

Machine Learning para Inteligencia Artificial

Métricas: cuantificación de la calidad de las predicciones

Universidad ORT Uruguay

14 de Mayo, 2025

Algunos ejemplos de métricas en regresión

■ Mean Squared Error

$$\text{MSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2$$

■ Mean Absolute Error

$$\text{MAE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i|$$

■ Correlation squared

$$r^2 = \text{cor}(y, \hat{y})^2$$

■ Coefficient of determination

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

Métricas en clasificación binaria

■ Clasificador

$$h(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1 & \text{si } \widehat{\text{Prob}}(y = 1 \mid \mathbf{x}) \geq \text{umbral} \\ 0 & \text{si } \widehat{\text{Prob}}(y = 1 \mid \mathbf{x}) < \text{umbral} \end{cases}$$

Habitualmente, $\text{umbral} = 1/2$, pero puede ser distinto.

■ **Matriz de confusión** ($\hat{y} = h(\mathbf{x})$):

\hat{y}	y	
	0	1
0	TN	FN
1	FP	TP
	N	P

Accuracy score (exactitud)

$$E_V[\hat{y} = y] = \frac{TP + TN}{|V|}$$

Métricas: precision vs recall

- **Precision:** ¿Cuán creíble soy cuando digo “positivo”?

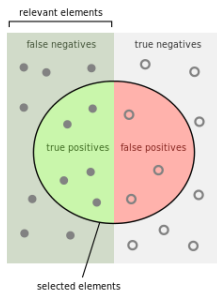
$$\text{Prob}(y = 1 \mid \hat{y} = 1) = \frac{TP}{\hat{y} = 1} = \frac{TP}{TP + FP}$$

- **Recall:** ¿Cuántos “positivos” logro detectar?

$$\text{Prob}(\hat{y} \mid y = 1) = \frac{TP}{y = 1} = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP + FN}$$

- **F1-score:** Un compromiso entre las dos

$$2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$



How many selected items are relevant?



Precision =

How many relevant items are selected?



Recall =

Métricas: falsos y verdaderos

■ True Positive Rate

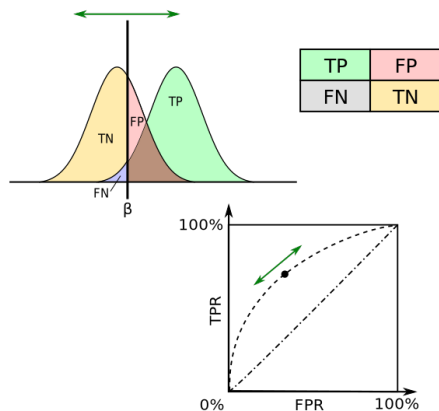
$$TPR = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP + FN} = 1 - FNR$$

■ False Positive Rate

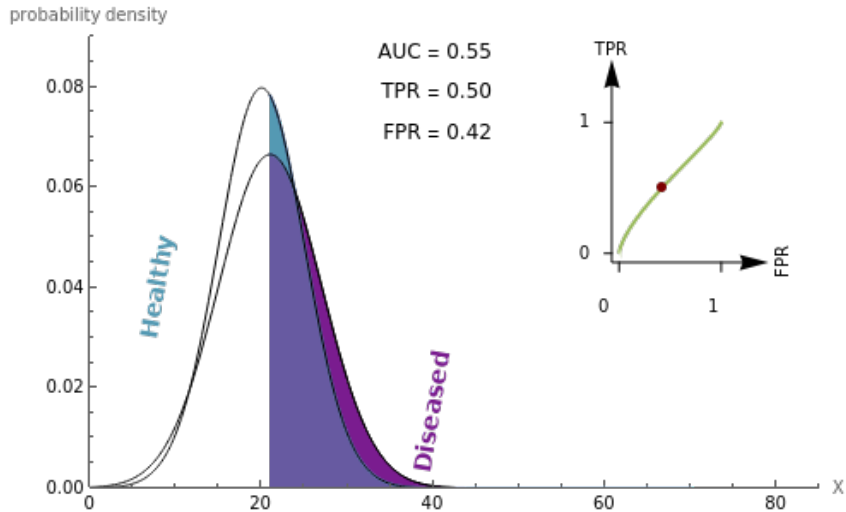
$$FPR = \frac{FP}{N} = \frac{FP}{FP + TN} = 1 - TNR$$

