



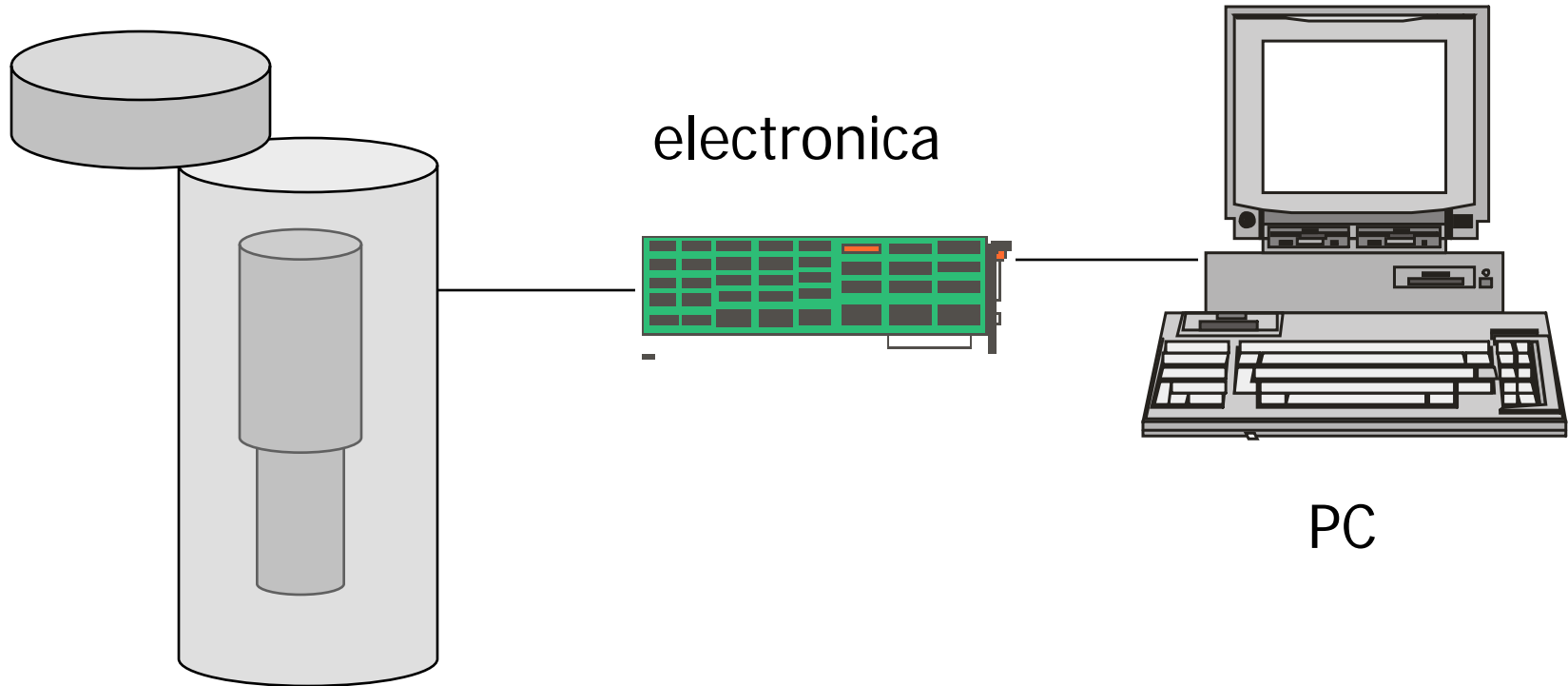
**GRUPO RADON**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

---

**Luis Santiago Quindos Poncela**  
**&**  
**Carlos Gonzalez-TECNASA**

**Marzo de 2012**  
**GERDAI, Sidenor, Basauri**

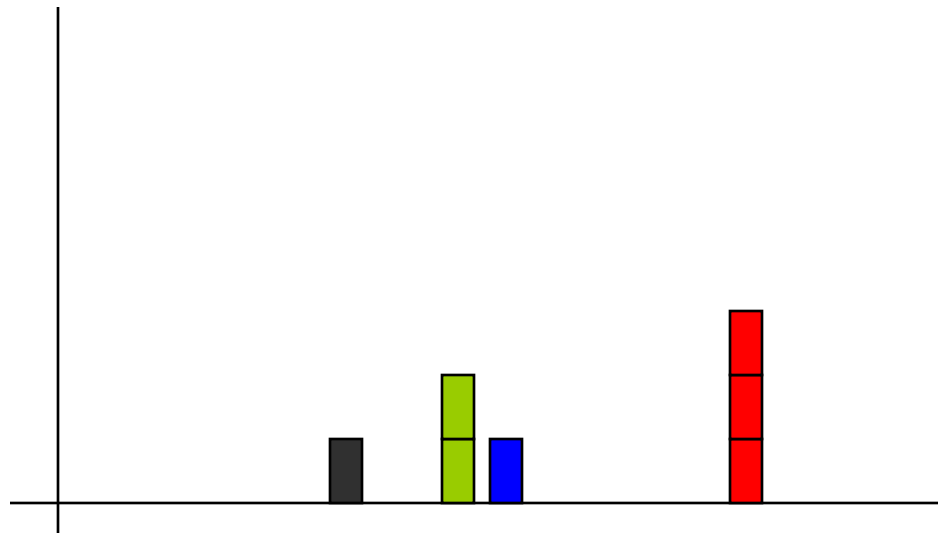
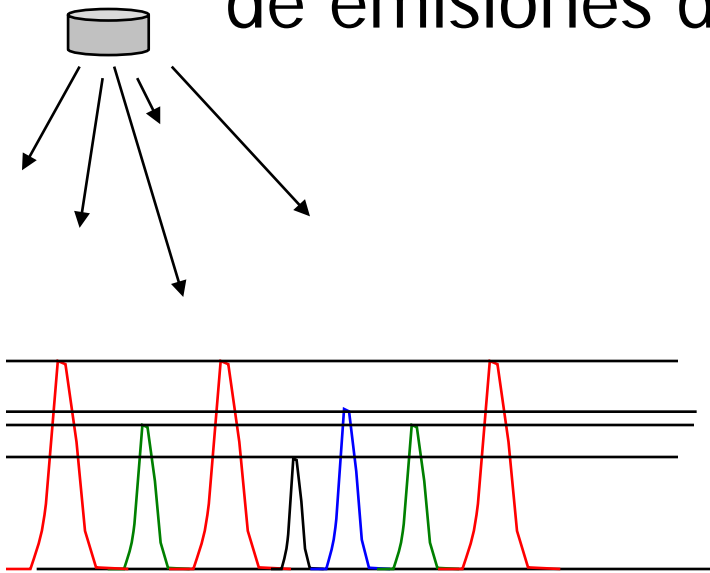
# Sistema de medida



Detector INa/Tl con blindaje

# Espectrometría Gamma

- El detector genera una señal proporcional a la energía emitida por la fuente.
- El equipo acumula en cada canal el número de emisiones de una determinada energía.





# Espectrometría Gamma

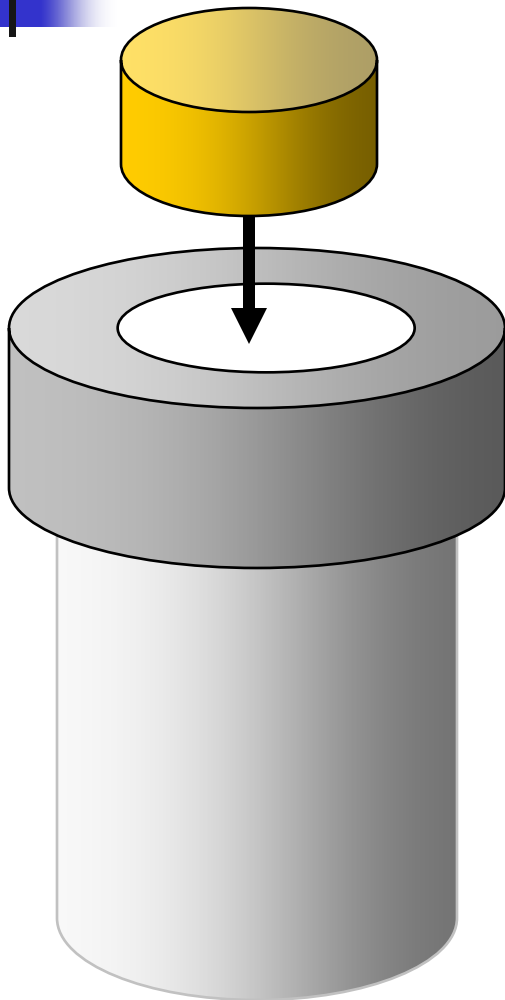
---

- El patrón debe tener **la misma geometría** que la muestra a medir, la fuente radiactiva debe estar distribuida uniformemente en el patrón
- La posición de la muestra frente al detector deber ser fija, se precisan centradores.
- El programa determina la presencia de isótopos en función de la posición que ocupan en la pantalla del analizador (Energía), los desplazamientos del espectro, debidos a variaciones térmicas, pueden falsear los resultados.



