



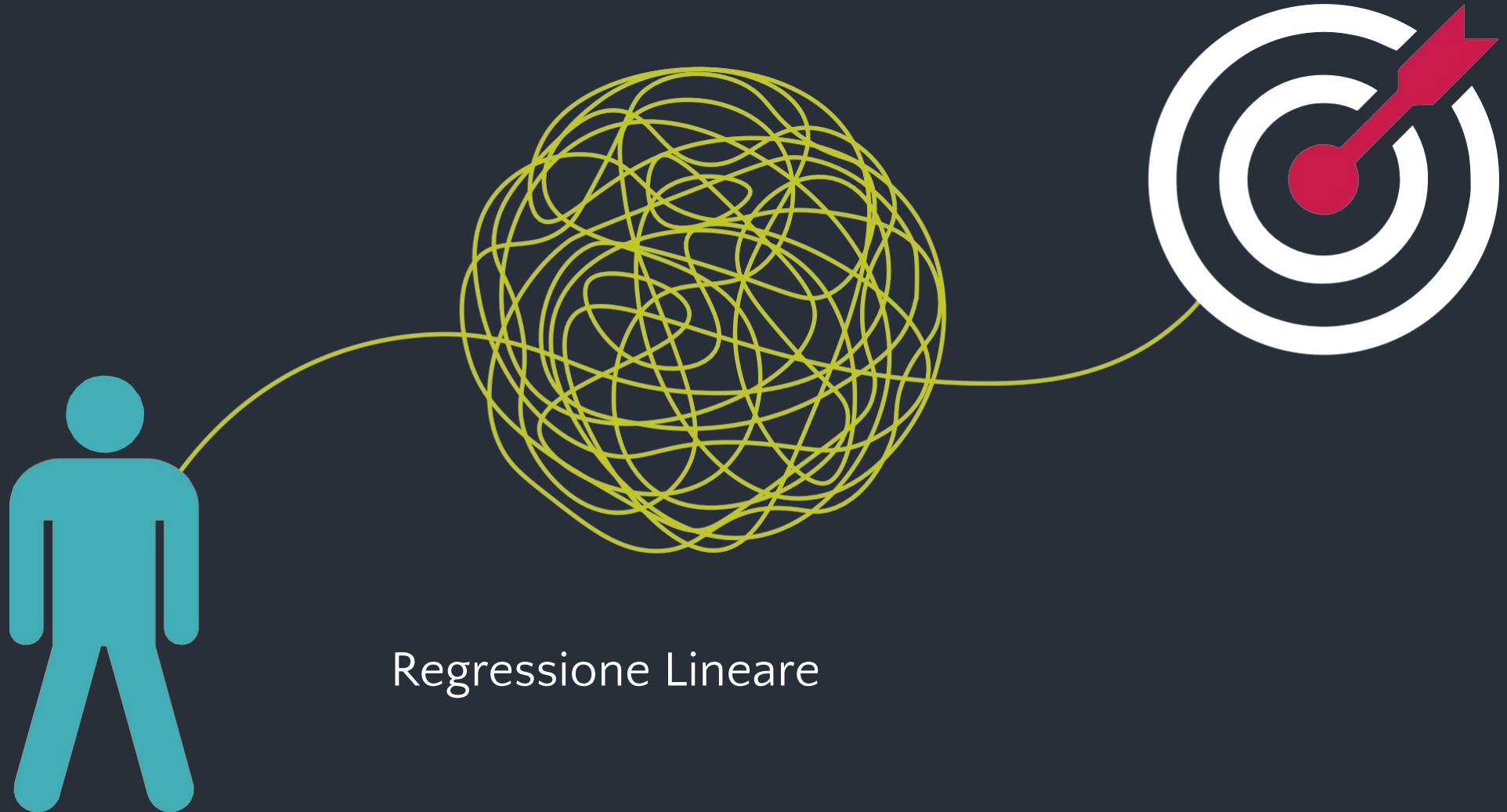
LABORATORIO DI:

METODI E MODELLI MATEMATICI IN PYTHON

A CURA DI: **ANTONIO MIRARCHI** & GIUSEPPE TROTTA

<http://www.labmetodiemodelli.it/>

Dove eravamo rimasti?



