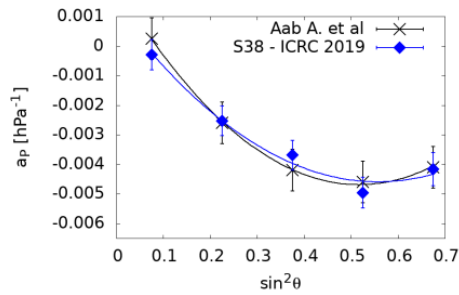


Capítulo 1

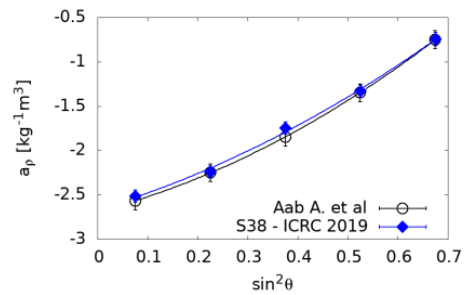
Introducción

1.1. Acerca de la tesis de licenciatura

- Cosas que hice en la tesis de licenciatura.
 - Corrección del clima
 - Familiarizarse con el dataset
- Resultados a los que llegué.
- Nos movimos a otros disparos (MoP y ToTs)

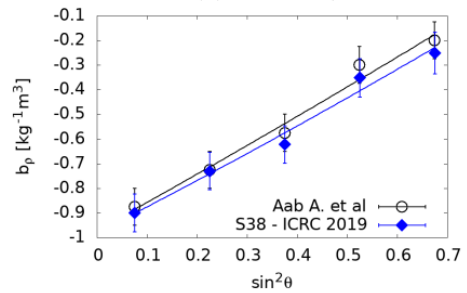


(a) Parámetro a_ρ



(b) Parámetro a_ρ

se propone la siguiente modulación, presentada en la Ec. 1.3, para la señal S que reciben los tanques

$$S = S_0(1 + \alpha_P(P - P_0) + \alpha_\rho(\rho_{media} - \rho_0) + \beta_\rho(\rho_{2h} - \rho_{media}))$$


(c) Parámetro b_ρ

1.2. Acerca del archivo con todos los disparos

- Diferencias con el disparo tradicional.
 - Empieza en el 2013
 - Eficiencia
 - Cantidad de datos en el bin de 1 EeV - 2 EeV.
- Pesos de los hexágonos.

- Resultados con el rango de energía 1 EeV - 2 EeV.
- ¿Podemos mejorarlo con la corrección del clima?

1.3. Cálculo de Rayleigh.

Pesos de los hexágonos

1. Fijo una frecuencia a estudiar.
2. Me muevo en el dataset de hexagonos, a cada utc lo clasifico según:

$$h = (\text{hora local}) \times \text{Frecuencia a estudiar} / \text{Frecuencia Solar}$$

3. El valor de h no es continuo, sino está dividido en 288 segmentos entre 1 y 24
4. Le asigno un peso al bin h:

$$\text{peso del bin } h = \text{Hexagonos que cayeron en el bin } h / I$$

$$I = \sum_h^{288} \text{Hexagonos que cayeron en el bin } h / 288$$

Un ejemplo de lo que se obtiene

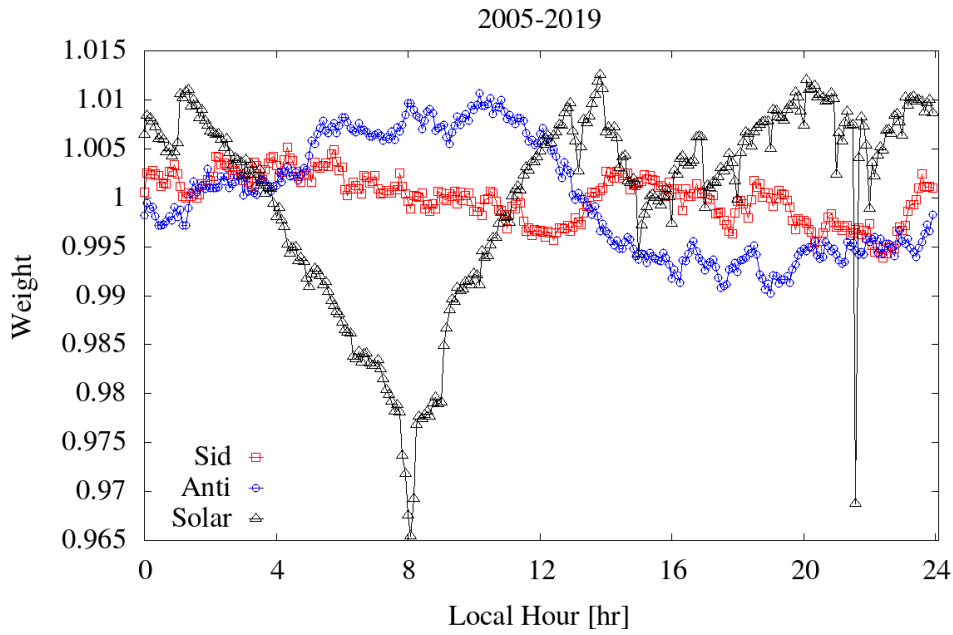


Figura 1.1: Pesos de los hexágonos en el rango 2005-2019 para distintas frecuencias.

Cálculo de Rayleigh para una frecuencia dada

1. Fijo una frecuencia a estudiar.
2. Me muevo en el cielo con esa frecuencia (fase).
3. Dado el utc del evento, lo clasifico según:

$$h = (\text{hora local}) \times \text{Frecuencia a estudiar} / \text{Frecuencia Solar}$$

4. El valor de h no es continuo, sino está dividido en 288 segmentos entre 1 y 24

5. Le asigno un peso por evento:

$$\text{peso del evento} = (\text{peso de los hexágonos para el bin } h)^{-1}$$

6. Hago el análisis en frecuencias:

$$a = \sum_i^{\text{Eventos}} \cos(2\pi h/24 + (RA - RA_{cenit})) \times (\text{peso del evento})_i / N$$

$$b = \text{Lo mismo pero con seno} \quad N = \sum_i^{\text{Eventos}} \text{peso del evento}_i$$

