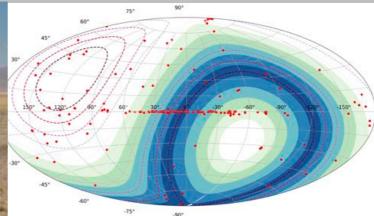


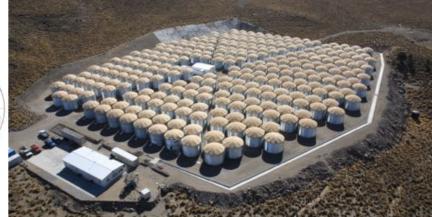
# Observatorio de rayos gamma de gran campo visual en el hemisferio sur: Proyecto SGSO

Adrián Rovero Instituto de Astronomía y Física del Espacio

Workshop de Infraestructura Astronómica Argentina Córdoba, mayo 2019







Concepto y antecedentes: HAWC en México

SGSO: Southern Gamma-ray Survey Observatory

Algo de historia antes de SGSO

Concepto de observatorio

Ciencia con SGSO: ventajas frente a HAWC

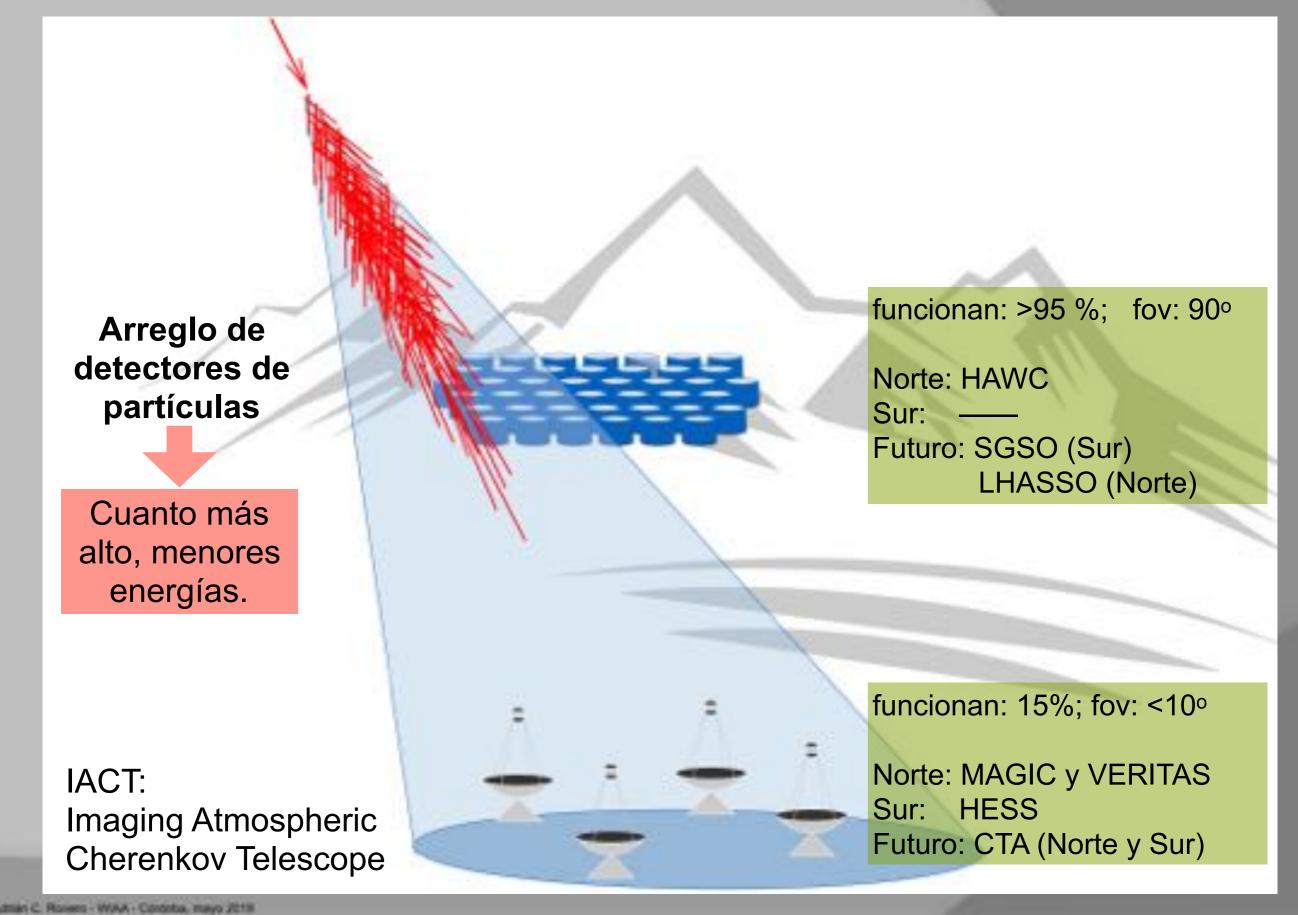
Sitios posibles

Colaboración Argentina y detector prototipo

# Arreglo de detectores en altura

#### Técnicas de detección:

Altitud del observatorio y tipo de instrumento



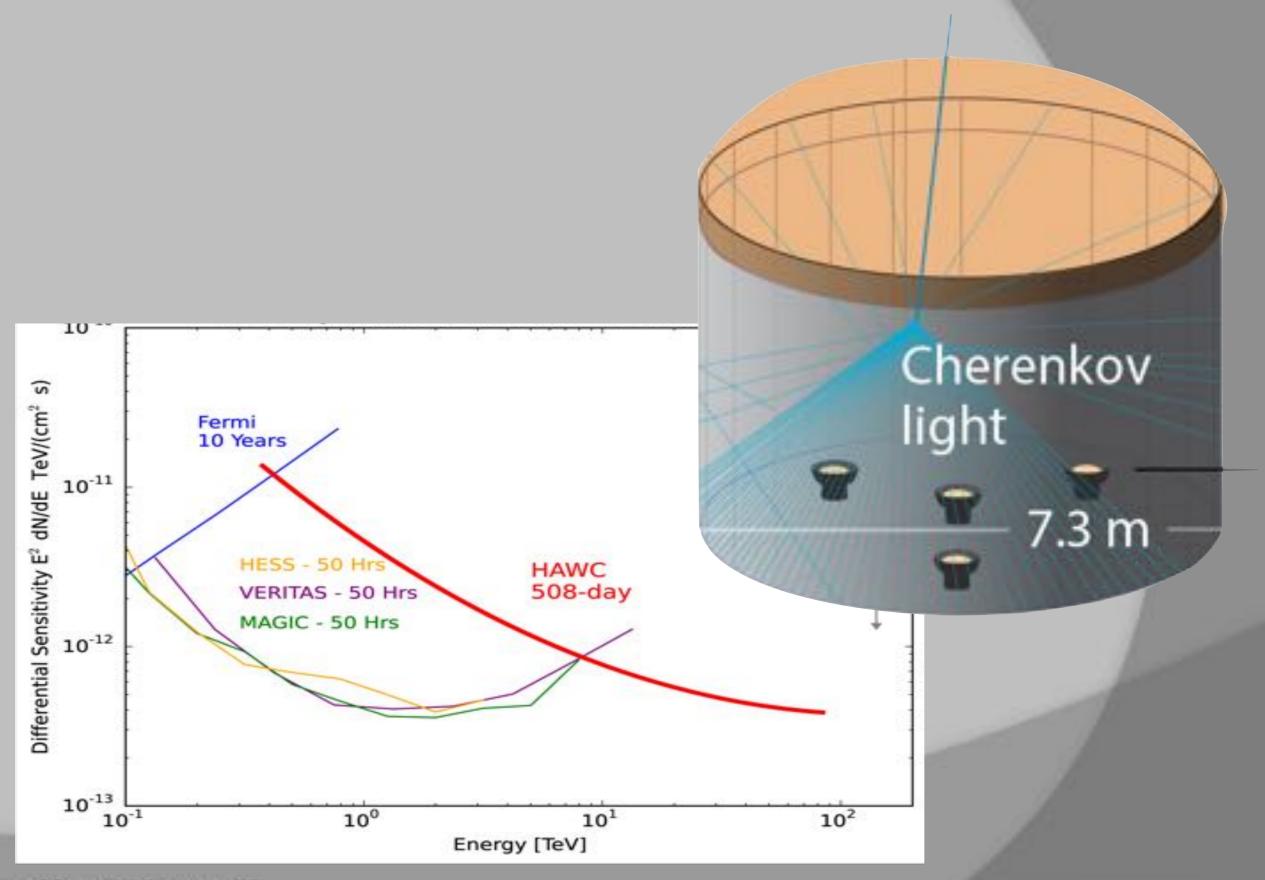
High Energy Water Cherenkov gamma-ray observatory



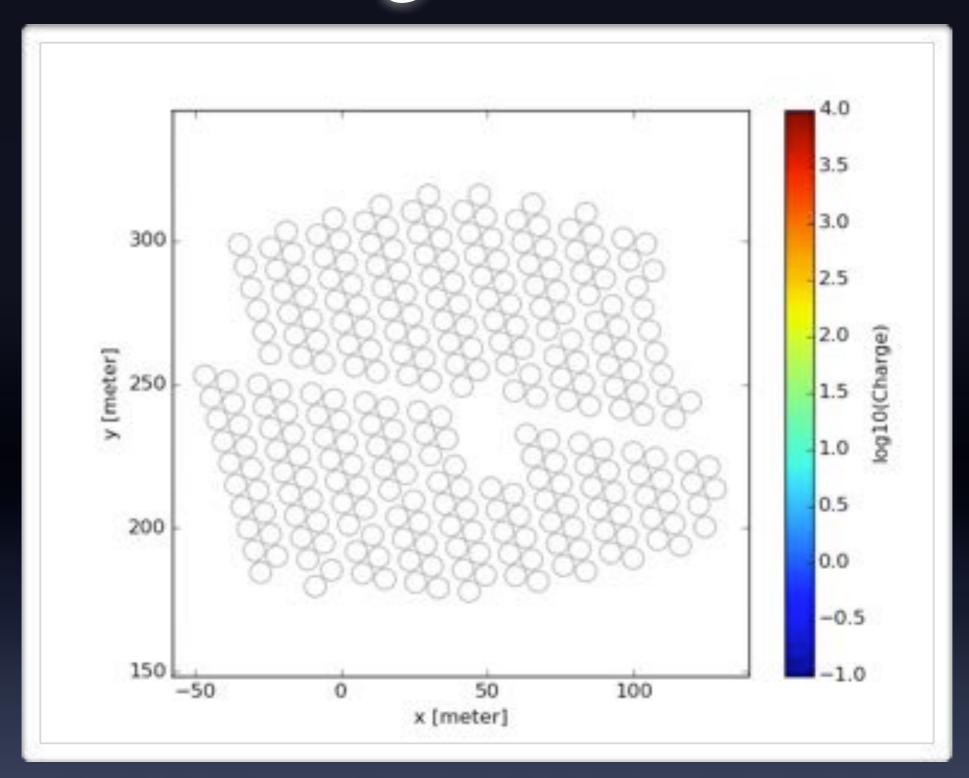
300 WCD (Water Cherenkov Detectors) de 7m x 5m altura con 4 PMTs

