

TESIS DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS

INFORME DE AVANCE

Evelyn G. Coronel
Maestrando

Dra. Silvia Mollerach
Director

Miembros del Jurado
Dr. Diego Harari (Instituto Balseiro)

23 de Junio de 2020

Partículas y Campos – Centro Atómico Bariloche

Instituto Balseiro
Universidad Nacional de Cuyo
Comisión Nacional de Energía Atómica
Argentina

Índice de símbolos

CR:	Rayos cósmicos (<i>Cosmic Rays</i>)
SD:	Detector de Superficie (<i>Surface Detector</i>)
EAS:	Lluvia Atmosférica Extendida (<i>Extensive Air Shower</i>)
S(1000):	Señal a 1000 m del núcleo de la lluvia y al nivel del suelo
S(1000) _w :	Señal de S(1000) corregida por la modulación del clima.
S ₃₈ :	Señal a 1000 m del núcleo y al nivel del suelo si el ángulo cenital del evento fuera de 38°
S _{38,w} :	Señal S ₃₈ corregida por la modulación del clima
eV:	electrón Voltio, $1\text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19}\text{ J}$
EeV:	$1\text{ EeV} = 10^{18}\text{ eV}$
ICRC:	Conferencia Internacional de Rayos Cósmicos (<i>International Cosmic Ray Conference</i>)

Índice de contenidos

Índice de símbolos	ii
Índice de contenidos	v
Índice de figuras	vi
1. Anisotropías en ascensión recta en los archivos con el disparo estándar	1
1.1. Anisotropías en ascensión recta en los archivos del ICRC 2017 y ICRC 2019	1
1.1.1. Eventos por encima de 8 EeV	1
1.2. Anisotropías en ascensión recta en los archivos con todos los disparos	3
1.2.1. Características de los archivos de datos analizados	3
Bibliografía	5

Índice de figuras

1.1. Primer armónico en ascensión recta de los datos del ICRC 2017	2
1.2. Primer armónico en ascensión recta de los datos del ICRC 2019.	3
1.3. Diferencia entre las energías del archivo de 2017 y el archivo del 2019	4
1.4. Calibración de las energías del archivo de 2017 y el archivo del 2019	4