Capítulo 2

Report #1: 13/04/2020 - Pesos de los hexágonos

2.1. Acerca de los pesos de los hexágonos

Los pesos de los hexágonos son importantes para el cálculo de anisotropías, porque las anisotropías son pequeñas y eliminar todo factor espúreo es importante. Cuando uso sólo 24 bins, los números entre el paper del 2018 y los que obtengo con mi código son parecidos. En cambio cuando otro bineado, como 360 bins, con el mismo código, hay una diferencia entre lo que se obtiene en el paper mencionado y el mi tesis. ¿Por qué creo que está pasando esto? Si el código funciona para 24 bins, como se muestra en la Fig. 2.1, y cuando sólo cambio la cantidad de bins, como en las Fig. 2.2 y 2.4, se ve que sigue la misma tendencia pero no los mismos números. Yo lo que yo creo es que tiene que ver con la precisión del cálculo. Para calcular cada punto, se realiza una división entre dos números, i.e.

$$\Delta N = \frac{\text{Los hexágonos integrados en un bin}}{\text{Todos los hexágonos integrados para cada bin}} \quad (2.1)$$

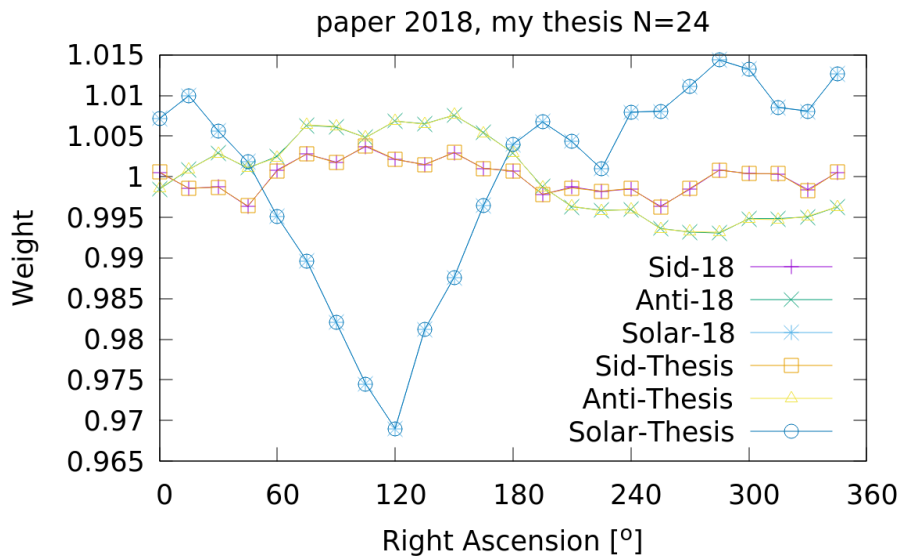


Figura 2.1: Usando 24 bins para las frecuencias sidérea, anti-sidérea y solar, se compara el paper del 2018 con lo que obtengo en la tesis.

En el caso de $N = 24$, son dos números grandes, por lo tanto solo importan los primeros número a izquierda, pero para $N = 360$ es como menor. Durante la ejecución del programa, para cada valor de utc, se calcula a que bin corresponde esa entrada; verifiqué que el programa del paper y mío fuera

iguales a cada paso, y constaté que no había diferencias.

Debido a esto, mi hipótesis es la diferencia entre ambos códigos es por la suma de hexágonos. Lo que me causa ruido de esto es que la diferencia entre los puntos del paper y de mi código, para la frecuencia sidérea, no es ruido centrado en cero como esperaba que fuera si es un error en la precisión, como se muestra en la Fig.2.3, lo que me hace dudar de mi hipótesis. En cambio para la frecuencia anti-sidérea, como se ve en la Fig.2.5, el error no tiene ninguna modulación.

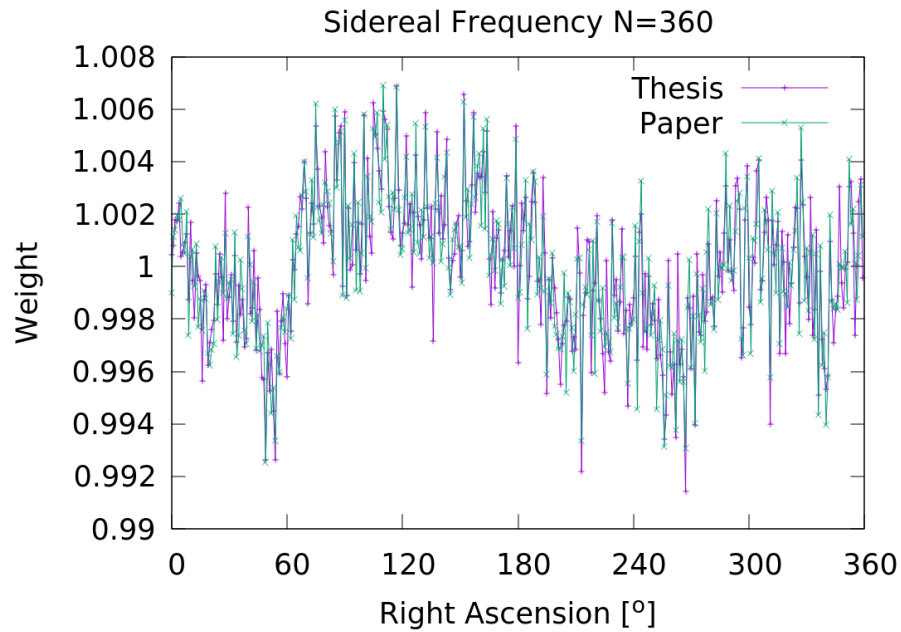


Figura 2.2: Usando 360 bins para la frecuencia sidérea.

