

Resumen de trabajo realizado

16/01/24

Reconstrucción

- Se modificó el código de reconstrucción de BParking para reconstruir el decaimiento $Bs \rightarrow \phi(K^+K^-)\mu^+\mu^-$ y almacenar las variables deseadas, relacionadas con los vértices primarios, HLTs y otras variables que se necesitaron incluir.

*Última reconstrucción: 9/06/23 para agregar HLTs

Principales variables almacenadas:

*'run', 'luminosityBlock', 'evento',

***Decay info:** KminusMinIPSign, KplusMinIPSign, PDL, dca_l1bs, dca_l1, l_xy, significance, svprob
cos2D, cosAlpha,
cosPhi, cosTheta_k, cosTheta_l,
fit_kstar_mass, fit_mass, mass, mll_fullfit (dimuon mass),
(pt,phi,eta) de las partículas.

***PV info:** 'nPv', 'PV_PVx', 'PV_PVy', 'PV_PVz', 'PV_PV_idx'

***HLTs:** 'Muon_HLT_Mu10p5_IP3p5', 'Muon_HLT_Mu12_IP6', 'Muon_HLT_Mu7_IP4',
'Muon_HLT_Mu8_IP3', 'Muon_HLT_Mu8_IP5', 'Muon_HLT_Mu8_IP6',
'Muon_HLT_Mu8p5_IP3p5', 'Muon_HLT_Mu9_IP4', 'Muon_HLT_Mu9_IP5',
'Muon_HLT_Mu9_IP6',

***Muons info:** 'Muon_isTriggering', 'Muon_nPixelHits', 'Muon_nPixelLayers',
'Muon_nTrackerLayers', 'Muon_nValidHits', 'Muon_isGlobal', 'Muon_isPFcand',
'Muon_isTracker', 'Muon_softId', 'nTriggerMuon',

Cortes locales

- Se aplicaron los cortes locales de resonance rejection y antiradiation veto. Para definir estos cortes se utilizaron como guía los valores límite previamente obtenidos por Horacio (falta refinar dichos valores). También se aplicaron cortes ligeros sobre algunas de las variables, basándonos en los cortes de los hindús, pero dichos cortes no fueron considerados para futuros análisis

***Cortes rr:** se descartaron los candidatos para los cuales la masa del dimuon se encontraba entre 2.95 y 3.2 (JPSI) y entre 3.58 y 3.798 (Psi prime)