# Fuente de calibración

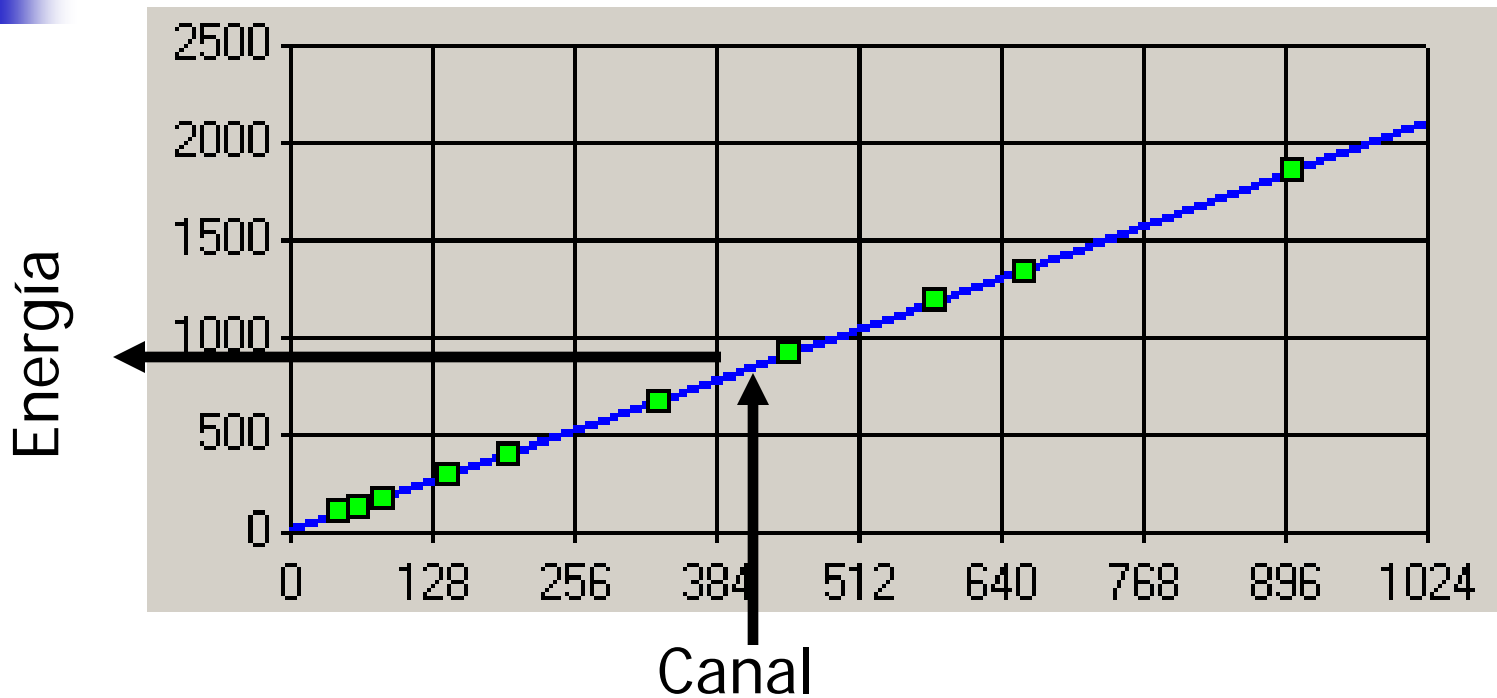
---



## Fuente calibrada

- Densidad similar a la muestra a medir (prensado de viruta de plomo, incidentes, etc).
- El patrón radiactivo debe estar distribuido uniformemente en todo el volumen. De ésta forma **la autoabsorción** será similar al caso de las muestras medidas en el laboratorio.
- Se mantiene la geometría mediante un centrador

