

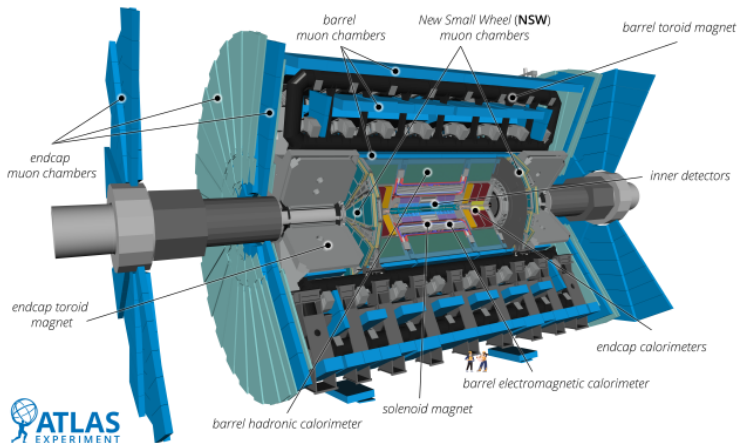
Desintegración $H \rightarrow b\bar{b}$ con ATLAS

Pablo López Belda
Supervisor: Morvan Vincent

IFIC Summer Student Programme 2026

Julio de 2026

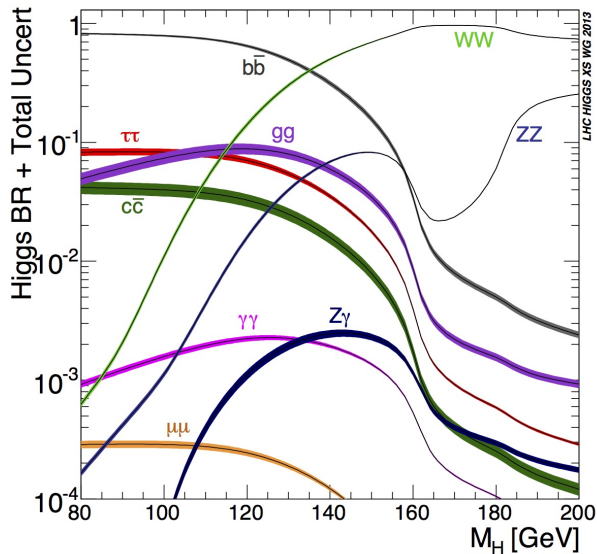
El detector ATLAS



- Obtiene información de las colisiones producidas en el LHC.
- Utiliza sistemas de trigger para reducir la cantidad de información almacenada.

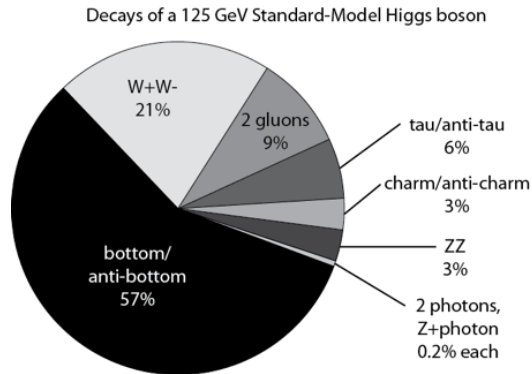
El bosón de Higgs

- El bosón de Higgs es una partícula elemental asociada al campo de Higgs.
- Tiene una masa de 125 GeV.
- Las desintegraciones más comunes del Higgs son $H \rightarrow b\bar{b}$ y $H \rightarrow WW$.



¿Por qué $V(W/Z)H$, $H \rightarrow b\bar{b}$?

- La desintegración dominante (BR 57%) del bosón de Higgs es en quarks b .
- El objetivo es reproducir la observación de la desintegración $H \rightarrow b\bar{b}$ y la producción de VH en dos canales.



- [Atlas Open Data](#) es un proyecto con el objetivo de democratizar el acceso a la ciencia, publicando datos obtenidos por la colaboración ATLAS.
- Hemos utilizado [2bjets70](#) y [1LMET30](#) de los datos de $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ 2025.