***Cortes arv:** JPSi: m1:0.137, m2:0.134, c :3.43;

PsiP: m1:0.097, m2:0.044, c :3.92

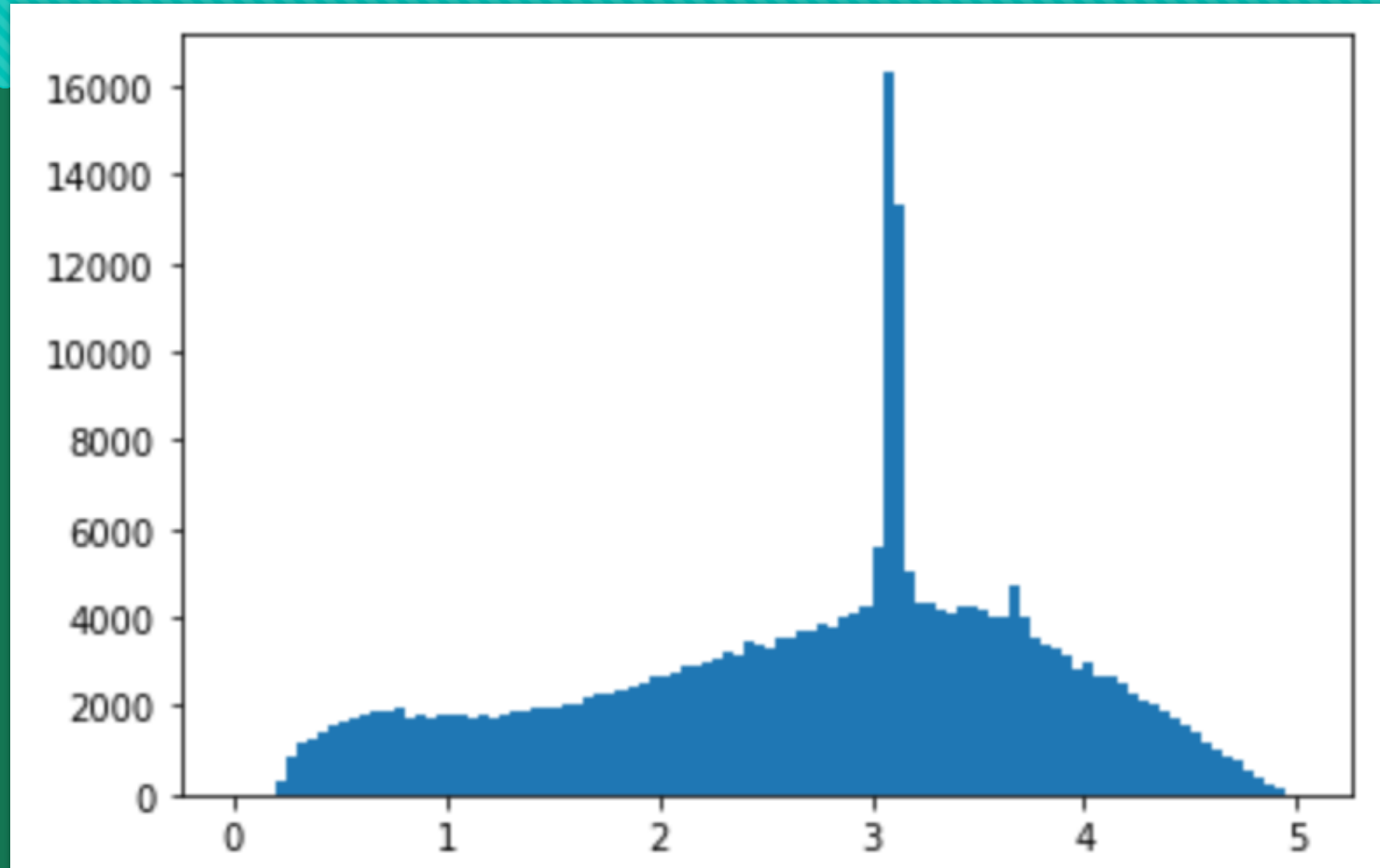
***Cortes ligeros:** Dimuón $pt > 6.5$

$\cos\alpha > 0.97$

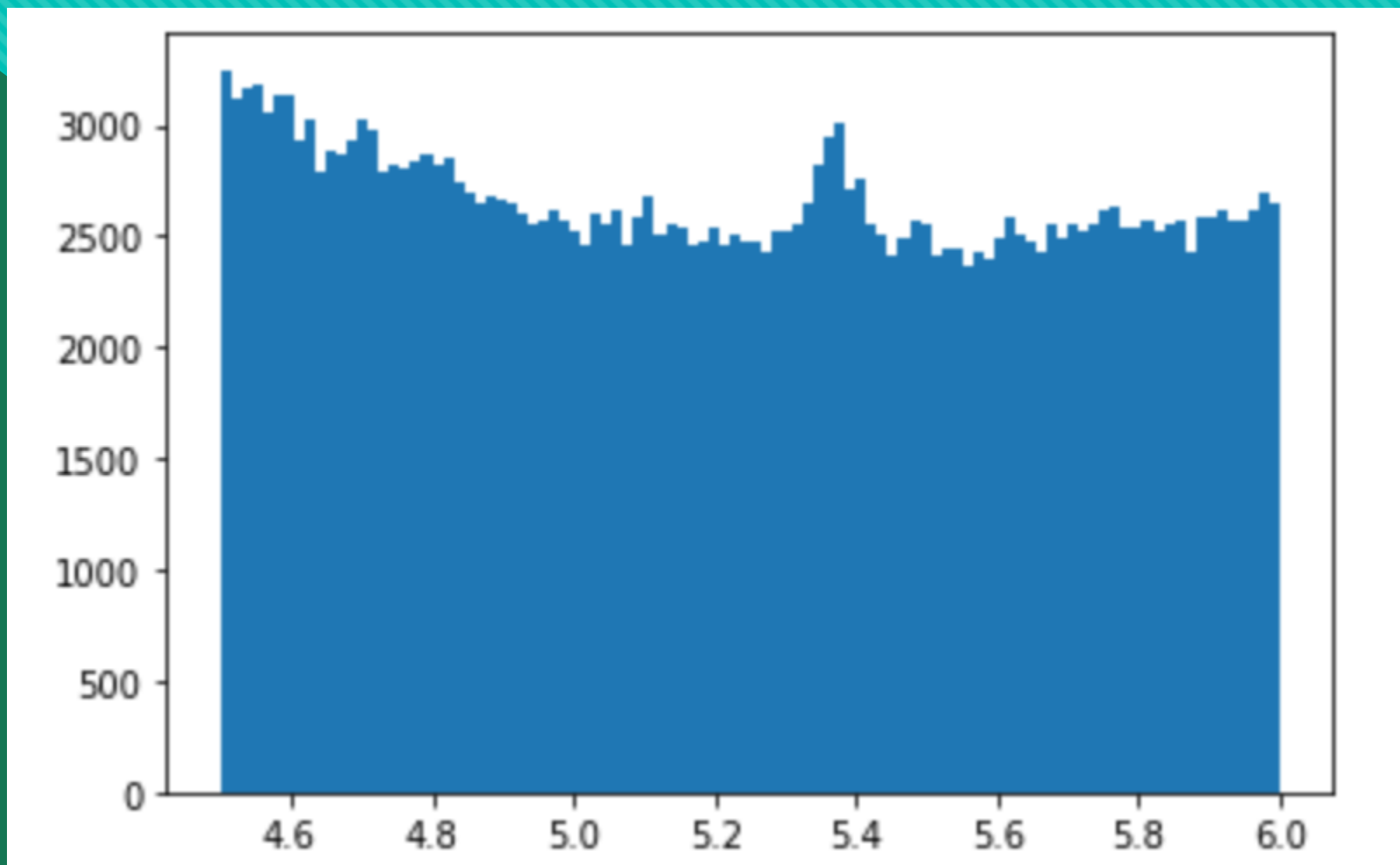
trk1 $pt > 1.2$

trk2 $pt > 1.2$

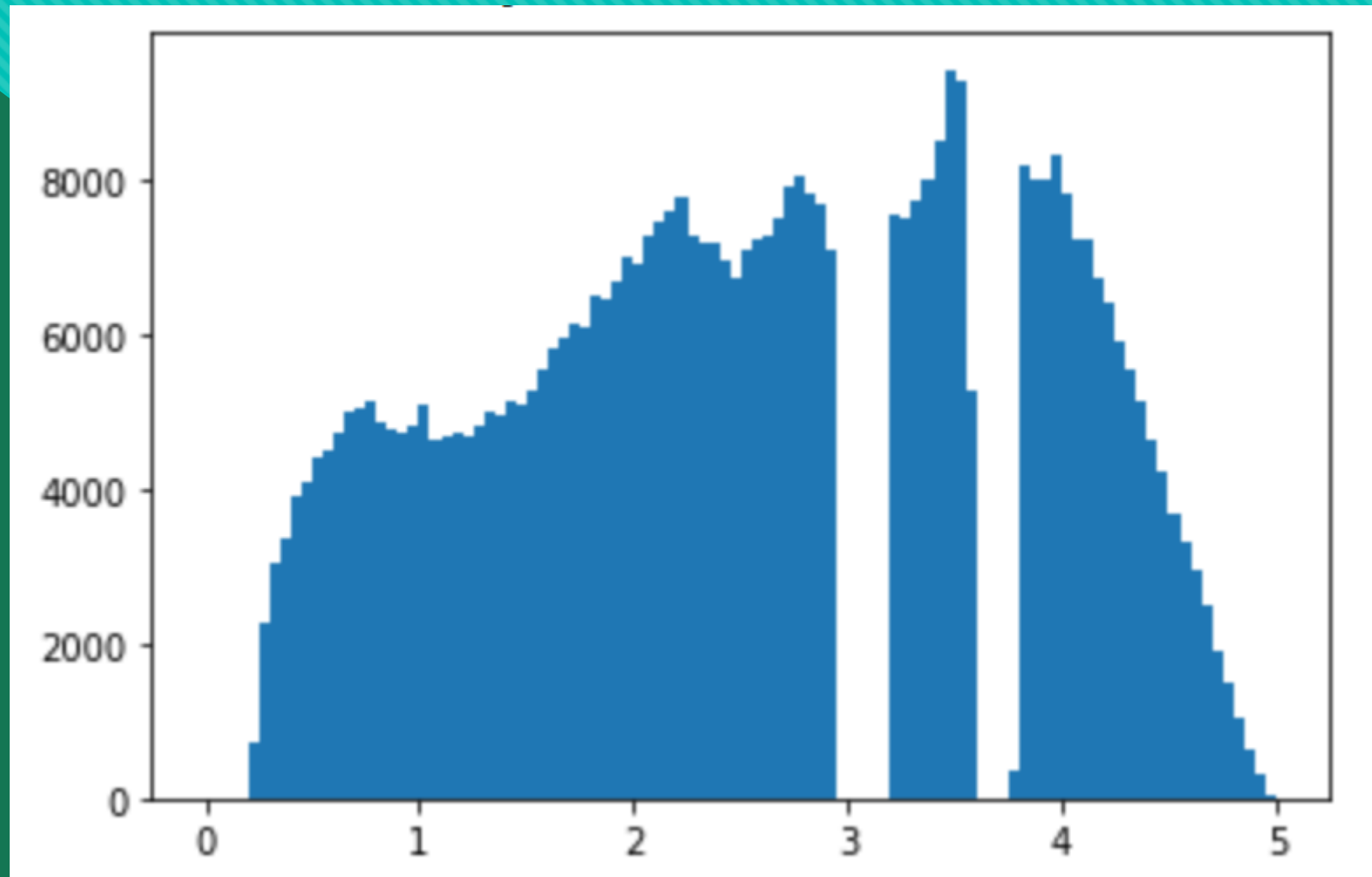
DiMu Mass del dataset de Reconstrucción



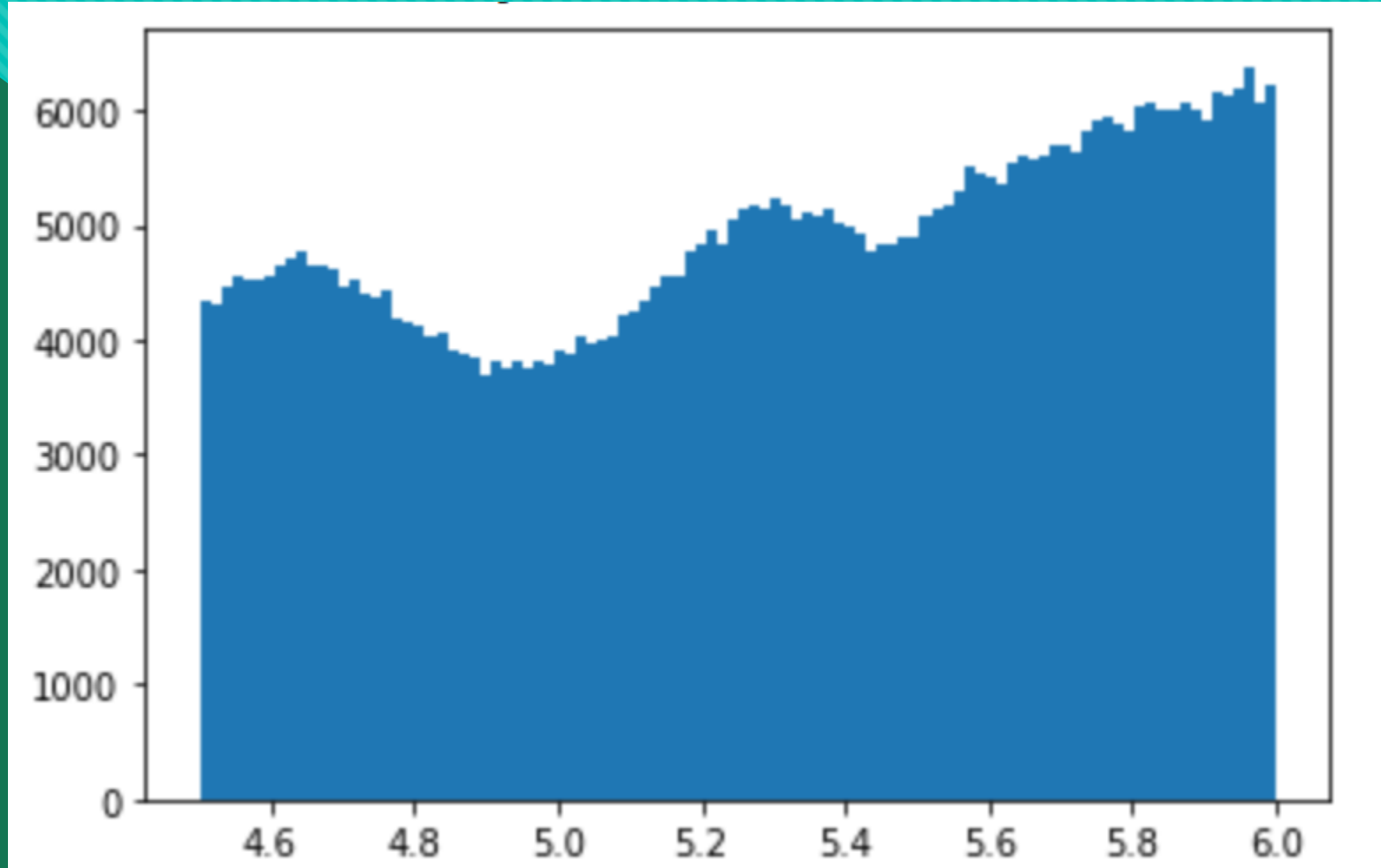
B Mass del dataset de Reconstrucción



DiMu Mass después de rr y arv



B Mass después de rr y arv



