



Observaciones conjuntas entre HAWC y un Telescopio Cherenkov Atmosférico

Yunior Pérez(IA-UNAM),
Ibrahim Torres(INAOE), José Serna(IF-UNAM), Merlin Schaufel(RWTH), Jan Audehm(RWTH), Jesús Martínez(CIC-INP), Thomas Brentz(RWTH), Rubén Alfaro(IF-UNAM), Arturo Iriarte(IA-UNAM) y M. Magdalena González(IA-UNAM)
for the HAWC collaboration.

HAWC

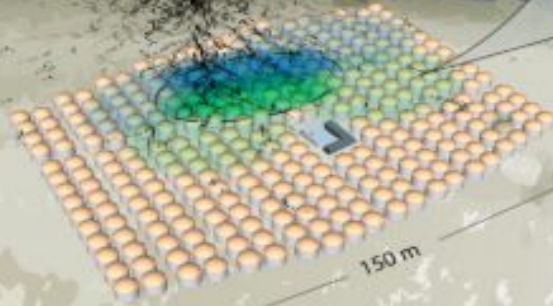
HAWC Observatory

HAWC operates day and night, providing a large field of view for the observation of the highest energy gamma rays.



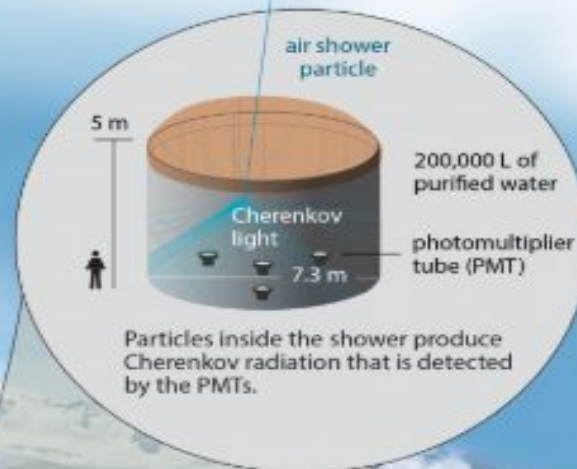
Pico de Orizaba
(5,626 m)

HAWC is located at 4,100 m above sea level, covering an area of 20,000 m².



Water Cherenkov tank

HAWC comprises an array of 300 tanks that record the particles created in gamma-ray and cosmic-ray showers.



Particles inside the shower produce Cherenkov radiation that is detected by the PMTs.

Gamma rays vs cosmic rays

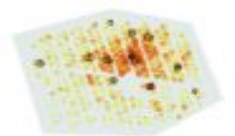
HAWC selects gamma rays from among a much more abundant background of cosmic rays.

