

## Perché l'energia solare?



Perché è un combustibile...

- pulito;
- gratuito;
- distribuito;
- illimitato (almeno per "qualche migliaio" di anni...circa 5 miliardi!).



Perché i dispositivi che utilizzano  
l'energia solare  
hanno emissioni pressoché nulle in  
fase di  
esercizio.

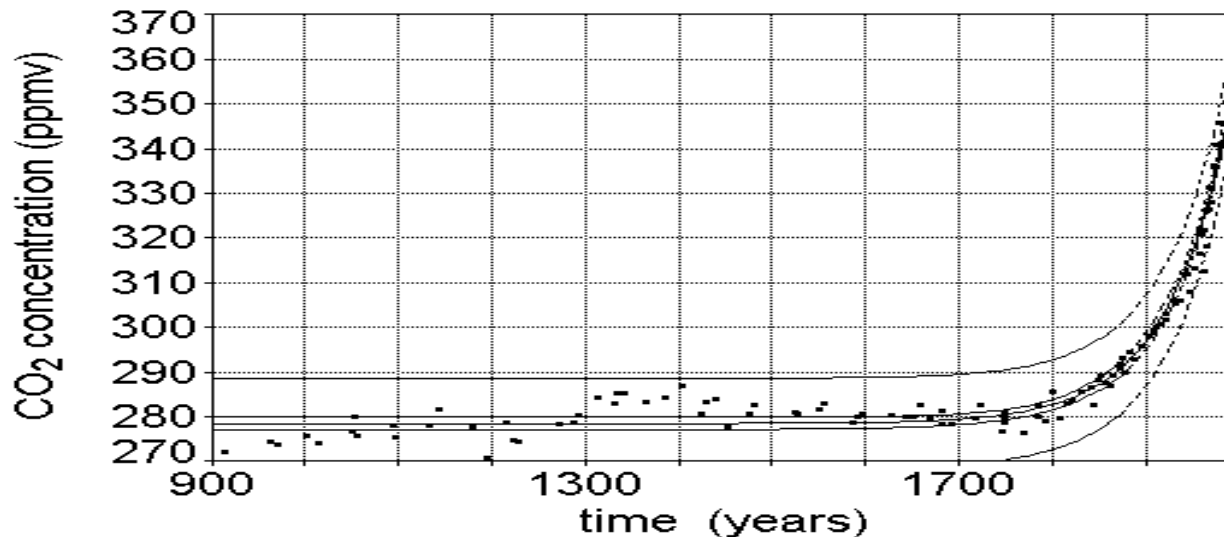
## Curriculum solare...

E' l'elemento alla base della maggior parte delle fonti di energia terrestri:

- ◆ **l'energia eolica** e dei **moti ondosi**, dovuta allo spostamento di grossi quantitativi d'aria e d'acqua diversamente riscaldata;
  - ◆ l'energia contenuta nel **legno**, fissata durante la crescita della pianta grazie alla fotosintesi clorofilliana;
  - ◆ l'energia dei **combustibili fossili**, proveniente dalla lentissima trasformazione di materia vivente;
  - ◆ **l'energia idraulica**, accumulata grazie ai cicli di evaporazione e condensazione dell'acqua.
- ◆ ...

## Combustibili fossili ed inquinamento

CO<sub>2</sub> concentration (last 1100 years)



Alcuni studi, dimostrano che la Terra non vedeva una **concentrazione di CO<sub>2</sub>**, pari a quella prevista per il 2020, da 35-50 milioni di anni

Nel corso del seminario...

Si analizzeranno i più diffusi dispositivi per lo sfruttamento diretto dell'energia solare.

In particolare:

- **Solare termico**, per la produzione di acqua (o aria) calda a bassa temperatura;
- **Solare fotovoltaico**, per la produzione di energia elettrica.

## La fonte solare in numeri

Distanza media SOLE-TERRA: 150.000.000 di km  
Diametro del sole: 1.390.000 km.

La sua temperatura interna è di circa 20 milioni di gradi Kelvin e diminuisce fino a 5760 K sulla superficie.

Irradia nello spazio una potenza di  $3,86 * 10^{23}$  kW.  
Quest'energia immensa (per le nostre abituali dimensioni),  
si espande in tutte le direzioni nello spazio  
secondo sfere concentriche.