Capítulo 1

Anisotropías en ascensión recta en los archivos con el disparo estándar

1.1. Anisotropías en ascensión recta en los archivos del ICRC 2017 y ICRC 2019

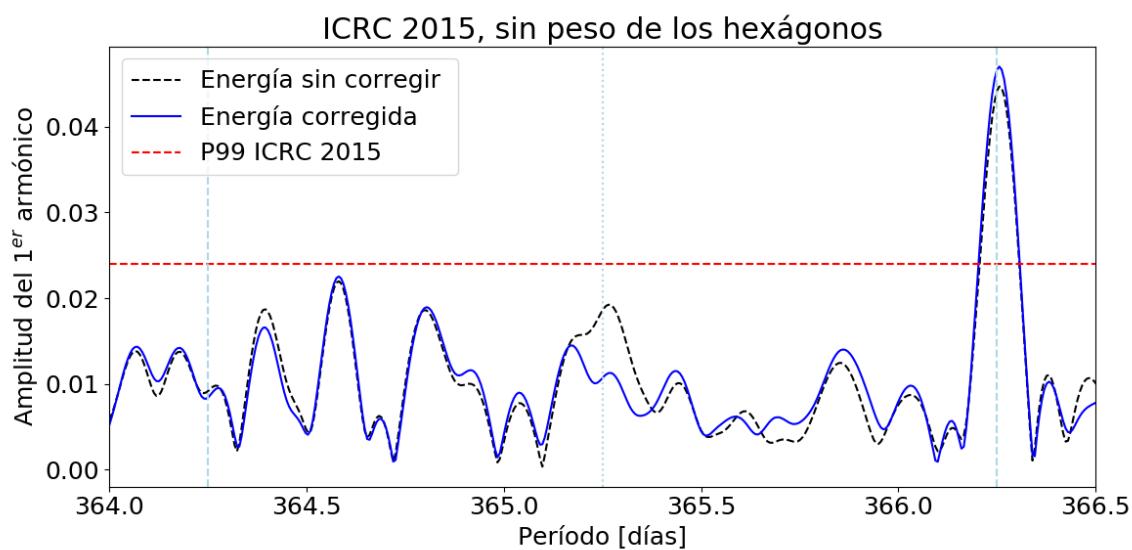
1.1.1. Eventos por encima de 8 EeV

Resultados para los datos del ICRC 2017

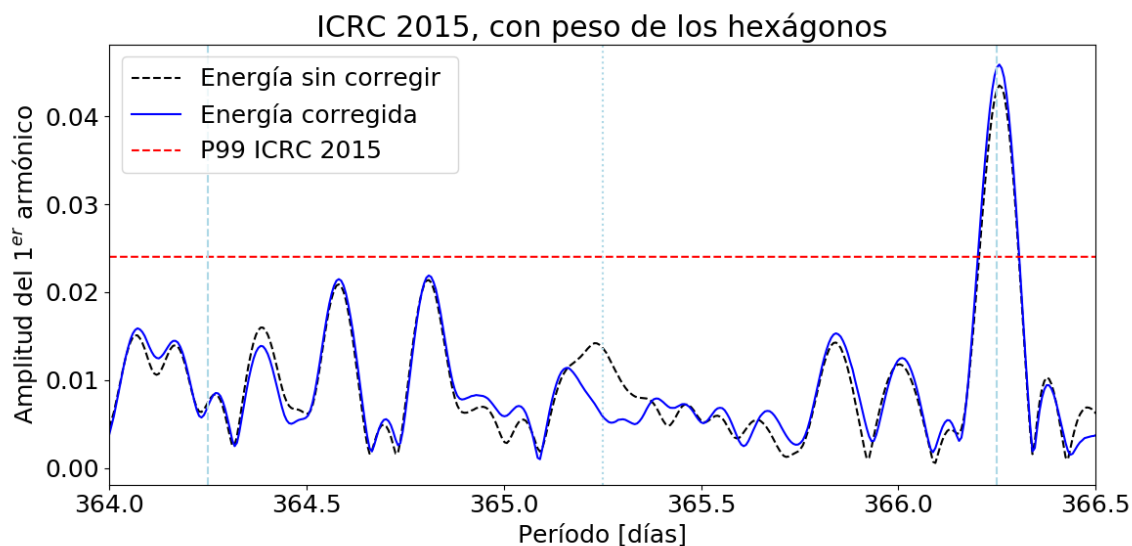
Para este apartado analicé el archivo de datos de la tesis de doctorado de Oscar Taborda, solamente los eventos 6T5. El rango de tiempo en el cual hice el análisis es entre 1072969615 y 1472688000 (2004-01-01 15:06:55 y 2016-11-01 0:00:00)

Sabemos que para energía mayores de 8 EeV, aparece el dipolo en sidérea.

En las Fig. 1.1a y 1.1b se muestra la amplitud del primer armónico sin considerar el peso de los hexágonos. Esta figura es compatible con la Fig. 5.7.b, página 90 de la tesis de Taborda.



(a) Sin peso de la cantidad de tanques activos.



(b) Con peso de la cantidad de tanques activos.

Figura 1.1: Primer armónico en ascensión recta de los datos del ICRC 2017

Con esto podemos decir que el código para la anisotropía funciona para el caso donde no se considera los hexágonos. No tengo una referencia para comparar las anisotropías con el peso de los hexágonos, solamente el valor del pico del dipolo.

Resultados para los datos del ICRC 2019

Este es el conjunto de archivos donde se hicieron modificaciones como el uso de una nueva reconstrucción y la corrección del clima. Usé solamente los eventos 6T5. El rango de tiempo en el cual hice el análisis es entre 1072969615 y 1535789456 (2004-01-01 15:06:55 y 2018-09-01 08:10:56)