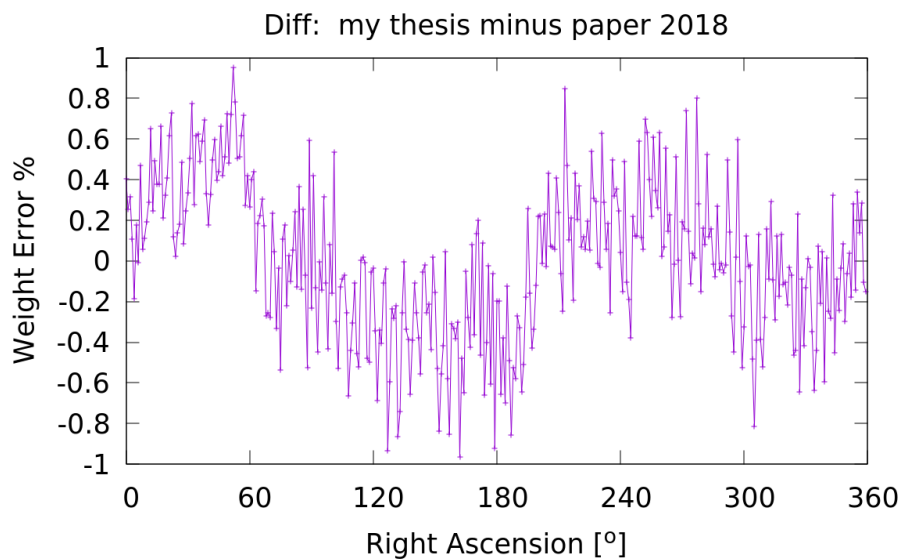


Figura 2.3: Usando los valores del paper como referencia, calculé el error porcentual con lo que yo obtengo para la frecuencia sidérea.

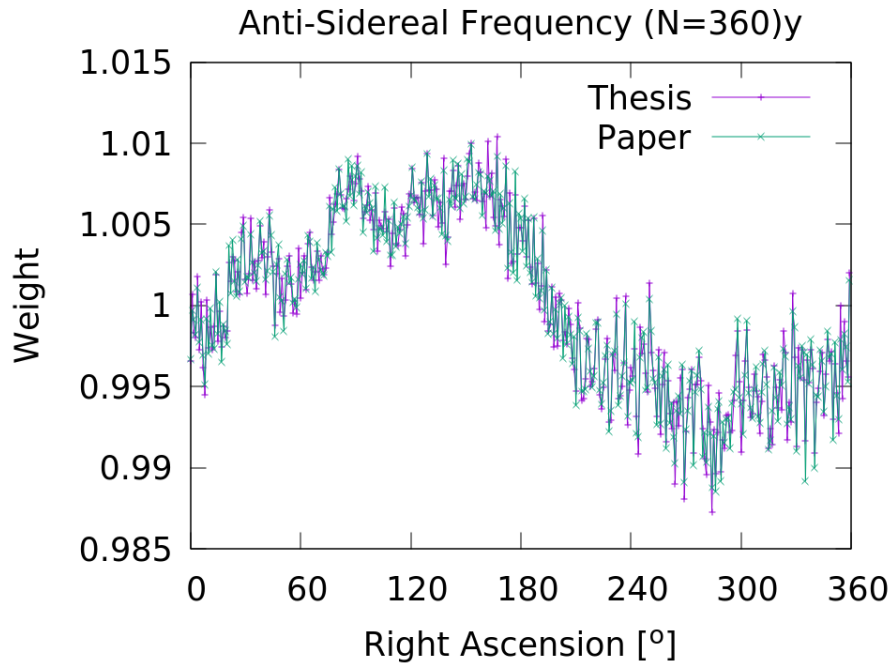


Figura 2.4: Usando 360 bines

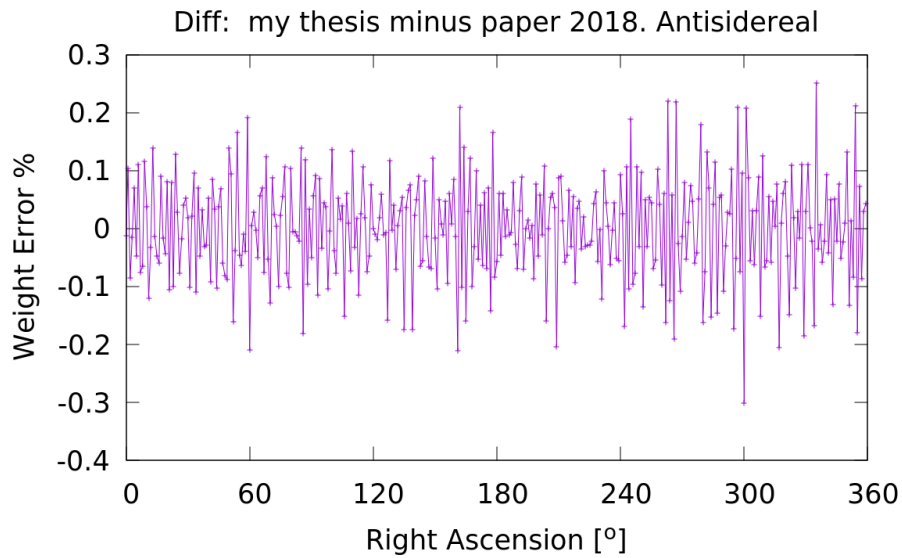


Figura 2.5: Usando los valores del paper como referencia, calculé el error porcentual de la frecuencia anti-sidereal.

2.2. Acerca de los algoritmo

Contexto: Yo quiero hacer el análisis de los pesos de los hexágonos para distintas frecuencias, por lo que esperaba que para cada frecuencia a analizar se utilice el mismo algoritmo para todos.

Mi duda: En el código del paper 18, el algoritmo hace distinción entre la frecuencia sidérea y las demás. Comparando ambos algoritmos, como se muestra en la Fig. 2.6, se ve que ambos dan un resultado similar para los pesos de los hexágonos a menos de un desfase de 75° o 5 hrs sidéreas. Los gráficos de esta figura se hicieron con el mismo data set.

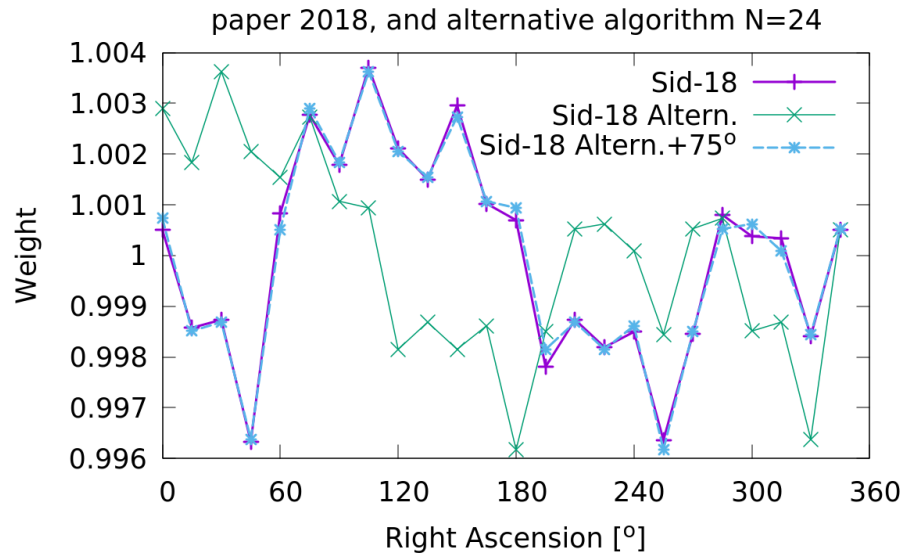


Figura 2.6: Comparando el algoritmo alternativo con el utilizado en el paper 18 con resultados del mismo paper, para 24 bins.