Observatorio en Pico de Orizaba: 4100m en México

High Energy Water Cherenkov gamma-ray observatory



# detecting air showers

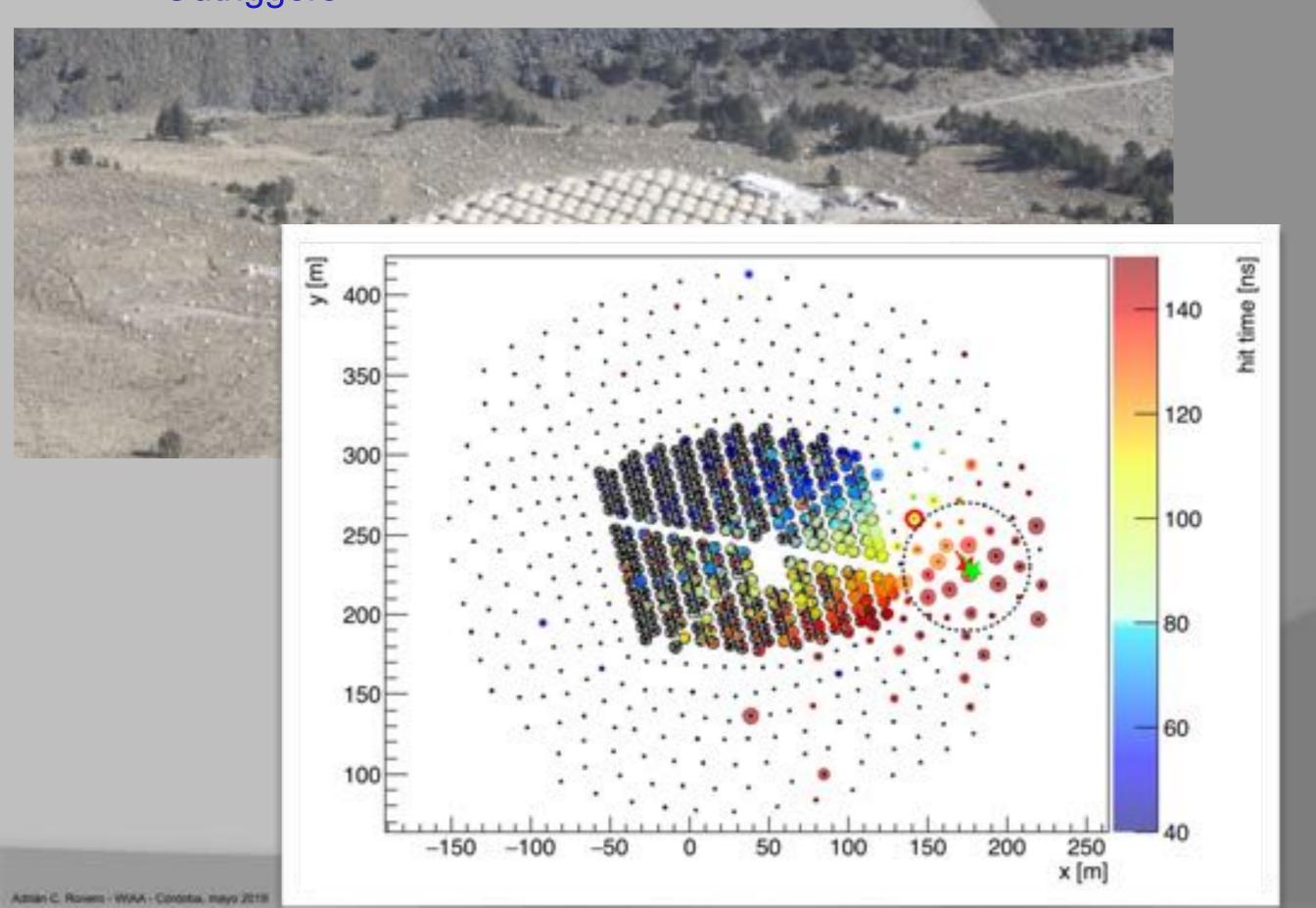


Outriggers





#### Observatorio HAWC en México: Outriggers



Resultados: segundo catálogo (19 meses de observación)

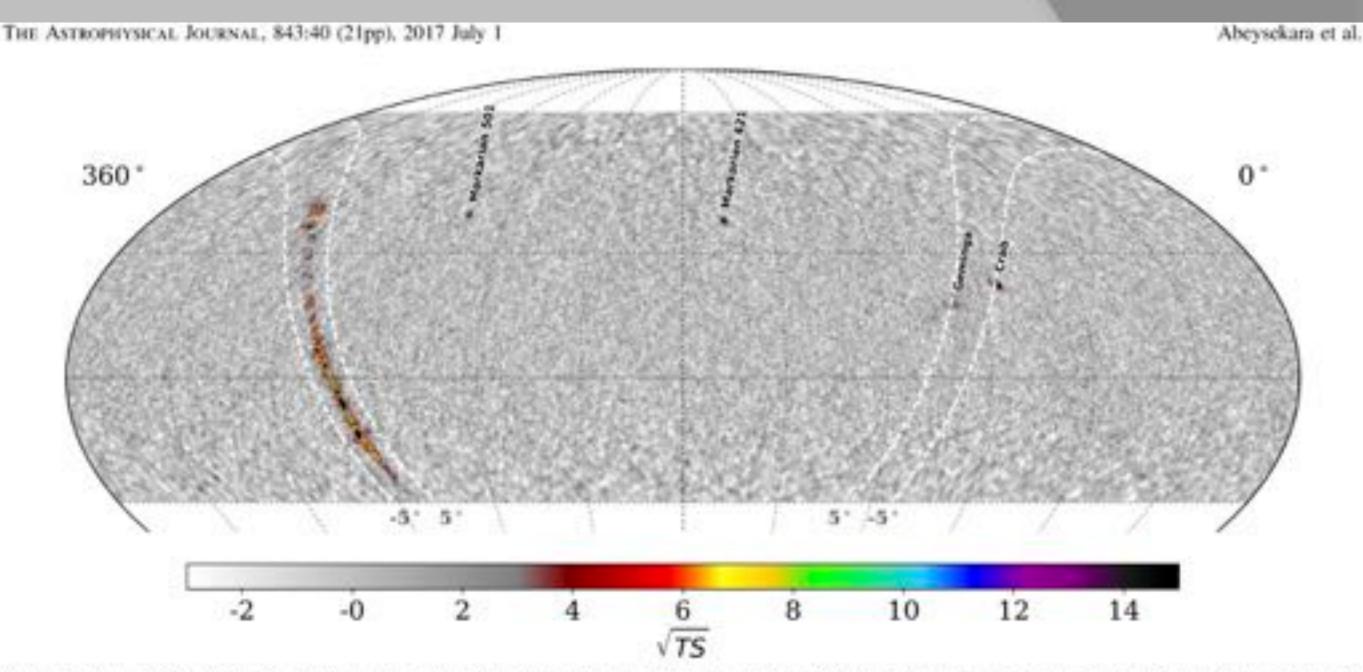
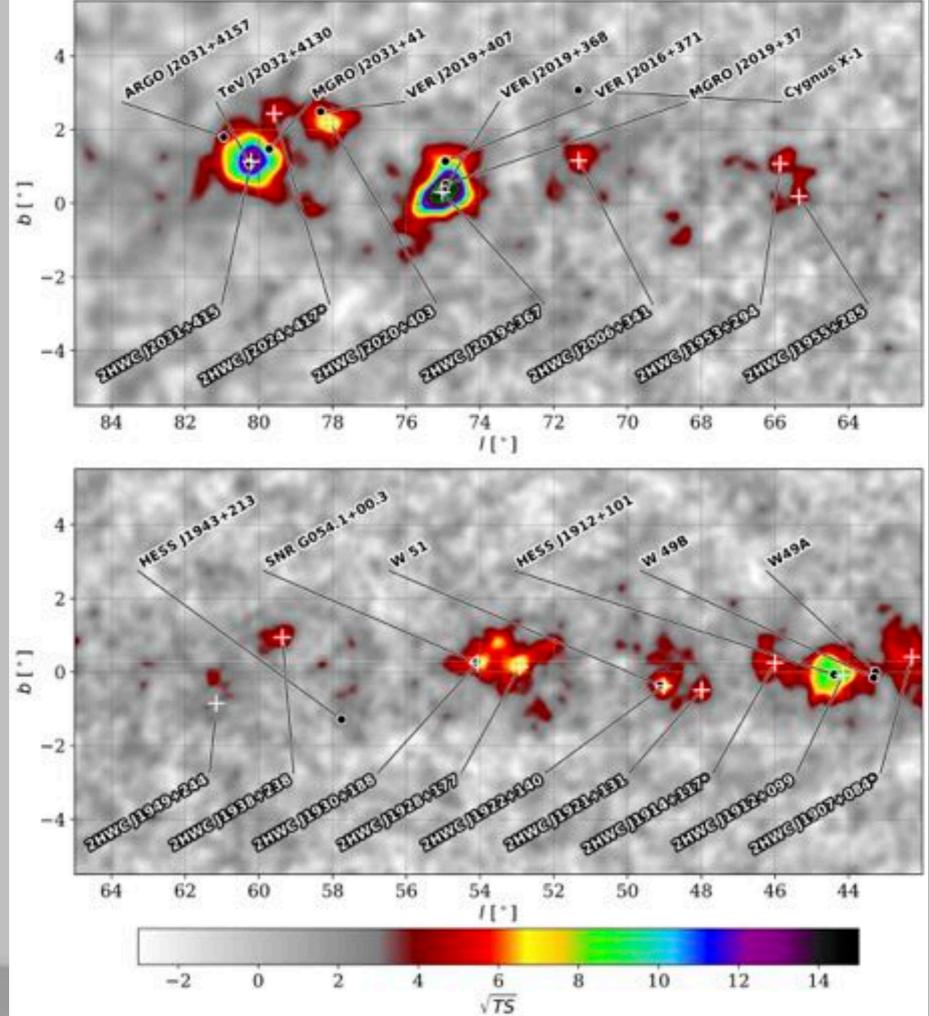


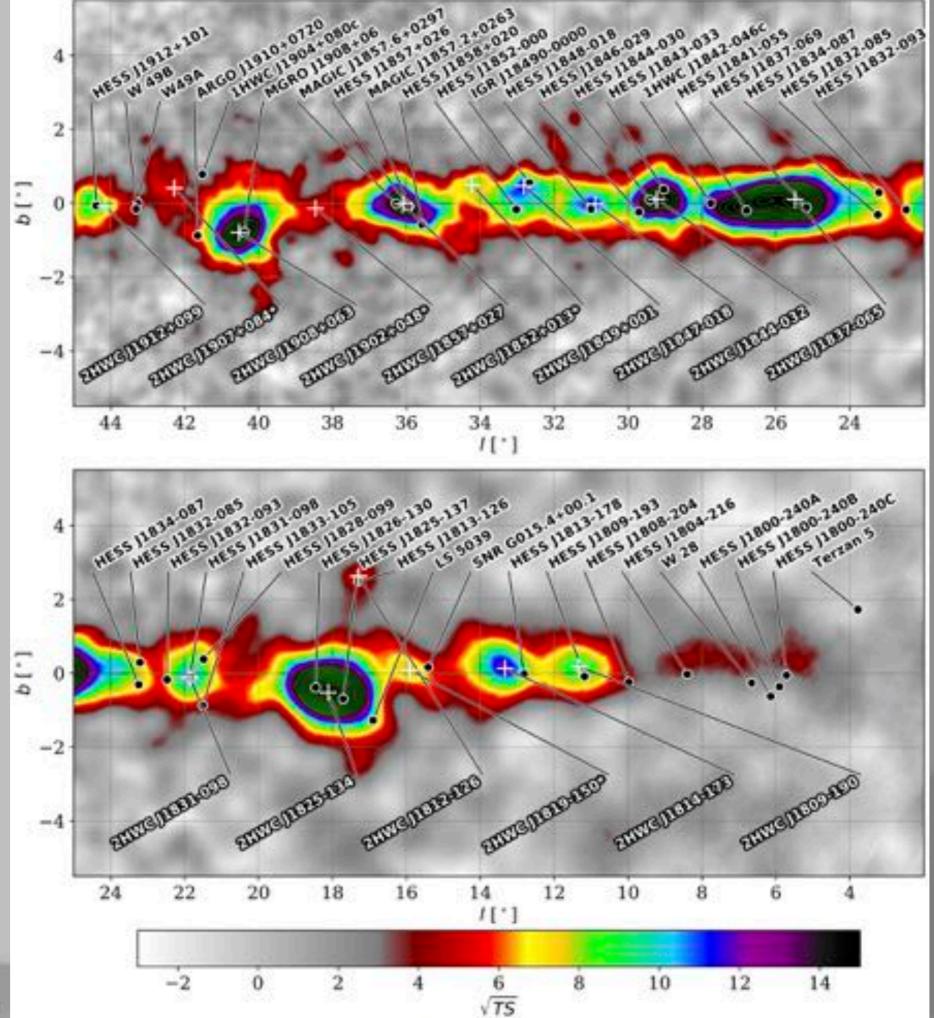
Figure 3. Equatorial full-sky TS map, for a point source hypothesis with a spectral index of −2.7. Black graticule corresponds to the equatorial coordinate system, and white lines indicate Galactic latitudes ±5°.