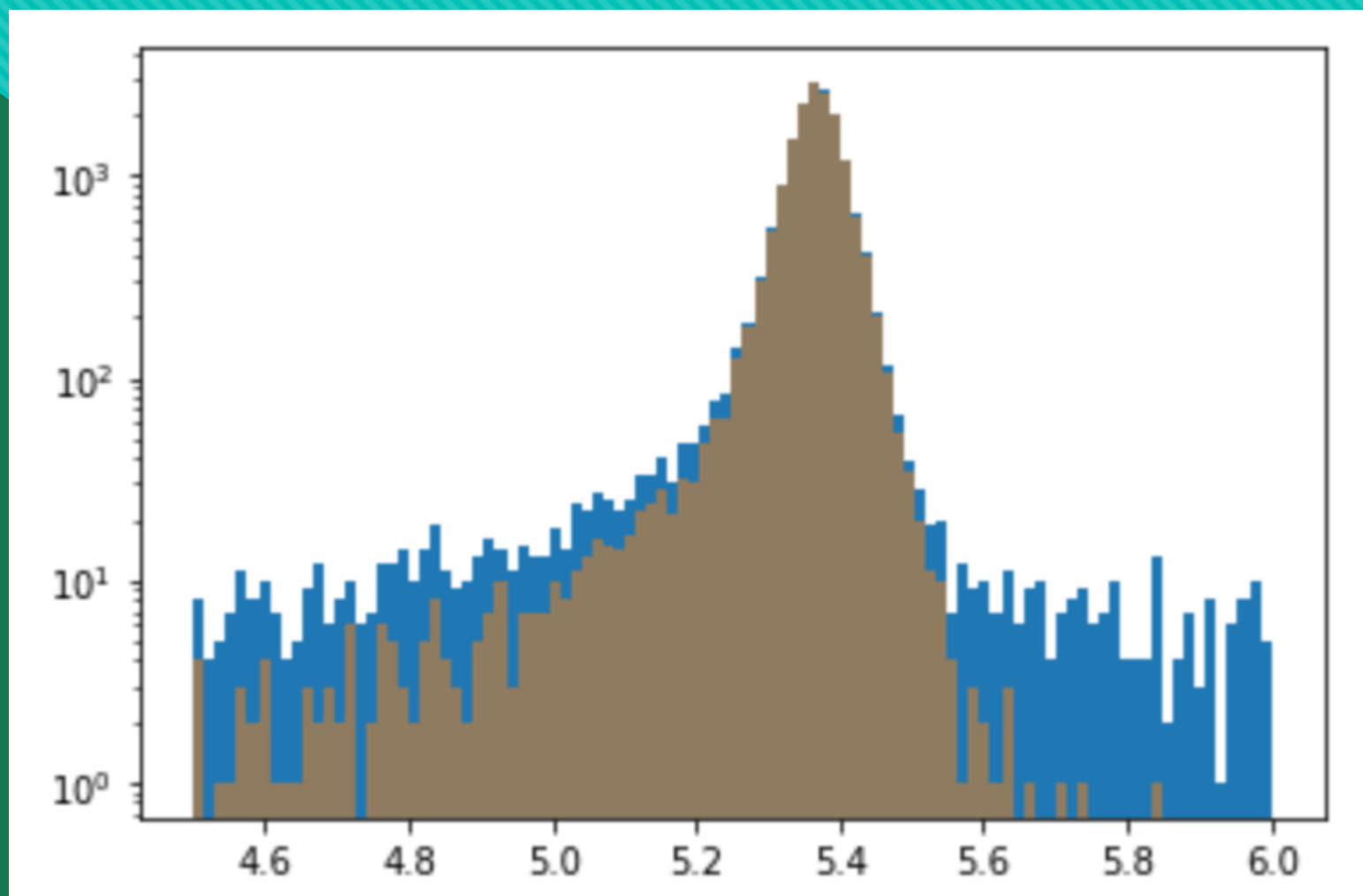
Simulación MonteCarlo

- Se envió una simulación Monte Carlo, generada utilizando PHSP. Después de todo el proceso y la reconstrucción, tenemos alrededor de 16k eventos de Monte Carlo (después del matching). Se comprobó la distribución angular plana a nivel generación.
- Se utilizaron polinomios de Bernstein para ajustar las distribuciones angulares, realizando un F-Test para seleccionar el mejor grado de los polinomios para cada caso:

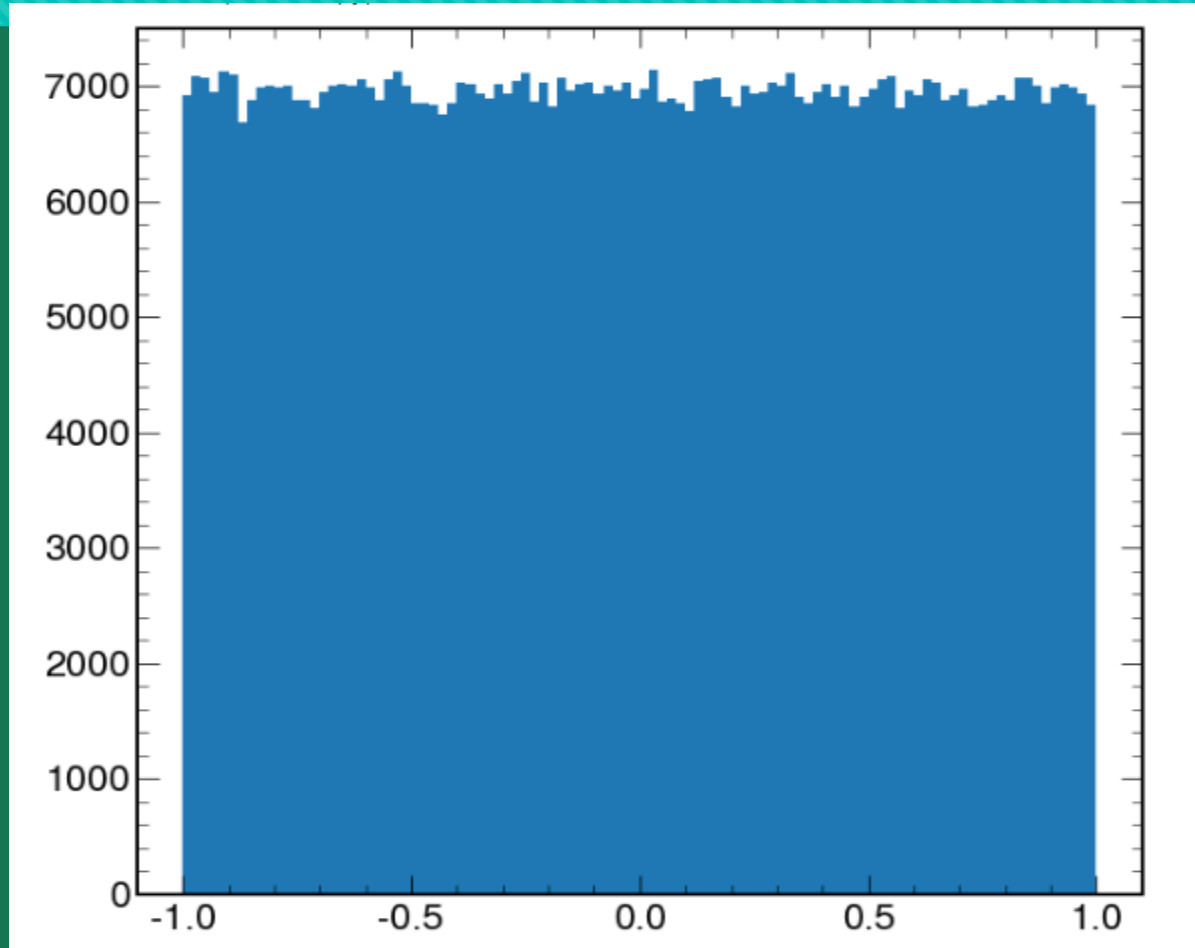
Theta K: grado 5

Theta L: grado 4

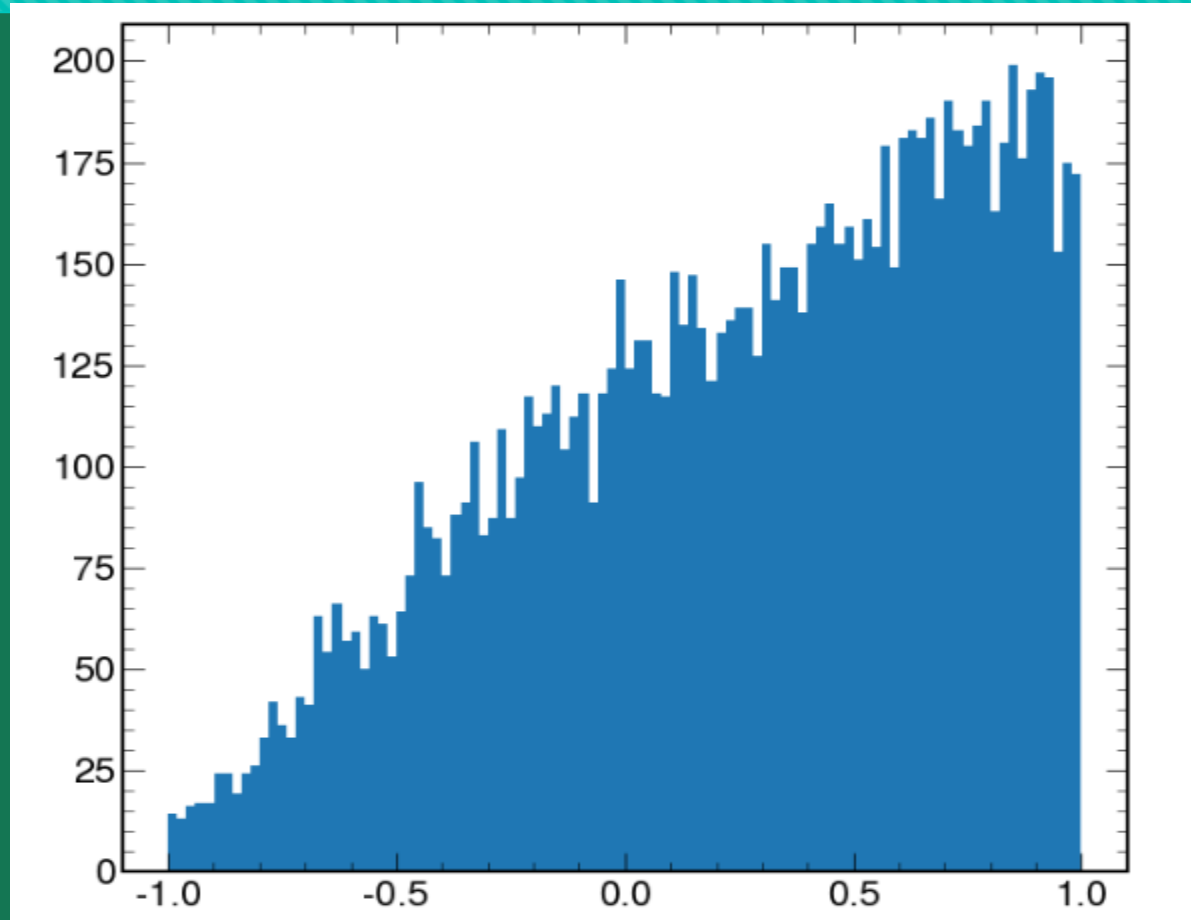
MC Bmass sin y con matching



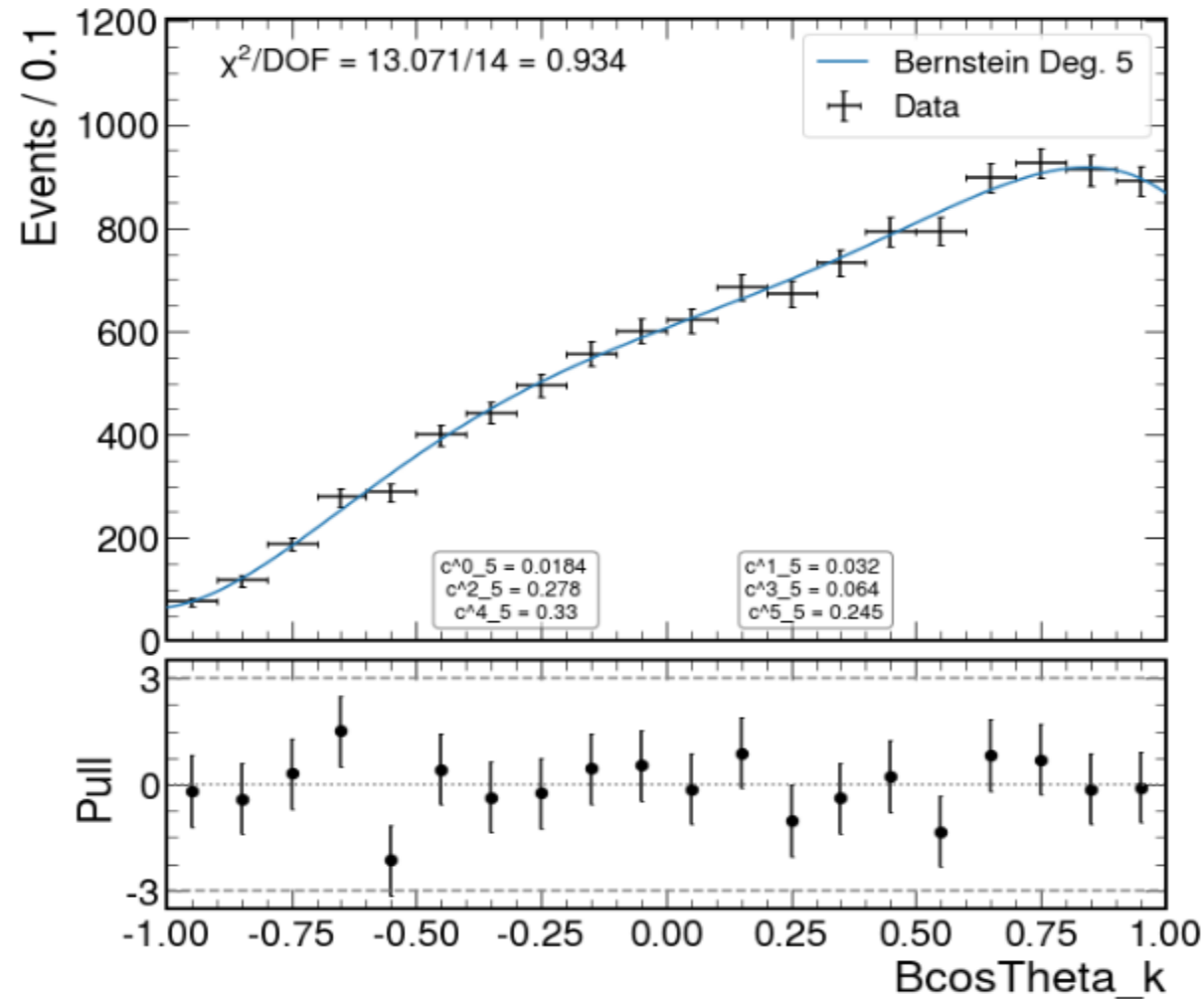
Distribución de theta K a nivel gen



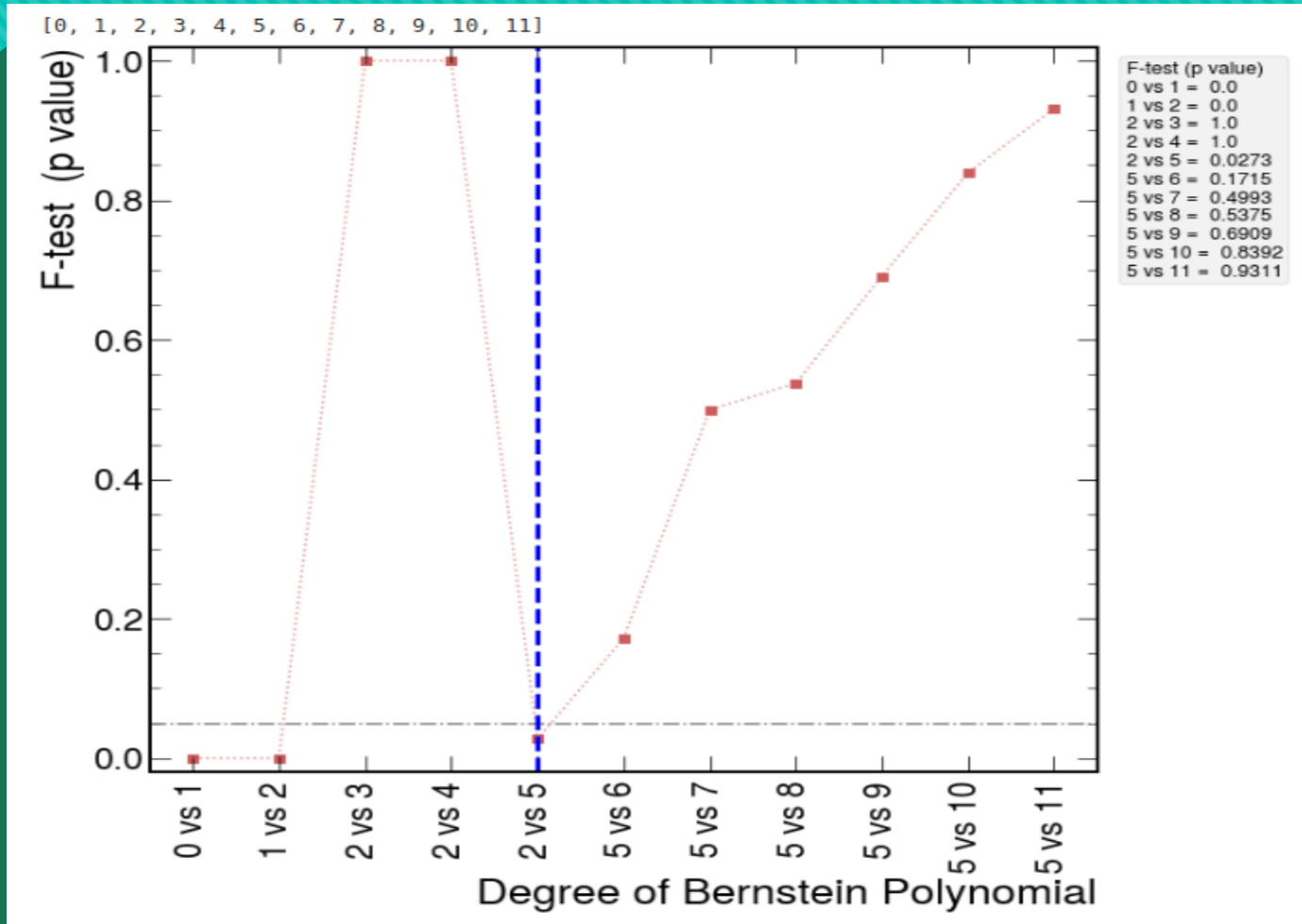
Distribución de theta K después de matching