Solo una parte dell'energia irradiata dal Sole  
nell'unità di tempo arriva sulla Terra:  
 $1,36 * 10^{14}$  kW

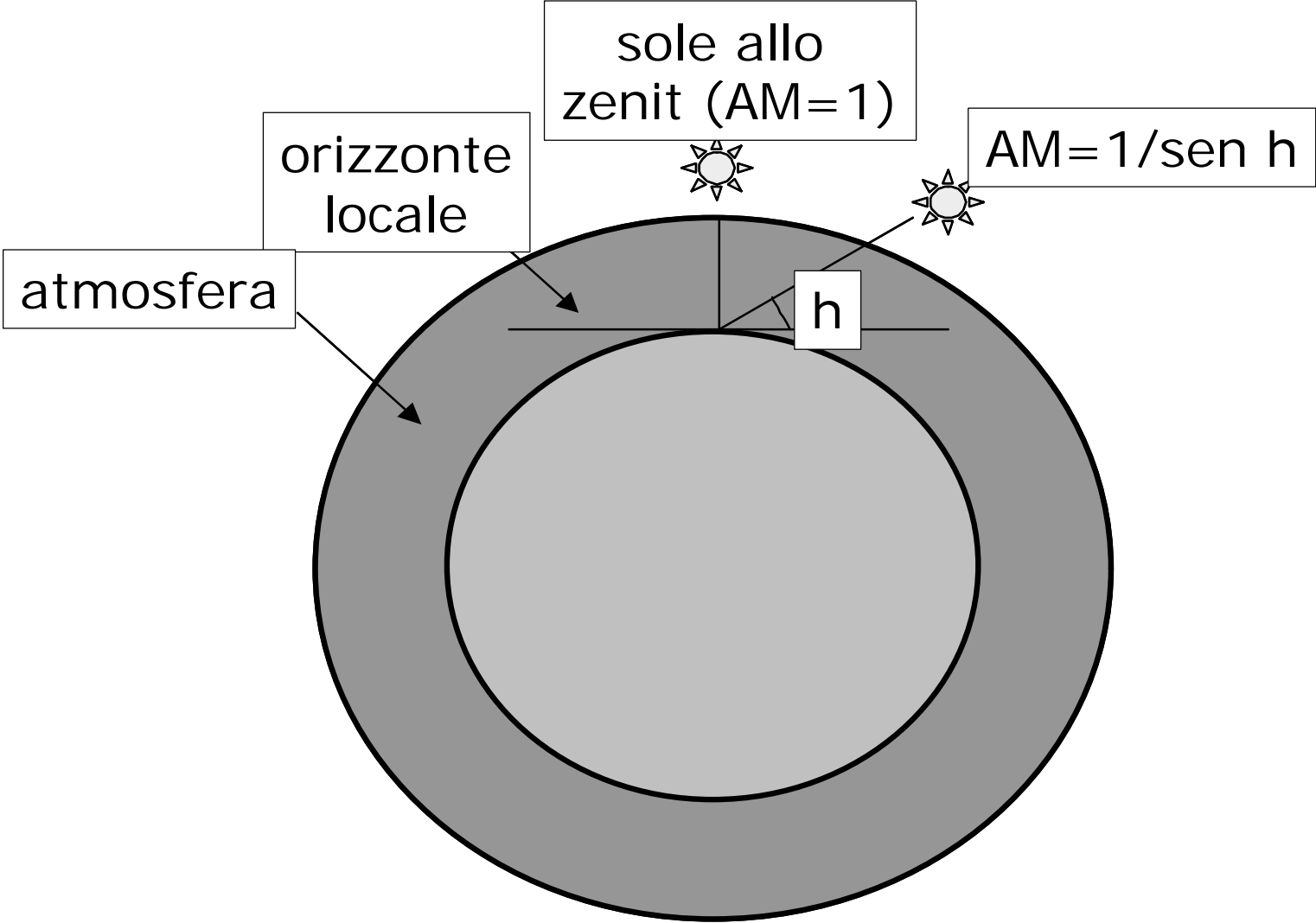
## La costante solare

Alle soglie dell'atmosfera terrestre, il sole irradia, in media, circa **1,4 kW/m<sup>2</sup>** su una superficie perpendicolare all'inclinazione dei suoi raggi.