IL PROGRAMMA

INTRODUZIONE A
PYTHON

01

LE STRUTTURE
DATI IN
PYTHON

02

LE LIBRERIE PER LA
DATA SCIENCE
(PARTE 2)
+ Test Intermedio

04

LE LIBRERIE PER LA
DATA SCIENCE
(PARTE 1)

03

LA DATA ANALYSIS
E LA DATA
VISUALIZATION

05

9

IL PROGRAMMA

COSTRUIRE MODELLI
PREDITTIVI (PARTE 1)



COSTRUIRE MODELLI
PREDITTIVI (PARTE 2) +
Test Intermedio



COSTRUIRE MODELLI
PREDITTIVI (PARTE 3)



COSTRUIRE MODELLI
PREDITTIVI (PARTE 4)



RETI NEURALI &
DEEP LEARNING
+ Test Intermedio



1

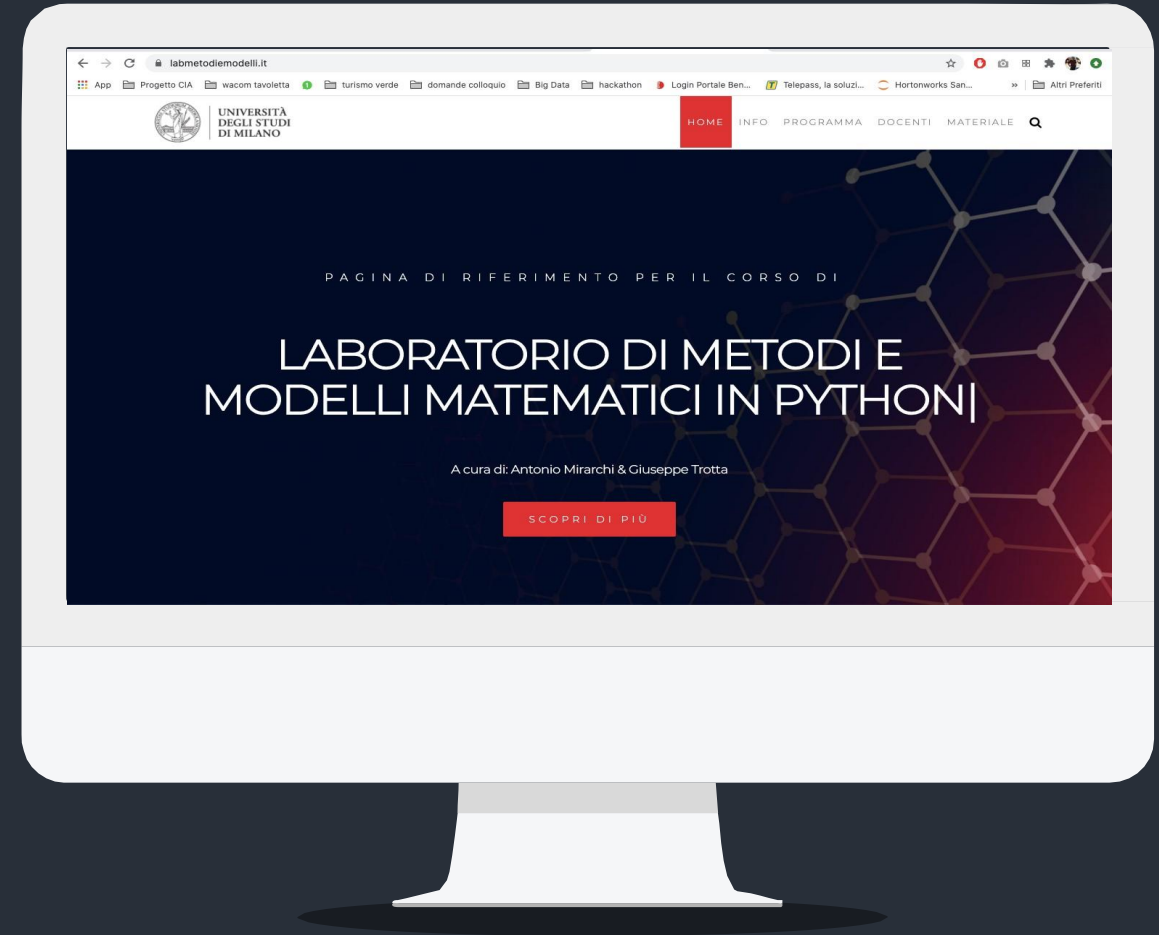
Ancora sul Machine Learning

2

Gli Alberi Decisionali

3

Applicazione in Python



Un Albero Decisionale



01

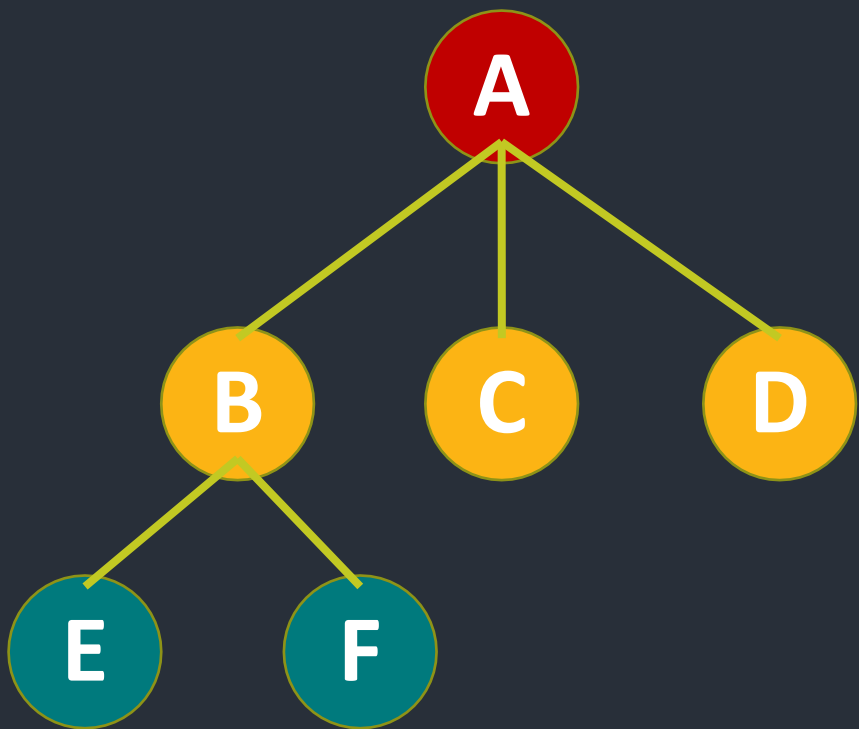
Un albero è una raccolta di entità chiamate **nodi** collegati tra loro tramite **frecc**e o linee.

02

Ogni nodo contiene un valore e può avere o meno **nodi figli**

03

le frecce indicano le decisioni/regole che un albero può prendere o meno.



