

## Primeros resultados del experimento ANAIS en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc

S. Cebrián, J.M. Carmona, E. García, I.G. Irastorza, G. Luzón, A. Morales, J. Morales, A. Ortiz de Solórzano, J. Puimedón, M.L. Sarsa, J.A. Villar

Laboratorio de Física Nuclear y Altas Energías, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza

Los WIMPs (*Weak Interacting Massive Particles*) son candidatos a la materia oscura no bariónica del Universo, responsable al menos de  $\frac{1}{4}$  de la densidad de energía de un Universo crítico plano. Permeando los halos galácticos dichas partículas ( $m \sim \text{GeV-TeV}$ ,  $v \sim 10^{-3}c$  y sin carga) pueden detectarse mediante el retroceso nuclear que producen ( $\leq 100$  keV) cuando chocan elásticamente con los núcleos de un detector. La muy pequeña sección eficaz de interacción WIMP-materia ( $< \sigma_{\text{weak}}$ ) y la débil señal que dejan (keV's) requieren detectores de muy bajo umbral de energía y extremado bajo fondo radioactivo, así como técnicas identificadoras del WIMP. La única señal identificadora explorada hasta la fecha es la modulación anual ( $< 5\%$  de variación entre junio y diciembre) de la señal debida al movimiento relativo de la Tierra (laboratorio) y el halo galáctico (WIMPs)<sup>1</sup>, técnica en la que Canfranc ha sido pionero<sup>2</sup>. Detectar otras asimetrías direccionales requiere técnicas aún en desarrollo. ANAIS (*Annual Modulation with NaI's*)<sup>3</sup> es un experimento que busca WIMPs utilizando un conjunto de 10 cristales centelleadores de NaI de 10,7 kg investigando la antedicha modulación anual. Un experimento (DAMA) que utiliza 87,3 kg de NaI en el Laboratorio del Gran Sasso ha detectado una modulación anual que atribuye a WIMPs de  $\sim 50$  GeV y  $10^{-5}$  pb de sección eficaz<sup>4</sup>. Aunque esta zona de masa y sección eficaz ha sido prácticamente excluida por otro experimento (CDMS), es importante su confirmación por un experimento de modulación independiente, que es el objetivo de ANAIS.

### I. EL FONDO RADIOACTIVO

Un prototipo consistente en un cristal de 10,7 kg. se ha instalado en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc a una profundidad de 2450 m.w.e. -para reducir el fondo inducido por la radiación cósmica- dentro de un blindaje pasivo compuesto por 30 cm de plomo (de ellos, 10 cm de plomo arqueológico), 2 mm de cadmio y 40 cm de un moderador de neutrones (polietileno y/o agua borada). Una funda de PVC cierra el blindaje de plomo, y la inyección de nitrógeno gas crea una sobrepresión que evita la entrada de radón al recinto. El blindaje activo consta de vetos de muones ( $0,8 \times 0,8 \text{ m}^2$ ) en anticoincidencia cubriendo la parte superior del dispositivo. El sistema de adquisición está basado en electrónica estándar NIM y CAMAC, habilitándose dos salidas en el fotomultiplicador: una lenta para procesar de la forma habitual la energía de cada evento y otra rápida que se digitaliza a 200 MHz en un osciloscopio digital LeCroy 9360 y se registra en línea.

Para reducir el fondo radiactivo se procede a la sistemática sustitución de componentes por otros de superior radiopureza –medida en Canfranc-. Asimismo, se ha modificado el fotomultiplicador para alejar del detector componentes pasivos con alto contenido en  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$  y  $^{210}\text{Pb}$ , que será subsiguientemente sustituido por otro un factor 3-5 superior en radiopureza, situado fuera del blindaje de plomo mediante una guía de luz. En una fase ulterior se considera la sustitución de la carcasa del detector por una envoltura de teflón, que además permitiría mejorar la colección de luz. En paralelo a este desarrollo se ha realizado una simulación por Monte-Carlo del fondo esperado, usando GEANT4, para

entender el origen del fondo medido y diseñar las modificaciones. El fondo observado a baja energía (ver figura 1) parece resultar de la superposición de un fondo plano originado por el  $^{40}\text{K}$  del propio cristal y los picos asociados a las emisiones de  $^{210}\text{Pb}$  localizado en la carcasa y/o el fotomultiplicador.

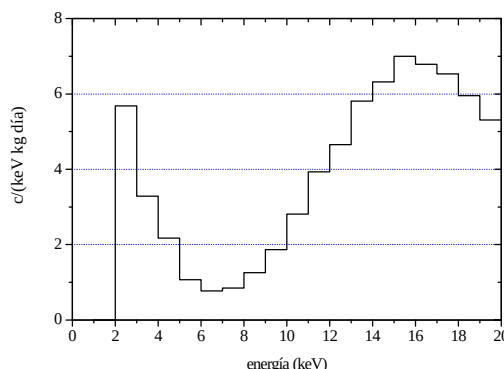


Figura 1. Región de baja energía del espectro obtenido en el prototipo de ANAIS para un exposición de 883,85 kg día.

## II. EL UMBRAL DE ENERGÍA

El registro de los pulsos a la salida del fotomultiplicador ha permitido discriminar los sucesos de ruido de los de centelleo a baja energía, y por tanto, disminuir el umbral del detector. Se ha analizado qué parámetros de los pulsos permiten una discriminación más eficiente entre ruido y centelleo; de entre los parámetros estudiados (cocientes de porciones de área, amplitud promedio,...) se ha elegido finalmente para el filtrado de ruido la desviación cuadrática respecto a la forma teórica de un pulso de centelleo. La aplicación del método a los datos acumulados en 883,85 kg día (ver figura 1) ha permitido reducir el umbral de  $\sim 8$  a  $\sim 4$  keV. El nivel de fondo hasta 10 keV (zona relevante del experimento) es de  $\sim 1,5$  c/(keV kg día).

## III. LA ESTABILIDAD

La estabilidad de las condiciones ambientales en el laboratorio es imprescindible para poder atribuir a los WIMPs del halo galáctico una modulación estacional en los datos. Por ello, se está desarrollando un sistema de control que registre y modifique las principales magnitudes significativas, tales como temperaturas, flujo de  $\text{N}_2$  gas o niveles de radón. Por el momento, se ha monitorizado durante varios meses la actividad del radón ambiental (de 50 a 70 mBq/l), cuyas fluctuaciones no parecen correlacionadas con las variaciones de temperatura, presión o humedad. Se ha comprobado la estabilidad de la ganancia de amplificación (las fluctuaciones en la posición de los picos a baja energía son de un 1%) y además, analizando la evolución en el tiempo de los ritmos de detección total e integrado desde 100 keV, se obtiene que las variaciones porcentuales respecto de los ritmos promedio siguen una distribución gaussiana de anchura  $\sigma=1,27$  % y  $\sigma=1,47$  % respectivamente (atribuibles a fluctuaciones meramente estadísticas).

## Referencias

- <sup>1</sup> K. Freese, J. Frieman y A. Gould. Phys. Rev. D 37 (1988) 3388.
- <sup>2</sup> M.L. Sarsa et al. Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 35 (1994) 154, Phys. Lett. B 386 (1996) 458, Phys. Rev. D 56 (1997) 1856.
- <sup>3</sup> A. Morales et al. New Journal of Physics 2 (2000) 12.1-12.20.
- <sup>4</sup> R. Bernabei et al. Phys. Lett. B 480 (2000) 23.