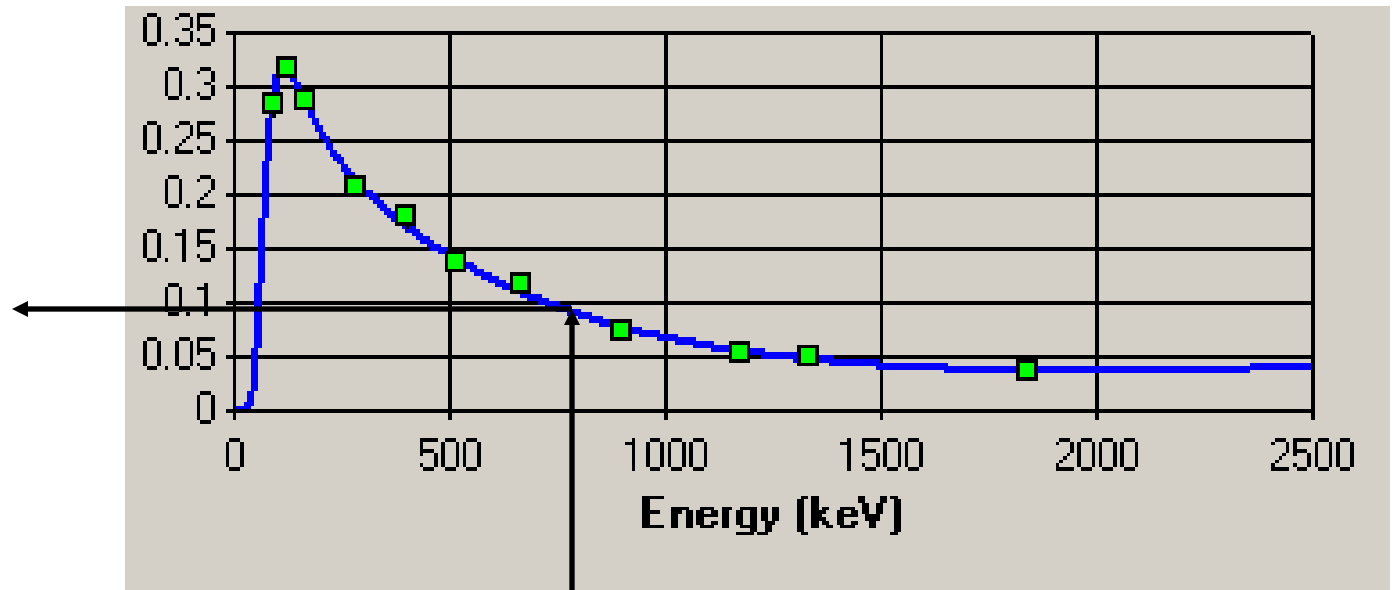
# Curva Energía / Canal



Habitualmente se trabaja en un rango de 0 a 2MeV  
Relación es de 2 KeV/Canal

# Curva Eficiencia / Energía

Eficiencia



Energía



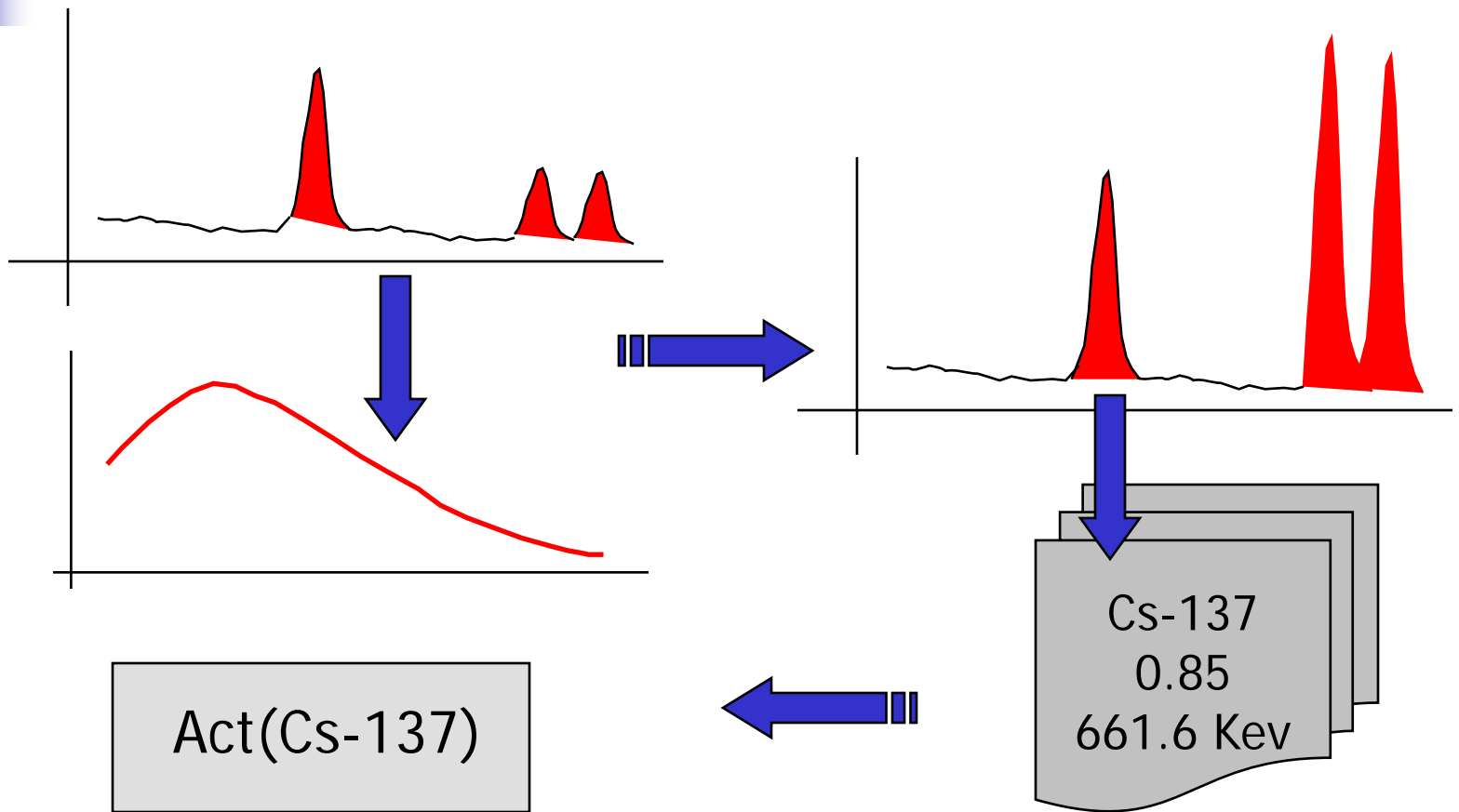
# Espectrometría Gamma

---

- En el caso más general se trabaja con todo el espectro
- El programa busca los picos, que corresponden a emisiones características de los diferentes isótopos de la muestra.
- Calcula el área de dichos picos y corrige el valor en función de la respuesta del detector.
- Determina el tipo de isótopo comparando la energía de los picos con una tabla de isótopos, librería, propia del material que se mide.
- Calcula la actividad del elemento en función de la eficiencia gamma.



# Espectrometría Gamma



Control de calidad: 7%

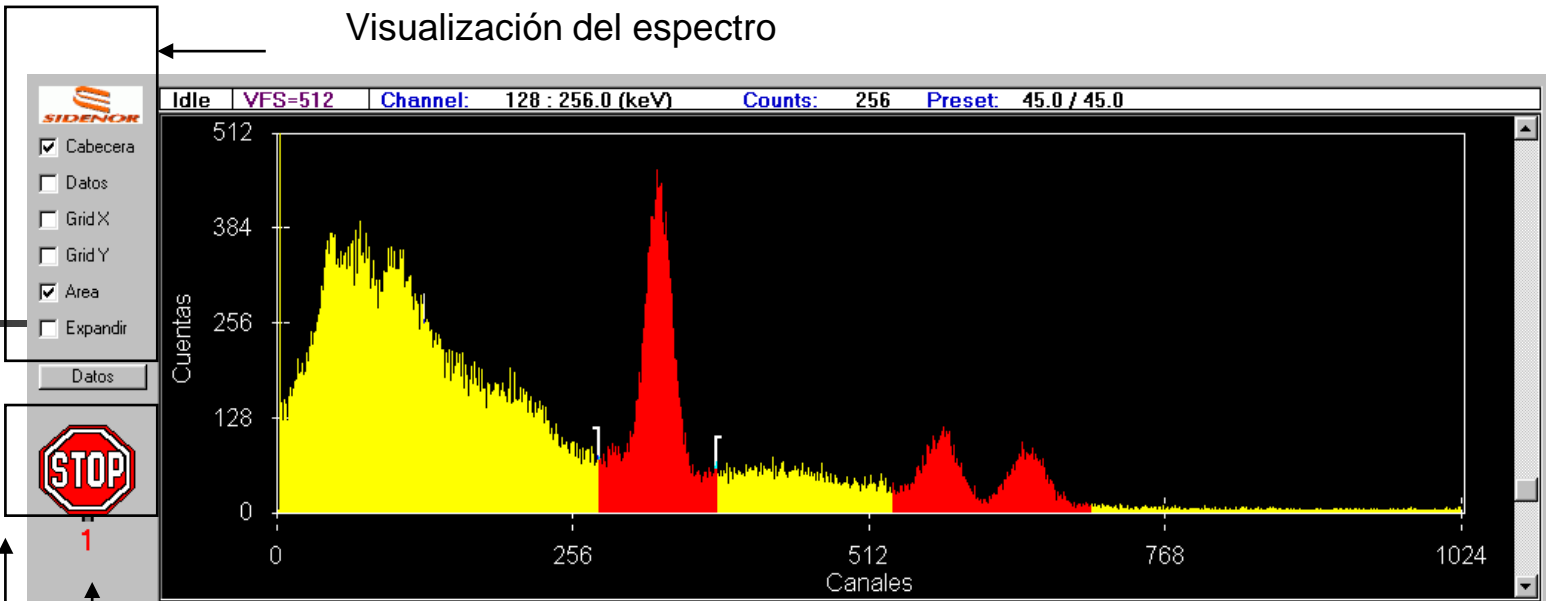


# Análisis de resultados

---

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /unit)	Activity Uncertainty
K-40	0.941	1460.81*	10.67	1.89081E+003	2.81162E+001
CO-57	0.820	122.06*	85.51	5.56557E+002	1.10762E+001
			136.48	10.60	
CO-60	0.984	1173.22*	100.00	2.68419E+003	2.03296E+001
		1332.49*	100.00	2.96881E+003	2.40518E+001
SN-113	0.915	255.12	1.93		
		391.69*	64.90	2.08184E+003	4.67840E+001
CS-137	0.990	661.65*	85.12	2.68463E+003	4.34523E+001

# Visualización del espectro



Cálculo de actividad

Canal	Inicial	Final	Fondo	Medida	Límite
B.E.	10	114	1,3		
Cs-137	114	208	0,41		
Co-60	275	360	0,1466667		

Identificación de la muestra

Nº de colada:

Nº de control:

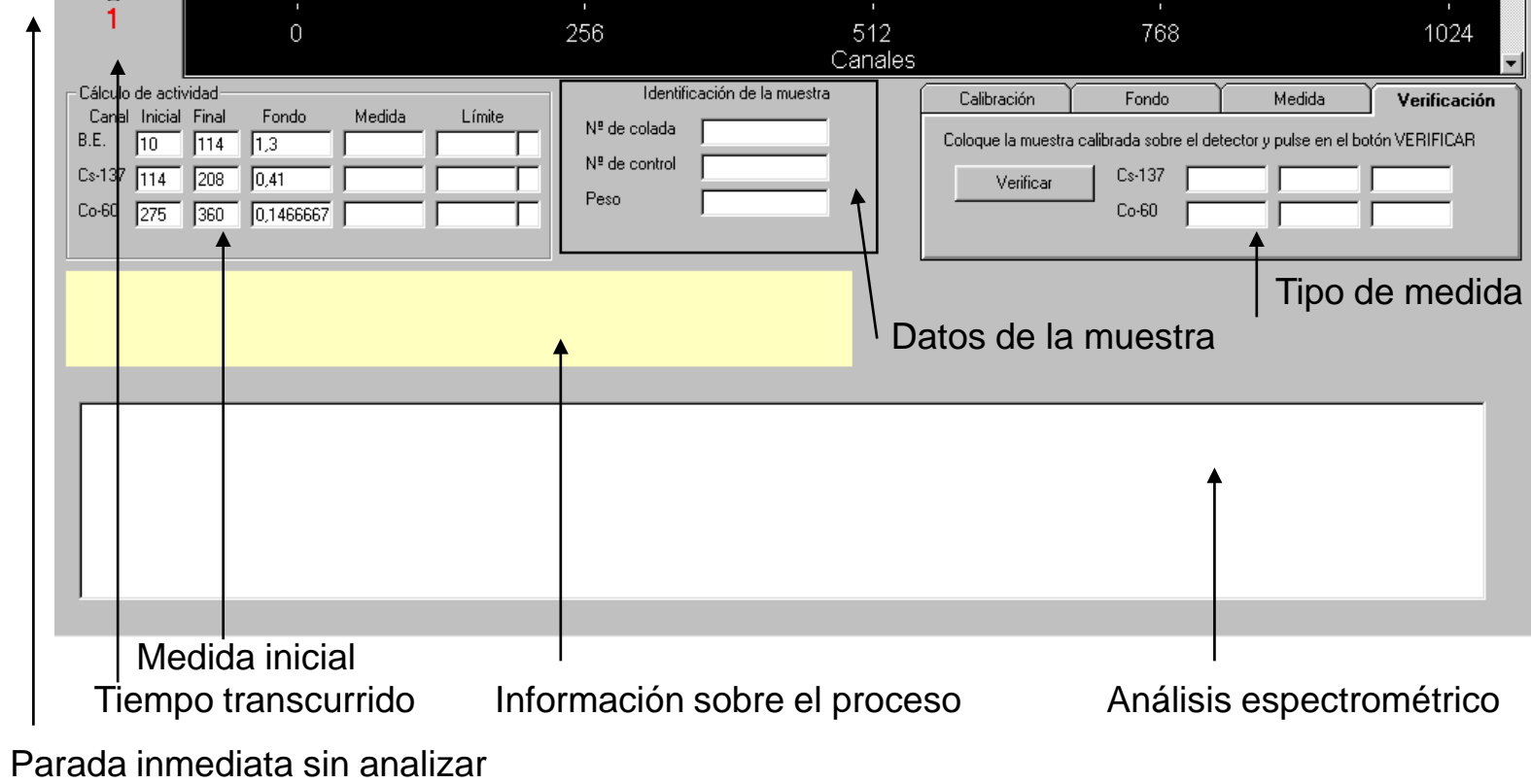
Peso:

Calibración Fondo Medida **Verificación**

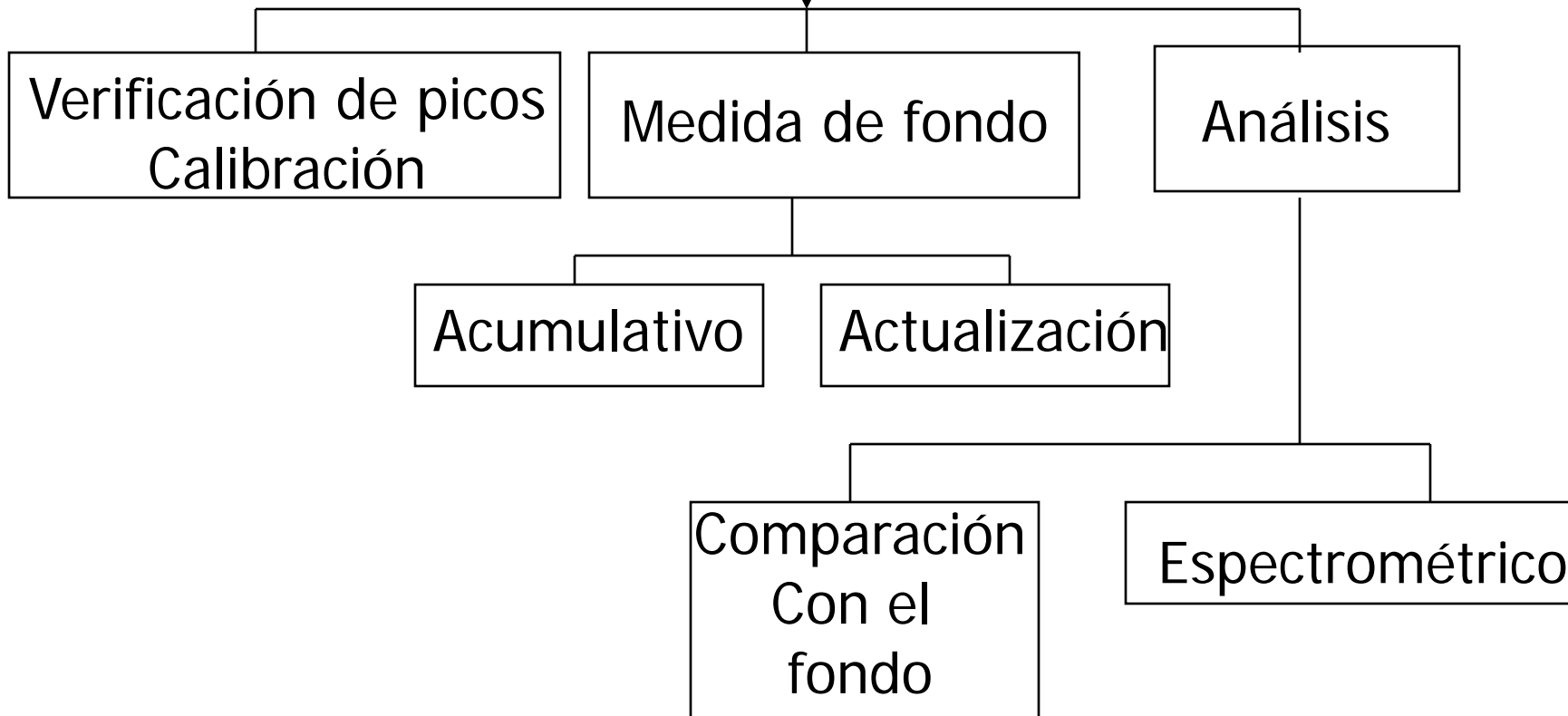
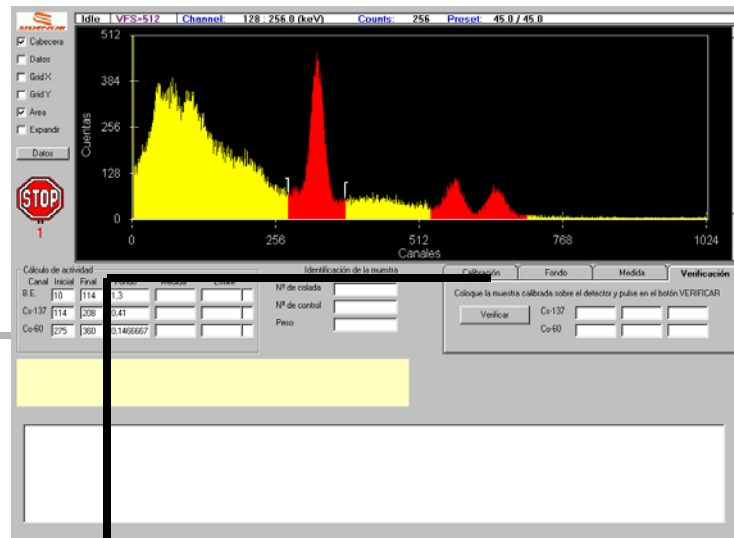
Coloque la muestra calibrada sobre el detector y pulse en el botón VERIFICAR