A

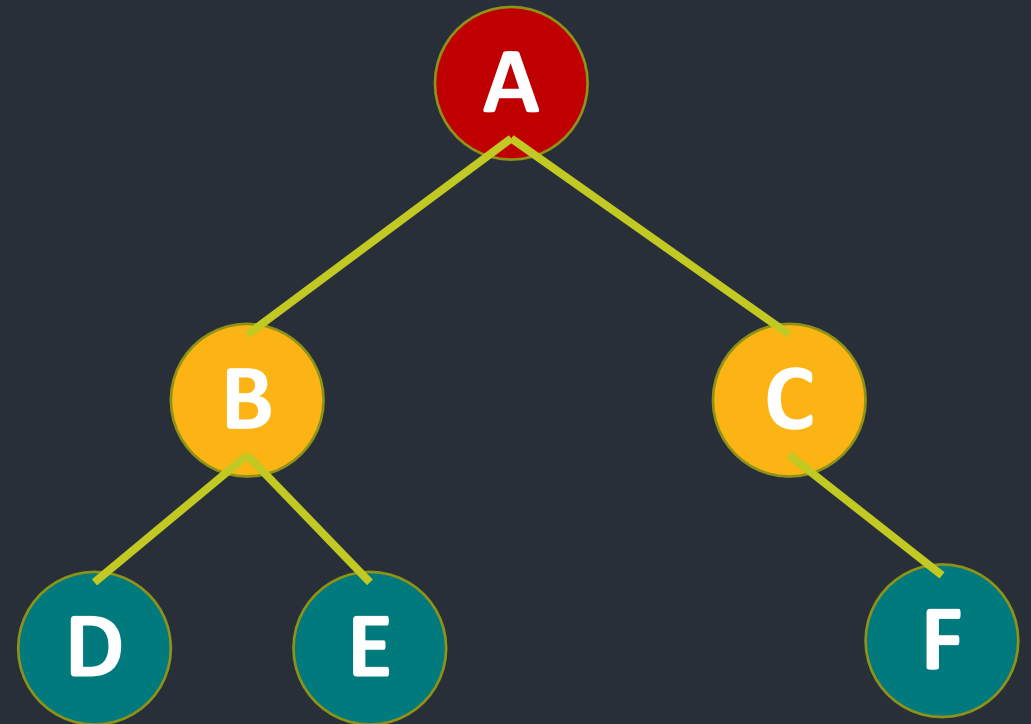
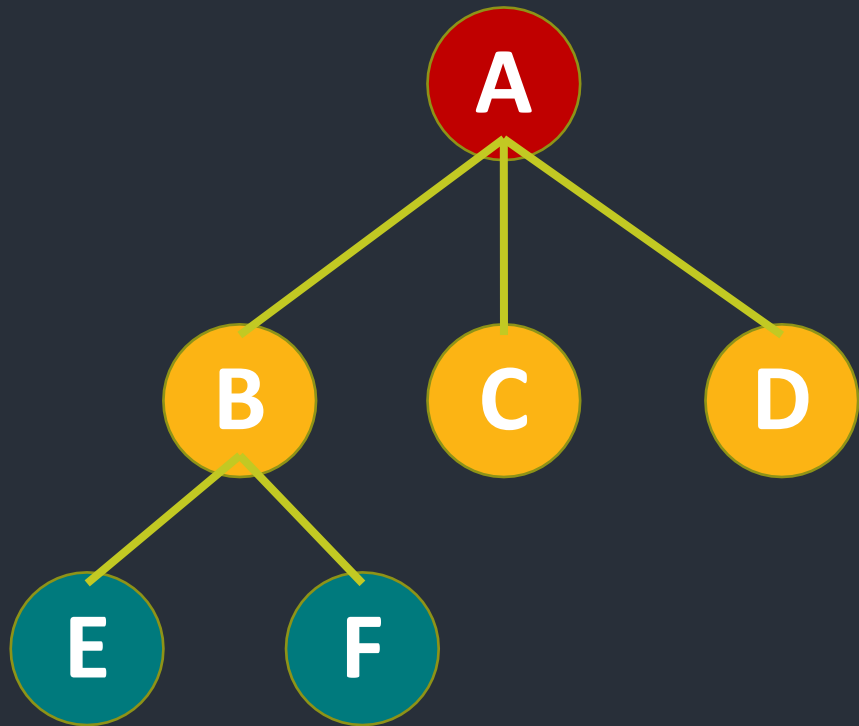
Nodo Radice

BCD

Nodi Figli

EF

Nodi Foglia





Let's Build!

<https://www.labmetodiemodelli.it/>

Algoritmo CART

CART sta
per Classification and
Regression Trees

Decidere quali
caratteristiche
scegliere, ossia le
variabili di input;

Quali condizioni
utilizzare per la
divisione;

Definire quando
fermarsi.