Admin C. Romero - WAA - Condoba, mayo 2019

HAWC: plano galáctico



HAWC: plano galáctico



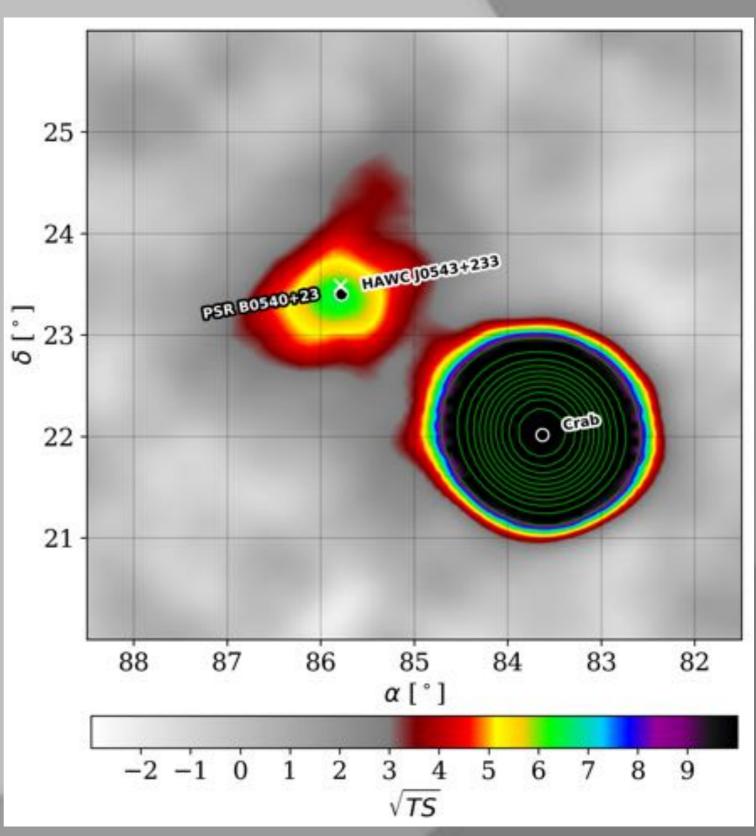
Resultados: Crab Nebula

#### (preliminar)

Se detectó nueva fuente: HAWC J0543+233 Nov. 2017 (ATel #10941)

coincidente con pulsar PSR B0540+23

Nunca vista por telescopios Cherenkov (VERITAS, MAGIC) [¿Encandilados?]



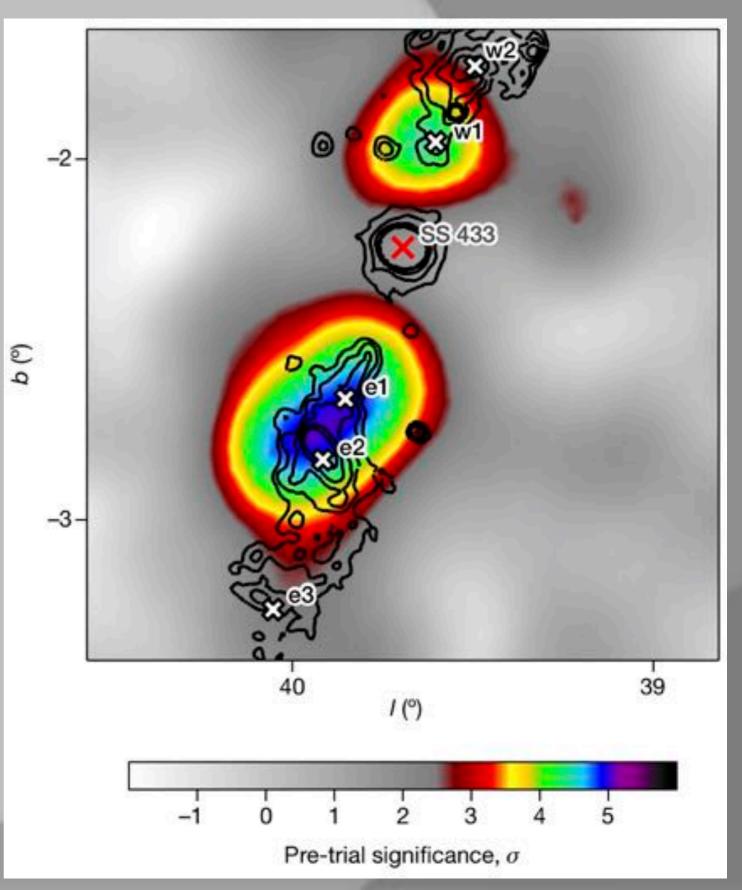
n C. Rowers - WAA - Contata, mayo JETR

Resultados: SS433+W50

SS433: microquasar: Supergigante + compacta

Dos jets 90° con visual (no boosting) que terminan en la SNR W50.

Telescopios Cherenkov nunca pudieron detectar emisión TeV [Energías < 10 TeV]



Resultados: SS433+W50

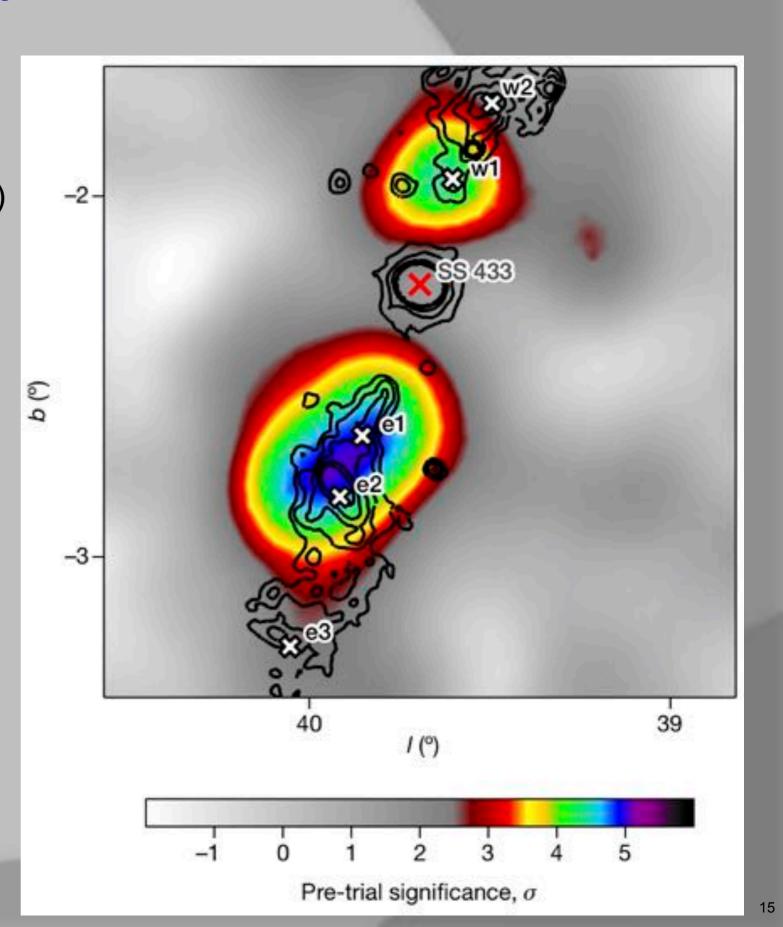
SS433: microquasar: Supergigante + compacta

Dos jets 90° con visual (no boosting) que terminan en la SNR W50.

Telescopios Cherenkov nunca pudieron detectar emisión TeV [Energías < 10 TeV]

HAWC detectó DOS fuentes [Energías > 25 TeV]

Nature 562, 82 (2018)



Observatorio HAWC en México: Resultados: SS433+W50

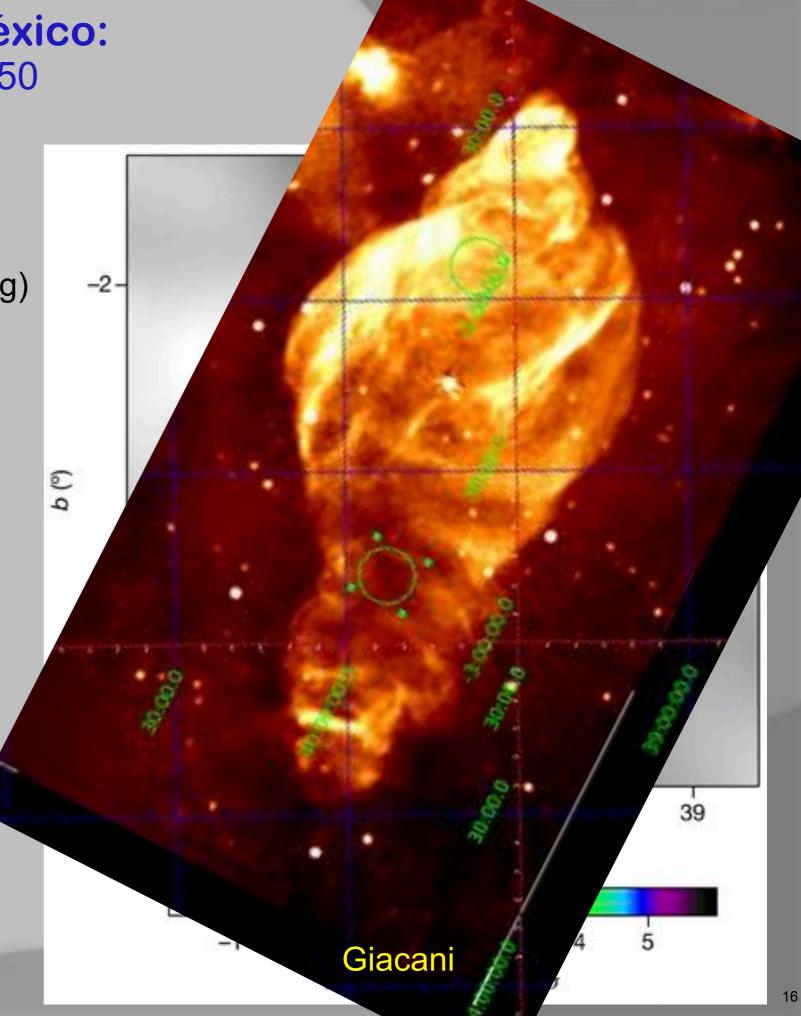
SS433: microquasar: Supergigante + compacta

Dos jets 90° con visual (no boosting) que terminan en la SNR W50.