Verificar Cs-137

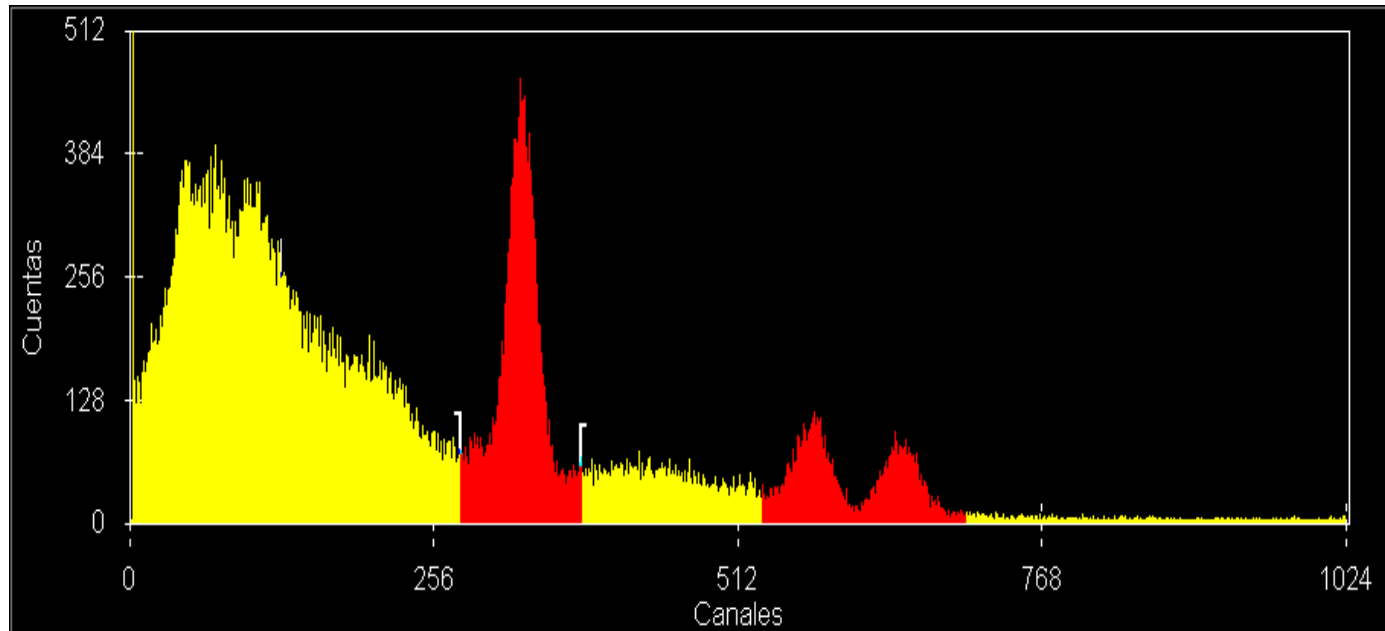
Co-60



Parada inmediata sin analizar

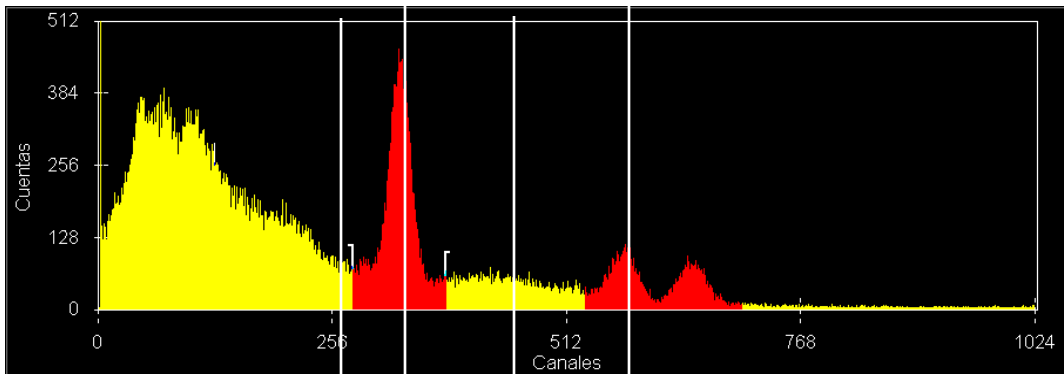


# Verificación

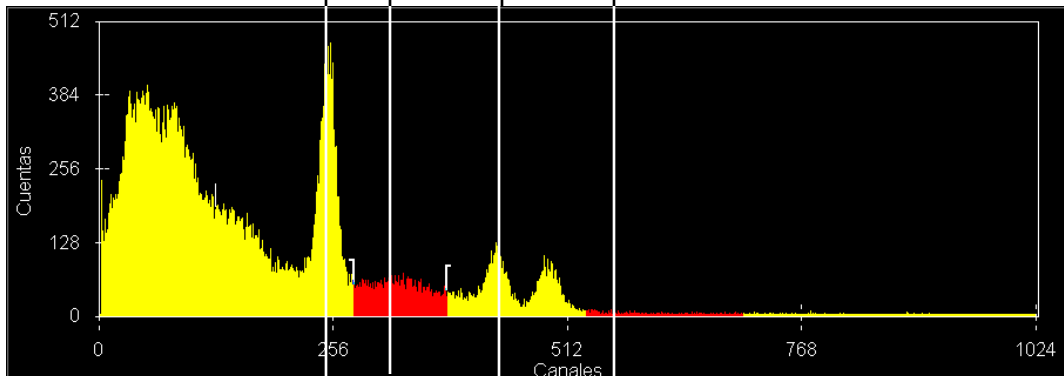


El programa presenta en diferente color las zonas donde deben aparecer los picos de referencia. Si no aparecen en las bandas de color rojo es necesario recalibrar el espectro

# Verificación



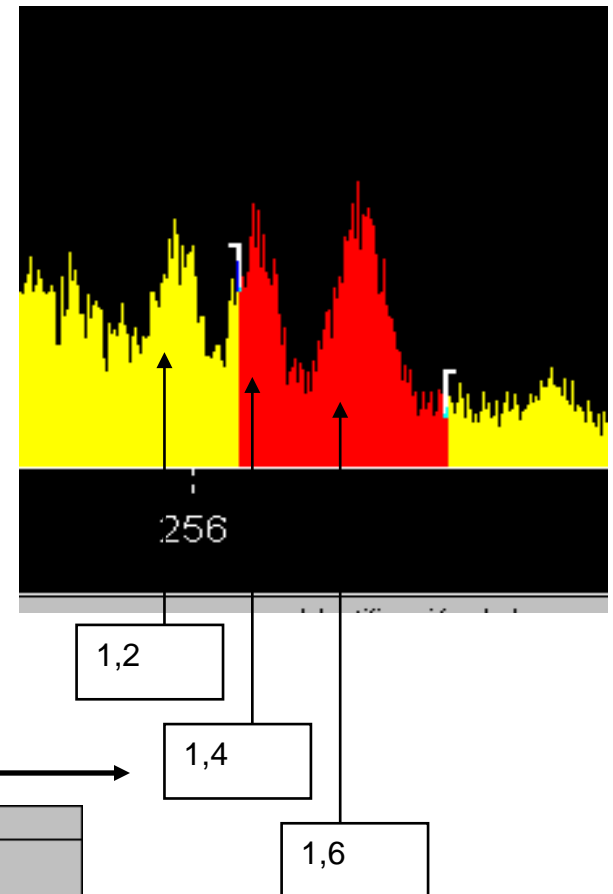
Básicamente debido a variaciones térmicas se producen desplazamientos de picos. La magnitud del desplazamiento es proporcional a la energía



**Control de °C**  
**Control tension**

# Verificación

Para corregir el desplazamiento se varía la ganancia del amplificador, al aumentar éste valor se desplaza el pico hacia la zona de altas energías





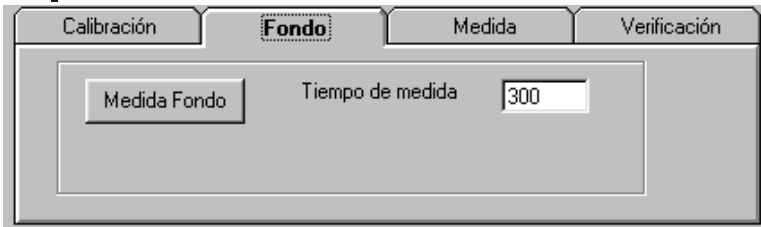
# Medida de fondo

---

- Se emplea como valor de referencia para la primera fase de medida.
- Se realiza de la misma forma que una medida normal.
- El tiempo debe ser mayor que en empleado en una medida de muestras.