Negli alberi di classificazione, l'indice Gini viene utilizzato per calcolare l'impurità di una partizione di dati.

Quindi supponiamo che la partizione di dati D sia composta da 4 classi ciascuna con uguale probabilità. L'indice Gini (Gini Impurity) sarà:

$$\text{Gini (D)} = 1 - (0,25^2 + 0,25^2 + 0,25^2 + 0,25^2)$$

In CART eseguiamo divisioni binarie. Quindi l'indice gini verrà calcolato come la somma ponderata delle partizioni risultanti e selezioniamo la divisione con l'indice gini più piccolo.





I DATI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
3	Nuvoloso	Caldo	Elevata	Debole	SI
4	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
5	Piovoso	Freddo	Normale	Debole	SI
6	Piovoso	Freddo	Normale	Forte	NO
7	Nuvoloso	Freddo	Normale	Forte	SI
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
10	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Elevata	Forte	SI
12	Nuvoloso	Mite	Elevata	Forte	SI
13	Nuvoloso	Caldo	Normale	Debole	SI
14	Piovoso	Mite	Normale	Forte	NO



Meteo

Meteo	Si	No	N° Istanze
Soleggiato	2	3	5
Nuvoloso	4	0	4
Piovoso	3	2	5

$$\text{Gini (Meteo = Soleggiato)} = 1 - (2/5)^2 - (3/5)^2 = 1 - 0,16 - 0,36 = 0,48$$

$$\text{Gini (Meteo = Nuvoloso)} = 1 - (4/4)^2 - (0/4)^2 = 0$$

$$\text{Gini (Meteo = Piovoso)} = 1 - (3/5)^2 - (2/5)^2 = 1 - 0,36 - 0,16 = 0,48$$

$$\text{Gini (Meteo)} = (5/14) \times 0,48 + (4/14) \times 0 + (5/14) \times 0,48 = 0,171 + 0 + 0,171 = 0,342$$

Temperatura

Temp	Si	No	N° Istanze
Caldo	2	2	4
Freddo	3	1	4
Mite	4	2	6

$$\text{Gini (Temperatura = Caldo)} = 1 - (2/4)^2 - (2/4)^2 = 1 - 0,25 - 0,25 = 0,5$$

$$\text{Gini (Temperatura = Freddo)} = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 1 - 0,5625 - 0,0625 = 0,375$$

$$\text{Gini (Temperatura = Mite)} = 1 - (4/6)^2 - (2/6)^2 = 1 - 0,444 - 0,111 = 0,445$$

$$\text{Gini (Temperatura)} = (4/14) \times 0,5 + (4/14) \times 0,375 + (6/14) \times 0,445 = 0,142 + 0,107 + 0,190 = 0,439$$

Umidità

Umidità	Si	No	N° Istanze
Elevata	3	4	7
Normale	6	1	7

$$\text{Gini (Umidità = Elevata)} = 1 - (3/7)^2 - (4/7)^2 = 1 - 0.183 - 0.326 = 0.489$$

$$\text{Gini (Umidità = Normale)} = 1 - (6/7)^2 - (1/7)^2 = 1 - 0.734 - 0.02 = 0.244$$

$$\text{Gini (Umidità)} = (7/14) \times 0.489 + (7/14) \times 0.244 = 0.367$$



Vento

Vento	Si	No	N° Istanze
Debole	6	2	8
Forte	3	3	6

$$\text{Gini (Vento = Debole)} = 1 - (6/8)^2 - (2/8)^2 = 1 - 0.5625 - 0.062 = 0.375$$

$$\text{Gini (Vento = Forte)} = 1 - (3/6)^2 - (3/6)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini (Vento)} = (8/14) \times 0.375 + (6/14) \times 0.5 = 0.428$$

Riepilogo Indice Gini

Caratteristica	Coefficiente di Gini
Meteo	0,342
Temperatura	0,439
Umidità	0,367
Vento	0,428