Telescopios Cherenkov nunca pudieron detectar emisión TeV [Energías < 10 TeV]

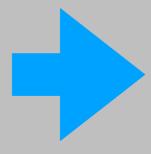
HAWC detectó DOS fuentes [Energías > 25 TeV]

Nature 562, 82 (2018)



#### High Energy Water Cherenkov gamma-ray observatory

Con un instrumento de gran campo visual observando el cielo durante las 24hs del día, son muchos los aspectos científicos que se pueden abordar.



Observatorio gamma de gran campo visual en el sur

## Próxima generación

# Arreglo de detectores en altura

observatorio de gran campo visual en el hemisferio sur SGSO (Southern Gamma-ray Survey Observatory)

## Próxima generación

Arreglo de detectores en altura

observatorio de gran campo visual en el hemisferio sur SGSO (Southern Gamma-ray Survey Observatory)



#### Historia:

**2005:** post Milagro. Gestación de HAWC. Reunión LAGO en La Paz, búsqueda de sitios (en el norte y el sur). Visita sitios en Bolivia. Se hablaba de las ventajas de venir al sur: contactos en Argentina y Bolivia.

**2006:** Primeras búsquedas en Argentina (Salta y Jujuy). Se elige México para HAWC. Colaboración básicamente USA-México.

2015: Finalización de HAWC. Se intensifica la promoción de un observatorio sur.

**2016-17:** Primeras propuestas de conceptos:

- HAWC-Sur
- ALTO
- LATTES

2017: Creación de la Alianza SGSO. Reunión de Buenos Aires, diciembre 2017:

Actualmente: 125 colaboradores de 18 países:

Alemania, Argentina, Brasil, Chile, España, EEUU, Francia, Israel, Italia, Japón, México, Países Bajos, Perú, Polonia, Reino Unido, Suecia, Sudáfrica, Suiza.

Misión: dilucidar qué ciencia alcanzar con SGSO y diseñar los parámetros del observatorio para lograrlo. Explorar prototipos de detector. Buscar sitios y evaluar su potencial. Realizar simulaciones para caracterización del observatorio.

White paper: febrero 2019 (arXiv:1902.08429).... 1+ año de trabajo

Attian C. Rosero - WAA - Contotta, mayo 2019

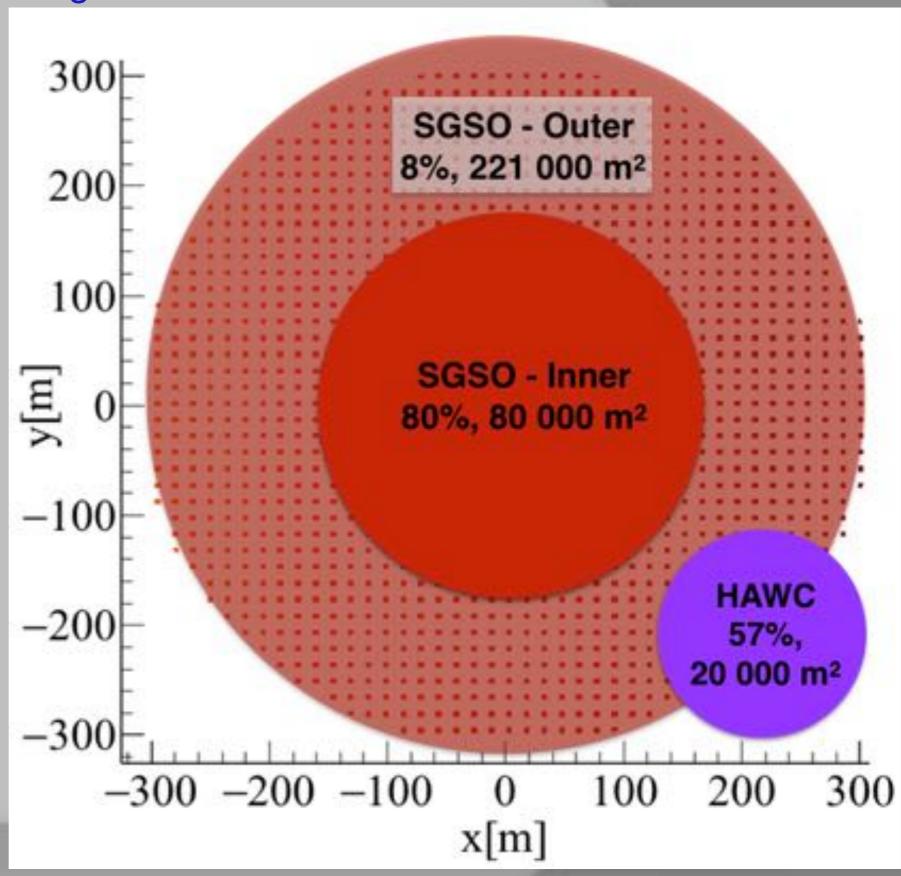
#### Concepto: propuesta básica:

Altitud, superficie y densidad de detectores Objetivo: mejorar significativamente la sensibilidad de HAWC

Cuanto más alto, menores energías:
ALTITUD
~5000 m

superficie: aumenta área de colección x 4

densidad:
mejora la
reconstrucción
80%



#### Concepto: propuesta básica:

Tipo de detector (a definir)

WCD:

tanque con PMT

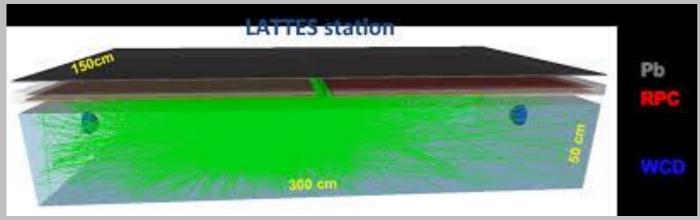
LATTES:

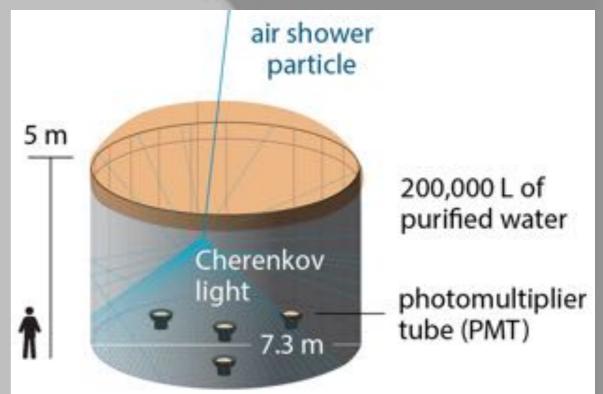
Placa de plomo

WCD pequeño

Admin C. Rowers - WAA - Contoba, mayo 2019

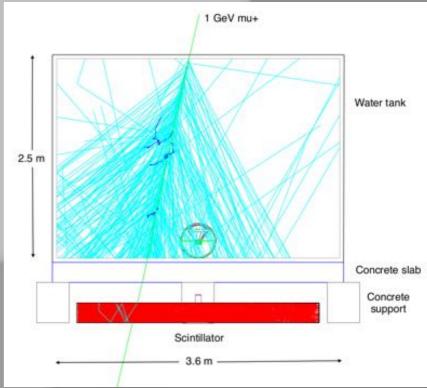
RPC (gaseoso) (Resistive plate chambers)





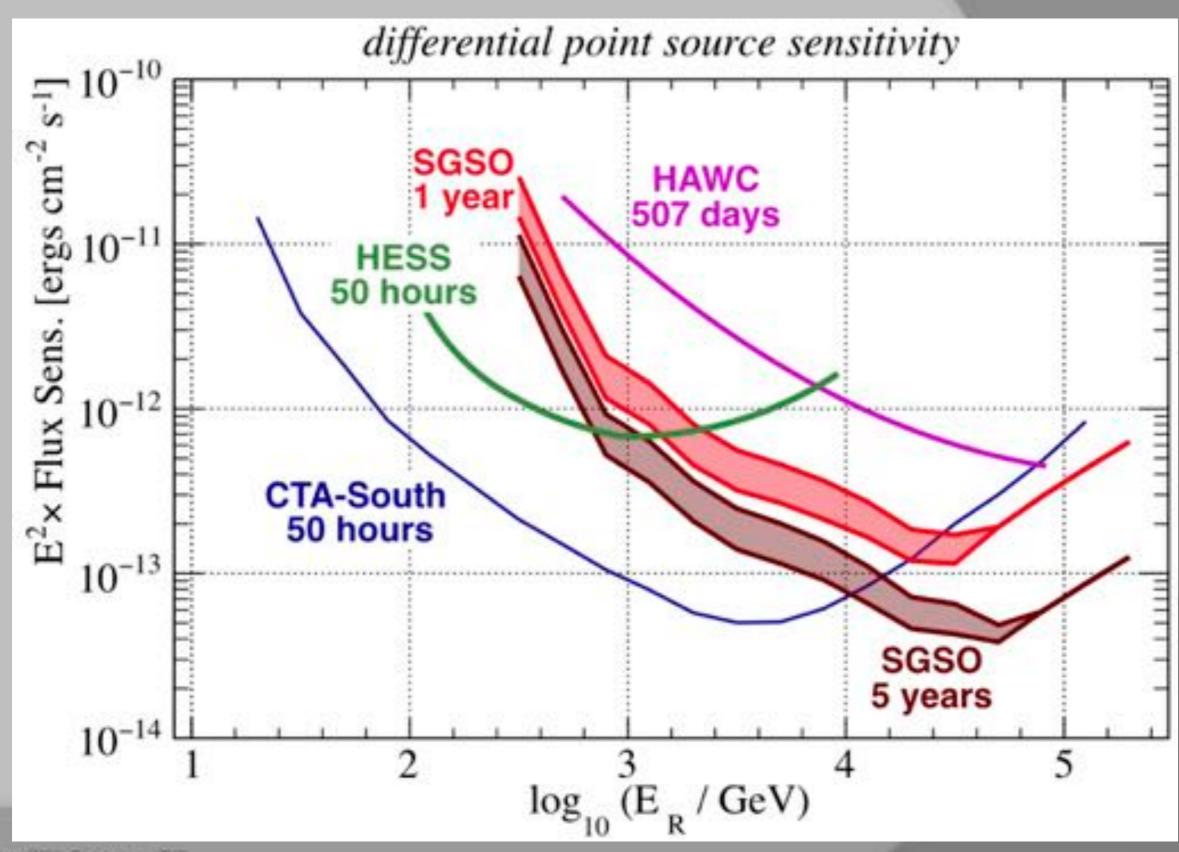
ALTO: WCD medio Centellador líquido





#### Concepto: propuesta básica:

Sensibilidad del arreglo (preliminar) Supone detector con umbral de 50MeV (electr.) o un muón



#### Colaboración SGSO:

Antecedentes

Puebla (2016); Rochester (2017), en conjunto con HAWC.

Buenos Aires, diciembre 2017: formación Alianza SGSO

Ahora 125 personas, 18 países: Alemania, Argentina, Brasil, Chile, España, EEUU, Francia, Israel, Italia, Japón, México, Países Bajos, Perú, Polonia, Reino Unido, Suecia, Sudáfrica, Suiza.

Visita a Salta delegación 14 personas.

Heidelberg (2018): primera reunión como SGSO

Lisboa (mayo 2019): discusión algún tipo de formalización



#### Colaboración SGSO:

Visita a Salta delegación 14 personas.