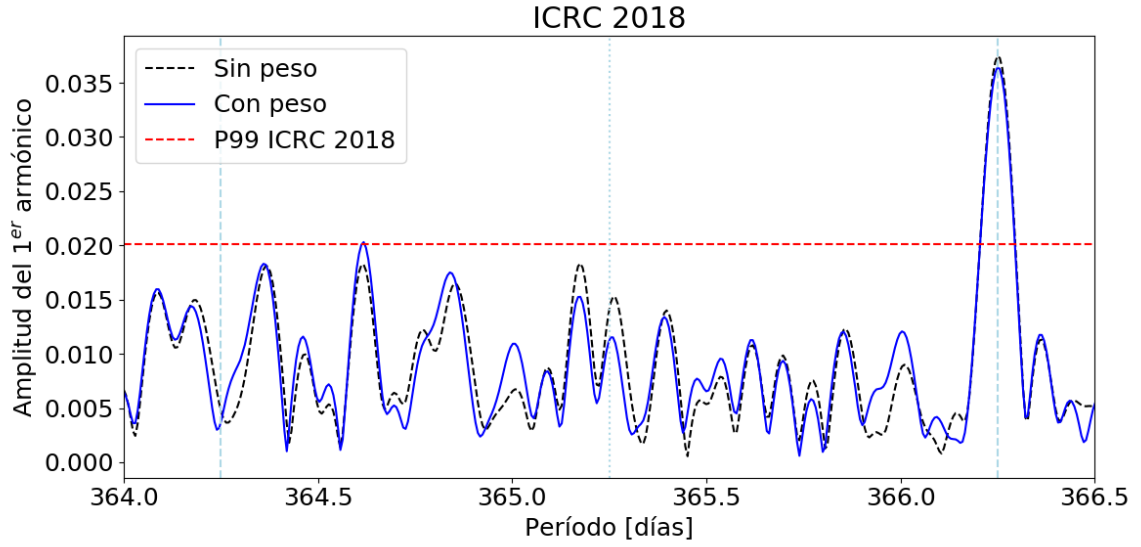


Figura 1.2: Primer armónico en ascensión recta de los datos del ICRC 2019.

1.2. Anisotropías en ascensión recta en los archivos con todos los disparos

1.2.1. Características de los archivos de datos analizados

Tenemos que tener en cuenta el archivo de datos de todos los disparos es entre los años 2013 y 2019, por lo que no podemos comparar los análisis de anisotropía con el conjunto de datos del ICRC 2019 completo. Por lo que para compararlos, voy a hacer el análisis de ambos conjuntos de datos en el mismo rango de tiempo. Voy a hacer esto para poder comparar lo que sale. Este rango donde se está comparando entre archivo empieza en $utc_i = 1372699409$.

A continuación se presentan las características de los archivos estudiados, sin ningún filtro de energía, sin acotar por tiempo.

Archivo	Eventos	UTC inicial	UTC final
2020	13 739 351	1372680068	1577879983
2019	8 463 063	1372680068	1496318388
2017	8 592 302	1372680068	1498521517

Puede verse que el Archivo de 2020 tiene más eventos, y además de tener un rango de tiempo mayor que el archivo del 2017 y 2019. Los archivos 2017 y 2019 tienen 7 072 964 eventos coincidentes y los archivos 2017 y 2020 tienen 6 902 221. A continuación se compara la diferencia de energía y la calibración entre estos eventos.

En las Figs. 1.3a y 1.3b se muestra la diferencia entre el valor de energía entre eventos coincidentes entre los archivos 2017 y 2020. Puede apreciarse que la diferencia no está centrada en 0 y no aparenta tener una modulación del clima. Por lo tanto la diferencia se debe a una reconstrucción distinta de los eventos.