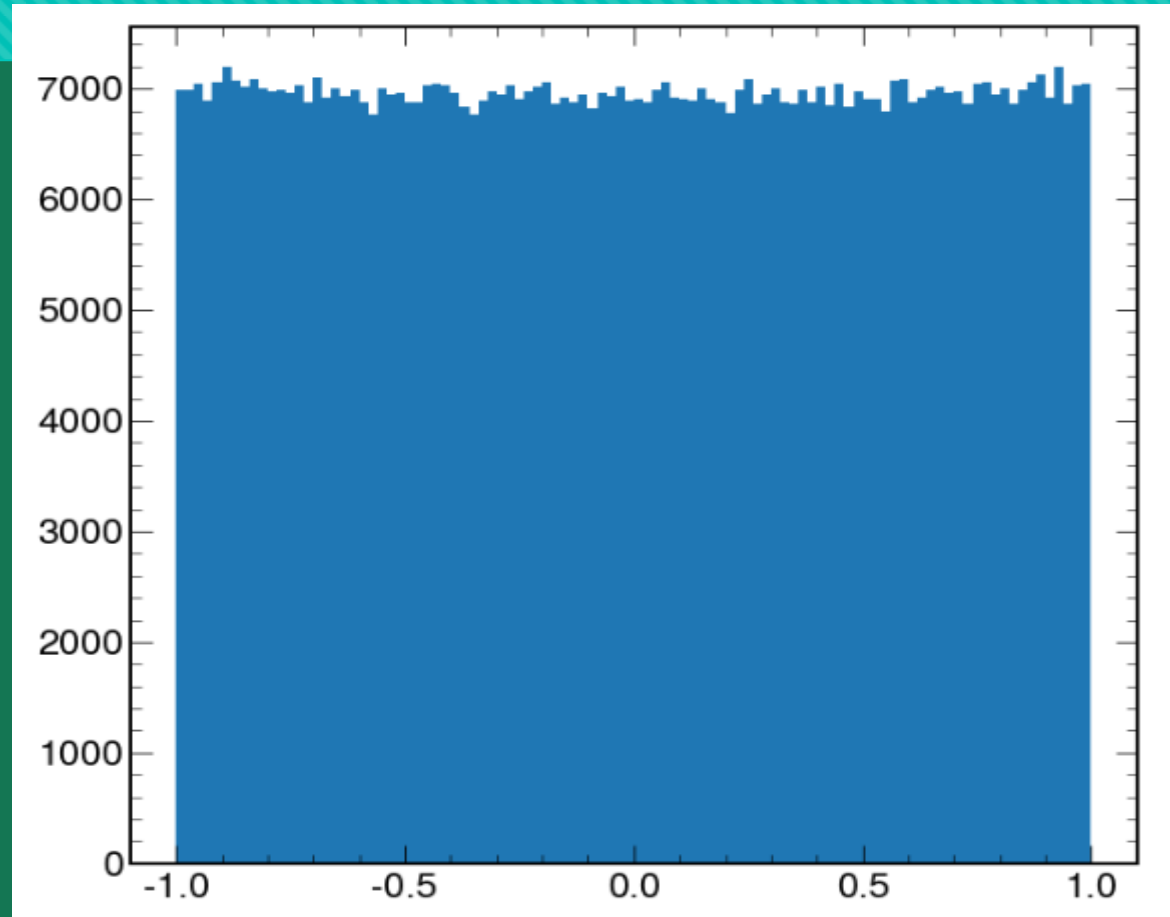
Fit angular para theta k



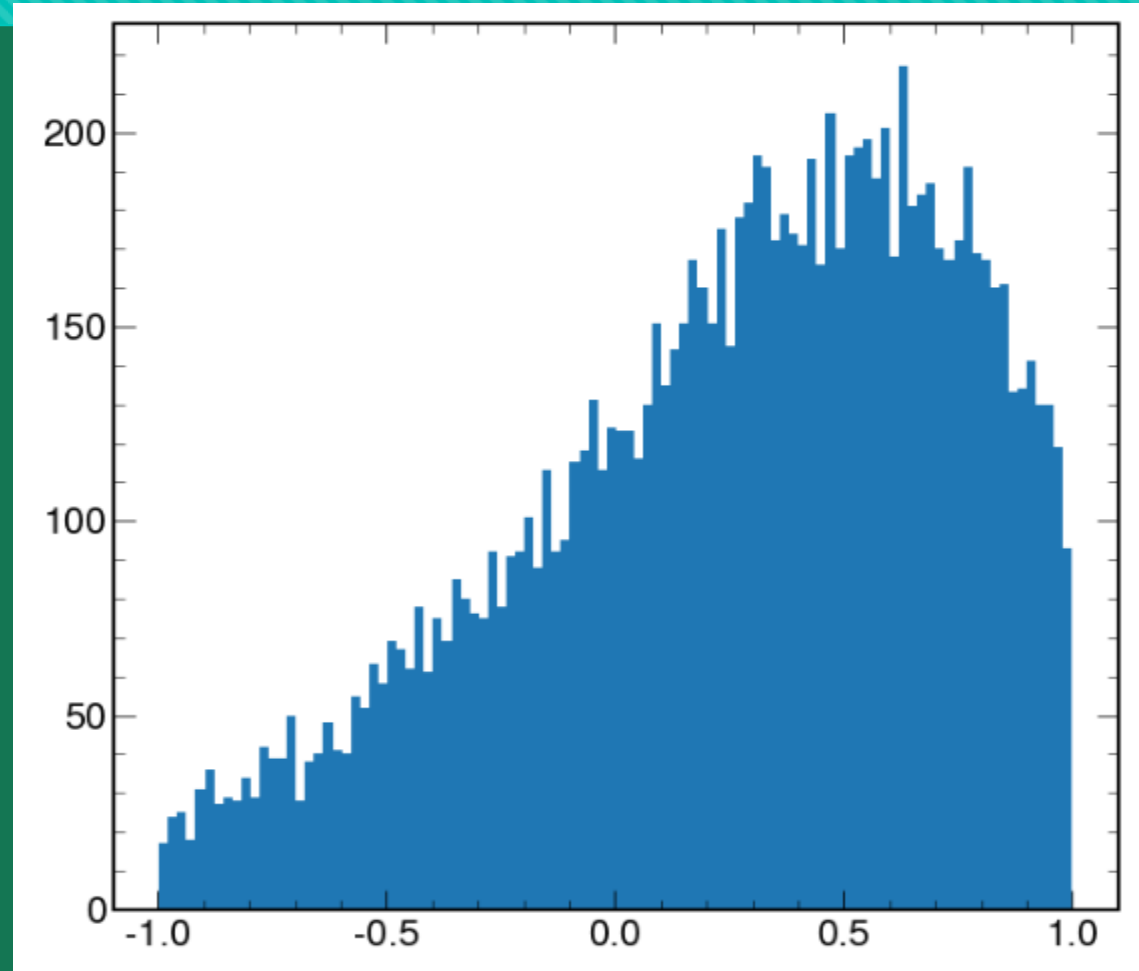
Grado del polinomio para theta k



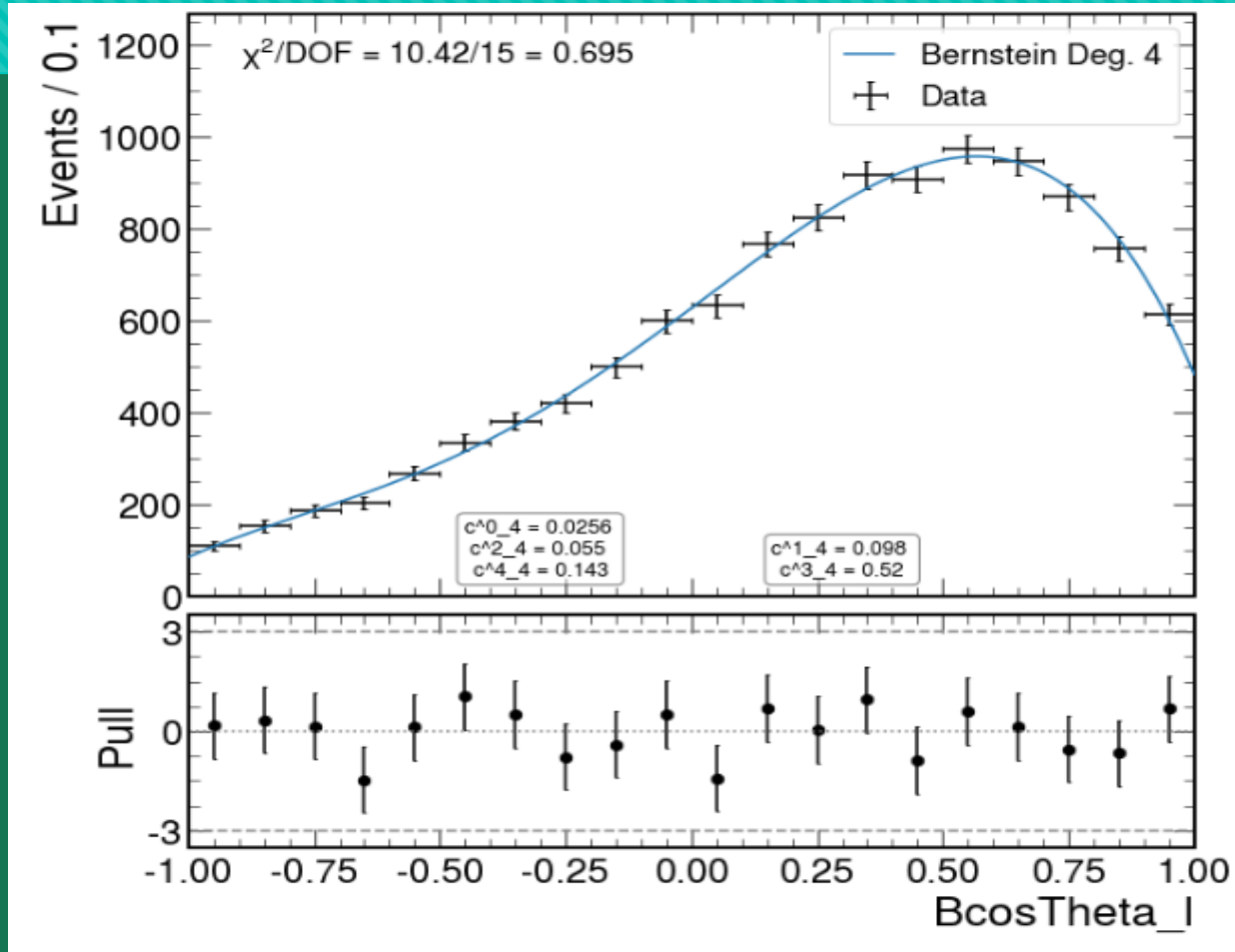
Distribución de theta L a nivel gen



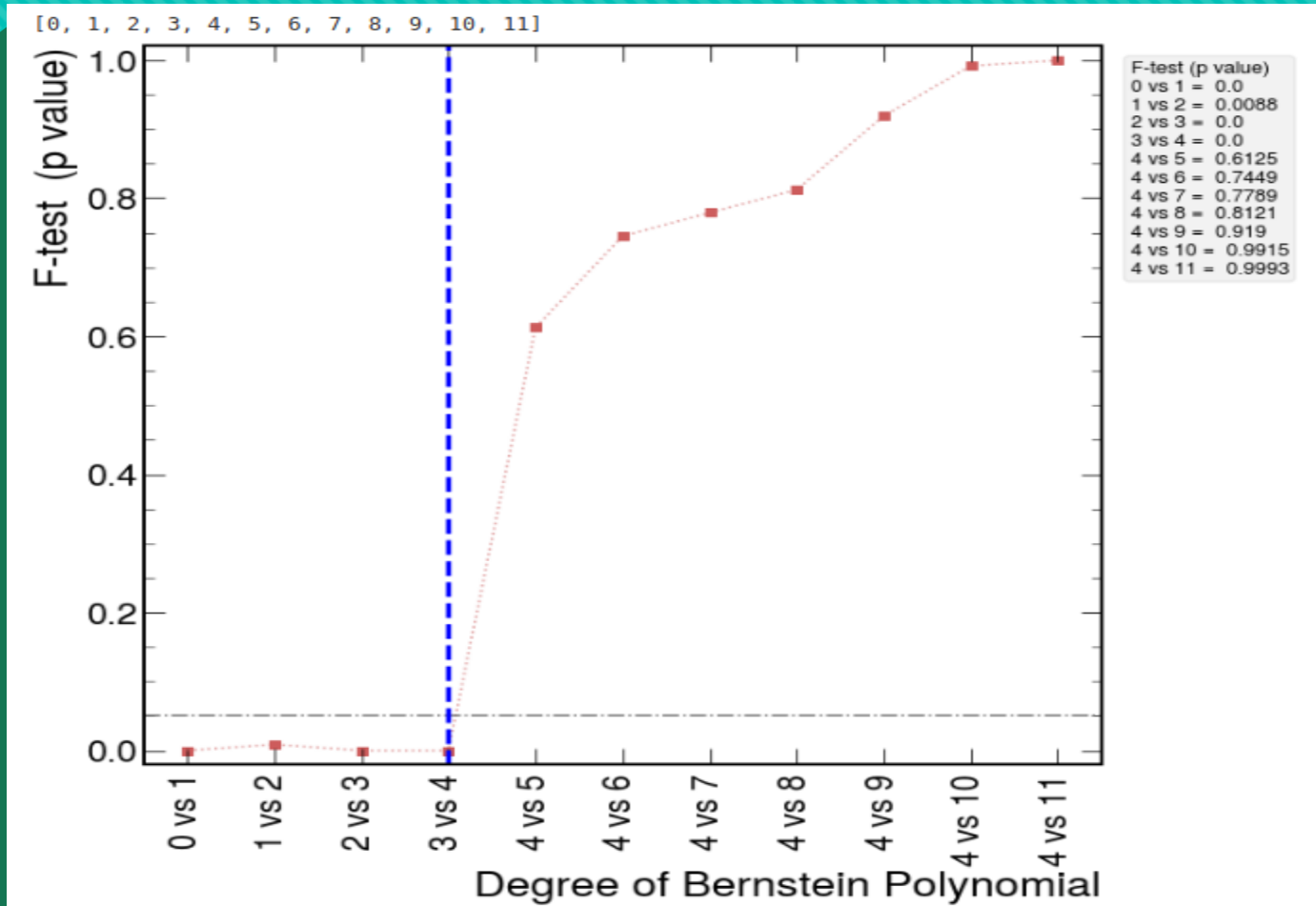
Distribución de theta L después de matching