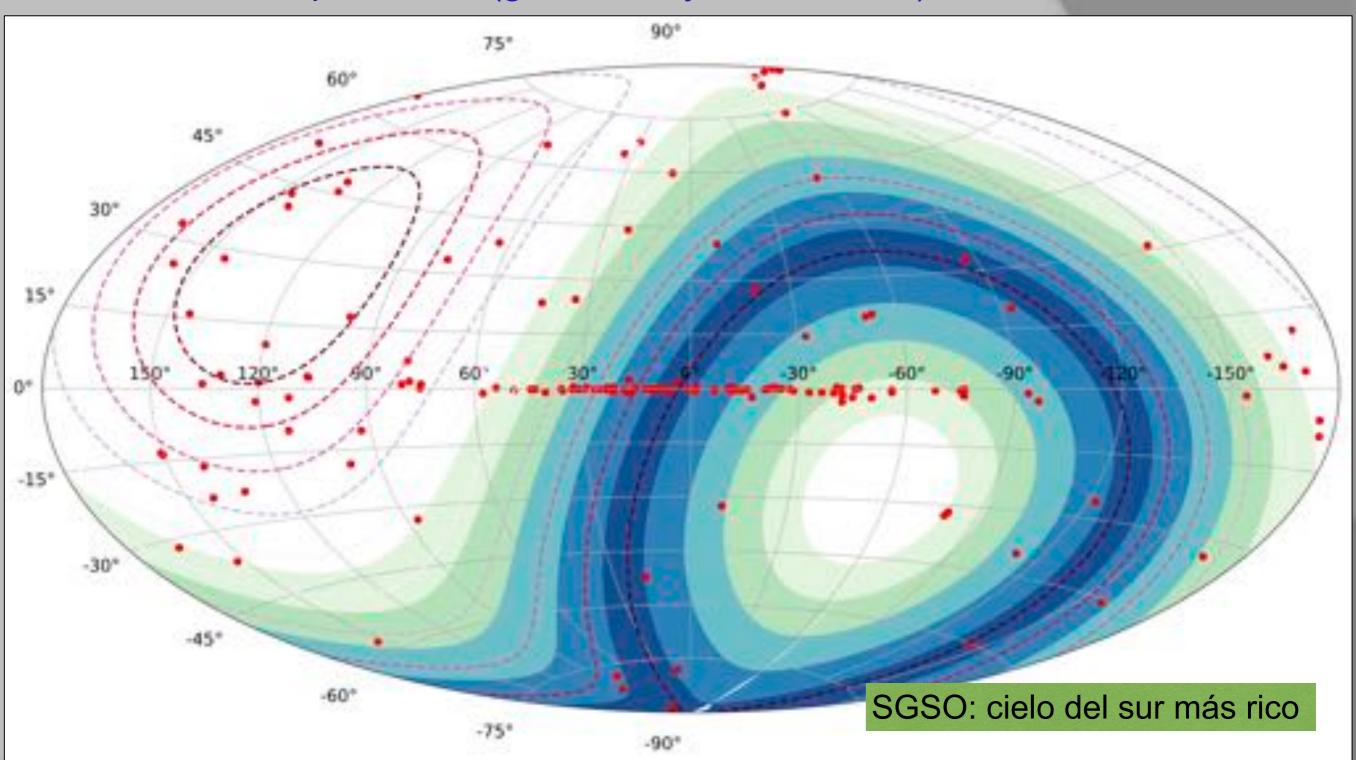




## Ciencia con SGSO, algunos casos; ventajas frente a HAWC (ver white paper)

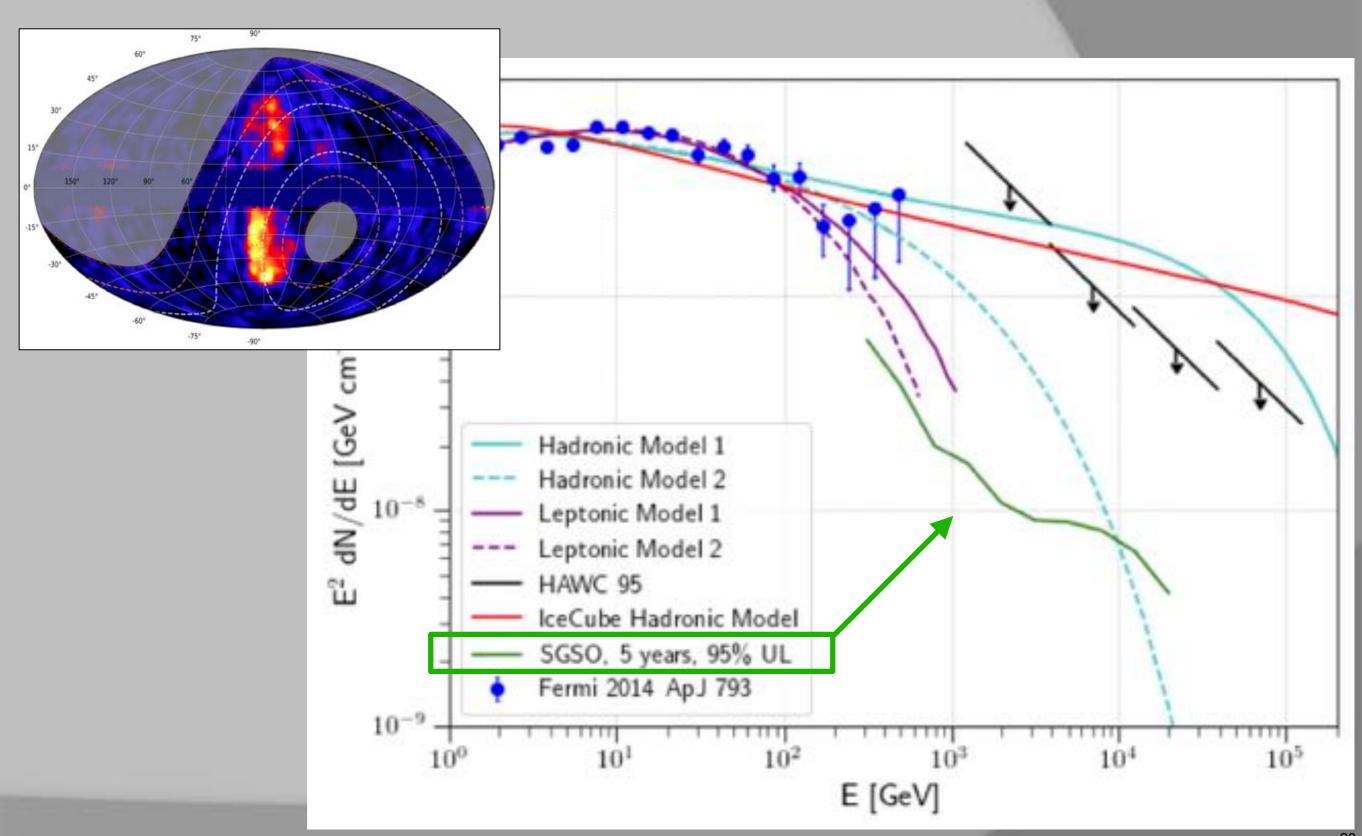
#### Fuentes gamma VHE: con IACTs

Cielo en coordenadas galácticas. HAWC (lat. +19°) y SGSO (lat. -25°) Fuentes puntuales (gamma-sky.net +TeVcat)



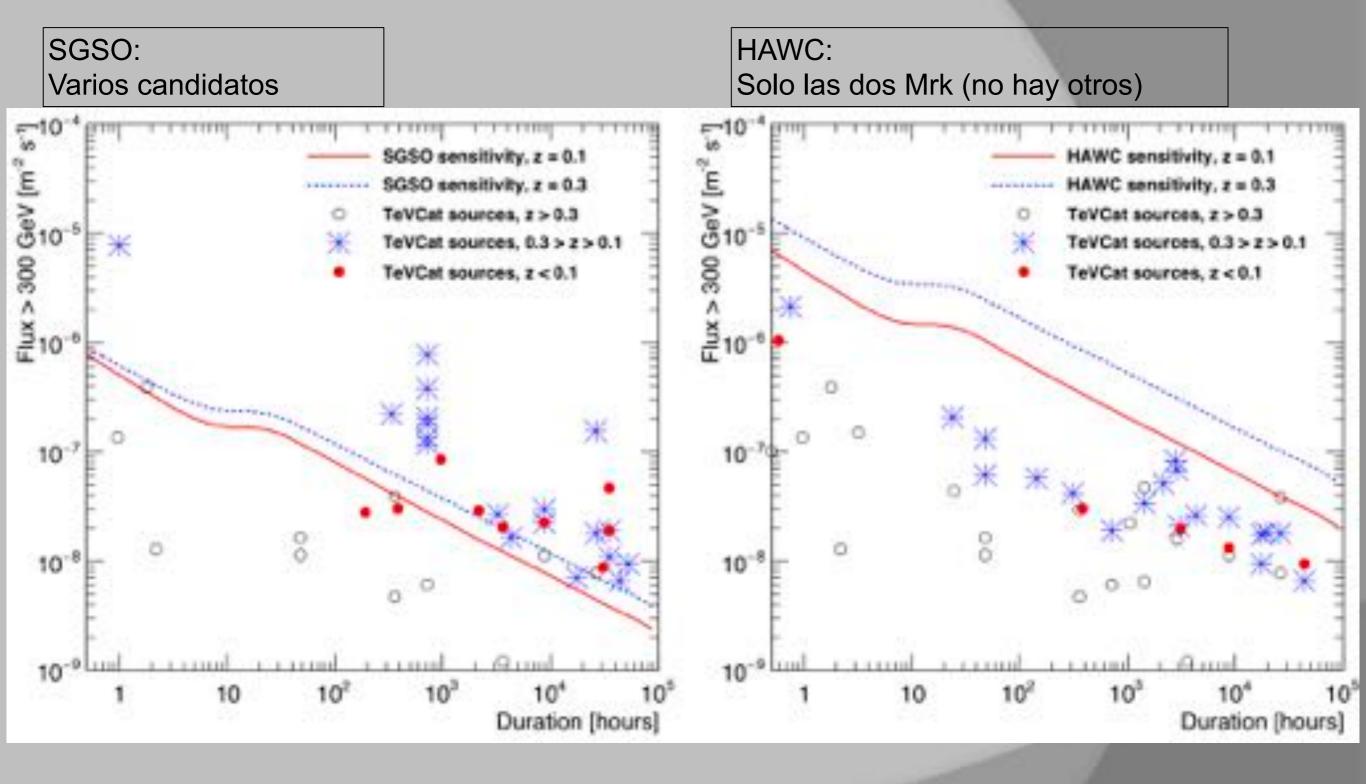
#### Fermi bubbles:

Fuentes extensas en radio y HE (Fermi-LAT)
Muy extendidas y con bordes no bien definidos: difícil para CTA