gamma-ray shower



"hot" spots concentrate around the core

cosmic-ray shower

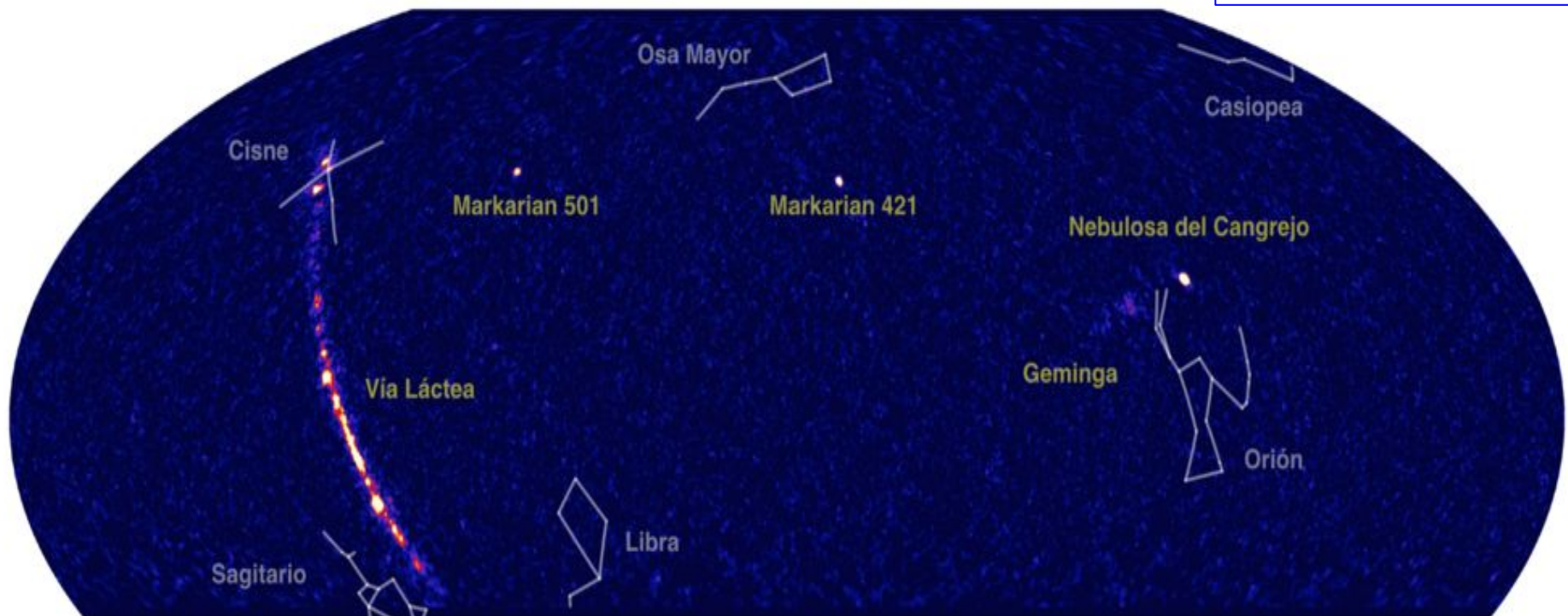


"hot" spots are more dispersed

Reconstruye la energía de la partícula primaria sumando la carga depositada en cada fotomultiplicador activado en el evento.

Cielo observado por HAWC en rayos gamma

Datos de 365 días
Nov 2014 a Nov 2015



¿Qué tipos de fuentes extensas podríamos ver?

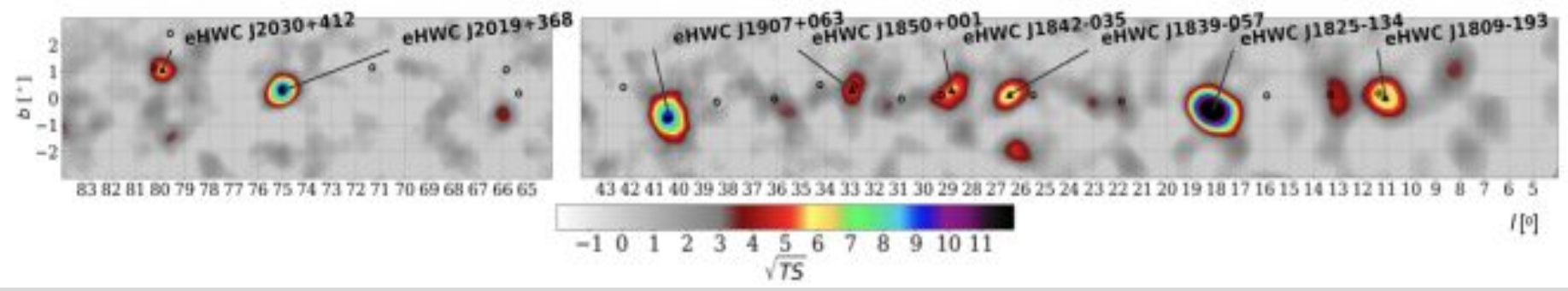
- Emisión difusa de la galaxia
- Zonas con muchas fuentes en TeV
- Remanentes de supernovas
- Pulsar wind nebula

2º catálogo de HAWC
7 PWN
2 RNS
2 Blazars
23 UNID
Posiblemente 16 extendidas

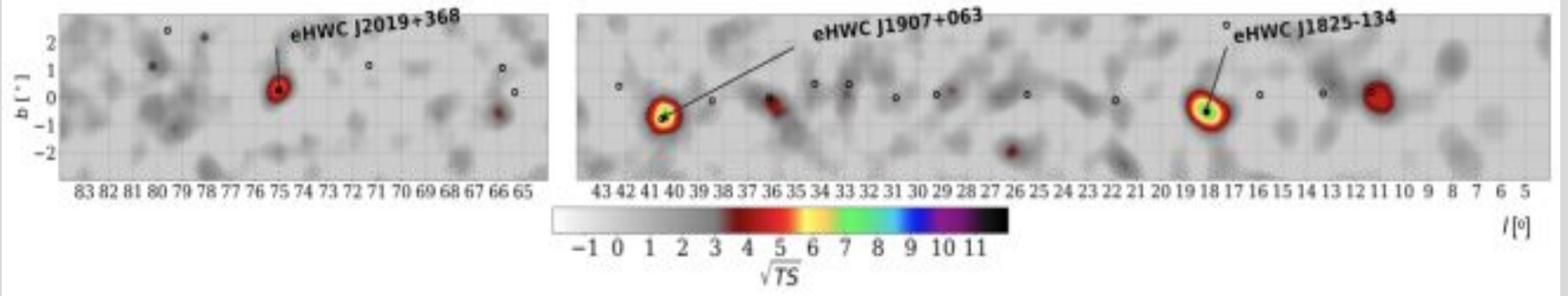
Emisión de gammas mayores a 56 TeV

Plano galáctico E > 56 TeV, Extendida 0.5°

1038.8 días



Plano galáctico E > 100 TeV, Extendida 0.5°



¿Cuál es el fotón de más alta energía que se puede medir ?