Otra cosa que me resultó curiosa fue que usando $N = 360$, tengo problemas con la frecuencia solar, donde aparecen 0 cada 5 min, coincide con el rate de actualización del archivo de weather. Así usando este bineado, aparece ese problema, recomendaría no trabajar con bins de 1° en ascensión recta.

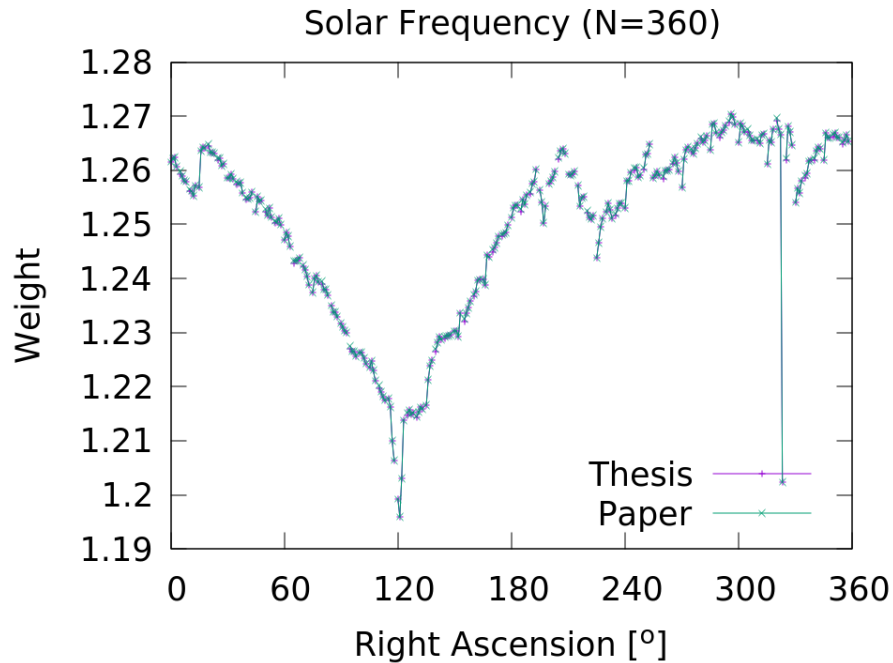


Figura 2.7: Usando 360 bins, nótese que la media es distinta a la figura anterior.

2.2.1. Para $N=288$

El gráfico que me envió usted, sobre los pesos para estas frecuencias es la Fig. 2.8. La discusión sobre estos resultados en particular es análoga al caso para $N = 360$, con la diferencia que no tengo valores de anómalos que se ven para la frecuencia solar, Fig. 2.11.

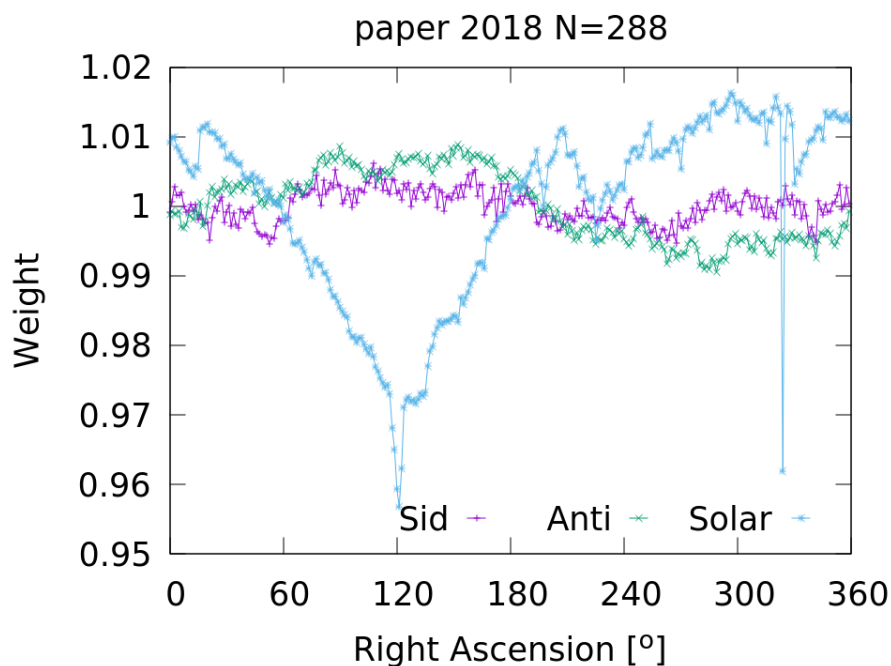


Figura 2.8: Los pesos para las tres frecuencias tal como se calcula en el paper del 2018.