Meteo

Soleggiato

Non Soleggiato

Meteo

Nuvoloso

Piovoso

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
3	Nuvoloso	Caldo	Elevata	Debole	SI
7	Nuvoloso	Freddo	Normale	Forte	SI
12	Nuvoloso	Mite	Elevata	Forte	SI
13	Nuvoloso	Caldo	Normale	Debole	SI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
4	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
5	Piovoso	Freddo	Normale	Debole	SI
6	Piovoso	Freddo	Normale	Forte	NO
10	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
14	Piovoso	Mite	Elevata	Forte	NO

Meteo

Soleggiato

Non Soleggiato

Meteo

Nuvoloso

Piovoso

SI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
4	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
5	Piovoso	Freddo	Normale	Debole	SI
6	Piovoso	Freddo	Normale	Forte	NO
10	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
14	Piovoso	Mite	Elevata	Forte	NO

Meteo

Soleggiato

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Temperatura	Si	No	N° Istanze
Caldo	0	2	2
Freddo	1	0	1
Mite	1	1	2

$$\text{Gini (Meteo = Soleggiato e Temperatura = Caldo)} = 1 - (0/2)^2 - (2/2)^2 = 0$$

$$\text{Gini (Meteo = Soleggiato e Temperatura = Freddo)} = 1 - (1/1)^2 - (0/1)^2 = 0$$

$$\text{Gini (Meteo = Soleggiato e Temperatura = Mite)} = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1 - 0.25 - 0.25 = 0.5$$

$$\text{Gini (Meteo = Soleggiato e Temperatura)} = (2/5) \times 0 + (1/5) \times 0 + (2/5) \times 0.5 = 0.2$$

Meteo

Soleggiato

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Umidità	Si	No	N° Istanze
Elevata	0	3	3
Normale	2	0	2

Gini (Meteo = Soleggiato e Umidità = Elevata) = $1 - (0/3)^2 - (3/3)^2 = 0$

Gini (Meteo = Soleggiato e Umidità = Normale) = $1 - (2/2)^2 - (0/2)^2 = 0$

Gini (Meteo = Soleggiato e Umidità) = $(3/5) \times 0 + (2/5) \times 0 = 0$

Meteo

Soleggiato

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Vento	Si	No	N° Istanze
Debole	1	2	3
Forte	1	1	2

Gini (Meteo = Soleggiato e Vento = Debole) = $1 - (1/3)^2 - (2/3)^2 = 0.266$

Gini (Meteo = Soleggiato e Vento = Forte) = $1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 0.2$

Gini (Meteo = Soleggiato e Vento) = $(3/5) \times 0.266 + (2/5) \times 0.2 = 0.466$

Meteo

Soleggiato

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Caratteristica (Soleggiato +)	Coefficiente di Gini
Temperatura	0,2
Umidità	0
Vento	0,466