Hay que reducir la incertidumbre de la estimación de la energía.

Planteamos hacer comparaciones de la energía estimada de HAWC con otro instrumento (HAWC's Eye).

HAWC's Eye

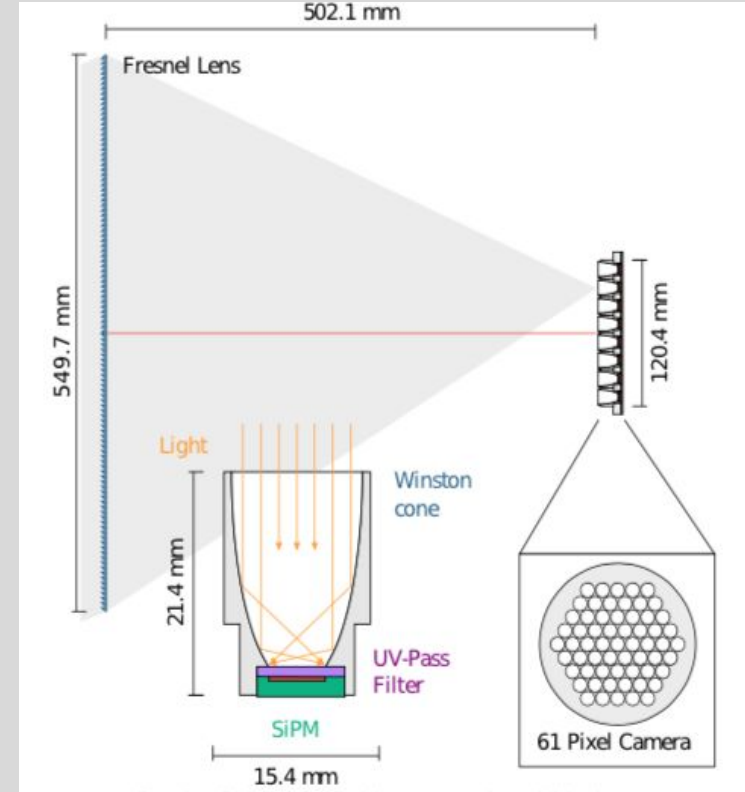
Telescopio Cherenkov Atmosférico

Distancia focal de la lente Fresnel

$f=502.1$ mm, $D=549.7$ mm $f/D \sim 1$

61(+3) pixel de SiPM

Pixel $1.5^\circ/\text{pixel} \sim 12^\circ$ total FOV



Reconstruye la energía de la partícula primaria integrando el número de fotones que llegan al detector de diferentes alturas.

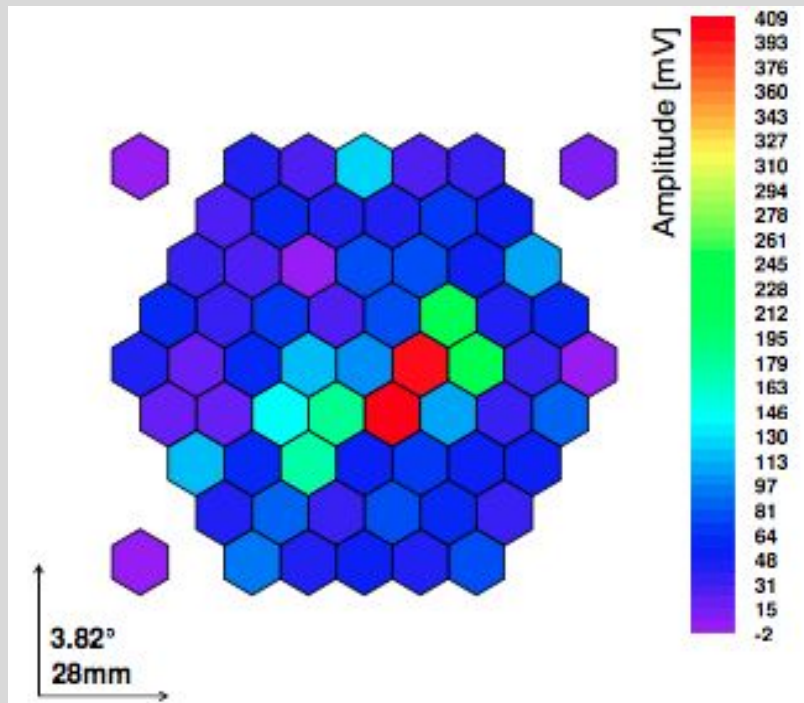
Análisis conjunto HAWC-HAWC's Eye (Simulaciones)

- Cada instrumento tiene su secuencia de análisis.
- Simular en ambos instrumentos las cascadas de partículas para mejorar la estimación de la energía reconstruida.