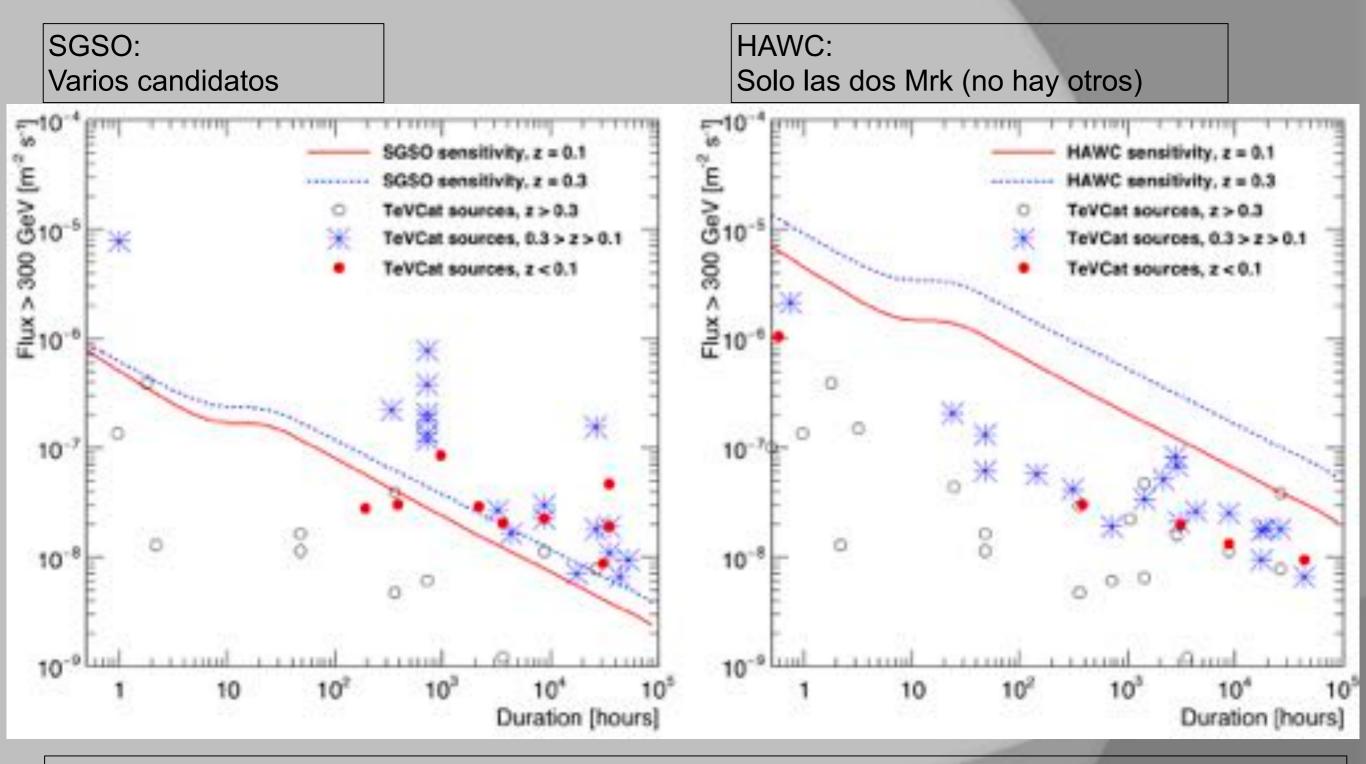


Attian C. Rosero - WAA - Contoba, mayo 201

## Extragalácticas: detección de "transitorios" Blazares conocidos: HAWC y SGSO (sin Mrk-421 ni Mrk-501)



## Extragalácticas: detección de "transitorios" Blazares conocidos: HAWC y SGSO (sin Mrk-421 ni Mrk-501)



Y fuentes nuevas? Catálogo de fuentes duras de Fermi-LAT (3FHL catalogue). Para SGSO: 108 fuentes con z<0.3 + 260 fuentes sin z medido

#### Variabilidad

Variedad de fenómenos, zonas y mecanismos de emisión. Se necesita monitoreo constante.

#### Extragalácicas:

Blazares: muestran gran variabilidad y eventuales flares: nunca se observó un flare VHE desde el inicio, solo después de una alarma.

Periodicidad: En rayos gamma no se ha visto, pero se observa periodicidad en óptico.

#### Galácticas:

Objetos compactos: Agujeros Negros, Estrellas de Neutrones, Enanas Blancas, microcuasares, producen emisión gamma variable. Muy difícil de observar.

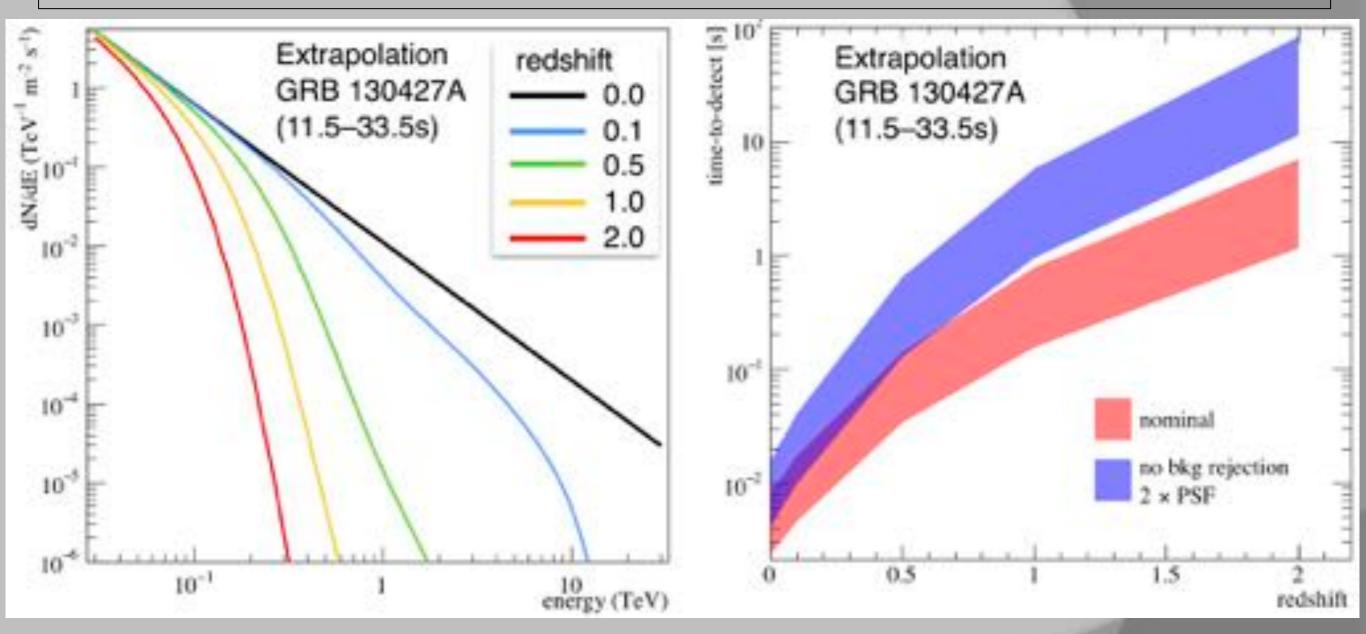
Se necesita monitoreo constante de TODO el cielo por largos lapsos.

MAH-Condition Ranyo 2018

#### **Gamma Ray Burst (GRB):**

Observado en HE, difícil para IACTs (alertas y seguimiento)

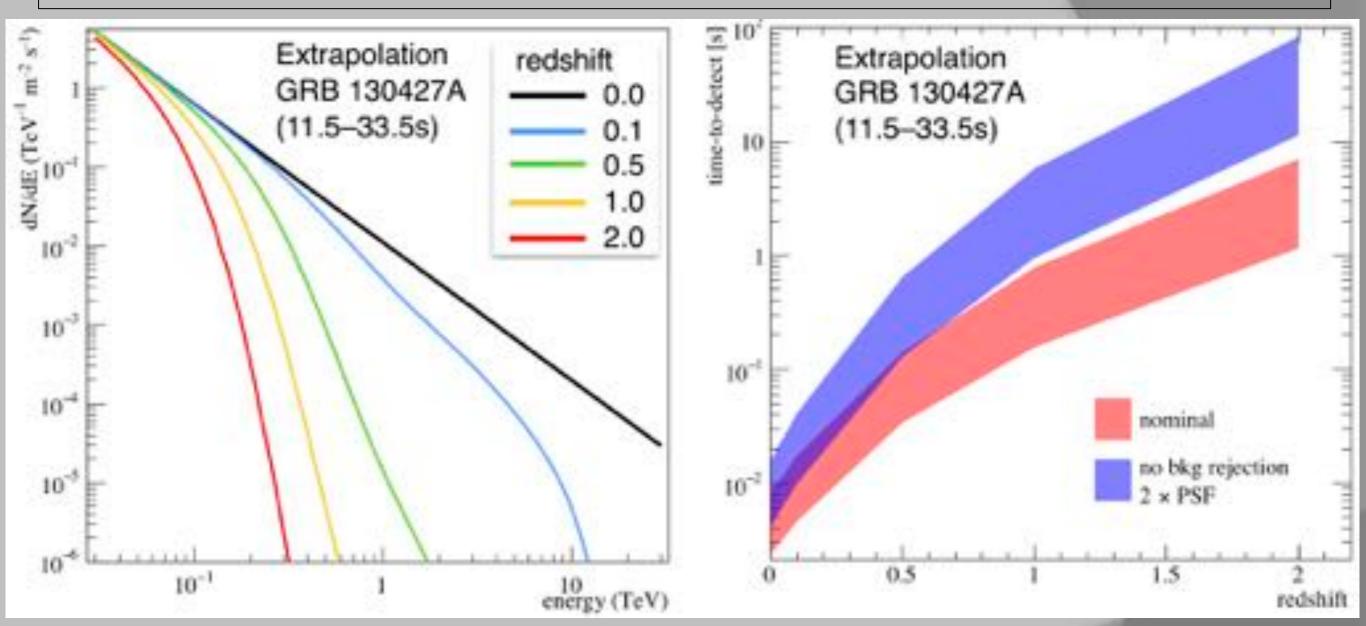
**Fermi-LAT:** la detección de GRB 130427 A demostró que pueden extenderse hasta VHE, con la detección de un fotón de 94 GeV.



#### **Gamma Ray Burst (GRB):**

Observado en HE, difícil para IACTs (alertas y seguimiento)

**Fermi-LAT:** la detección de GRB 130427 A demostró que pueden extenderse hasta VHE, con la detección de un fotón de 94 GeV.



MAGIC: 20 sigma en 20 minutos de observación de GRB 190114C, para fotones > 400 GeV.