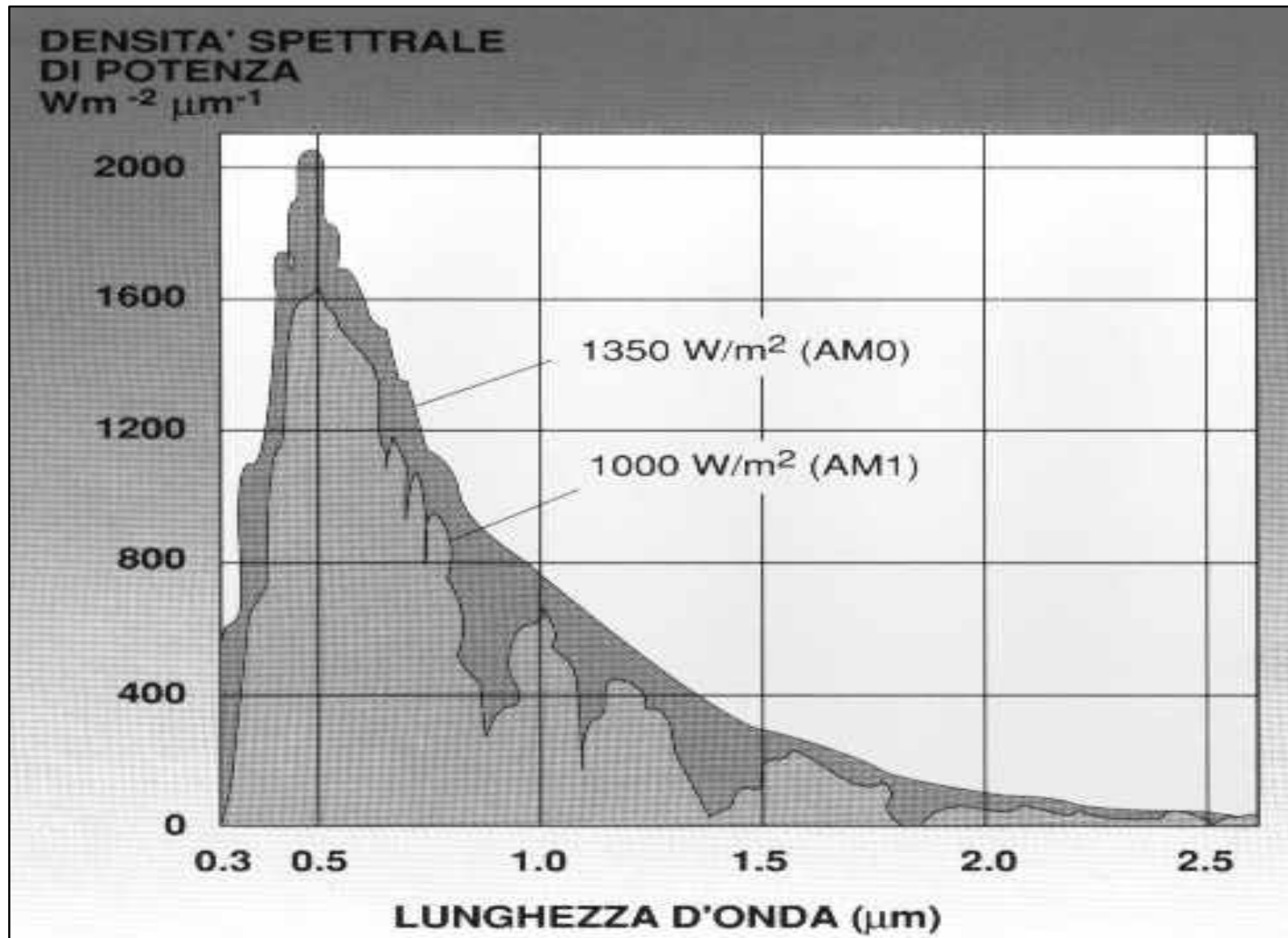
Attraversando l'atmosfera terrestre, lo **spettro** che caratterizza la radiazione solare viene modificato dall'interazione con le molecole che la compongono.

A seconda delle caratteristiche del percorso effettuato (lunghezza o, ad esempio, condizioni meteorologiche), la radiazione cambia di intensità e di "forma".

La "massa d'aria"