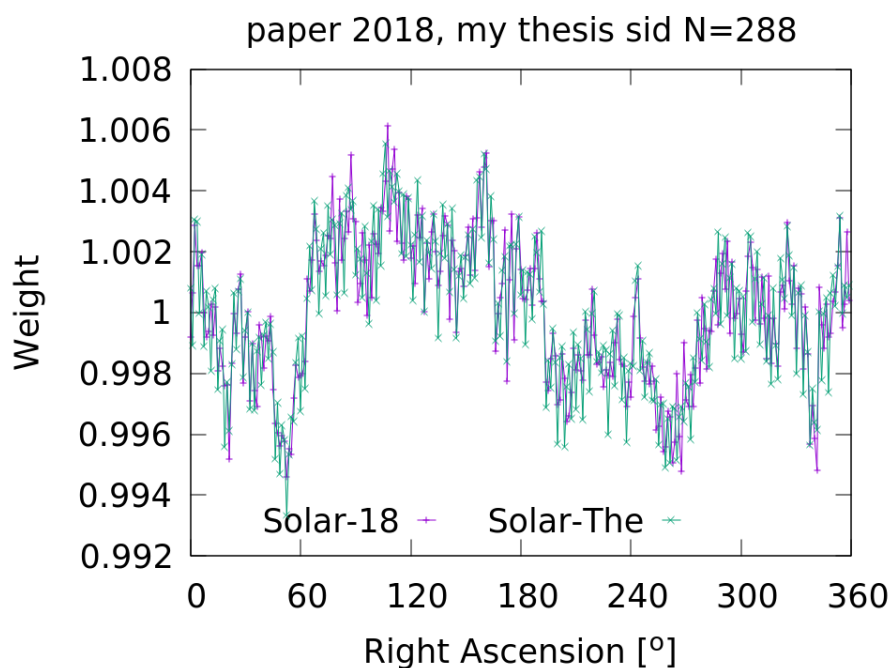


Figura 2.9: Comparando los resultados del paper con mi código para la frecuencia sidérea para N=288

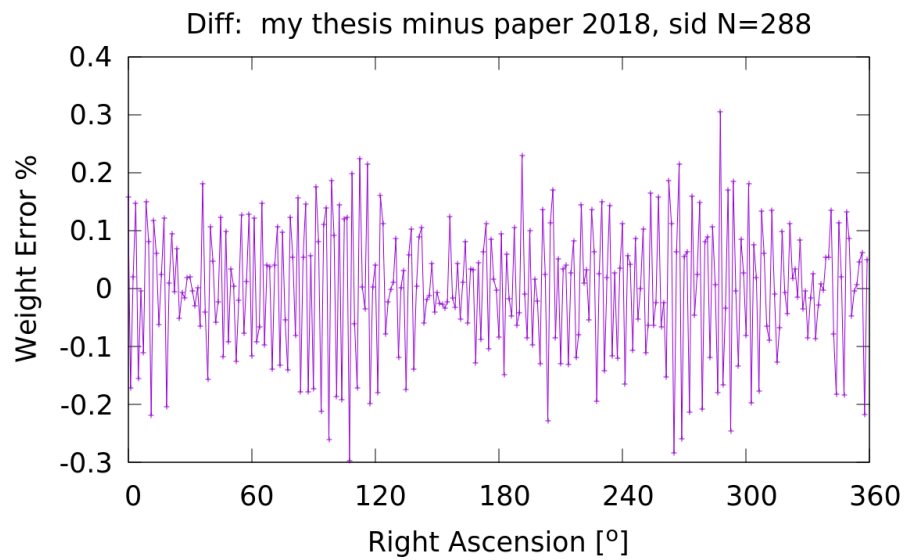


Figura 2.10: El error porcentual entre lo que obtengo en mi código, usando el paper de referencia.

Ya en la Fig. 2.9, se ve que la media de los pesos es algo razonable comparándolo con $N=360$, Fig. 2.7. Además que el error porcentual, usando como referencia los resultados del paper del 2018, es pequeña. La misma se muestra en la Fig. 2.12.

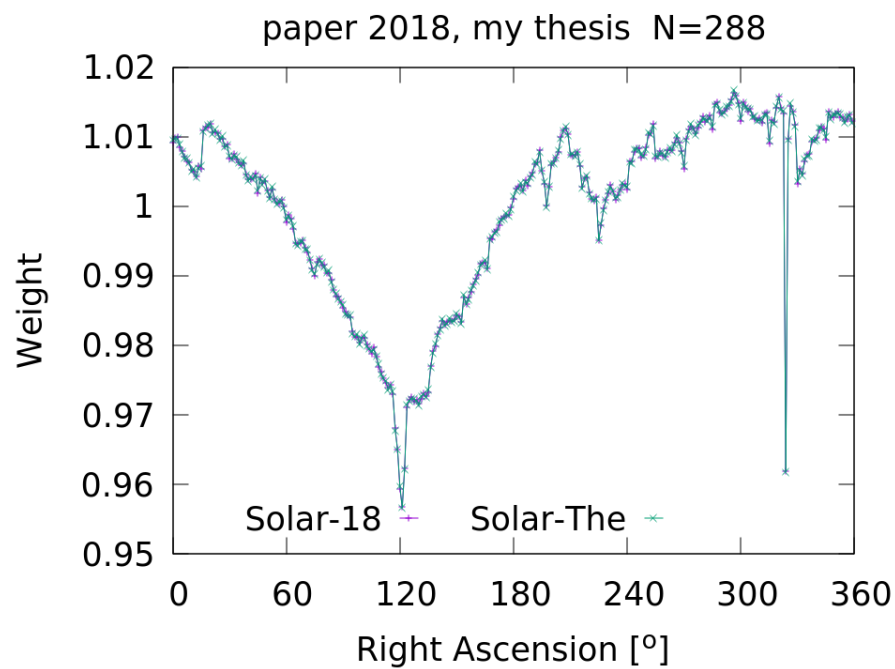


Figura 2.11: Pesos para la frecuencia solar.

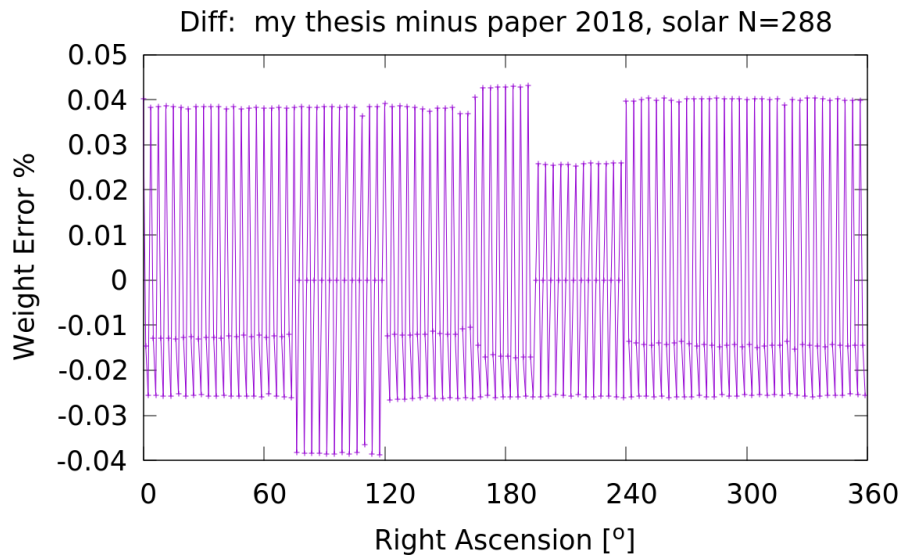


Figura 2.12: Error porcentual de los pesos de la frecuencia solar con respecto al paper 2018.