Meteo

Soleggiato

Umidità

Elevata

Normale

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Meteo

Soleggiato

Non Soleggiato

Meteo

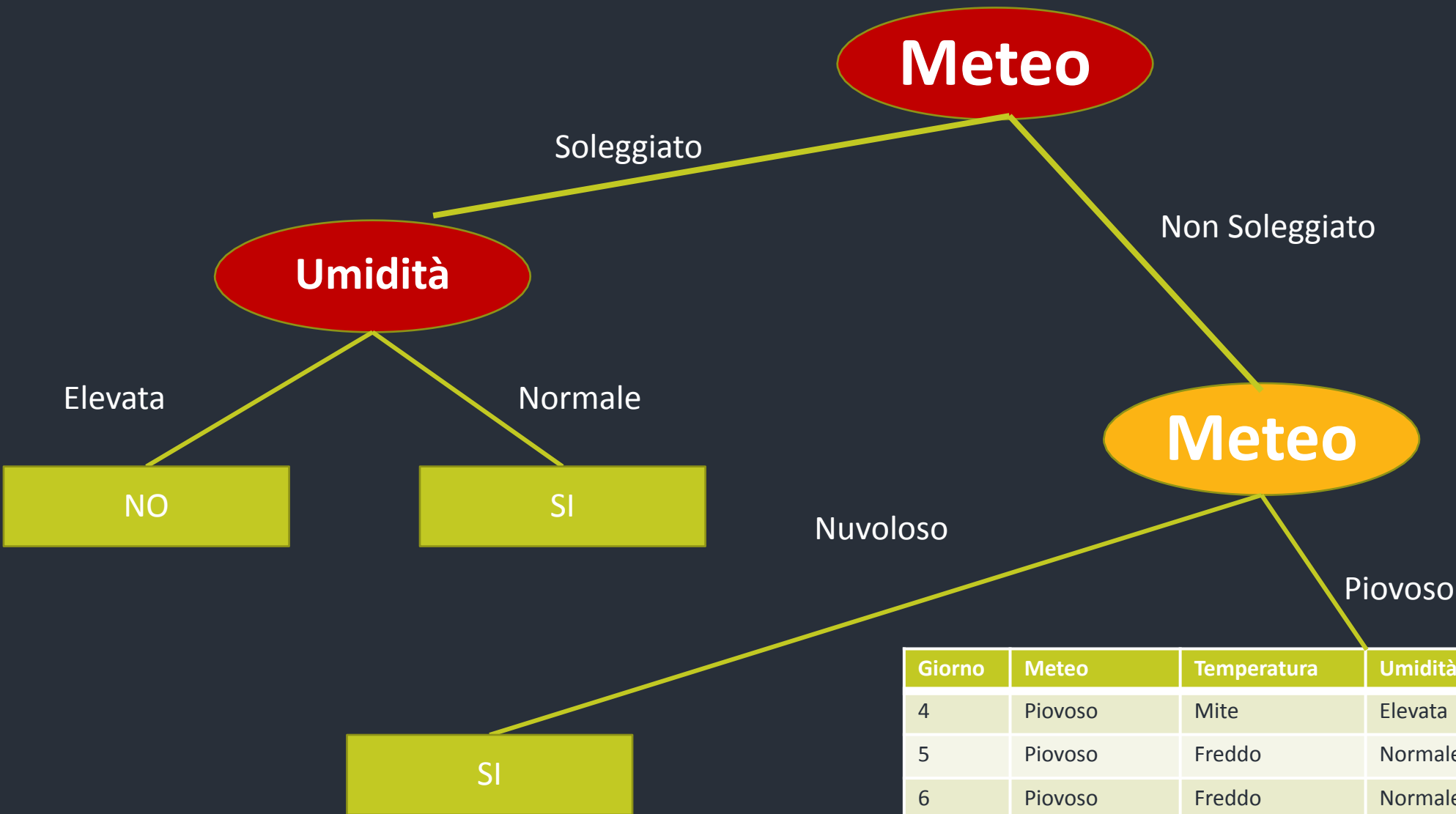
Nuvoloso

Piovoso

SI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
1	Soleggiato	Caldo	Elevata	Debole	NO
2	Soleggiato	Caldo	Elevata	Forte	NO
8	Soleggiato	Mite	Elevata	Debole	NO
9	Soleggiato	Freddo	Normale	Debole	SI
11	Soleggiato	Mite	Normale	Forte	SI

Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
4	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
5	Piovoso	Freddo	Normale	Debole	SI
6	Piovoso	Freddo	Normale	Forte	NO
10	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
14	Piovoso	Mite	Elevata	Forte	NO



Giorno	Meteo	Temperatura	Umidità	Vento	Si Gioca?
4	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
5	Piovoso	Freddo	Normale	Debole	SI
6	Piovoso	Freddo	Normale	Forte	NO
10	Piovoso	Mite	Elevata	Debole	SI
14	Piovoso	Mite	Elevata	Forte	NO

Meteo

Soleggiato

Non Soleggiato

Umidità

Elevata

Normale

NO

SI

Meteo

Nuvoloso

Piovoso

SI

Vento

Debole

Forte

SI

NO



Let's Code!

<https://www.labmetodiemodelli.it/>