



Proyectos Astronómicos del INAOE

HAWC

Dr. Alberto Carramiñana Alonso

Presenta:

M.C. Miguel Martínez Arroyo

mmtz@inaoep.mx



HAWC, High Altitude Water Cherenkov

Es un observatorio de rayos gamma (γ) de gran apertura capaz de monitorear el cielo en el rango de energías de 100 GeV a 100 TeV.

Figura 1. Sitio de HAWC en Sierra Negra. Un arreglo de 300 tanques de HAWC se sobrepone a la foto para mostrar su ubicación. El GTM es visible en la parte superior de la montaña.



El sitio HAWC se encuentra dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba, un parque nacional mexicano que comprende el Citlaltepctl o Pico de Orizaba, la cima más alta de Mexico a 5610m y Sierra Negra, a 4600m.

HAWC se encuentra en una meseta de 200m x 450m cerca de la silla, entre los dos picos

Altitud de 4100 metros sobre el nivel del mar

Fuente de agua a 2 km, 0.6 litros/segundo

Sitios altos con condiciones tolerables son escasos

El sitio se encuentra lo suficientemente cerca al ecuador como para tener condiciones climáticas tan favorables como podría esperarse para esa altitud

En seis años, la temperatura media es de 4.3°C
Temperaturas bajo cero sólo el 5% del tiempo.
La congelación del agua en el interior del detector no será un problema

El paso del huracán Dean a unos 100 km al norte del sitio generó vientos de hasta 150 km/h, pero el promedio es de 14.4 km/h



El GTM, la superficie del telescopio está terminada, establecida y probada, mientras que los instrumentos científicos del GTM ya ha sido probado

El Telescopio de Neutrones Solares instalado por el Instituto de Geofísica de la UNAM y en funcionamiento desde 2005. Ha detectado un importante evento solar en septiembre de 2006

RT5 es un radio telescopio de 5m en construcción, ideado para realizar un seguimiento cotidiano del Sol en 43 GHz durante el día y las observaciones astronómicas durante la noche, es un proyecto conjunto de INAOE y los Institutos de Astronomía y Geofísica de la UNAM



Dos telescopios Cherenkov formaban parte del HEGRA, se instalarán en la parte superior de Sierra Negra, a aproximadamente 1 km de distancia horizontal del HAWC

El Instituto de Física de la UNAM está en la construcción de un detector de antineutrones

La Universidad de Puebla (BUAP) ha establecido una serie de detectores de rayos cósmicos en la cima de la montaña. Estos son pequeños depósitos de agua con PMTs individuales



No astrofísicos:

Una estación sismológica de BUAP

En planeación:

**Un monitor de gas de efecto invernadero supervisado
por el Instituto de Clima**

Un geo-punto de referencia del INEGI



El CSN actuará como un proveedor de servicios:

Acceso a lo sitios (carreteras)

Electricidad

Internet

Comunicaciones (con una consideración especial para la prevención de RFI al GTM operará en el rango de frecuencias de 80 a 350 GHz),