Para la frecuencia anti-sidérea no hay mucha diferencia a los obtenido para el caso de $N=360$. Los pesos se muestran en la Fig. 2.13 y el error con respecto al valor del paper se muestra en la Fig. 2.14.

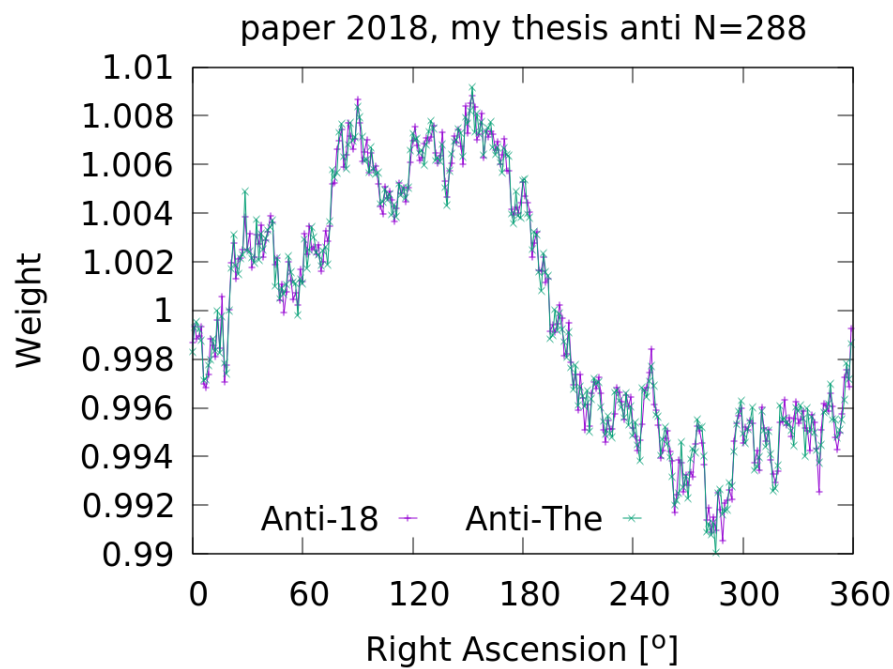


Figura 2.13: Pesos para la frecuencia anti-sidérea

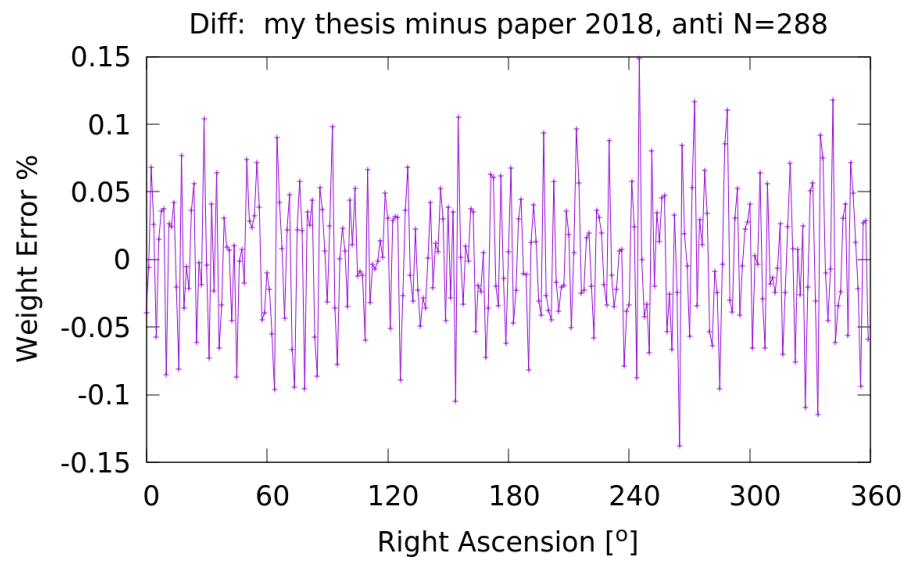


Figura 2.14: Error porcentual de los pesos de la frecuencia anti-sidérea con respecto al paper 2018.

Capítulo 3

Report #5: 22/05/2020 - Dipolo en el bin 1 EeV - 2 EeV

3.1. Anisotropías

Características del conjunto de datos del reporte

- Energía entre [1 EeV , 2 EeV)
- Rango de tiempo:
 - Inicial: 1388577600 (Thursday, 1 January 2014 12:00:00 GMT)
 - Final: 1577880000 (Thursday, 1 January 2020 12:00:00 GMT)
- Sectancia: $\theta < 60^\circ$
- 6T5
- $ib = 1$ Bad period flag. Un valor de 1 indica un buen periodo
- Número de eventos: 1 081 844

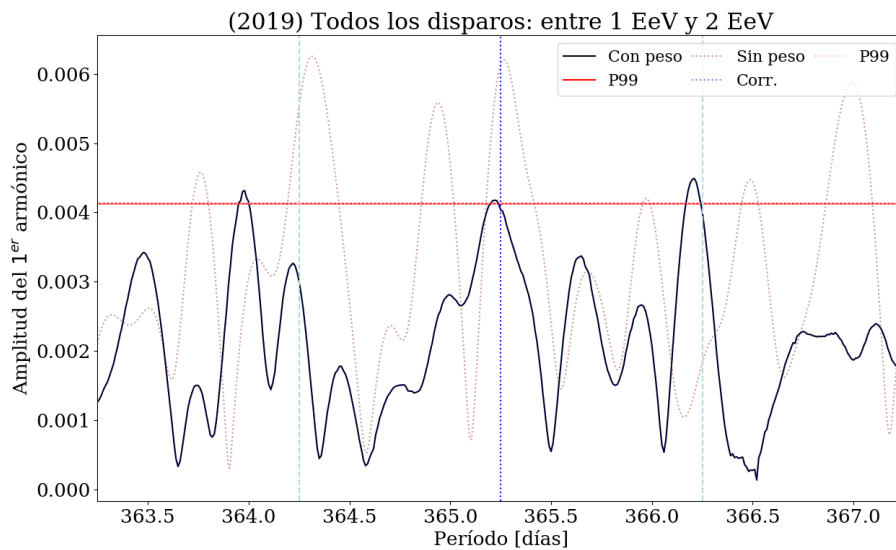


Figura 3.1: Anisotropía para el intervalo 2014-2020

	Con Peso	Sin peso
Frecuencia:	366.25	366.25
Fase:	329.865	292.312
$P(r)$:	0.76398 %	26.6838 %
Amplitud:	0.004676	0.00243515