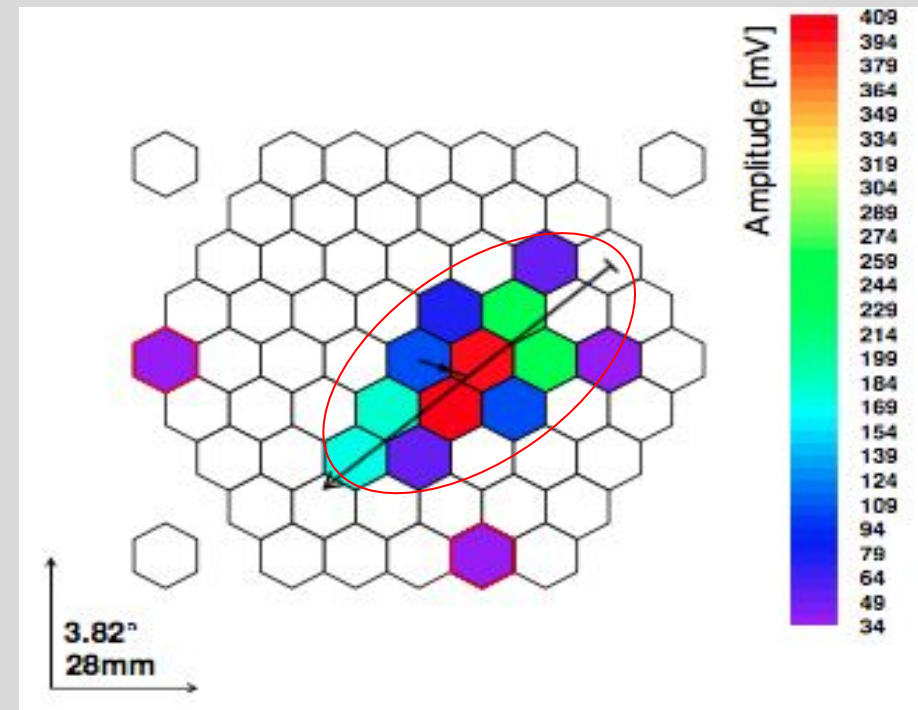
Características de ambos instrumentos

	HAWC	HAWC's Eye
Posición del núcleo	SI	NO
Tipo de partícula	SI	NO, aún
Campo de visión	45 grados	12 grados
Energía	No considera las fluctuaciones de cascada a cascada	Observa las fluctuaciones

Imagen de un evento en HAWC's Eye



Evento observado en el sitio de HAWC el 27 de julio de 2017 con HAWC's Eye.



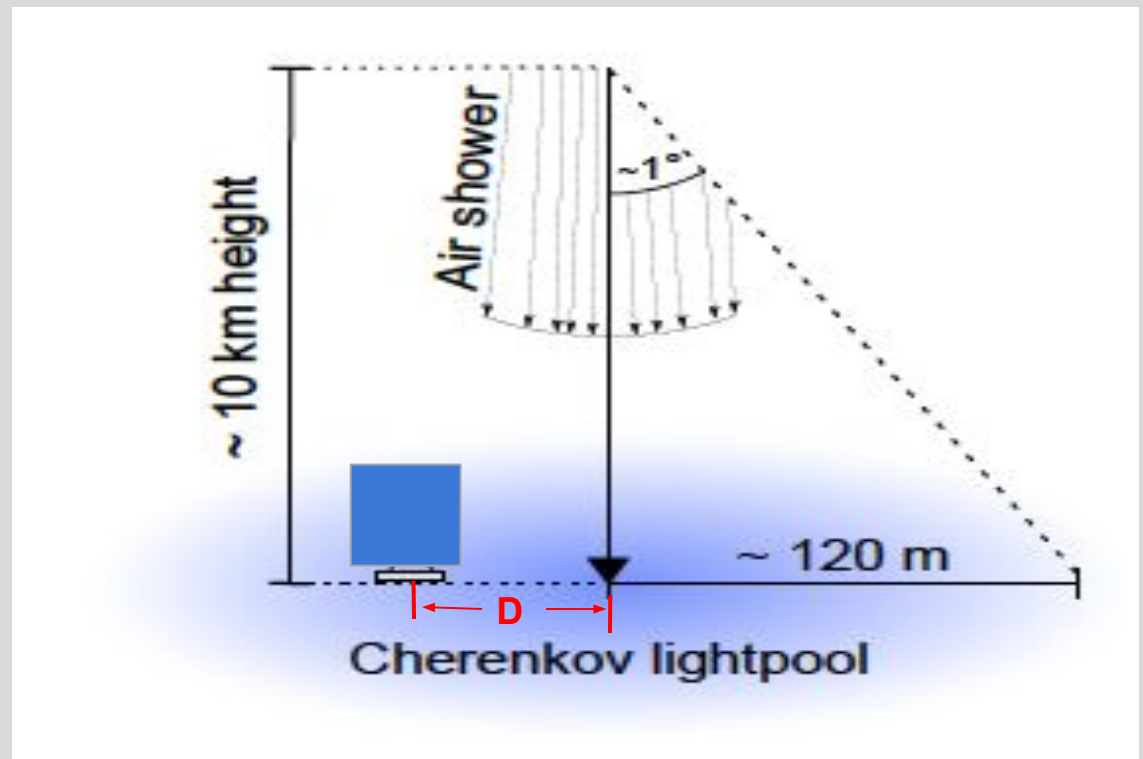
Reconstrucción de la energía con HAWC's Eye