Fit angular para theta L



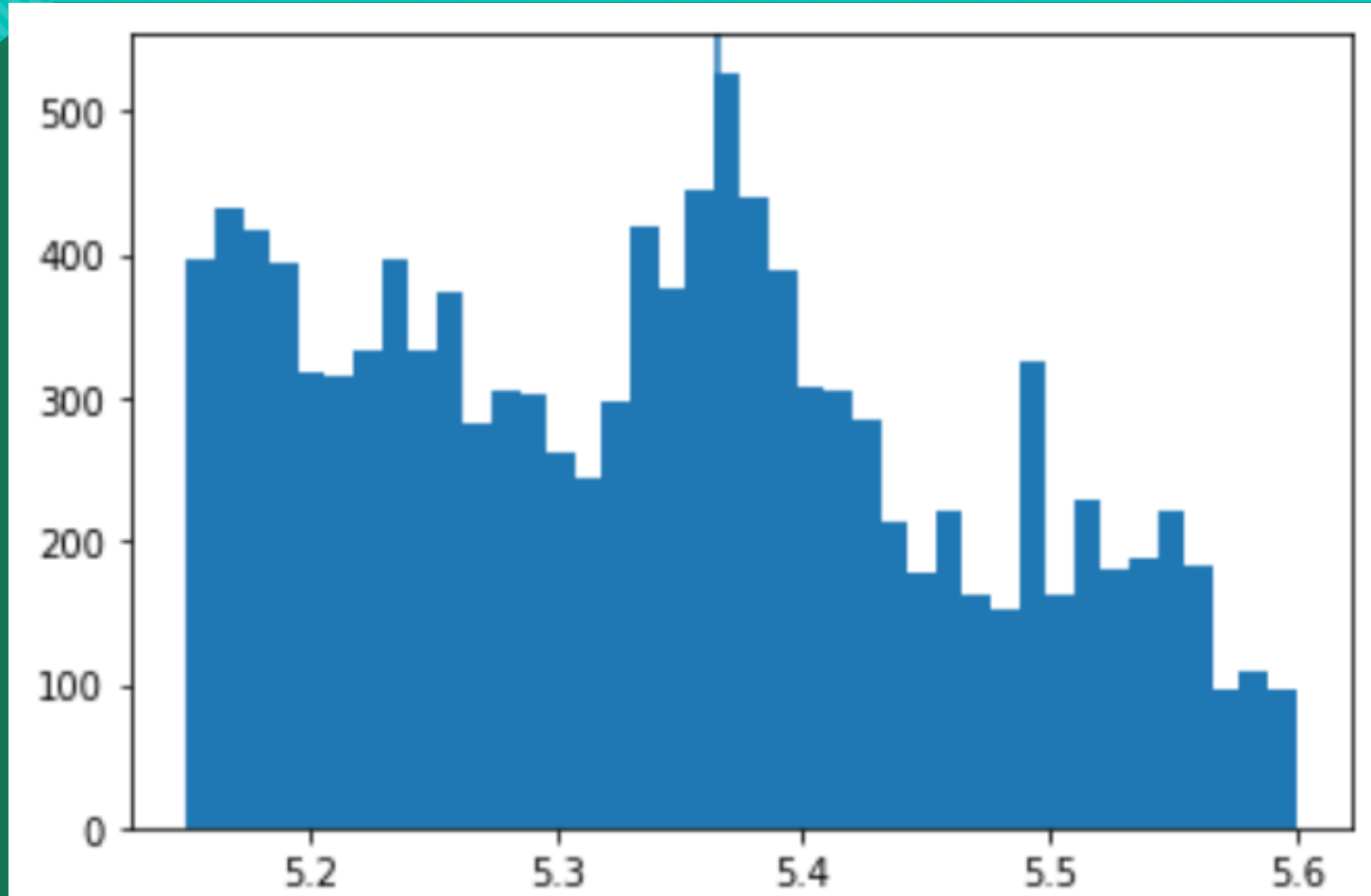
Grado del polinomio para theta L



XGB training

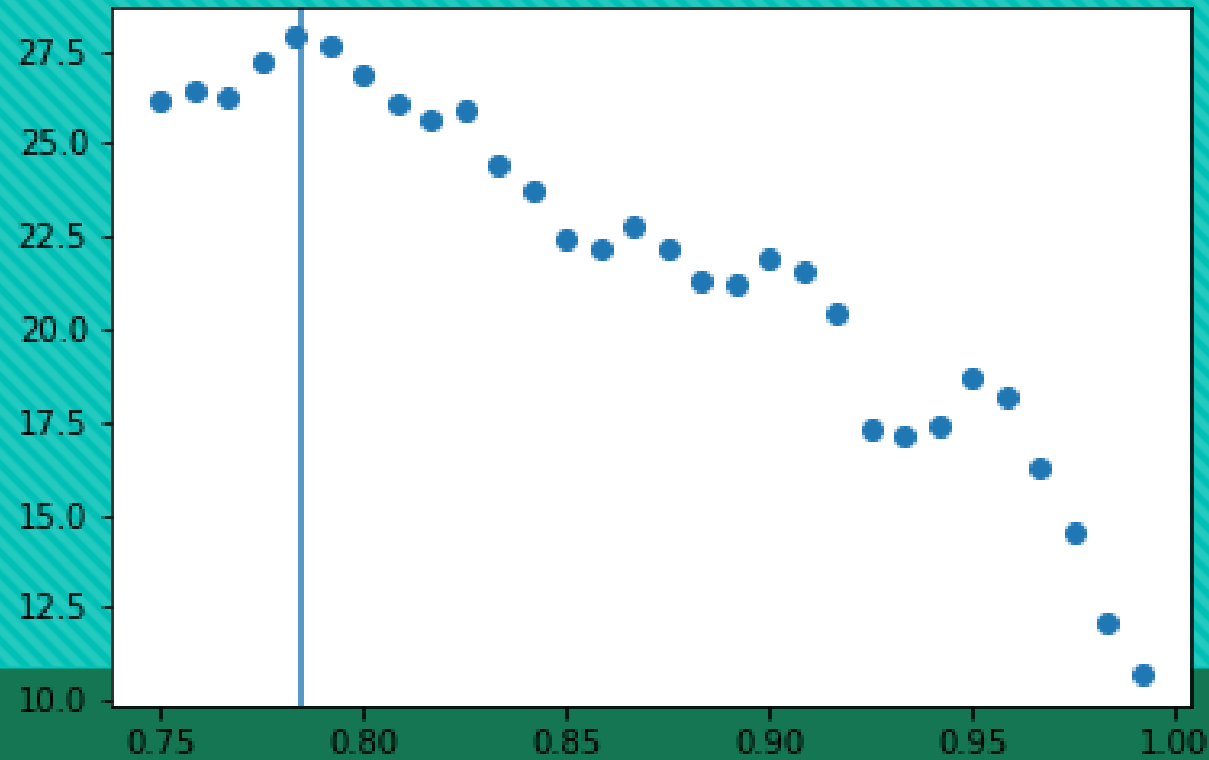
- Para el entrenamiento de XGBoost, se seleccionaron los datos de entrenamiento de señal y background. Los datos de entrenamiento de señal se obtuvieron de la primera simulación de Monte Carlo, realizada utilizando BTOSBALL. Se utilizaron alrededor de 20 k candidatos (después de matching). Para el background también se utilizó una primera versión de los datos de reconstrucción, en la cual estaban ausentes algunas variables (HLT).
- Con ayuda de Carlos y Emilia, se realizó un entrenamiento utilizando XGBoost. De los modelos obtenidos, se eligió el elaborado por Carlos utilizando 10 variables de entrenamiento.
- Se aplicó el entrenamiento en nuestros datasets de reconstrucción, y haciendo cortes en la predicción del modelo se elaboró la FOM. Para esto se utilizó un modelo