Tabla 3.1: Fase, r_{99} y P_{99} del análisis de anisotropía entre en 1 de Enero del 2014 y el 1 de Enero del 2020

En la Fig.3.2 se muestra el pico que se presenta en el intervalo de energía entre 1 EeV - 2 EeV, cercano a la frecuencia sidérea. El pico tiene un máximo para un período de 366,21. En la Tabla. 3.2 se muestran los valores de la fase, r_{99} y P_{99} para el periodo anterior.

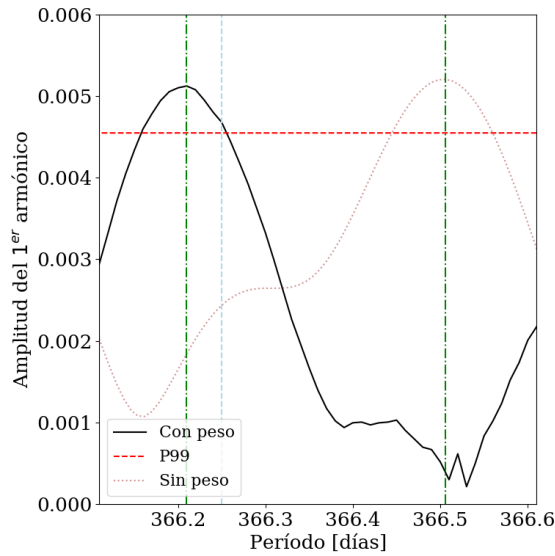


Figura 3.2: Zoom en el pico de anisotropía cercana para la frecuencia sidérea para el intervalo 2014-2020

	Con Peso	Sin peso	Con Peso	Sin peso
Frecuencia:	366.21	366.21	~366.505	366.506
Fase:	151.032	121.695	~190	73.8188
$P(r)$:	0.289882 %	46.9691 %	~96 %	0.24013 %
Amplitud:	0.00512146	0.0018417	~0.0006	0.00520328

Tabla 3.2: Fase, r_{99} y P_{99} del análisis de anisotropía entre en 1 de Enero del 2014 y el 1 de Enero del 2020

3.2. Ajuste del primer armónico de la variación de hexágonos y pesos

Para verificar los valores de amplitud y fase en la frecuencia sidérea, se ajusta una función del tipo

$$f(RA) = a \cos(2\pi(\omega RA + \phi)) + c \quad (3.1)$$

a la variación de los hexágonos por ángulos de ascensión recta RA , así como también a la variación de los pesos de los eventos en ascensión recta ¹. En el ajuste, se dejan libres los parámetros de la amplitud a , desfase ϕ y offset c , en cambio la frecuencia $\omega = 1$, ya que los valores de ascensión recta 0° y 360° son equivalentes y estamos trabajando con el primer armónico. La variación y el ajuste puede verse en las Figs.3.3 y 3.4.

¹El peso de los eventos es la inversa del peso de los hexágonos

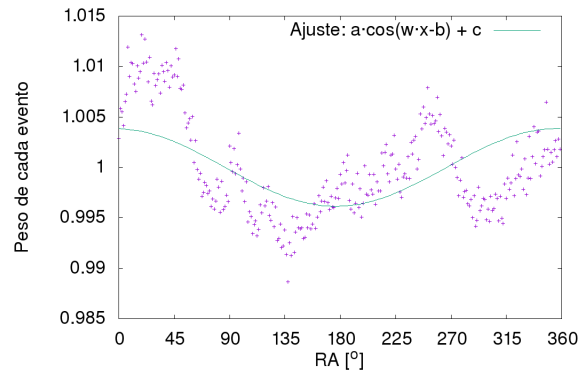


Figura 3.3: Pesos de los eventos en función de la ascensión recta para la frecuencia sidérea en el periodo 2014-2020

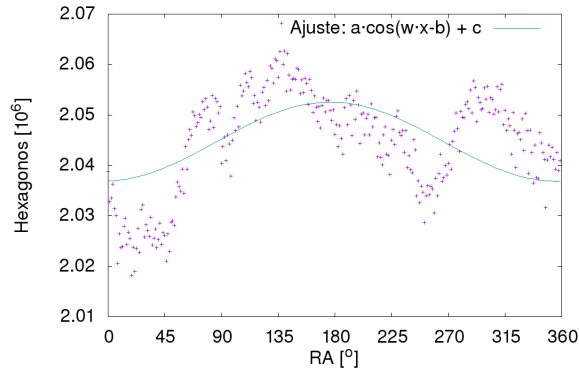


Figura 3.4: Hexágonos para la frecuencia sidérea en el periodo 2014-2020

Los valores de los ajustes, comparados con el análisis de Rayleigh se muestran en la Tabla 3.3. SE observa que el valor de la amplitud para el caso de la variación de los pesos es más cercana al que se obtuvo en el análisis de Rayleigh. Esto puede deberse que los pesos están normalizados por la integral de todos los hexágonos dada una frecuencia, por lo que si existe alguna constante multiplicativa en la cantidad de hexágonos, la amplitud en la tabla para la primera columna puede no ser igual a la segunda columna.

