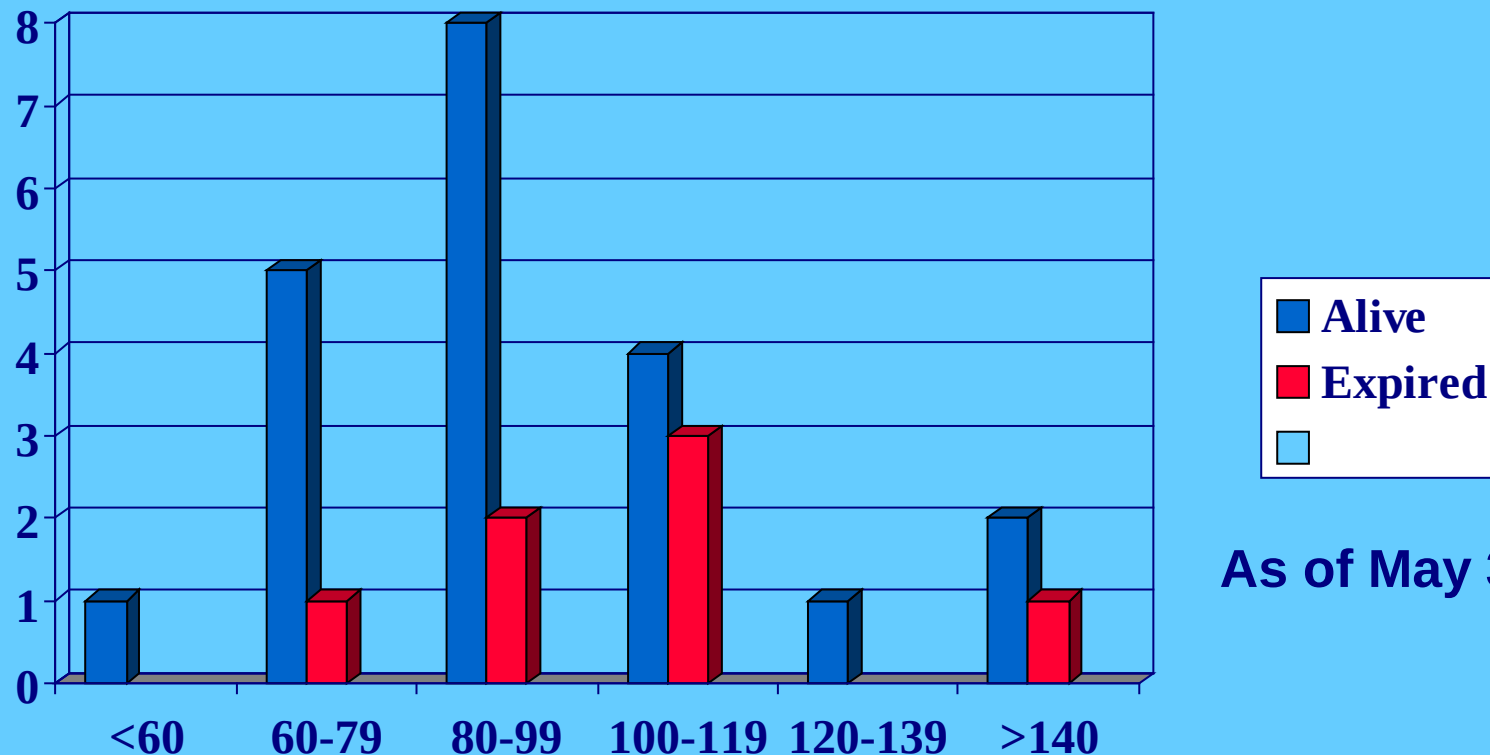
- **Se calculó la dosis al punto de prescripción para campos multiples**
- **Basándose en los datos de las hojas de pacientes:**
 - **Tasa de dosis en condiciones de referencia**
 - **Parámetros de tratamiento (profundidad, campo efectivo y modificadores del haz) y**
 - **Los tiempos de tratamiento**



Dosis biológicamente efectiva

- Además, puesto que las dosis por fracción eran mucho mayores que las normales se estimó la dosis biológicamente efectiva y la dosis de un tratamiento equivalente en fracciones de 2 Gy,
- Se utilizó el modelo lineal cuadrático

Distribución de dosis (equivalente a tratamiento con fracciones de 2 Gy)



As of May 30, 2001

Resultados en el momento de la misión de expertos (Mayo 30, 2001)

8 fallecimientos de 28 pacientes

- 5 relacionados con la radiación
 - 2 información insuficiente
 - 1 debido a metástasis
 - 20 Sobrevivían (al 30 Mayo de 2001)
-
- El grupo de expertos pronosticó que 2/3 de los pacientes con vida desarrollarían efectos severos



Factores que contribuyeron

- **La exposición accidental surgió del deseo de superar una limitación del equipo**
- **Y contribuyeron los siguientes factores:**
 - **El computador aceptaba los datos y presentaba el icono como si hubiera sido reconocido correctamente**
 - **El procedimiento no fue validado dosimétricamente**

Lecciones y recomendaciones

**Un programa de computación
hace lo que uno le dice, no lo
que uno quiere que haga**

Murphy

Lecciones para fabricantes

- **Evitar ambigüedad en las instrucciones de uso**
- **El software debe advertir a los usuarios mediante mensajes de aviso en pantalla cuando se introducen los datos de manera incorrecta**
- **Ofrecer consultas de asesoramiento competente a los usuarios, especialmente en el caso de cambio de la forma de utilizar el equipo**

Lecciones para los servicios de radioterapia

- **El TPS es un equipo crítico desde el punto de vista de la seguridad (lo mismo que una unidad de teleterapia)**
- **El TPS debe estar sometido a control de calidad**
- **Los procedimientos de su utilización deben estar escritos**
- **Los cambios de procedimiento deben validarse antes de emplearse para tratamientos**

Lecciones para los servicios de radioterapia

- **Los resultados de cálculo de computador deben verificarse (verificación manual de la dosis a un punto)**
- **Se debe estimular el estado de alerta en personal respecto a posibles parámetros del anómalos**
- **Se debe favorecer la comunicación de estos aspectos**
- **Se deben investigar completamente las reacciones anómalas de pacientes y verificar inmediatamente la dosimetría**

**En un cálculo, la cifra que
parece ser obviamente correcta
será la fuente del error**

Murphy

**Lógica es un método
sistemático de llegar a la
conclusión equivocada con
confianza**

Murphy



Referencias

- **IAEA: Accidental overexposure of radiotherapy patients in Panama, IAEA, special publication, Vienna 2001**