$$\log(E) = \bar{C} \log(I) + C_d \log(\bar{D}) + C_o$$

I -> Tamaño de la imagen

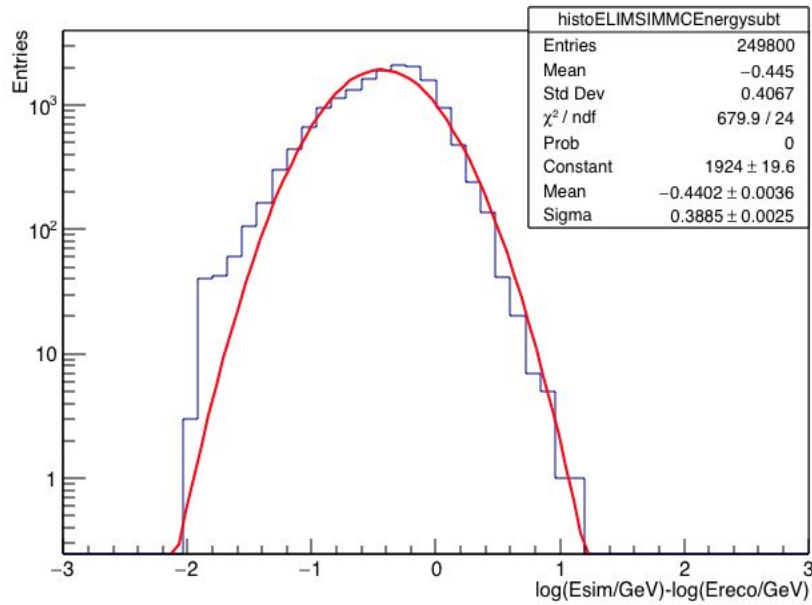
D -> Distancia del núcleo de la cascada al telescopio.

Constantes:

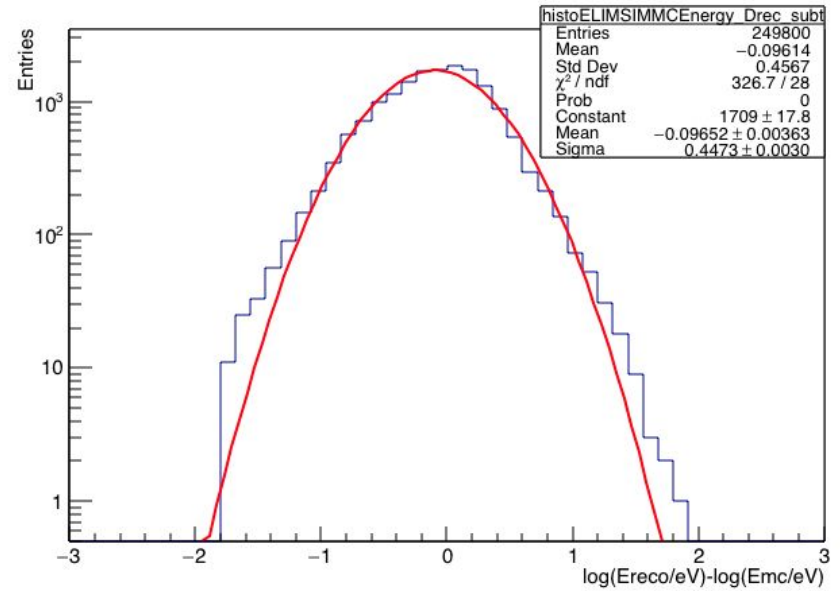
$$\bar{C}$$
$$C_d$$
$$C_o$$


Energía residual de HAWC's Eye

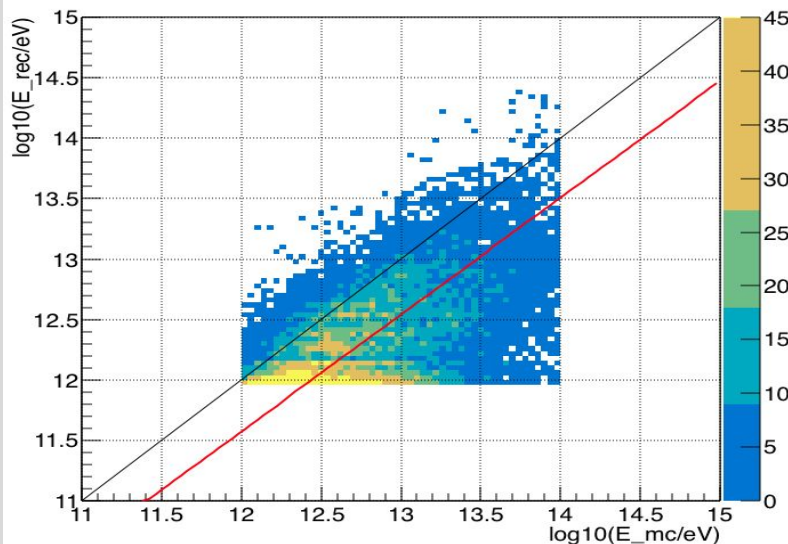
Sin posición de núcleo



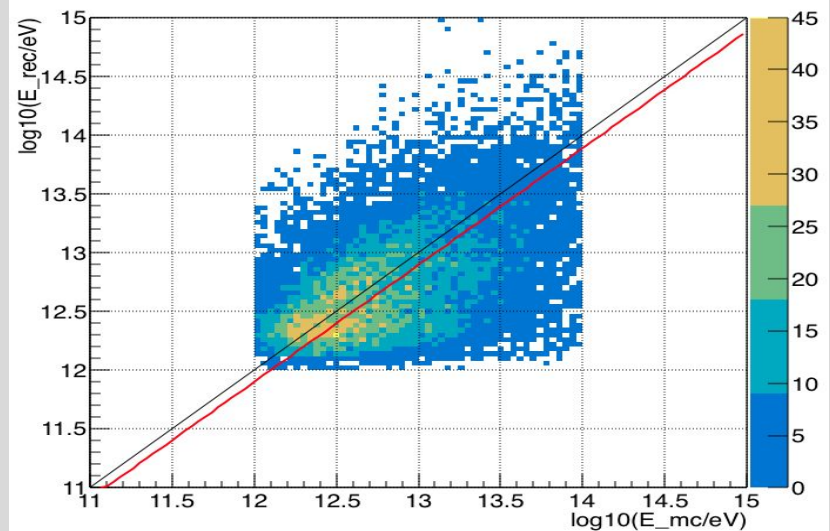
Posición del núcleo (Software de HAWC)