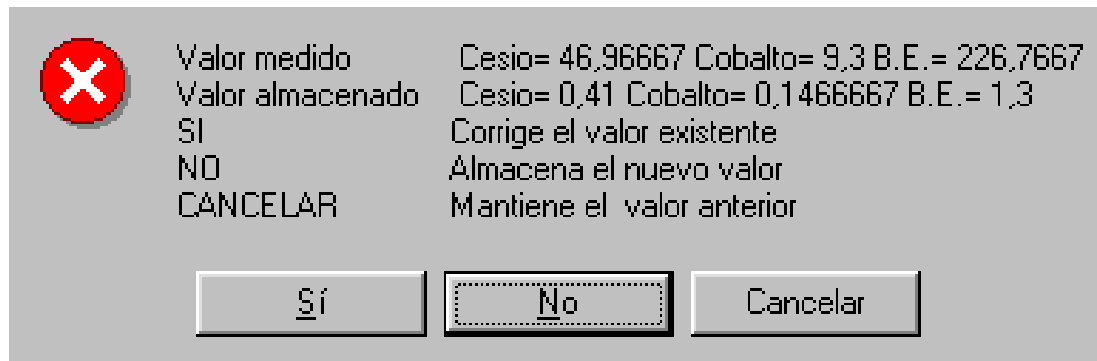


# Medida de fondo



Al finalizar la medida aparece una ventana con los valores obtenidos, comparándolos con

los almacenados anteriormente. Se puede reemplazar, mantener o corregir el valor almacenado. Si se corrige el fondo se aplica:

$$F_{\text{antiguo}} = F_{\text{antiguo}} \times 0,9 + F_{\text{nuevo}} \times 0.1$$