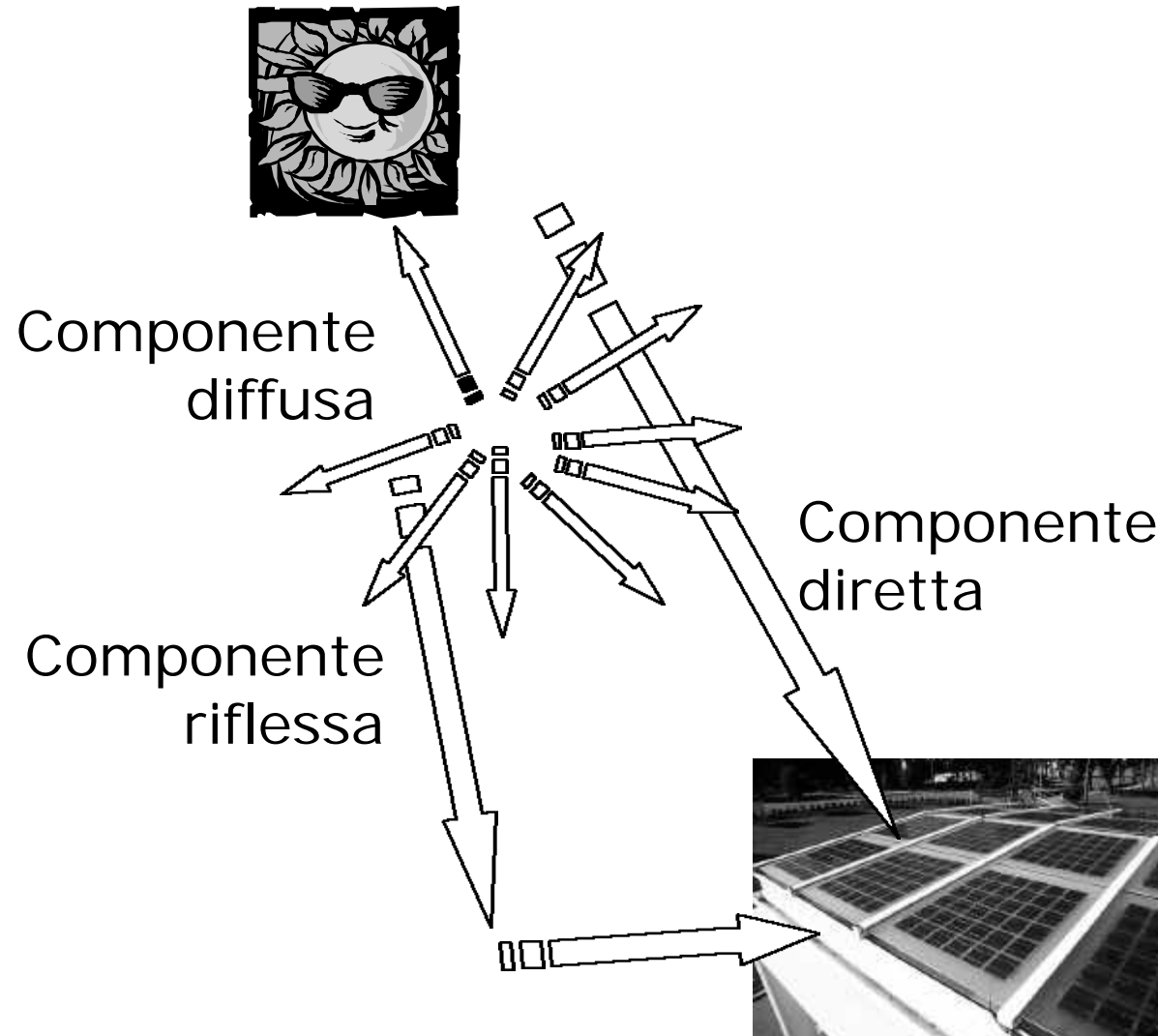


## Differenza tra AM=0 e AM=1





# Le componenti della radiazione (1)



## Le componenti della radiazione (2)

Dipendono da:

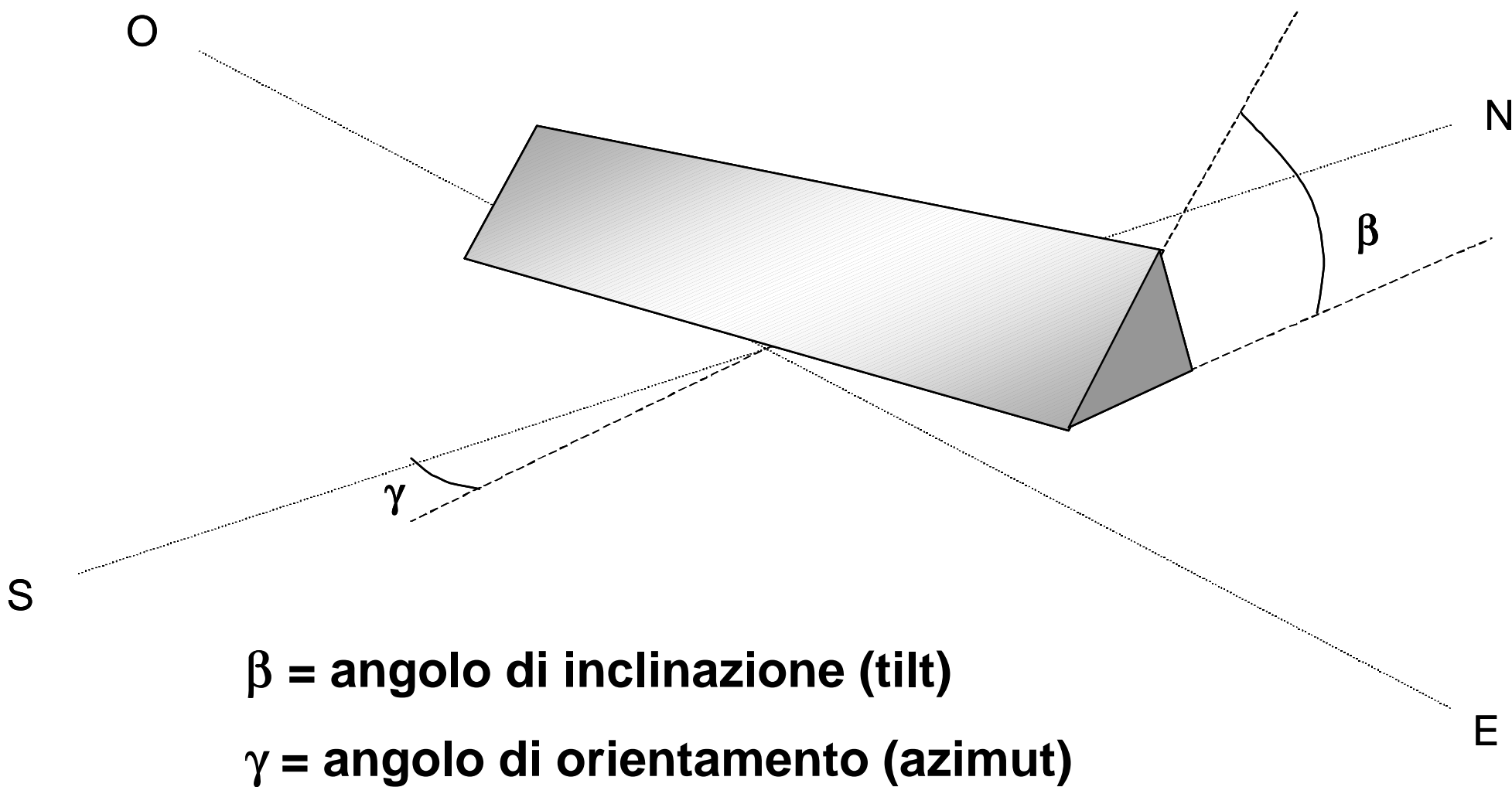
- Condizioni meteorologiche (NUVOLOSITA')
- Periodo dell'anno: una superficie verticale, in luglio, prende una percentuale di radiazione diffusa più elevata che a gennaio
- Inclinazione: nel mese di luglio, una superficie orizzontale prende una percentuale di radiazione diretta maggiore che a gennaio
- Presenza di superfici riflettenti (coefficiente di riflessione):
  - ERBA: 0,25
  - NEVE VECCHIA: 0,45-0,7
  - NEVE FRESCA: 0,8-0,9