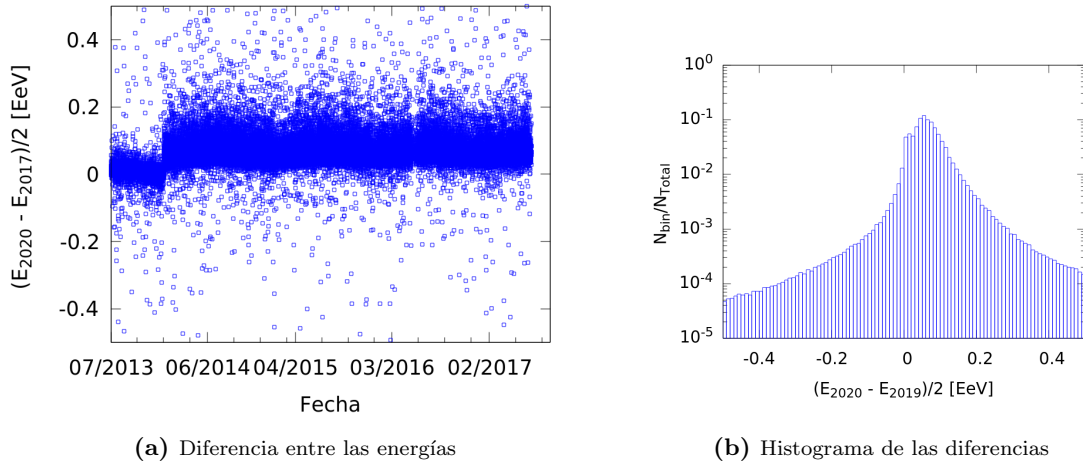


Figura 1.3: Diferencia entre las energías del archivo de 2017 y el archivo del 2019

Puede verse en la Fig. 1.4 que la curva de calibración entre ambos archivos es distinta, ya que la coordenada al origen como la pendiente se diferencian entre para ambos archivos. Esto implica que los valores A y B de la curva $E = A \times (S_{38})^B$ son distintos para ambos conjunto de datos, ¿en qué afectaría? en primer lugar en el valor de la energía, segundo en análisis que dependan de estos parámetros como el análisis de la modulación del clima.

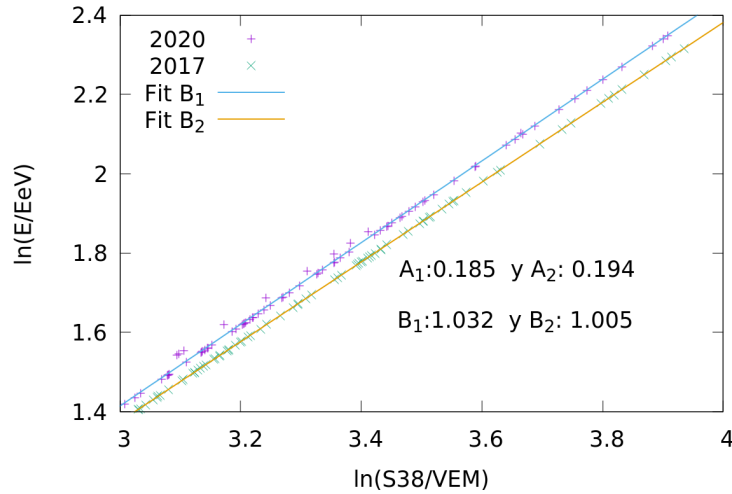


Figura 1.4: Calibración de las energías del archivo de 2017 y el archivo del 2019

Bibliografía

- [1] Abraham, J., Abreu, P., Aglietta, M., Aguirre, C., Ahn, E., Allard, D., *et al.* Atmospheric effects on extensive air showers observed with the surface detector of the pierre auger observatory. *Astroparticle Physics*, **32** (2), 89–99, 2009.
- [2] Abreu, P., Aglietta, M., Ahlers, M., Ahn, E., Albuquerque, I. F. d. M., Allard, D., *et al.* Description of atmospheric conditions at the pierre auger observatory using the global data assimilation system (gdas). *Astroparticle Physics*, **35** (9), 591–607, 2012.
- [3] Aab, A., Abreu, P., Aglietta, M., Al Samarai, I., Albuquerque, I., Allekotte, I., *et al.* Impact of atmospheric effects on the energy reconstruction of air showers observed by the surface detectors of the Pierre Auger Observatory. *Journal of Instrumentation*, **12** (02), P02006, 2017.
- [4] Taborda, O. Estudios de anisotropías a grandes escalas angulares de los rayos cósmicos de alta energía detectados por el observatorio Pierre Auger, 2017.
- [5] Collaboration, P. A., Veberič, D., *et al.* Plans for a proposal to upgrade the Pierre Auger Observatory. Pierre Auger Collaboration, 2013.
- [6] Aab, A., Abreu, P., Aglietta, M., Albuquerque, I. F. M., Albury, J. M., et al., I. A. Large-scale cosmic-ray anisotropies above 4 EeV measured by the pierre auger observatory. *The Astrophysical Journal*, **868** (1), 4, nov 2018. URL <https://doi.org/10.3847/2F1538-4357%2Faae689>.
- [7] Linsley, J. Fluctuation effects on directional data. *Phys. Rev. Lett.*, **34**, 1530–1533, Jun 1975. URL <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.34.1530>.