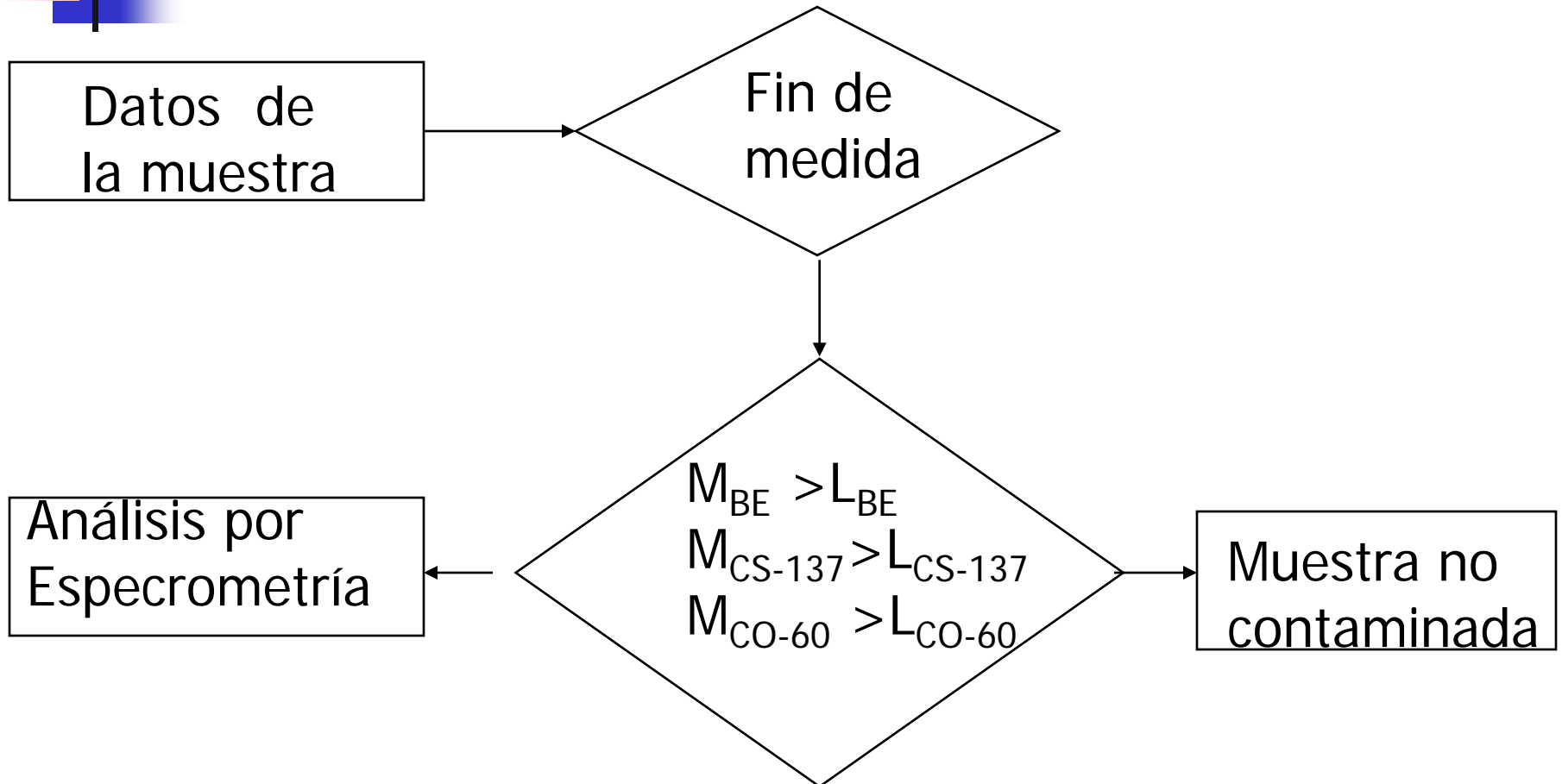


# Proceso de medida

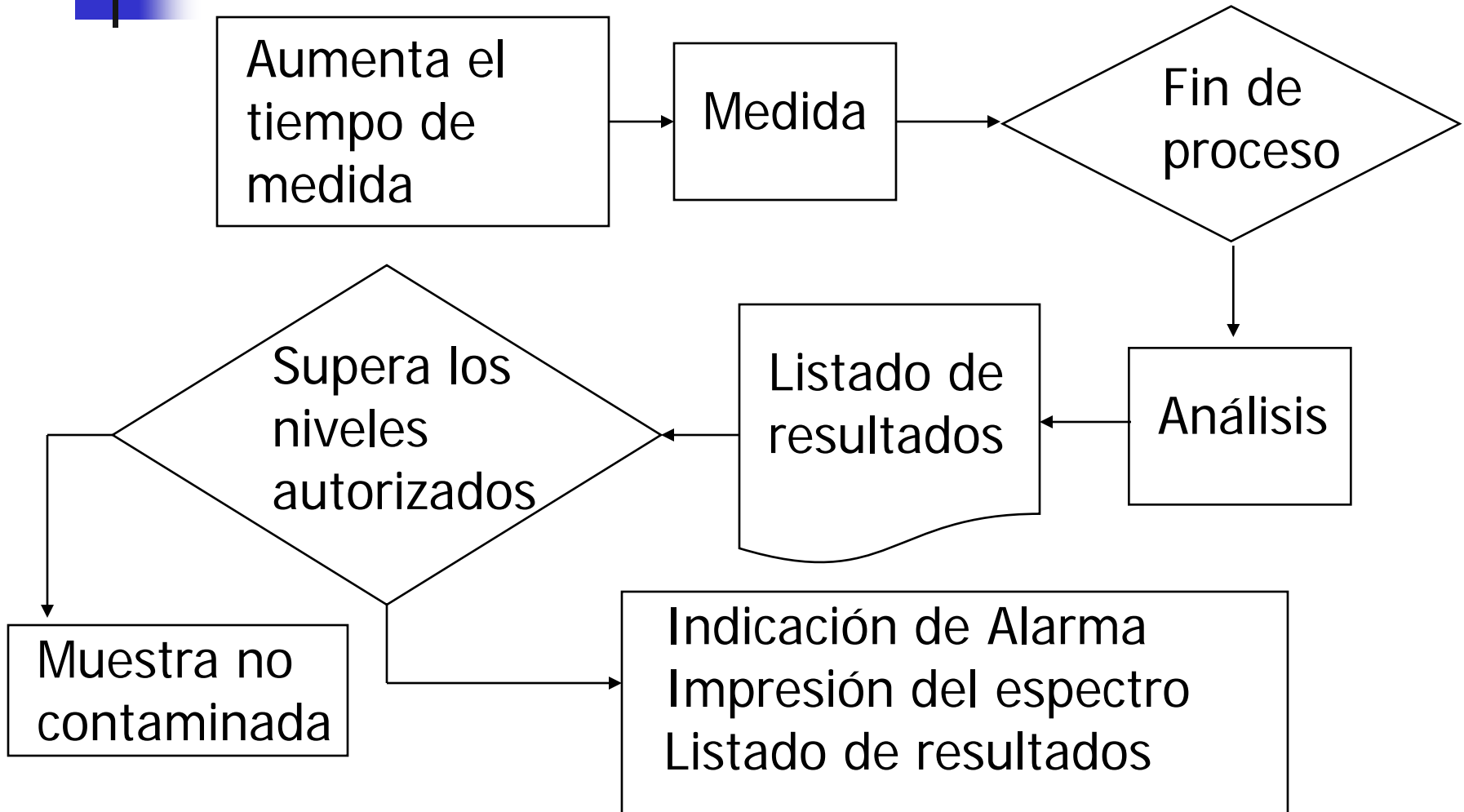
---

- Comparación con el fondo
  - Medida específica de fondo
- Análisis por espectrometría
  - Calibración, una por cada tipo de fuente
  - Edición de librerías en función de los isótopos a determinar
  - Verificación del sistema, la periodicidad dependerá de las condiciones ambientales del laboratorio.

# Proceso de medida



# Proceso de medida

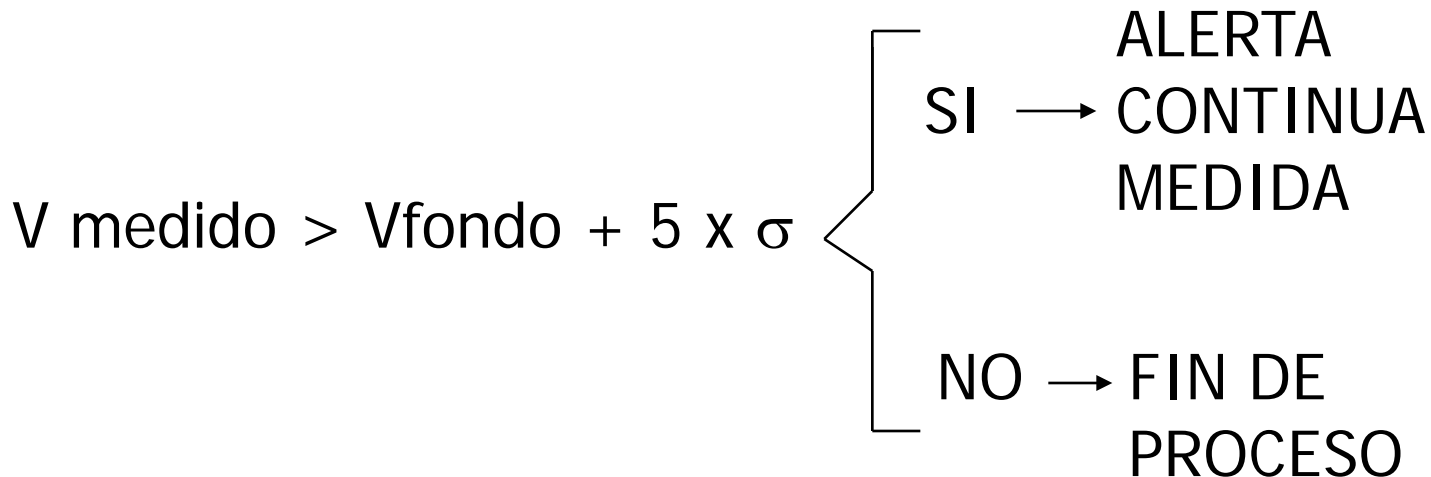




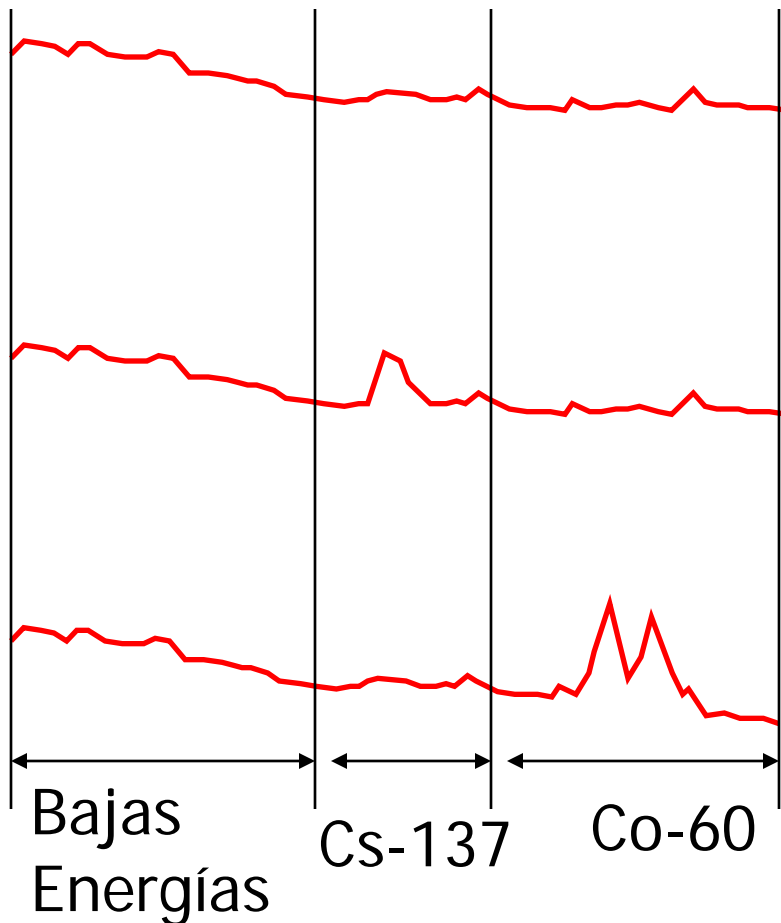
# Análisis inicial

---

- Se compara la suma de cuentas (Integral) en tres zonas de medida con los valores del fondo en dichas zonas mas un factor de incertidumbre ( desviación estándar x 5)



# Análisis inicial



Comparación con el fondo  
Determina si el área en las zonas marcadas supera al fondo del equipo en un número determinado de desviaciones estándar.

Si se cumple ésta premisa se realiza una medida por espectrometría.