SGSO podrá detectar este tipo de GRBs

#### **Otros estudios:**

**Ondas Gravitacionales** 

Campañas multi-onda

Nuevos fenómenos transitorios: Fast Radio Burst

Correlación con detección de neutrinos

Materia oscura: observación de galaxias satétiles

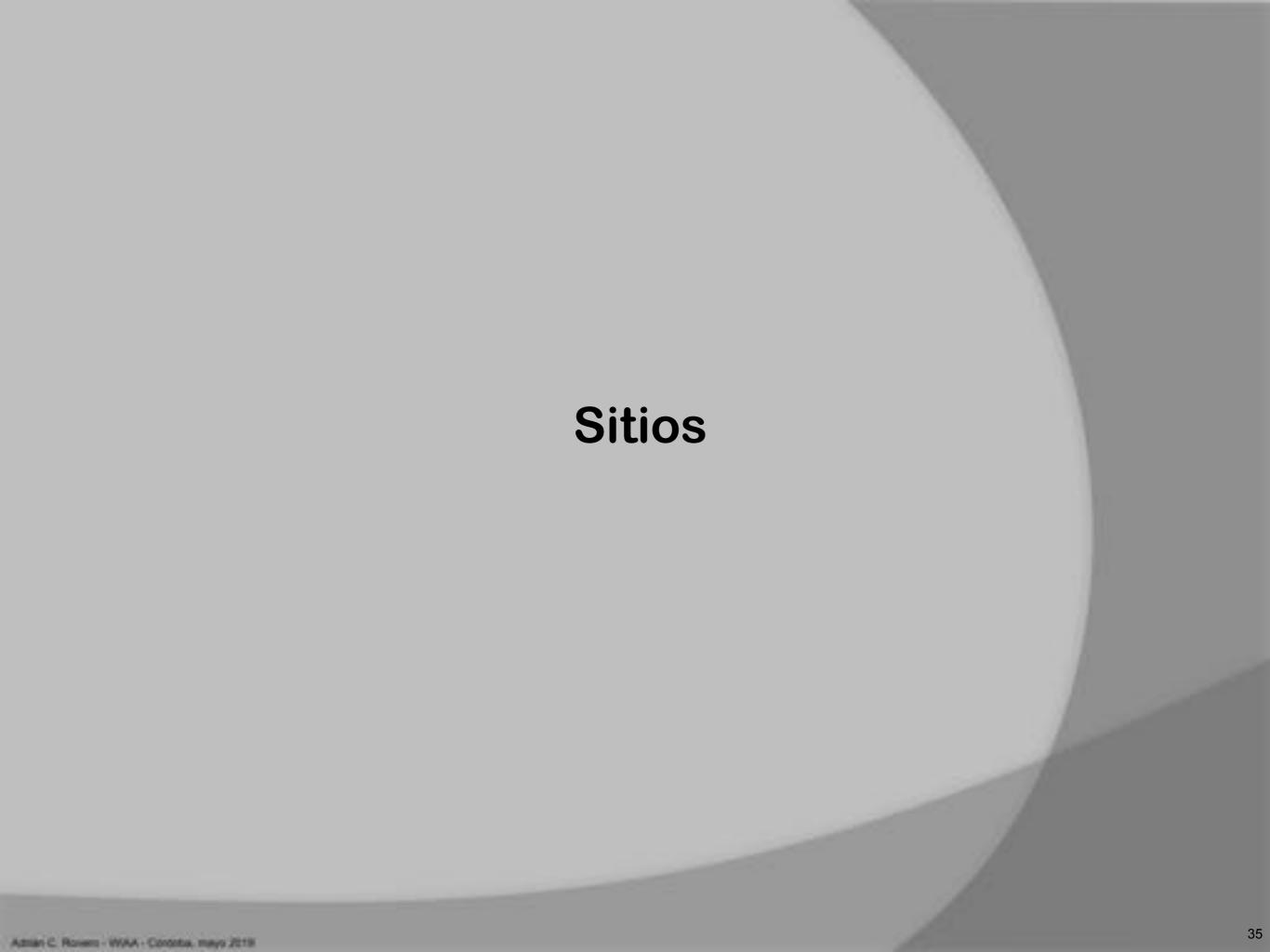
Rayos Cósmicos: anisotropía

Meteorología Espacial

SGSO ayudará al entendimiento de todos estos fenómenos con su monitoreo constante en gran parte del cielo

VER White paper: arXiv1902.08429 (feb. 2019)

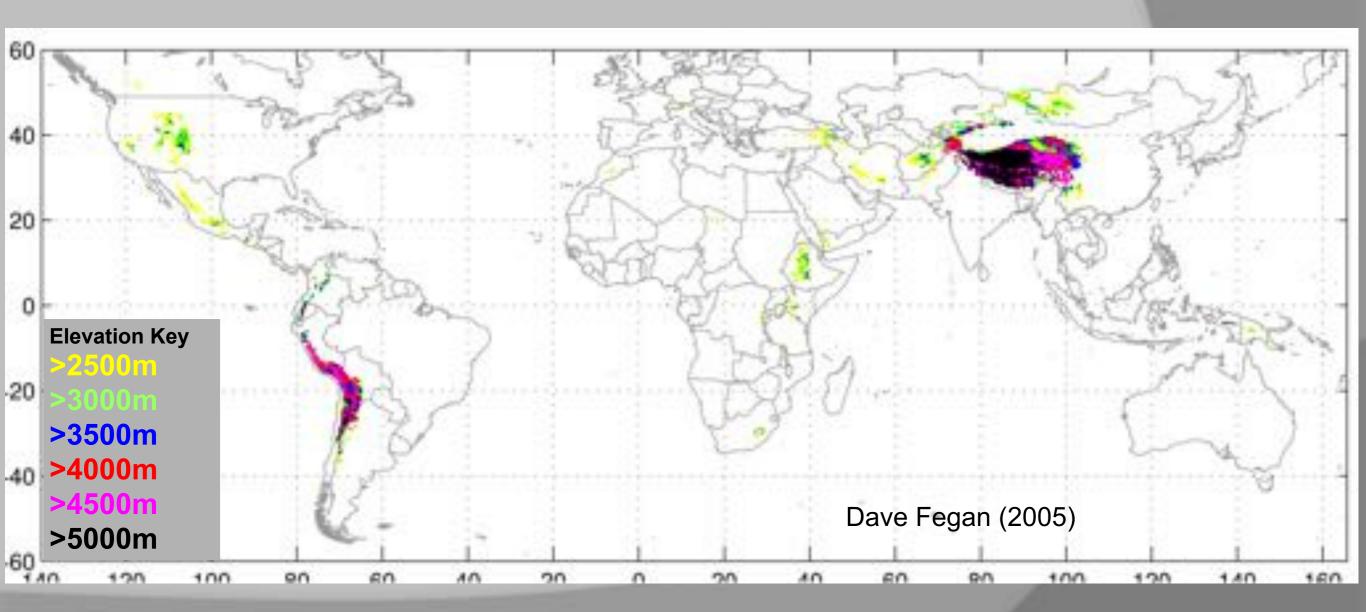
WAA - Conditio, mayo 2018



#### Sitios posibles:

Condiciones: ~5000 msnm; 20-30° latitud Sur. Solo en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Chile, "Perú"

Estudio realizado para CTA. Datos radar en satélite. Área mínima 1km<sup>2</sup>

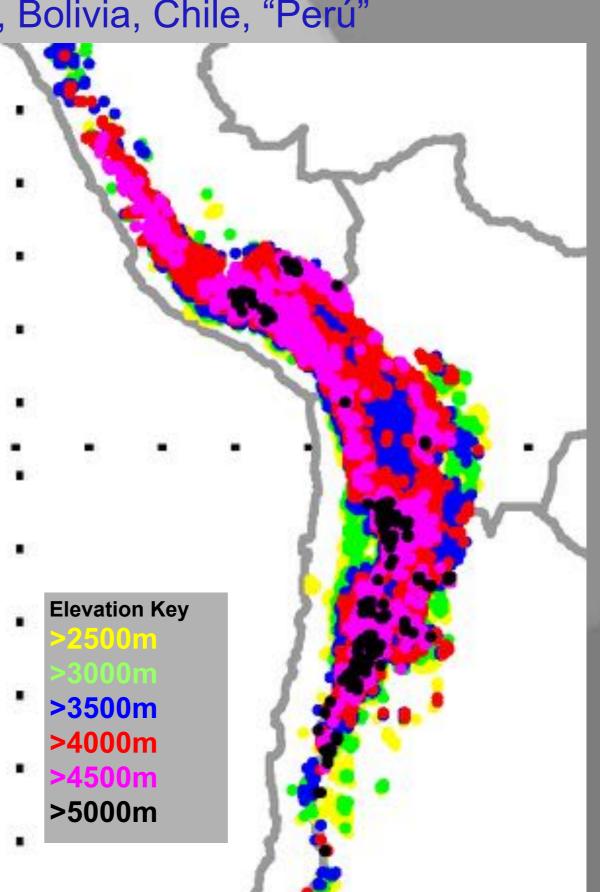


### Sitios posibles:

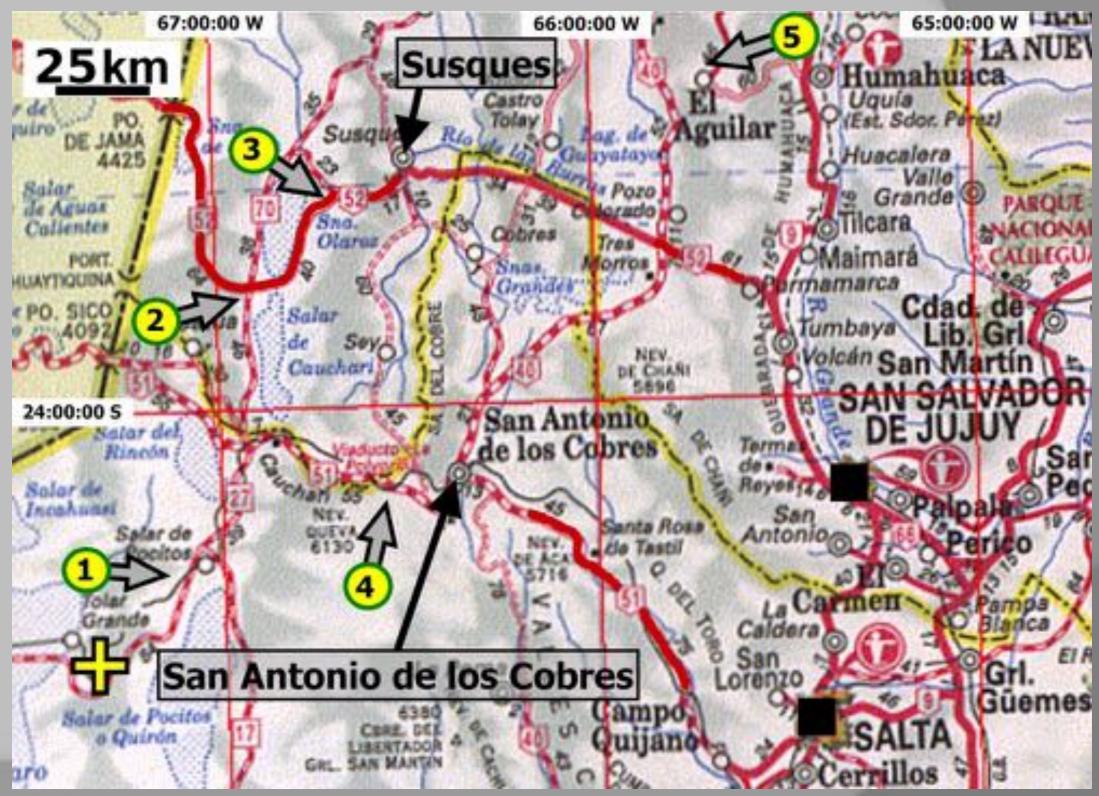
Condiciones: ~5000 msnm; 20-30° latitud Sur. Solo en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Chile, "Perú"

Estudio realizado para CTA. Datos radar en satélite. Área mínima 1km<sup>2</sup>

Argentina: Cerro Vecar, 4800 msnm Bolivia: Cerro Estuquería, 4740 msnm Chile: Chajnantor, ALMA, 5000 msnm Perú: lago Sibinacocha, 4870 msnm



Cerro Vecar: Sitios de LLAMA y QUBIC. 30 km de San Antonio de los Cobres, Salta.



tian C. Rosero - WAA - Conditios, mayo 2019

38

Observatorios

Comodato LLAMA QUBIC SGSO



Observatorios

Comodato LLAMA QUBIC SGSO



# Sitio argentino propuesto: Vistas





Visita al sitio de comitiva internacional (dic. 2017)