Abastecimiento de agua,

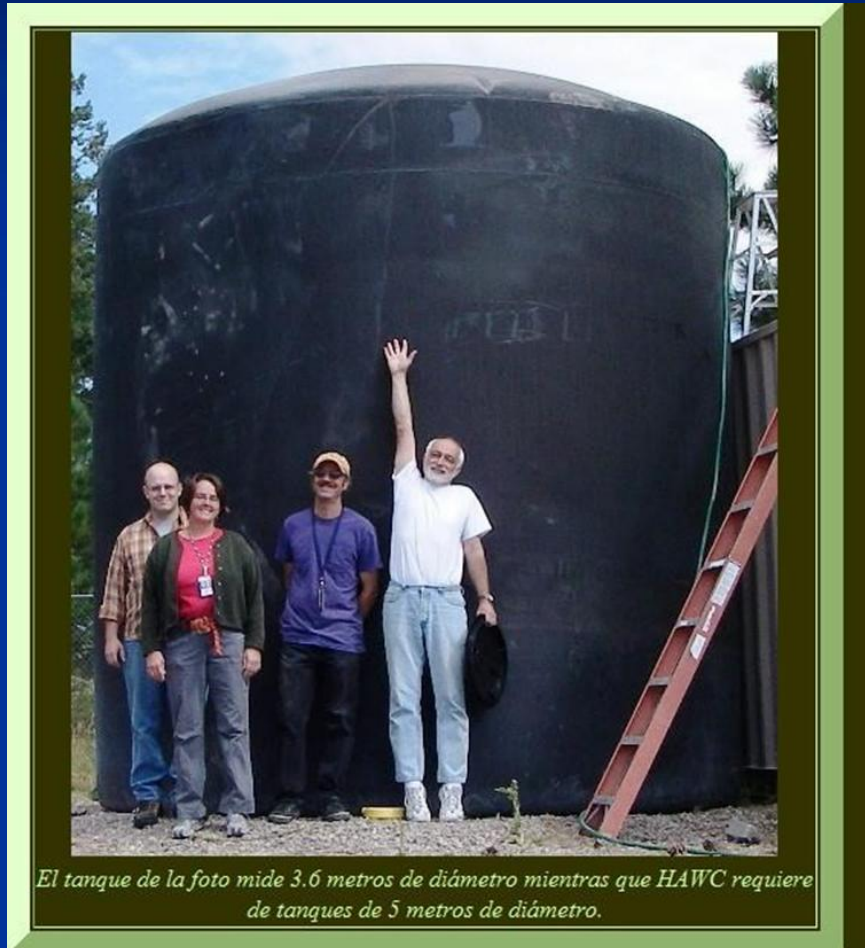
Seguridad, etc.



HAWC, High Altitude Water Cherenkov

Milagro ubicado en las Montañas Jemez cerca de los Alamos, Nuevo México a una latitud de 2630 metros

HAWC verá un 15% más de la esfera celeste en un campo de visión de 45° en comparación con Milagro



Tanque de agua de plástico comercial de 4,6 m de profundidad por 5,0 m de diámetro

Contendrá un PMT (*Photomultiplier tube*) de 8" mirando hacia arriba, anclado a la parte inferior

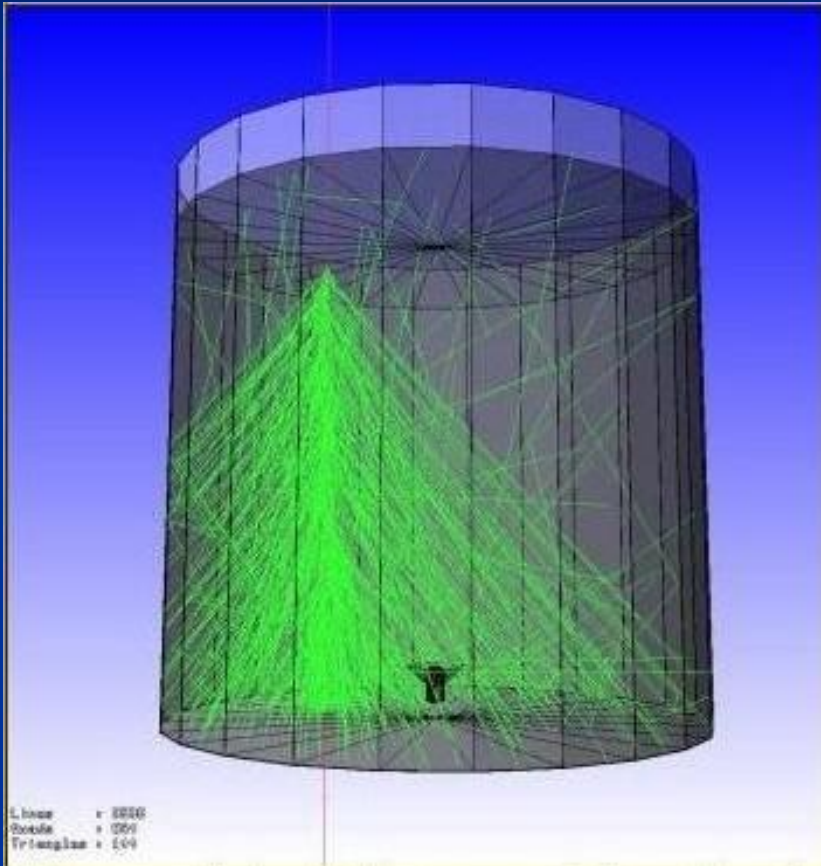
Cuando un rayo gamma de alta energía incide en la atmósfera de la Tierra, una Cascada Electromagnética Extensa (EAS: *Extensive Air Shower*) es inducida.