de Gaussiana para la señal y Gaussiana+exponencial para background. A partir de la FOM obtenida se determinó que el mejor corte en la predicción del modelo de XGB era en un valor de 0.785

Bmass después de cortes de rr, arv y XGB



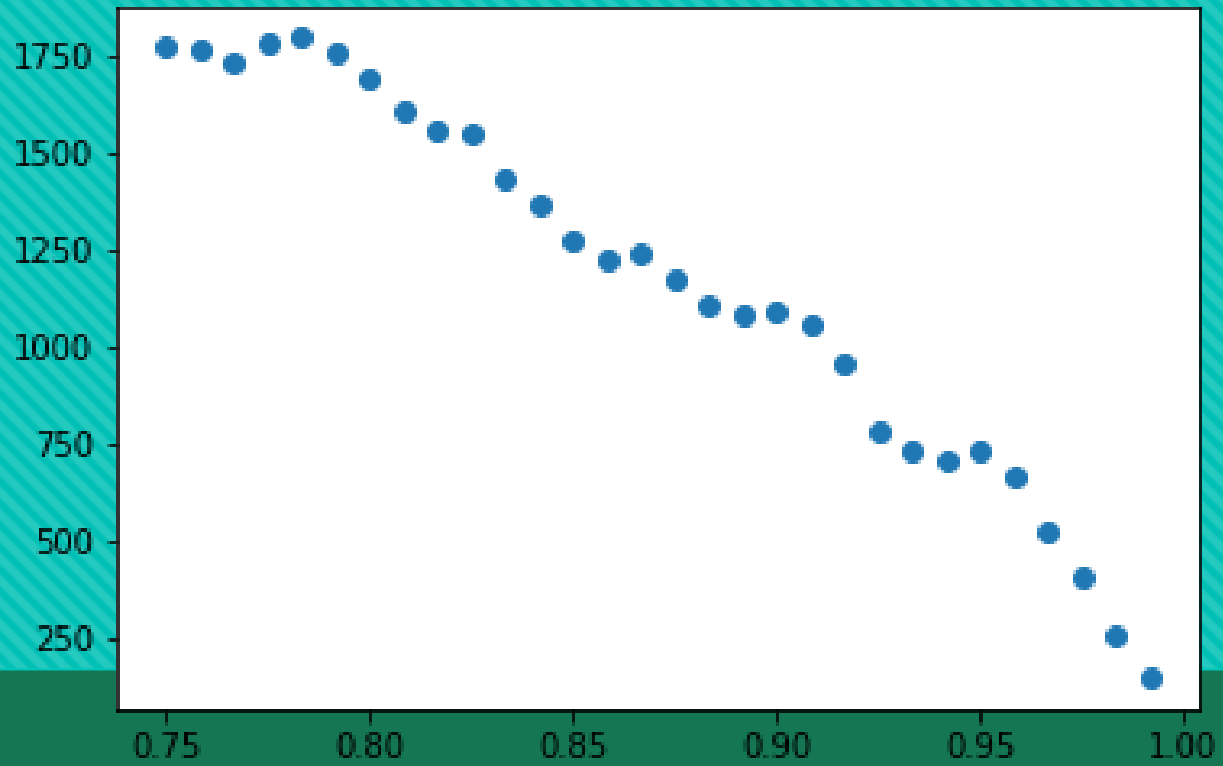
FOM

```
n = ddf['BMass'].count()
S = float(f.value())*signal.integrate(limits=(s_cut_down, s_cut_up))*n
B = float((1-f.value()))*bkg.integrate(limits=(s_cut_down, s_cut_up))*n
print(f"S={S}")
print(f"B={B}")
```

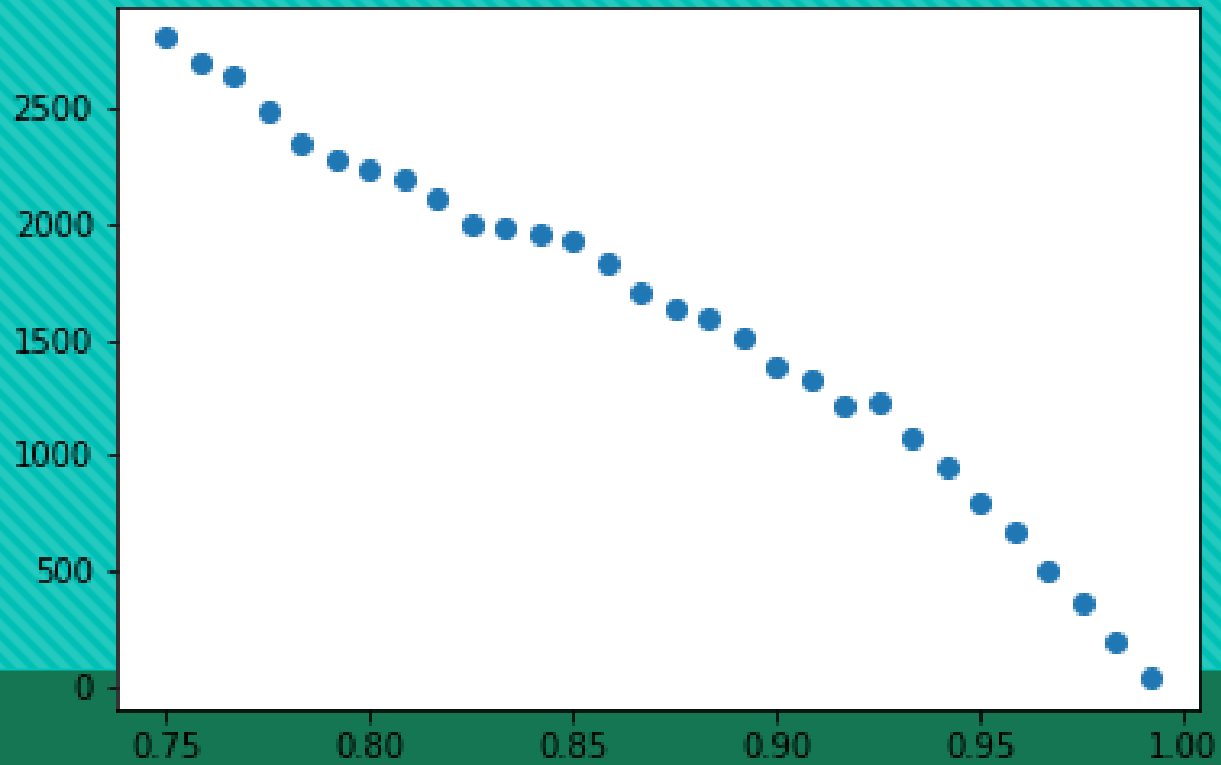


```
S_values[i] = float(S)
B_values[i] = float(B)
FOM_values[i] = float(S / np.sqrt(S+B))
```

S



B



ToyMC para PDF completa

- Se realizó un Toy Monte Carlo utilizando la PDF completa, descrita de la siguiente manera:

$$PDF = \underbrace{G(m)A(\cos\theta_k\cos\theta_l)[B(\cos\theta_k)B(\cos\theta_l)]}_{\text{SIGNAL}} + \underbrace{[G(m) + e(m)][L(\cos\theta_k)L(\cos\theta_l)]}_{\text{BACKGROUND}}$$