Selection	Collection Name
At least one lepton with at least 7 GeV of p_T and 30 GeV of missing transverse momentum (i.e. a leptonically-decaying W-boson enhanced selection)	1LMET30
At least two jets with at least 20 GeV of p_T identified as containing at least one heavy flavor hadron using the 70% working point (i.e. a Higgs boson decaying to b-quarks enhanced selection)	2bjets

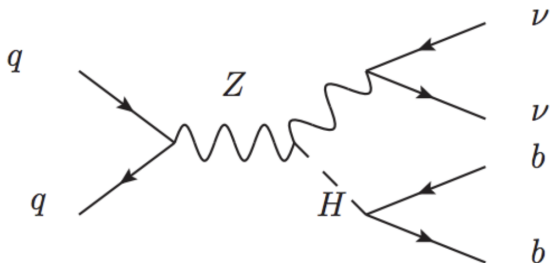
→ Archivos y código del estudio accesibles desde [VHtobb_ATLASstudy](#)

Desintegración $H \rightarrow b\bar{b}$

- El objetivo es reproducir parcialmente los resultados del paper “Evidence for the $H \rightarrow b\bar{b}$ decay with the ATLAS detector” [JHEP12\(2017\)024](#)

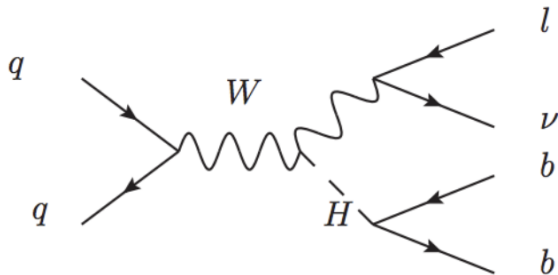
0-lepton products:

$$Z + H \rightarrow \nu\bar{\nu} + b\bar{b}$$



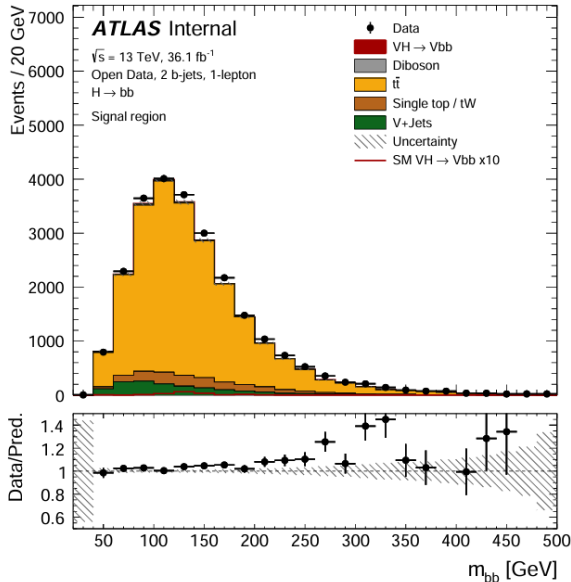
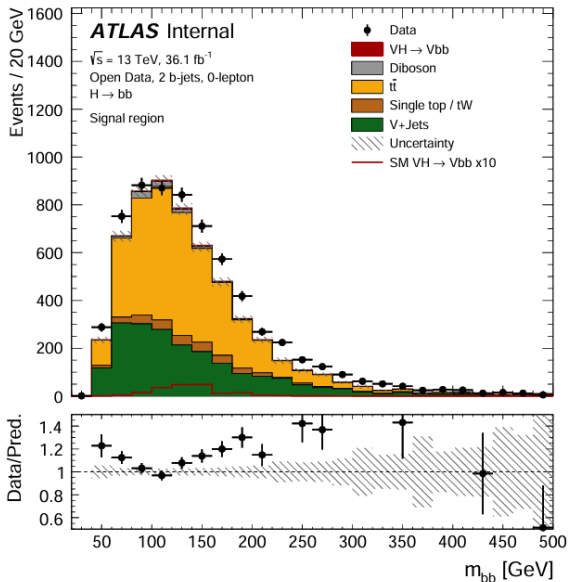
1-lepton products:

$$W + H \rightarrow l\nu + b\bar{b}$$



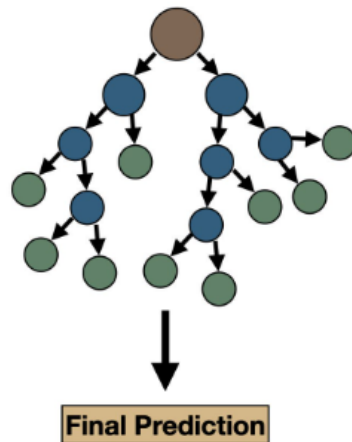
Selection	0-lepton	1-lepton	
		<i>e</i> sub-channel	μ sub-channel
Trigger	E_T^{miss}	Single lepton	E_T^{miss}
Leptons	0 <i>loose</i> leptons with $p_T > 7$ GeV	1 <i>tight</i> electron $p_T > 27$ GeV	1 <i>tight</i> muon $p_T > 25$ GeV
E_T^{miss}	> 150 GeV	> 30 GeV	–
$m_{\ell\ell}$	–	–	–
Jets	Exactly 2 / Exactly 3 jets		
Jet p_T	> 20 GeV for $ \eta < 2.5$ > 30 GeV for $2.5 < \eta < 4.5$		
<i>b</i> -jets	Exactly 2 <i>b</i> -tagged jets		
Leading <i>b</i> -tagged jet p_T	> 45 GeV		
H_T	> 120 GeV (2 jets), > 150 GeV (3 jets)		–
$\min[\Delta\phi(E_T^{\text{miss}}, \mathbf{jets})]$	$> 20^\circ$ (2 jets), $> 30^\circ$ (3 jets)		–
$\Delta\phi(E_T^{\text{miss}}, \mathbf{bb})$	$> 120^\circ$		–
$\Delta\phi(\mathbf{b_1}, \mathbf{b_2})$	$< 140^\circ$		–
$\Delta\phi(E_T^{\text{miss}}, \mathbf{p_T^{\text{miss}}})$	$< 90^\circ$		–
p_T^V regions	> 150 GeV		
Signal regions	–	$m_{bb} \geq 75$ GeV or $m_{\text{top}} \leq 225$ GeV	
Control regions	–	$m_{bb} < 75$ GeV and $m_{\text{top}} > 225$ GeV	

Signal Region

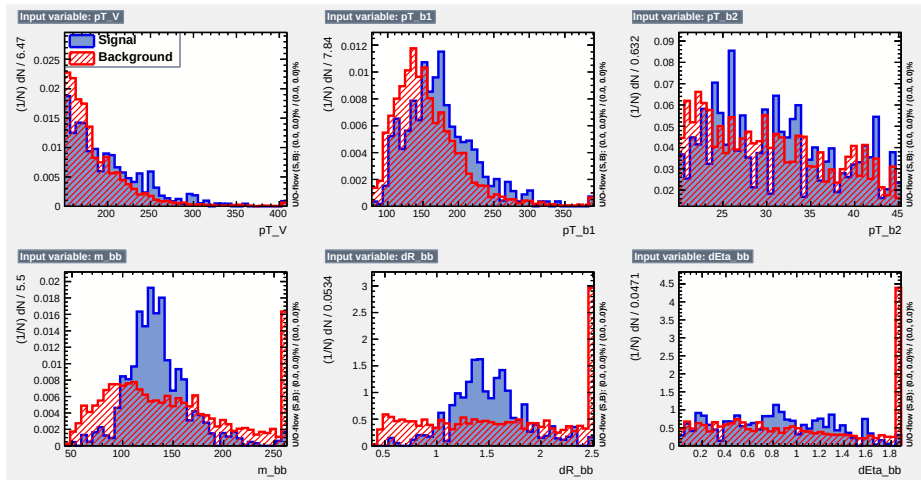


¿Qué es un Boosted Decision Tree?