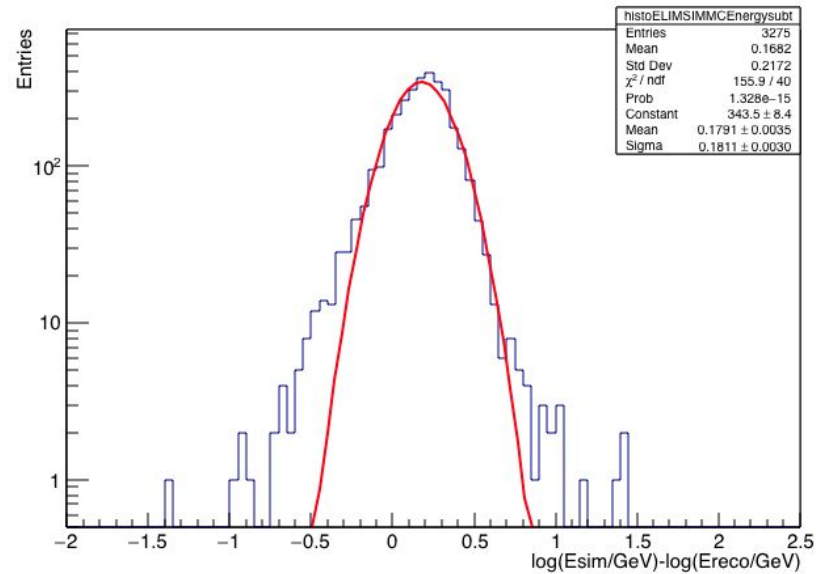
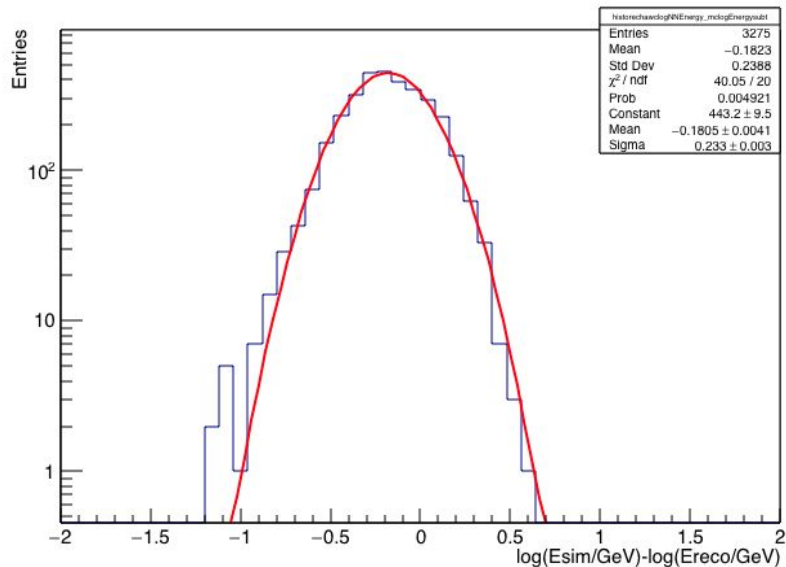
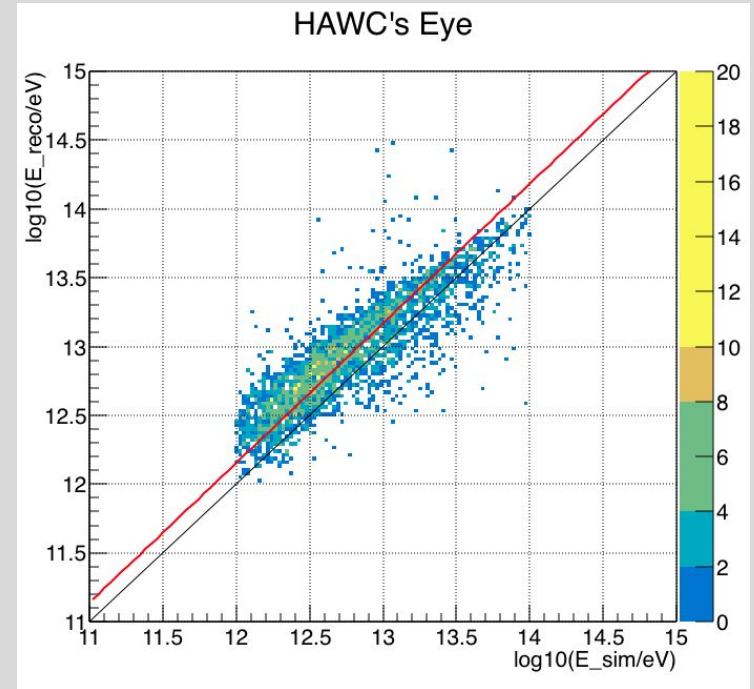
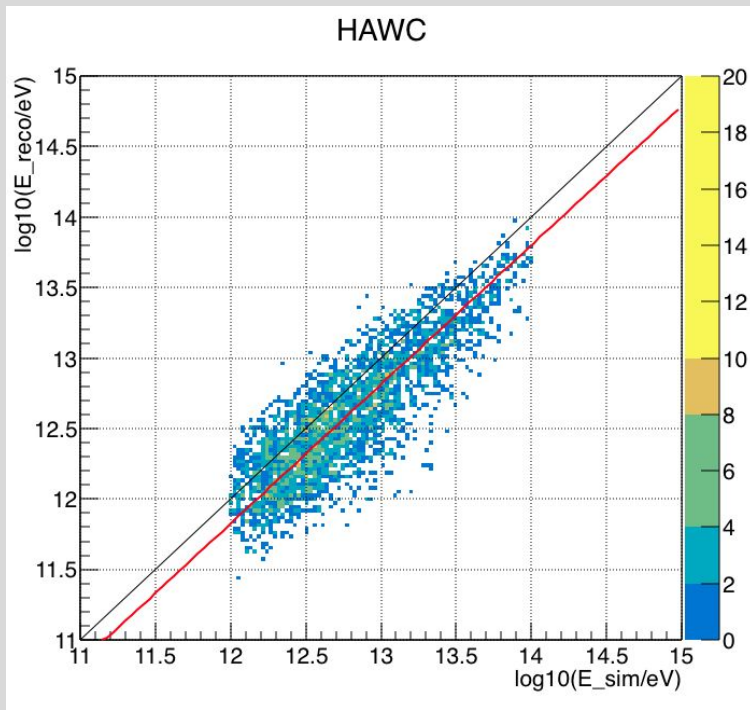
HAWC's Eye