	Hexágonos	Pesos de los eventos	Rayleigh con peso
Figura:	3.4	3.3	3.2
Fase ϕ :	284.874	285.099	329.865
Amplitud a :	0.00784107	0.00384774	0.004676

Tabla 3.3: Fase y amplitud del ajuste del primer armónico en ascensión recta en los hexágonos y pesos de los eventos para la frecuencia sidérea

Apéndice A

Cosas para hacer: Mails con Mollerach

Fecha: 13/05/2020

- sobre la selección de los eventos: cuando vamos a energías bajas, por ej hasta 1 EeV, hay eventos que disparan pocas estaciones, de modo que no podemos permitir que haya estaciones apagadas cerca de la de mayor sensibilidad para asegurarnos que estamos haciendo una buena reconstrucción, o sea hay que considerar solo eventos 6T5, toda la corona activa.
- Cuando analizamos eventos de mayores energías, en particular arriba de 4 EeV, estos hacen disparar típicamente más de 5-6 detectores, de modo que se puede permitir que uno de los detectores de la corona esté apagado sin afectar demasiado la reconstrucción, solo ahí es que se consideran los eventos 5T5. Para calcular los coeficientes del weather, queremos los mejores eventos, así que también se usan solo los 6T5 (no es tan importante ganar un poquito más de estadística arriba de 4 EeV para eso). El parámetro θ es el de bad period? Decís que es irrelevante porque ya filtrás esos eventos durante la selección de eventos?
- La aceptación es la eficiencia de disparo, que es casi 1 para eventos arriba de 1 EeV y hasta 60 grados cuando usamos el dataset con todos los disparos. No sé qué archivo es el energy filter Alltriggers.sh. Para qué lo usas?
- En resumen usa los cortes 6T5 y $\theta < 60$ para anisotropías y para weather correction. El corte de quality weather flag solo se usa para seleccionar los eventos para calcular las correcciones del weather. NO HAY que usarlo para seleccionar los datos para análisis de anisotropías. Si sacas esos eventos podés estar introduciendo efectos espurios (porque no se descartan los hexágonos en los momentos que no funcionan los registros del weather). Tal vez la corrección de weather que se les hace a esos eventos no es tan precisa como la de los demás, pero es mejor que nada.
- Ahí entiendo que ya hay algo para corregir. Los resultados nuevos son un poco raros, en siderea desapareció toda la señal cuando pones pesos 1, y después crece algo con los pesos. Revisa con los cortes bien puestos. Pone una tabla con amplitud y fase con y sin peso también.
- ✓ Para calcular los coeficientes del weather, queremos los mejores eventos, así que también se usan solo los 6T5 (no es tan importante ganar un poquito más de estadística arriba de 4 EeV para eso).
- ✓ En resumen usa los cortes 6T5 y $\theta < 60$ para anisotropías y para weather correction.
- ✓ El corte de quality weather flag solo se usa para seleccionar los eventos para calcular las correcciones del weather.
- ✓ Los resultados nuevos son un poco raros, en siderea desapareció toda la señal cuando pones pesos 1, y después crece algo con los pesos. Revisa con los cortes bien puestos.
- ✓ Pone una tabla con amplitud y fase con y sin peso también.

Fecha: 20/05/2020

- ✓ Una cosa que se me ocurre es que al plot de hexagonos en frecuencia siderea le fitees un coseno. De ahí saca la amplitud del primer armónico de la modulación y la fase en RA donde está el máximo.
- ✓ Después hace el análisis de anisotropía en los eventos sin pesos y con pesos, y obtiene la amplitud de la modulación y las fases del máximo en ambos casos.
- ✓ De ahí podríamos ver comparando las cantidades vectoriales (no solo la amplitud de la modulación sino para donde apunta) qué es lo que está pasando.
- ✓ Haceme un mail con esos resultados cuando los tengas, a ver si entendemos eso.

Fecha: 27/05/2020

- ✓ los eventos son los 6T5 con cenit ¡60 grados? Cuantos eventos son? (Pone siempre esos datos así se sabe de quienes hablas)
- ✓ En la parte que fiteas el coseno, estás dejando libre una frecuencia, w en tu fórmula?
- ✓ Lo que es relevante en el análisis que hacemos es el primer armónico de la función, aunque no de un buen fit. lo que afecta el valor del dipolo va ser la amplitud y fase en $1+A*\cos(RA-B)$. Proba hacer ese fit y reporta los valores de A y B
- ✓ Otra cosa, no entiendo porque la figura de hexagonos y la de pesos tienen el máximo y mínimo en los mismos valores. Los pesos son proporcionales a la inversa de los hexagonos.
- ✓ Porque no es periódica

28/05/2020

- llama la atención la modulación de los hexagonos y de los pesos que pones en la tabla 1.3. Deberían tener aprox la misma amplitud y fase opuesta. Creo que están mal los valores del fit a los hexagonos, debería ser a ojo una amplitud cerca a 0.0035 y una fase cerca de 100. Igual es raro porque las curvas en el plot tienen pinta razonable. Fíjate que cuando fiteas un coseno $1+A*\cos(RA-B)$ va con menos B , así B es la fase donde la función tiene el máximo. Fíjate que si fiteas a una función con media distinta de 1, la amplitud es el factor A en $C*(1+A*\cos(RA-B))$ y no el factor A en $C+A*\cos(RA-B)$
- el test que queríamos hacer para ver si son compatibles las amplitudes de Fourier del primer armónico con y sin peso con la modulación de los pesos no estaría funcionando. La idea es que si sumas vectorialmente un vector con amplitud igual a amplitud del primer armónico sin pesos apuntando en la dirección de la fase sin pesos mas otro vector con amplitud igual a la del fit a los pesos de los eventos apuntando en la fase del máximo del coseno, el vector suma debería tener amplitud igual a la amplitud del análisis de Fourier con pesos y apuntar en la dirección de la fase de ese análisis. No se en cual de los pedazos estará el error.
- Para ir chequeando todo podrías:
 - binar los eventos en RA, por ejemplo en bins de 10 grados. Plotear el número de evento en cada bin dividido la media (esta va a ser $N_{total}/36$) en función de la RA. Fítearle un coseno $1+A*\cos(RA-B)$ a ese plot, te debería dar aprox lo mismo que hacer el análisis de Fourier de los eventos sin peso. Así puedes comprobar si ese análisis te está dando bien. Además es lindo hacer el plot y mostrar la distribución en RA de los eventos.
 - después haces lo mismo poniéndole los pesos a los eventos y comprobas si estás haciendo bien el análisis de Fourier con pesos.
 - Me acabo de acordar que en algún momento tenías un lío con el cero de donde contar la ascensión recta. Asegurate que los pesos los estás poniendo con la fase correcta, o sea que el tiempo sidereo en el que pones los hexagonos se corresponde bien con la RA del cenit del observatorio en ese momento (me parece que el problema podría venir de un corrimiento del cero, ya que eso da un error en la fase de los hexagonos)