# Análisis inicial

Cálculo de actividad						
Canal	Inicial	Final	Fondo	Medida	Límite	
B.E.	10	114	1,3			
Cs-137	114	208	0,41			
Co-60	275	360	0,1468667			

Zona

Fondo de referencia

Valor calculado en la muestra

Nivel de comparación ( Fondo + 5 x  $\sigma$  )

Indicador de alarma



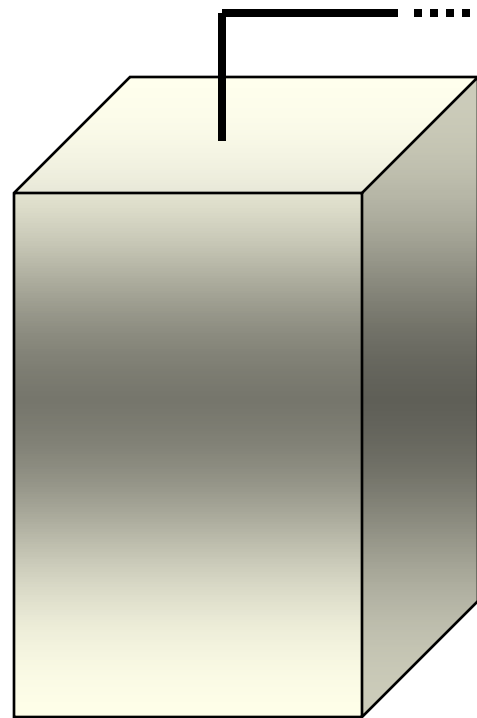
# Medida por espectrometría

---

- Trabaja con librerías de isótopos específicas que pueden ser modificadas si se precisa.
- Necesita una curva de calibración de eficiencias que cubra el rango de medida.
- Puede identificar y cuantificar isótopos diferentes de los empleados en la calibración.
- Se puede definir la ventana de identificación de cada isótopo para evitar que se asigne la medida a un emisor con una energía próxima al especificado.
- Calcula límites de detección.



# Medida específica de Cs-137

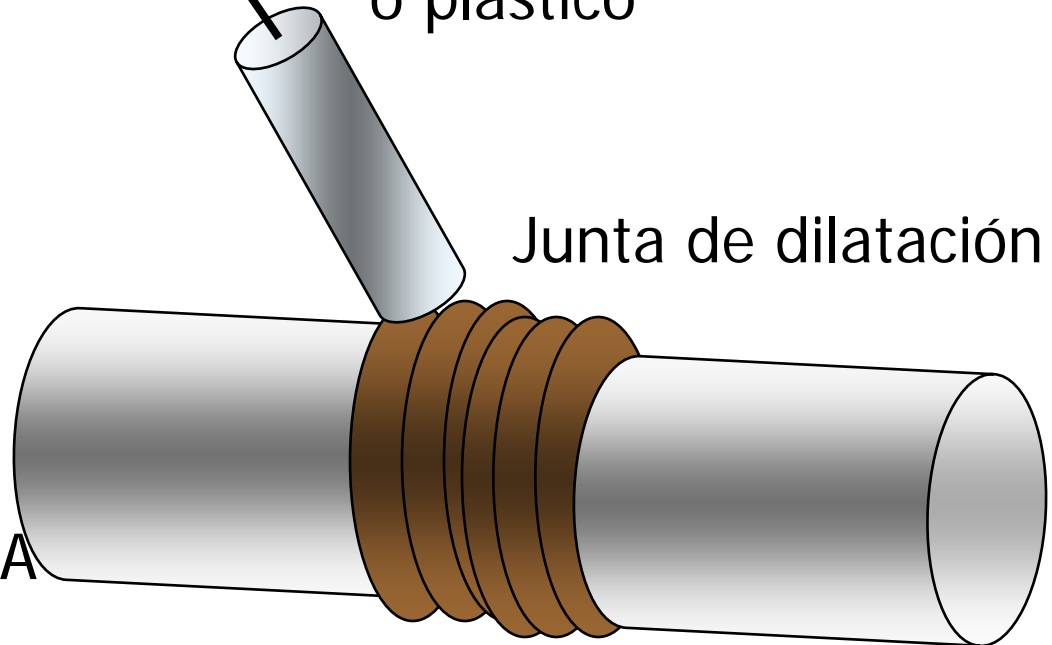


Medida en Continuo

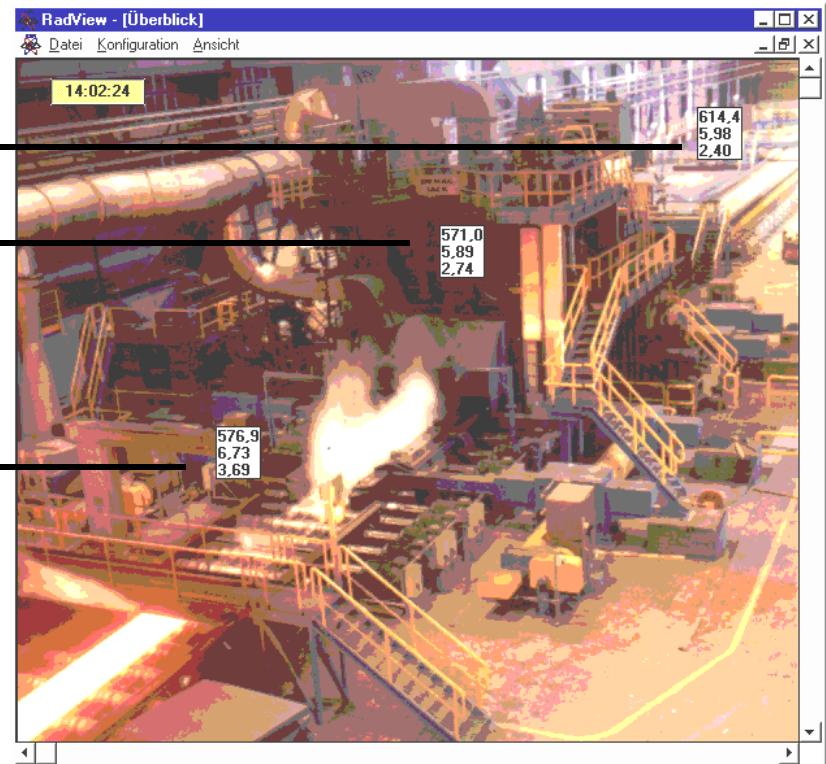
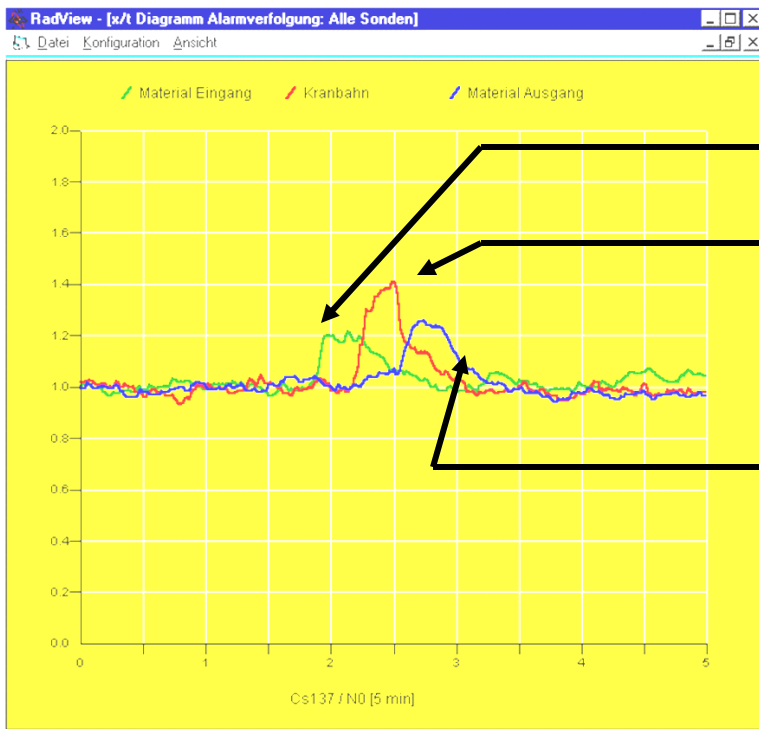
Detector tipo Geiger ó plástico

Junta de dilatación

Salida digital  
o analógica 0-20 mA



# Medida específica de Cs-137



Se puede programar una monitorización continua desde un ordenador para que controle todos los equipos y los niveles específicos de alarma de cada uno de ellos