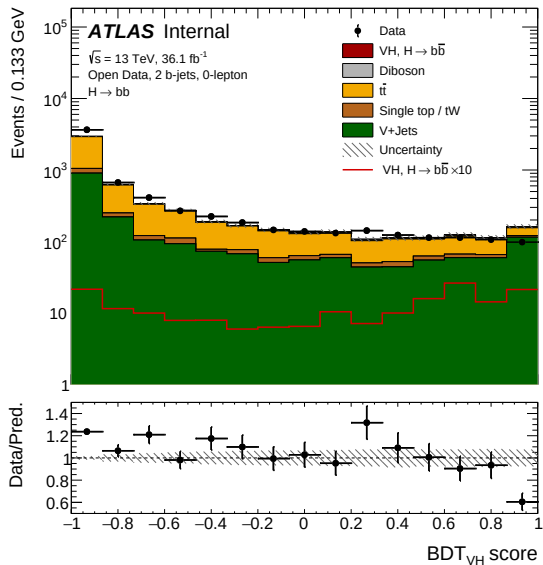
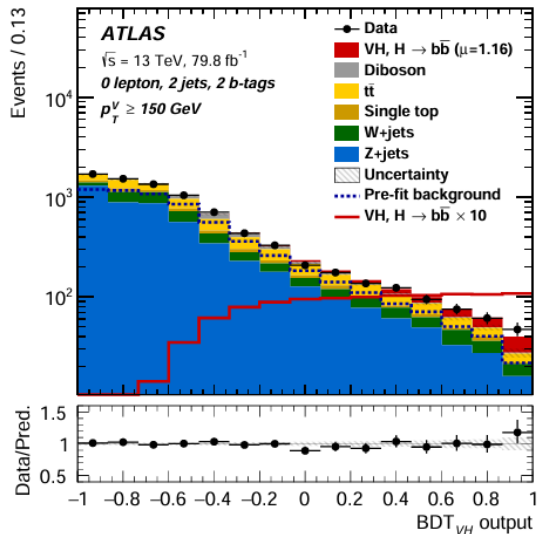
- Un BDT es un método de *Machine Learning* en el que la máquina se entrena para diferenciar datos a partir de comprobaciones con estructura de árbol.



- Hemos utilizado un BDT para distinguir la señal que buscamos ($H \rightarrow b\bar{b}$) del fondo.
- Se entrena a partir de datos de la señal y del fondo por separado y trata de encontrar la forma de distinguirlos.



BDT results



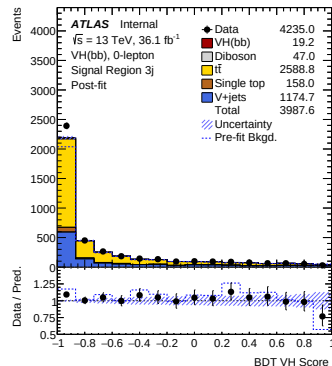
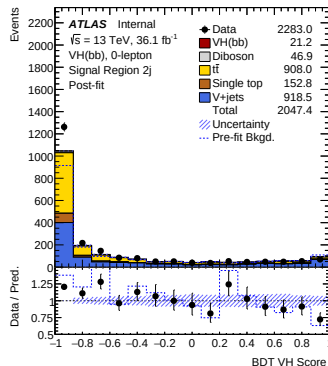
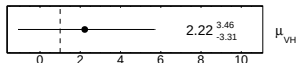
Signal Strength

- definición de Signal strength:

$$\mu = \sigma^{\text{observed}} / \sigma^{\text{SM}}$$

- Hemos obtenido un valor de $\mu_{VH} = 2.22^{+3.46}_{-3.31}$, en comparación con el valor de $\mu_{VH} = 0.45^{+0.53}_{-0.51}$ del paper.
- El resultado es compatible con el Modelo Estándar.

ATLAS Internal



- ATLAS Open Data es un recurso muy útil para aprender cómo funciona el análisis de datos en la física de partículas.
- Los métodos de *Machine Learning* son herramientas muy eficientes para analizar grandes cantidades de información.
- Aunque no teníamos una muestra de datos suficiente para reproducir el análisis del paper, hemos obtenido un resultado compatible con el Modelo Estándar.