## Variazione della radiazione solare globale

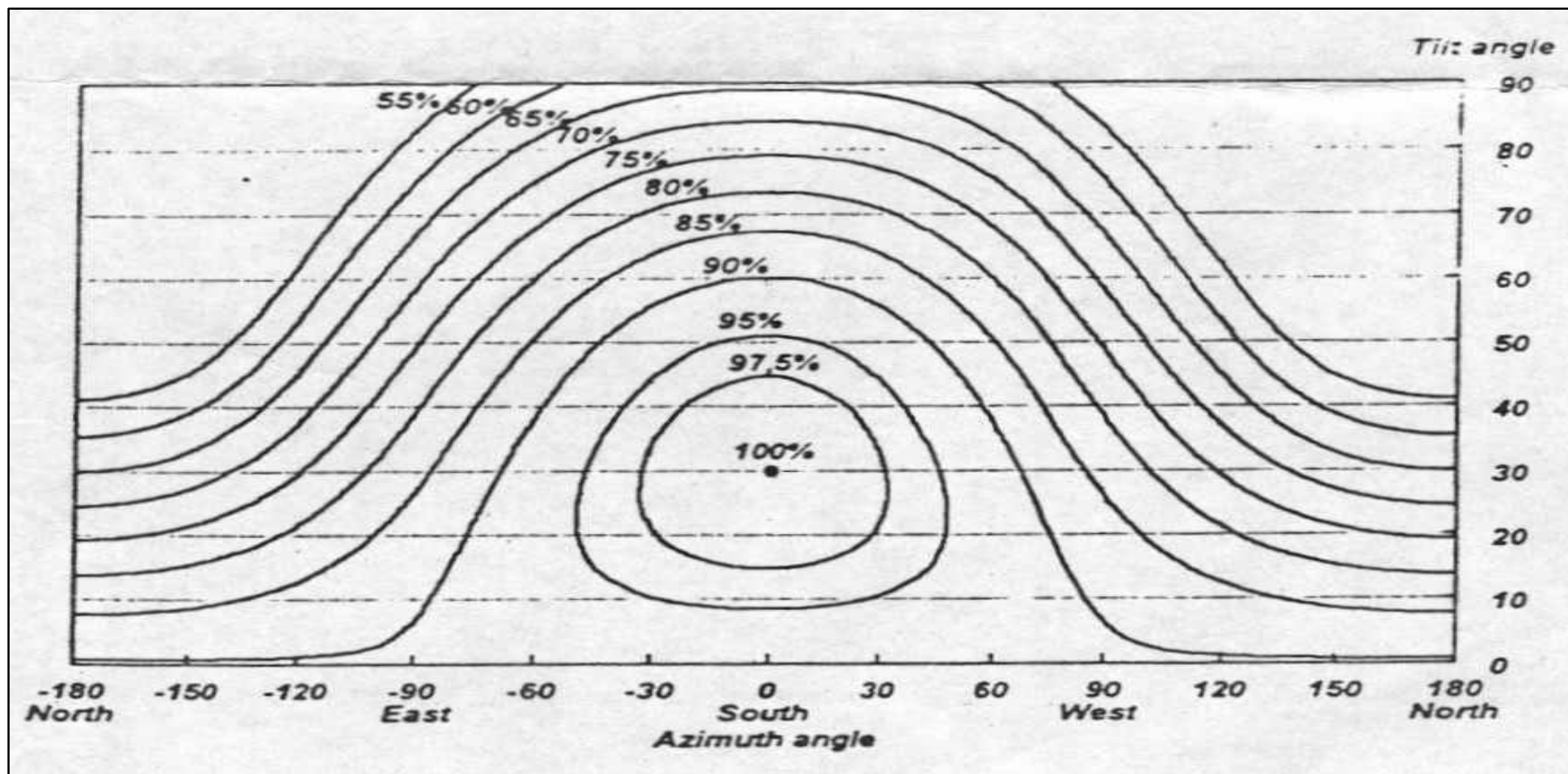
- **Periodica** (cicli giorno-notte, variazione stagionale)
  - **Aleatoria** (fenomeni climatici)