Mass Angular Efficiency Mass Angular

Donde $G(x)$ son gaussianas, $e(x)$ una exponencial $B(x)$ polinomios de Bernstein, $L(x)$ polinomios de Legendre y $A(x,y)$ el modelo angular del decaimiento. En el ToyMC se ajustaron los parámetros A_6 y FL correspondientes al modelo angular, así como el μ y el σ del modelo de masa

RESULTS FOR FL PULL FIT

FitResult of
<UnbinnedNLL model=[<zfit.<class 'zfit.models.dist_tfp.Gauss'> params=[mu1, sigma1]] data=[<zfit.core.data.Data object at 0x7ff663b3bc10>] constraints=[]>
with
<Minuit Minuit tol=0.001>

valid	converged	param at limit	edm	min value
True	True	False	1.5e-05	-4922.314

Parameters

name	value	(rounded)	hesse	at limit
mu1	-0.001646	+/-	0.017	False
sigma1	0.984621	+/-	0.012	False

RESULTS FOR A6 PULL FIT

FitResult of
<UnbinnedNLL model=[<zfit.<class 'zfit.models.dist_tfp.Gauss'> params=[mu2, sigma2]] data=[<zfit.core.data.Data object at 0x7ff661a80490>] constraints=[]>
with
<Minuit Minuit tol=0.001>

valid	converged	param at limit	edm	min value
True	True	False	1.9e-06	-4869.345

Parameters

name	value	(rounded)	hesse	at limit
mu2	-0.00283459	+/-	0.018	False
sigma2	1.02976	+/-	0.013	False

RESULTS FOR MU PULL FIT

FitResult of
<UnbinnedNLL model=[<zfit.<class 'zfit.models.dist_tfp.Gauss'> params=[mu3, sigma3]] data=[<zfit.core.data.Data object at 0x7ff6619bc340>] constraints=[]>
with
<Minuit Minuit tol=0.001>

valid	converged	param at limit	edm	min value
True	True	False	6.6e-07	-4866.54

Parameters

name	value	(rounded)	hesse	at limit
mu3	0.00408645	+/-	0.017	False
sigma3	1.00885	+/-	0.012	False

RESULTS FOR SIGMA PULL FIT

FitResult of
<UnbinnedNLL model=[<zfit.<class 'zfit.models.dist_tfp.Gauss'> params=[mu4, sigma4]] data=[<zfit.core.data.Data object at 0x7ff6619bcee0>] constraints=[]>
with
<Minuit Minuit tol=0.001>

valid	converged	param at limit	edm	min value
True	True	False	1.4e-10	-5093.666

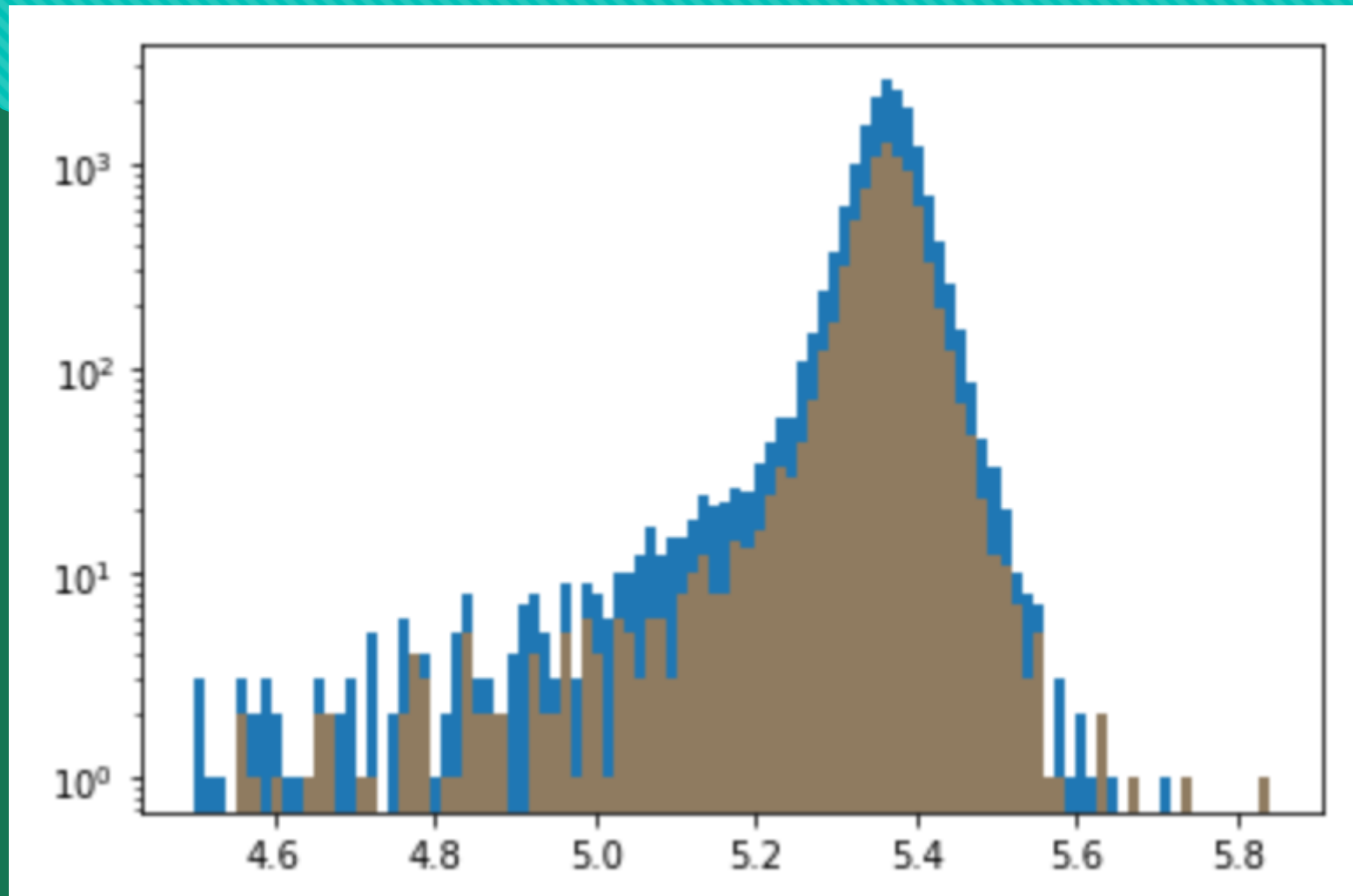
Parameters

name	value	(rounded)	hesse	at limit
mu4	-0.0458228	+/-	0.018	False
sigma4	1.02334	+/-	0.012	False

Accept/Reject

- Utilizando el script de Horacio se aplicó el proceso de Accept/Reject con los HLTs sobre el dataset de MC. Posteriormente utilizando también el código de Horacio se calcularon los Scale Factors

Cambio en la Bmass con el A/R



Dataset de MC con Scale factors

PHSP_Corrected																						
	event	luminosity	Block	run	BPDL	BcosAlpha	BcosTheta_k	BcosTheta_l	BePDL	Blxy_pv	BerrP	...	rand	Slice	Mu1_IP_sign	Mu2_IP_sign	SF_1_bm	SF_1var_bm	SF_2_bm	SF_2var_bm	SF_bm	SF_var_bm
5	1027136		103	1	0.044858	0.999972	0.129534	0.622738	0.001655	0.148847	0.005785	...	0.156019	Mu7_IP4	31.418385	8.672589	0.982910	0.000003	1.000000	2.000000	0.982910	2.000000
7	1032144		104	1	0.113432	0.999968	0.071352	0.333447	0.001203	0.428562	0.004866	...	0.155995	Mu7_IP4	-53.276180	-14.544313	1.042077	0.001256	1.000000	2.000000	1.042077	2.000000
8	1035840		104	1	0.047623	0.999996	0.658706	0.982302	0.001764	0.189849	0.006973	...	0.058084	Mu7_IP4	-25.975855	0.374487	1.435146	0.018210	1.000000	2.000000	1.435146	2.000083
12	1072712		108	1	0.093941	0.999770	0.194509	0.437668	0.001685	0.229051	0.005343	...	0.020584	Mu7_IP4	1.835263	1.818890	0.990821	0.002606	1.000115	2.000587	0.990935	2.000820
23	1189448		119	1	0.021262	0.999749	0.660695	0.524126	0.002417	0.099004	0.011976	...	0.139494	Mu7_IP4	-2.487833	7.627533	1.209065	0.001055	1.000140	2.000743	1.209234	2.001023
...
17310	47237082		4724	1	0.150284	1.000000	0.549943	0.843973	0.001047	0.864882	0.008174	...	0.857506	Mu12_IP6	59.811329	-61.196888	0.959454	0.000009	1.000000	2.000000	0.959454	2.000000
17327	47756920		4776	1	0.056127	0.999984	-0.722035	0.194333	0.001280	0.252730	0.007782	...	0.837826	Mu12_IP6	-21.062071	13.310806	1.310222	0.024194	1.000000	2.000000	1.310222	2.000146
17340	48030521		4804	1	0.020537	0.999990	0.888088	-0.731328	0.001132	0.115112	0.006435	...	0.815622	Mu12_IP6	7.884905	-22.118198	0.993760	0.000019	1.000000	2.000000	0.993760	2.000000
17355	48418100		4842	1	0.039017	1.000000	-0.375473	0.976983	0.001235	0.207446	0.006989	...	0.986877	Mu12_IP6	11.138888	25.314266	0.962147	0.000002	1.000000	2.000000	0.962147	2.000000
17384	49263234		4927	1	0.018814	0.999995	-0.034319	0.639773	0.001091	0.150922	0.008616	...	0.924601	Mu12_IP6	10.440996	-5.797915	0.961794	0.000001	1.000064	2.001633	0.961856	2.001761