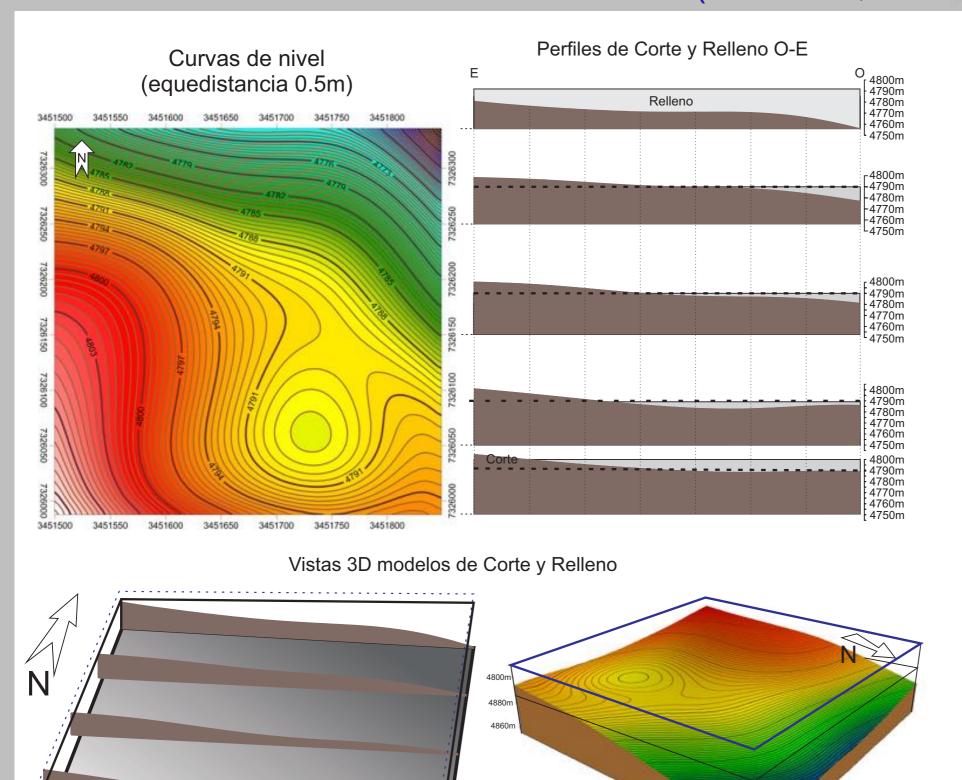
Nivel del terreno: Carlos Peralta (INENCO, UNSa)



Attian C. Rovers - WAA - Contoba, mayo 2018

Adtian C. Rovero - WAA - Contoba, mayo 2019

### Nivel del terreno: Carlos Peralta (INENCO, UNSa)



Fundación

#### Calculo de Corte y Relleno

Thu Dec 06 18:09:43 2018

#### **Upper Surface**

Grid File Name: M:\Gamma\MedRecFilSm.grd Grid Size: 298 rows x 298 columns

X Minimum: 3451499.52 X Maximum: 3451848.93 X Spacing: 1.1764646464651

Y Minimum:7325987.584 Y Maximum:7326336.3 Y Spacing: 1.174127946128

Z Minimum: 4756.3938937785 Z Maximum:4810.215844466

#### **Lower Surface**

Level Surface defined by Z = 4790.1

Volumes

Z Scale Factor:1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule:690.69124648641 Simpson's Rule:694.40978120914 Simpson's 3/8 Rule:693.88276313415

#### Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]:405834.61821101m3 Negative Volume [Fill]:405142.90839751m3 Net Volume [Cut-Fill]:691.70981350529m3

#### Areas

#### Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 69048.859126536 Negative Planar Area [Fill]: 52795.998433522 Blanked Planar Area: 0

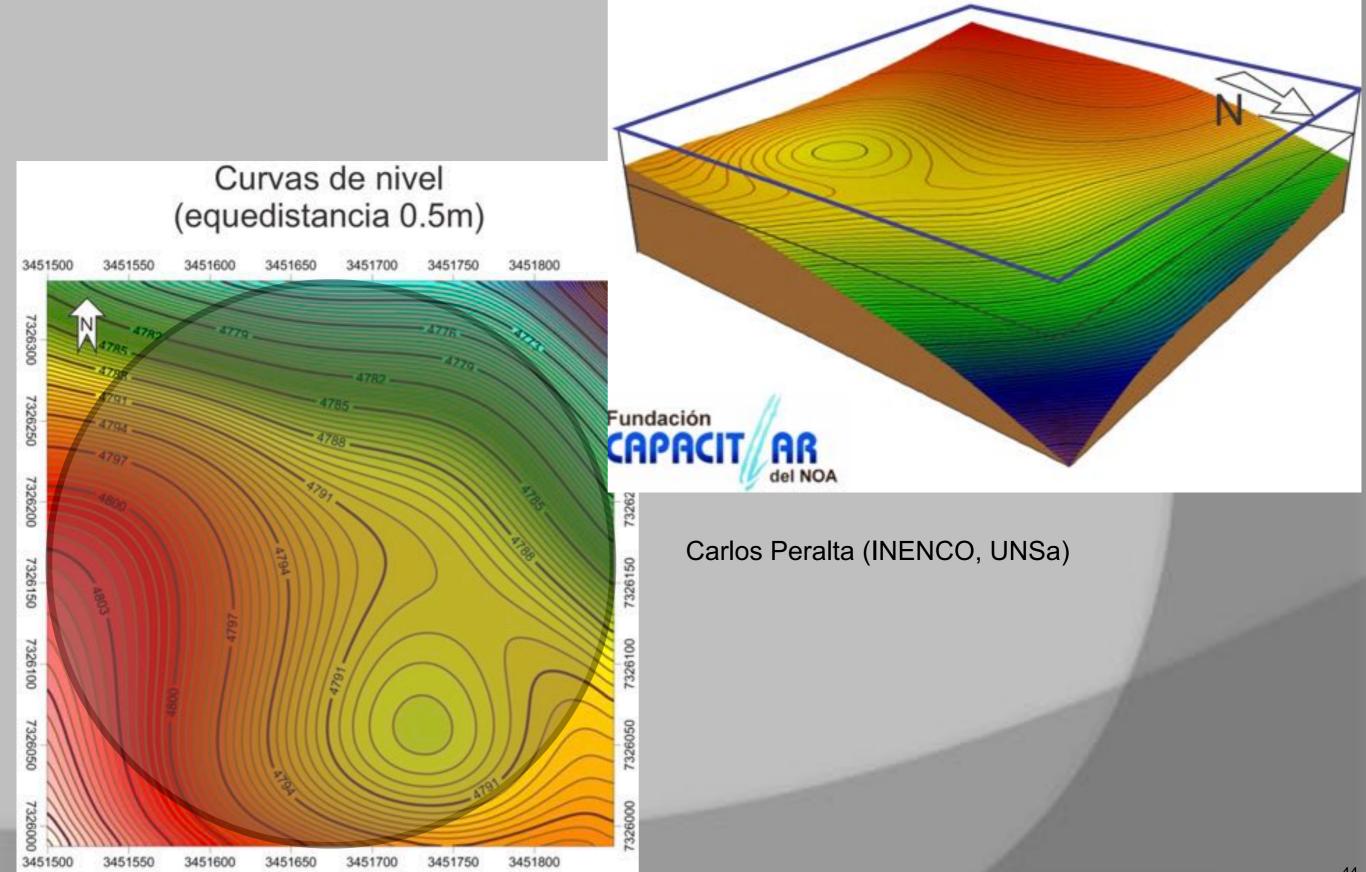
Total Planar Area: 121844.85756006

#### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 69347.077194034 Negative Surface Area [Fill]: 53479.55630505

En un plano horizontal a 4790.1m de altura sobre nmm, se compensa la altura de corte y relleno del sector con un volumen de terreno a descarpar de aproximadamente 406000m3. Con este material se rellenara la porción restante para nivelar a 4790.1 metros de altura la superficie del polígono de 350 x 350m.

## Sitio argentino propuesto: Nivel del terreno



# **Detector prototipo: WCD**

# Estudios de factibilidad y congelamiento

Energía paneles: UNSa Tratamiento agua: UNSa

**PMT**: Antares



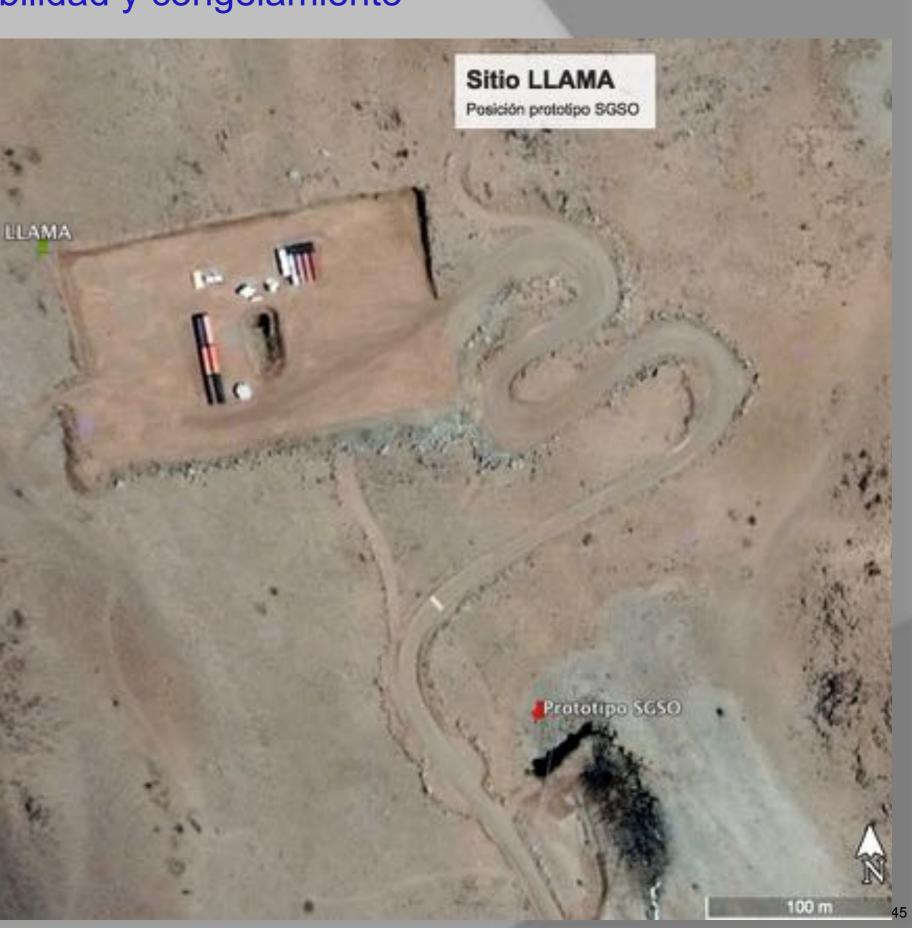
Electrónica: CAB



Tanque comercial 25 m<sup>3</sup>

(estudio de opacidad)





# **Detector prototipo: WCD**

Estudios de factibilidad y congelamiento

Energía paneles: UNSa Tratamiento agua: UNSa



Prototipo SGSO



Tanque comercial 25 m<sup>3</sup>

(estudio de opacidad)



### Colaboración argentina: En formación

Comunidad: Auger, CTA + Universidad Nacional de Salta La participación de la UNSa es muy importante por su localía.

### Motivación actual:

- blazares:
- origen de RC
- meteorologia espacial
- desarrollo de detectores, simulaciones
- procesamiento y almacenamiento de datos

### Tareas a corto y mediano plazo:

- Presentación a la Secretaría de CyT
- Instalación de prototipo en el sitio
- Simulaciones del detector (empezando por el prototipo)
- Estudios de impacto y factibilidad (agua): INTI Salta.
- Estudios geotécnicos: INENCO, UNSa.
- Próximo hito: elección del sitio ~2021-22

man C. Rosero - WAA - Cordota, mayo JC19

### Resumiendo

Las ventajas de un observatorio de rayos gamma de gran campo visual fueron probadas en el hemisferio norte con HAWC.

Luego de algunas propuestas puntuales, la comunidad internacional de unió en la Alianza SGSO para llevar adelante un observatorio mejorado en el hemisferio sur.

El nuevo observatorio promete grandes avances por dos motivos: una mejor sensibilidad que el del norte y una visión inmejorable de la Vía Láctea.

La comunidad argentina es parte de la Alianza y se está organizando para tener una participación significativa en SGSO. En particular se pretende que el observatorio sea construido en Salta.

Próximo paso: presentación a la comisión de grandes proyectos, basado en prototipo.

C. Rosero - WAA - Cordoto, mayo 2019