Si vedrà come, uno degli elementi più “delicati” dei sistemi di captazione ed utilizzo della fonte solare sia quello preposto all'**ACCUMULO** dell'energia

## Disposizione della superficie



## Diagramma polare della radiazione globale annua



Variazione della radiazione in funzione degli angoli di Azimuth e Tilt.

NB: Intervalli di variazione **accettabile**

## Il problema dell'ombreggiamento (1)

Il **percorso apparente** del sole nella volta celeste **varia** notevolmente nel corso dell'anno.

Al fine di permettere al dispositivo preposto alla captazione della radiazione solare di lavorare in **condizioni ottimali**, è importante capire se qualcuno degli oggetti attorno ad esso possa costituire un **OSTACOLO per la radiazione** stessa.

## Il problema dell'ombreggiamento (2)

Oggetti ombreggianti possono limitare fortemente il quantitativo di energia in ingresso (la radiazione diretta è una componente alla quale non si deve rinunciare!)

Nel caso di sistemi **FOTOVOLTAICI**, inoltre, l'ombreggiamento può essere un fenomeno PERICOLOSO per il corretto funzionamento del dispositivo (si vedrà in seguito in che modo)

## Come evitare l'ombreggiamento

Occorre innanzitutto definire un sistema di riferimento per definire il percorso del sole.

Si utilizzano i seguenti angoli:

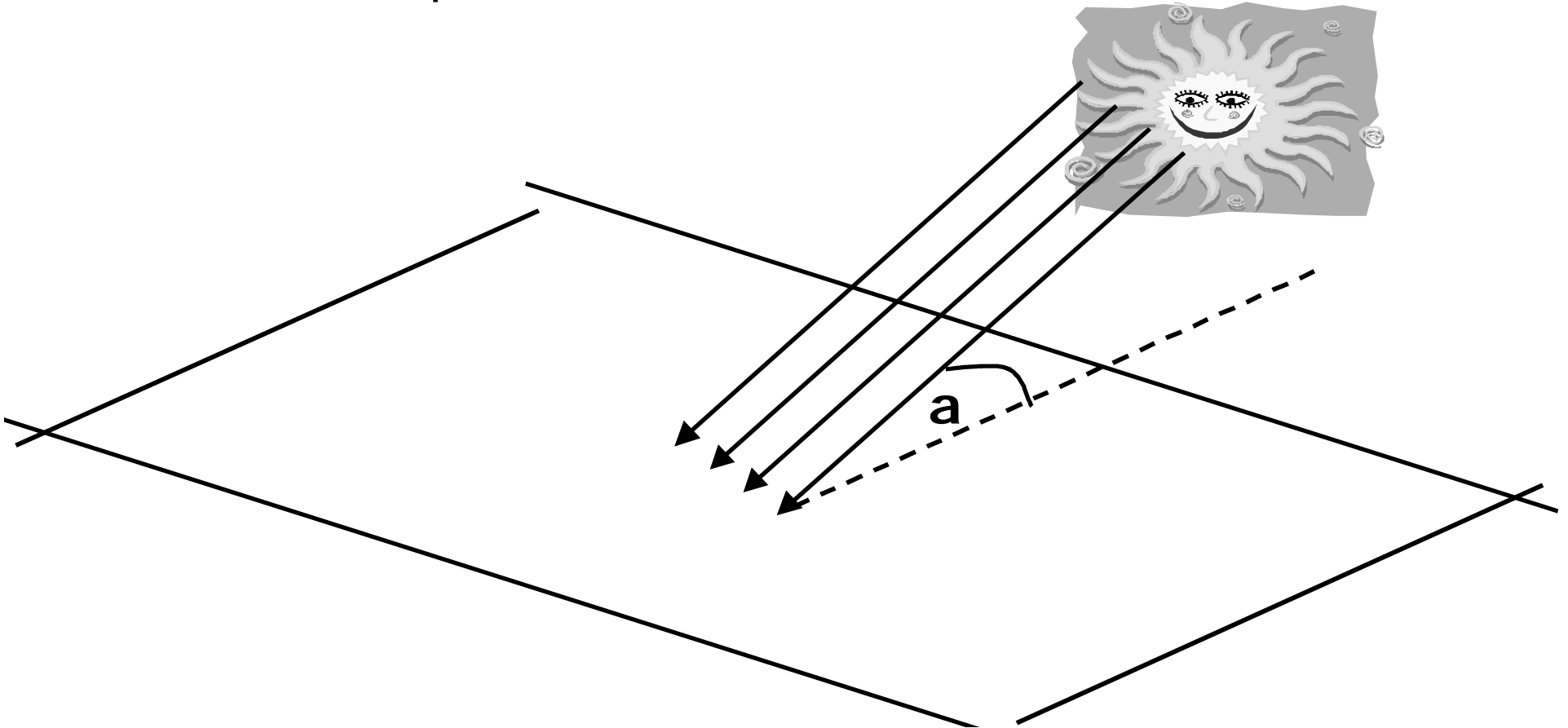
**a**: altezza solare

$\gamma$ : azimut



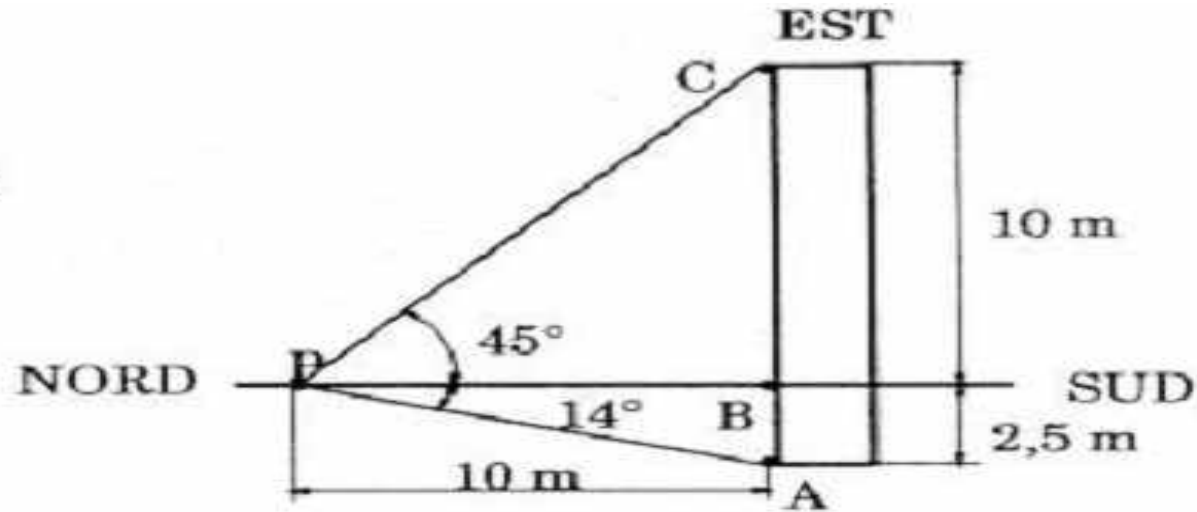
a, altezza solare

E' l'angolo formato tra l'inclinazione dei raggi solare e la proiezione di questa sul piano dell'orizzonte