HAWC's Eye

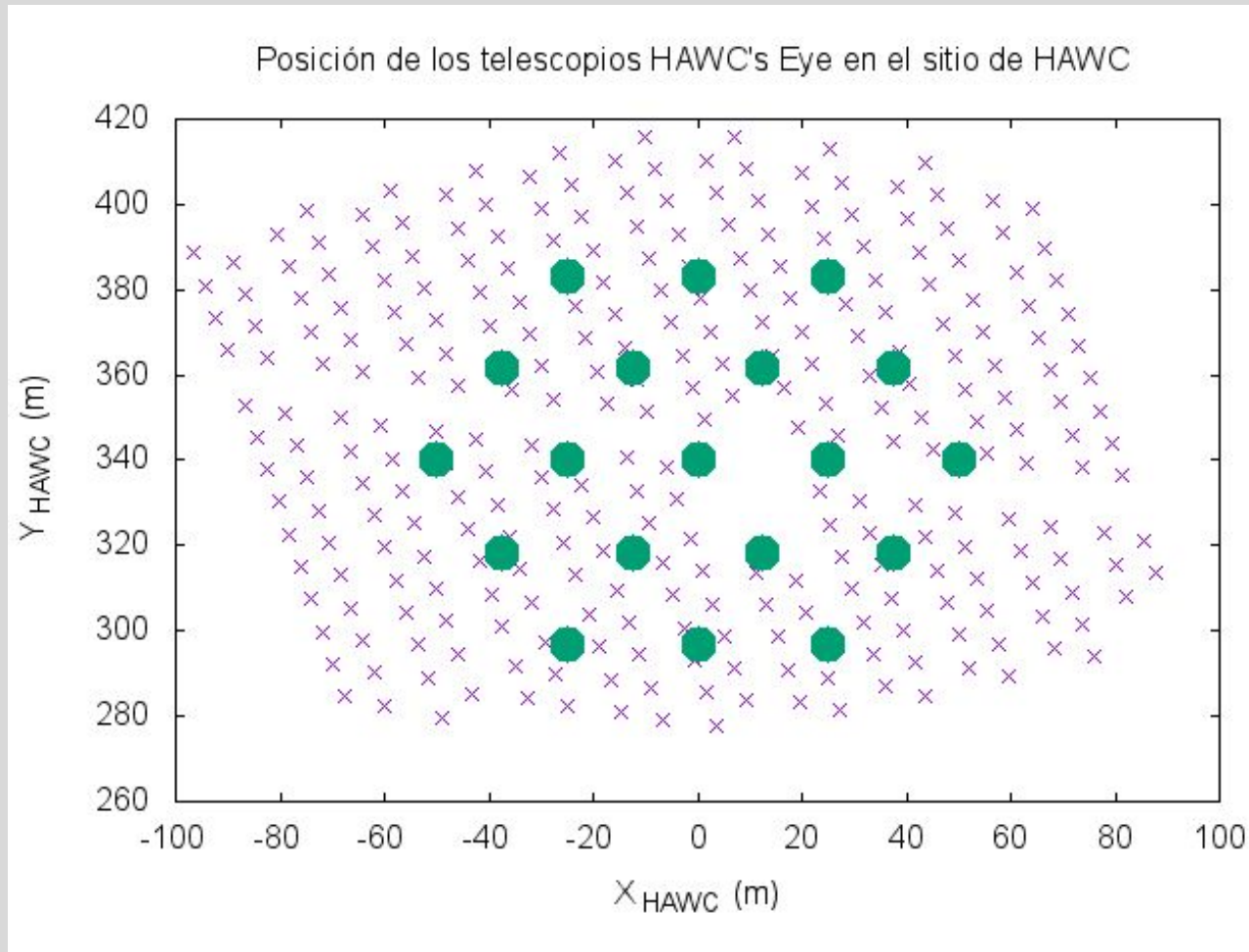


Eventos simultáneos



HAWC's Eye en HAWC

- Arreglo hexagonal de 19 telescopios.
- Entender las observaciones en estéreo.
- Estimación del rendimiento para umbrales de energía.



Conclusiones

- * Modificaciones al software HAWCSIM de HAWC.
- * Coincidencia espacial en la simulación de eventos en MC.
- * Energía reconstruida para los eventos en coincidencia para HAWC's Eye.

Trabajo en progreso

- * Aumentar la cantidad de eventos simulados para 19 telescopios para mejorar la resolución de energía HAWC's Eye.
- * Simulaciones para protones.
- * Campaña de toma de datos con 2 telescopios HAWC's Eye para observar el nebulosa del cangrejo.
- * HAWC's Eye para SWGO (**S**outhern **W**ide field-of-view **G**amma ray **O**bservatory).

GRACIAS !!!