Receiver Operating Characteristic (ROC)

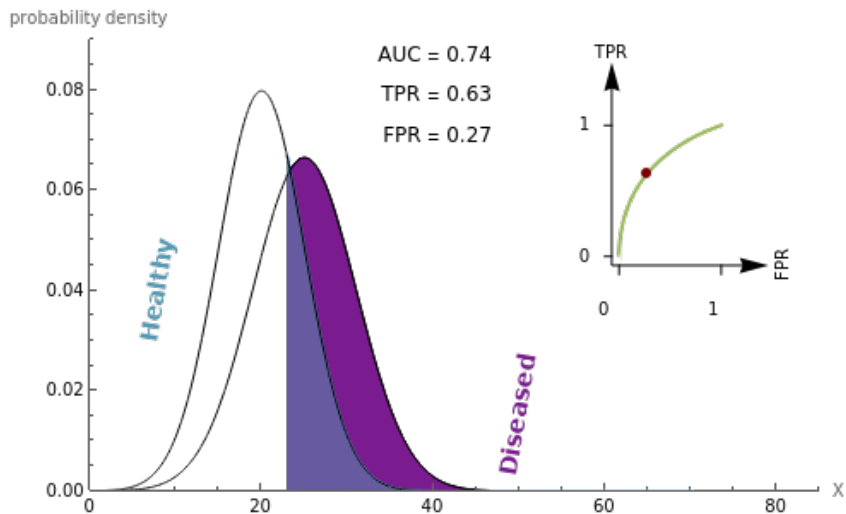
- Dependen del **umbral** (β) elegido.
- ¿Qué pasa si **variamos** el umbral del clasificador?
- **Visualización** ([link a Wolfram](#)): graficar los histogramas de las **probabilidades predichas** por el clasificador, para cada clase por separado.



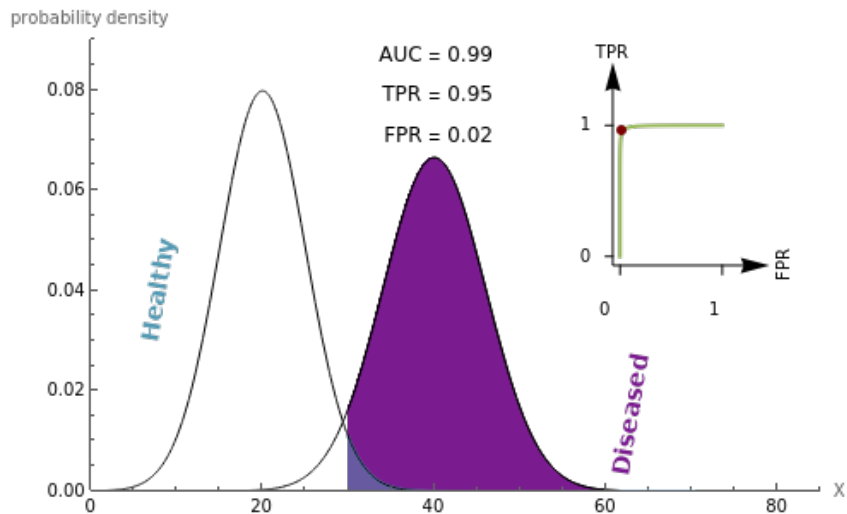
Distribución de scores y separación de clases



Distribución de scores y separación de clases

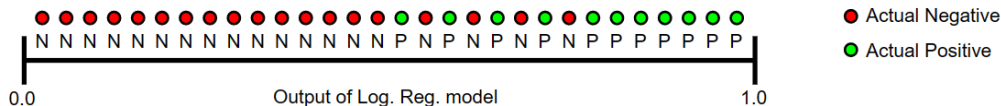


Distribución de scores y separación de clases



AUC: área bajo la curva ROC

- La **AUC** es una métrica que considera todos los umbrales simultáneamente.
- **Interpretación:** AUC es la probabilidad de que el modelo asigne un score más alto a un ejemplo positivo aleatorio que a un ejemplo negativo aleatorio (independientes).



Fuente: [Curso Machine Learning Google](#)

Bibliografía

- An introduction to statistical learning with applications in Python. Cap. 4.
- Machine Learning - A First Course for Engineers and Scientists. Capítulo 4.5.