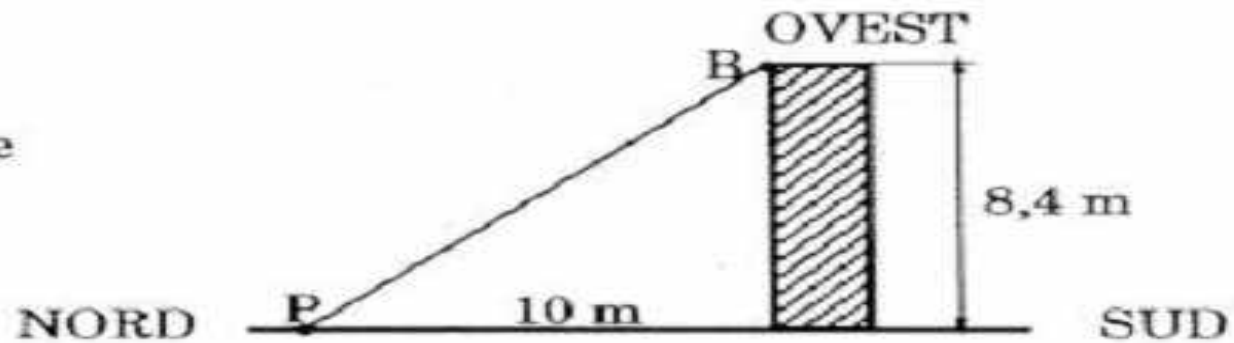


# Schematizzazione dell'ostacolo

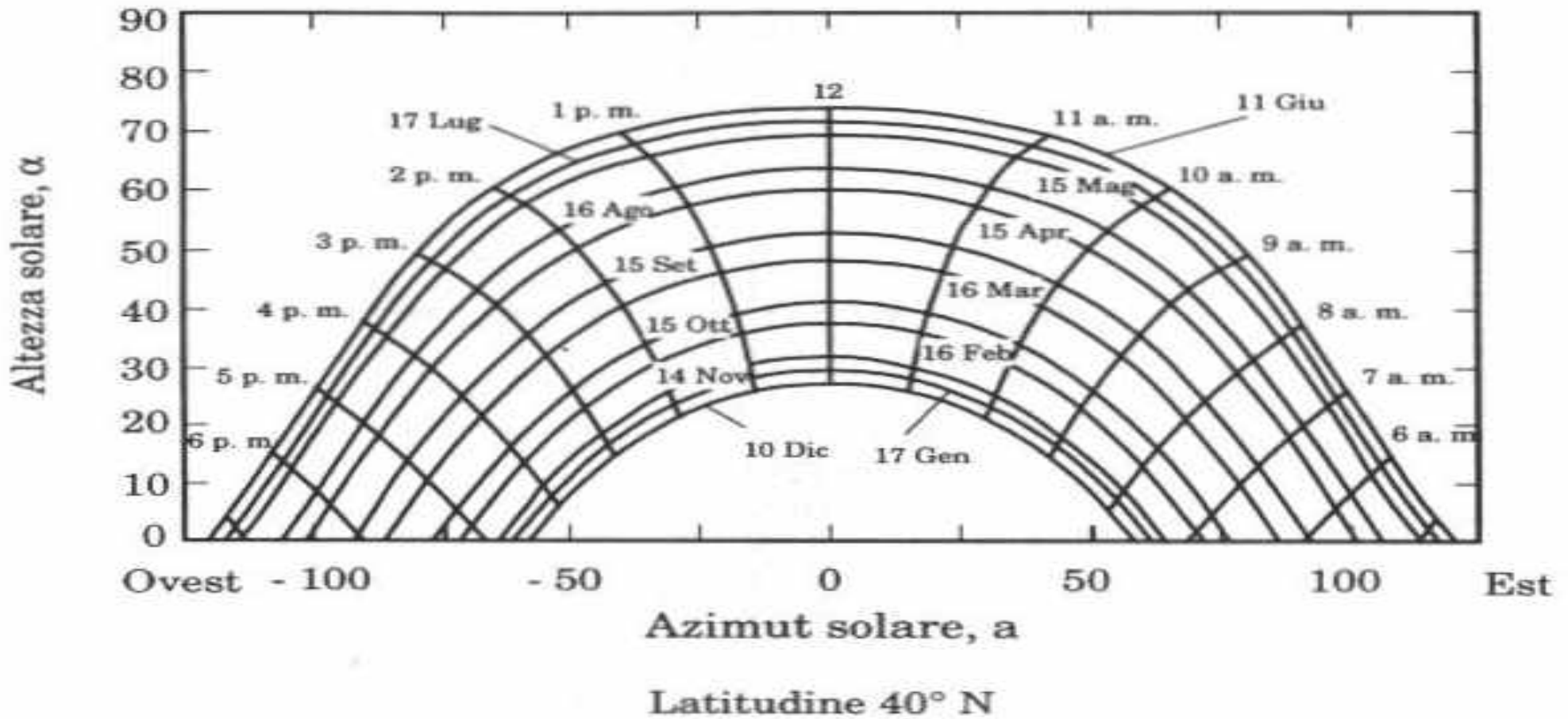
a) pianta



b) sezione



# Diagramma della posizione del sole (1)



## Conclusioni

Per massimizzare la quota di radiazione incidente su una determinata superficie, occorre:

- Conoscere le "coordinate" del **sito**;
- Trovare i dati di **insolazione** ad esso relativi;
- Verificare **inclinazione ed azimut** della superficie;
- Verificare i potenziali **ombreggiamenti**.