### Introduzione

La misura storica di Eratostene del raggio terrestre può essere descritta come la misura della differenza di latitudine tra due punti sulla superficie terrestre che hanno la stessa longitudine. Con la tecnologia moderna utilizzeremo il GPS per ottenere lo stesso dato.

Questa tecnologia ci permette di risalire alla posizione geografica utilizzando i satelliti terrestri. Per capire come il GPS ricostruisce la posizione del punto P in cui si trova esaminiamo il grafico semplificato della figura in cui è presentato ciò che avviene nel piano che contiene il punto P e i punti S1 e S2 che rappresentano la posizione di due satelliti a un certo istante. Il segnale che il GPS riceve da ciascun satellite contiene l’informazione dell’istante di tempo a cui il segnale è stato emesso e delle coordinate spaziali del satellite in quell’istante.



Il GPS ha un orologio estremamente preciso, sincronizzato con gli orologi dei satelliti, che può registrare i segnali di N satelliti (tutti quelli che sono visibili nel suo cielo). Quando arriva il segnale dell’i-esimo satellite il GPS

* misura l’istante di arrivo del segnale,
* in base alla codifica che accompagna il segnale, riconosce il satellite, l’istante in cui il segnale è stato inviato dal satellite e la posizione del satellite in quell'istante,
* da questi dati calcola il tempo ti impiegato a percorrere la distanza dal satellite,
* infine, moltiplicando ti per la velocità della luce c, calcola la distanza di = c ti

Note le distanze e le coordinate spaziali di almeno due satelliti è possibile determinare le due incognite (longitudine e latitudine) che descrivono la posizione del punto P. Con tre satelliti, si determina anche la terza incognita, cioè l’altitudine.

Ci sono però numerose correzioni, alcune calcolabili teoricamente (ad es. quelle dovute alla relatività, perché il satellite è in moto rispetto al punto P dell’osservatore con il GPS e si trova a una maggiore distanza dal centro della Terra), altre invece che dipendono dallo stato dell’atmosfera, perché nell’aria la velocità della luce è minore che nel vuoto e dipende dalla temperatura, dalla presenza di nuvole, ecc. Per questo motivo il GPS deve captare i segnali di più di 3 satelliti, in modo da poter eseguire la media e migliorare la risoluzione in posizione.

### Apparecchiatura e materiale utilizzato

* Smartphone con connessione internet e GPS: in particolare useremo Google Maps



### Procedura

1. Determinare con il GPS la posizione (latitudine e longitudine) di un punto; con Google maps è sufficiente tenere premuto sulla propria posizione, le coordinate verranno visualizzate immediatamente. Annotare. Le coordinate sono espresse in gradi ed ovviamente compaiono numerose cifre decimali: un’ottima occasione per valutare cosa sono i minuti e i secondi d’arco.
2. Spostarsi in linea retta di una certa distanza (almeno 60 metri) lungo uno stesso meridiano. E' possibile applicare lo stesso principio anche al caso più generale di due punti posti lungo meridiani diversi, ma il calcolo diventa più complesso e non utile ai fini dell’esperienza.
3. Registrare la latitudine del punto di arrivo, eseguendo la stessa tecnica iniziale. Annotare.
4. Misurare la distanza percorsa *d* in modo diretto (nastro metrato, livella laser, …) oppure utilizzare ancora Google Maps e la funzione “misura distanza”: è sufficiente cliccare su una posizione e lanciare “misura distanza” dal menu. Compare un nastro di misura che deve essere collegato al secondo punto.

Le misure sono terminate, non resta che calcolare il raggio della Terra.

1. Calcolare l’angolo α come differenza tra le due latitudini
2. Si può calcolare la circonferenza della Terra dalla proporzione: d sta a C come α (espresso in gradi) sta a 360°. Dividere quindi la C per 2π
3. Più interessante forse, per comprendere soprattutto cosa è il radiante, è vedere l’arco di circonferenza come prodotto tra raggio e angolo (a sua volta partendo dall’assunzione che C è pari a R per 2π). In questo caso allora d = R α e quindi R = d/α; ovviamente α è espresso in radianti.



### Rilevazione ed elaborazione dei dati (con un esempio)

#

# **Misure dirette**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Coordinate latitudine primo punto** | **Coordinate latitudine secondo punto** | **Distanza d** |
| (gradi) | (gradi) | (Km) |
| 45.535942 | 45.534641 | 0.140 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Elaborazione delle misure**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Coordinate latitudine primo punto** | **Coordinate latitudine secondo punto** | **Angolo α (gradi)** | **Angolo α (radianti)** | **Distanza d** | **Raggio Terra** | **Misura relativa** (rispetto a 6371 Km) |
| (gradi) | (gradi) | (gradi) | (radianti) | (Km) | (Km) | (%) |
| 45.535942 | 45.534641 | 0.001301 | 0.000022706 | 0.140 | 6166 | 96.8 % |
| ………… | ………… | ………… | ………… | ………… | ………… | ………… |
| ………… | ………… | ………… | ………… | ………… | ………… | ………… |
| ………… | ………… | ………… | ………… | ………… | ………… | ………… |

**Conclusioni**

Come indagine ulteriore si possono eseguire più misure con tutta la classe e valutare il valore medio; si può anche analizzare l’incertezza delle misure dirette ed includerla nel procedimento di calcolo.