Si la energía es lo suficientemente alta, las partículas secundarias puede llegar al detector de HAWC ubicado en el fondo

Simulated Shower hitting the Milagro Detector
<http://umdgrb.umd.edu/cosmic/milagro.html>

El arreglo de los tanques de agua son sensibles a estas partículas secundarias. Estas partículas secundarias iluminan el PMT con la luz Cherenkov que producen

Cuando varios tanques observan la misma Cascada Electromagnética, es posible reconstruir la dirección del rayo gamma primario que causó la Cascada





Los rayos gamma que observará HAWC provienen de objetos celestes con condiciones físicas extremas, en los que se producen partículas (o rayos cósmicos) de las más altas energías, las fuentes pueden ser galaxias, supernovas entre otras

¿Qué fuentes astrofísicas aceleran a los rayos cósmicos? Este cuestionamiento, de casi 100 años de antigüedad, es un objetivo primordial para el campo de la astrofísica de partículas de altas energías. Los rayos cósmicos han llevado, y en el futuro podrán dar lugar a una nueva comprensión de la física de partículas



Los rayos gamma son creados por rayos cósmico

Los rayos gamma que resultan viajan en línea recta, sin ser perturbados por el campo magnético Galáctico y extra-galácticos a diferencia de los rayos cósmicos cargados

El amplio campo de visión de HAWC proporcionará un potencial de descubrimientos único. La historia ha demostrado que estudios astronómicos en nuevas longitudes de onda producen observaciones inesperadas y sorprendentes

- En este año se instalará la primera fase de HAWC que consta de 30 tanques detectores, la meta es llegar a instalar 300 Tanques en 3 años
- Generará un volumen de 180 MBytes por segundo
- Equivalente a 1.4 Gbps
- ~15 TeraBytes por día

- En 2 semanas estará lista la conexión a un punto intermedio de 1Gbps, llega a Atzitzintla
- Cuello de botella a la salida solo hay un enlace compartido de 1Mbps para Internet y 1Mbps para Internet 2
- Costo de \$45,000 pesos mensuales
- Lo máximo posible son 155Mbps
- Baja posibilidad de usar antenas no de 80 a 350 GHz, posiblemente instalar F.O. a Orizaba (40Kms)
- Requiere 2 bases de datos en INAOE/UNAM y la Universidad de Maryland



Por México:

- El Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)
- El Instituto Astronomía de la UNAM
- El Instituto de Física de la UNAM
- El Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM
- El Instituto de Geofísica de la UNAM
- La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
- El Instituto de Física de la Universidad de Guanajuato
- El Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV)
- La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)
- El Centro de Geociencias de la UNAM, en Juriquilla Querétaro
- Universidad Autónoma Metropolitana proporcionan asesoría en cuestiones geológicas e hidrológicas.
- Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)
- Universidad de Guadalajara



Por Estados Unidos:

- La Universidad de Maryland
- La Universidad de California, Irvine
- La Universidad de California, Santa Cruz
- Pennsylvania State University
- Michigan State University
- George Mason University
- Los Alamos National Laboratory
- La Universidad de New Hampshire
- La Universidad de Utah
- La Universidad de Nuevo México
- NASA Goddard Space Flight Center

Tenemos colegas asociados a HAWC en la Universidad de Torino (Italia), en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio y en el Instituto Balseiro de Bariloche (Argentina)



¿Preguntas?

Mayor información en:

<http://www.inaoep.mx/~hawc/>



Gracias por su atención