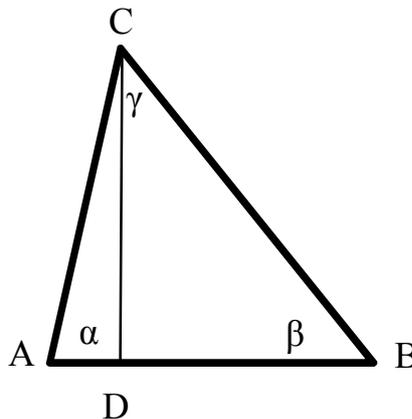


Misura di una distanza attraverso la triangolazione

D. Gardiol, C. Benna, R. Morosin,
INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino, 2018

La triangolazione è una tecnica che permette di calcolare distanze fra punti sfruttando le proprietà dei triangoli. Tramite esse è possibile calcolare la distanza fra due punti non direttamente accessibili: conoscendo AB (vedi figura sotto) e con l'uso delle proporzioni, si possono calcolare BC, AC e l'altezza CD in base agli angoli misurati α e β . Il metodo della triangolazione è alla base del principio di misura della traiettoria dei bolidi rilevabili con le camere di PRISMA.



Scopo del Laboratorio:

L'esperienza vuole dimostrare come, con mezzi poco sofisticati e con elementari conoscenze di geometria euclidea e di trigonometria, si possano effettuare delle misure di grandi distanze con precisione relativamente buona; nel nostro caso la distanza di un campanile o altre strutture rilevanti visibili dal luogo dello svolgimento del laboratorio.

- Prima fase: gli studenti utilizzeranno due teodoliti, che verranno posizionati all'aperto o all'interno dell'aula e da dove possano essere visibili alcuni bersagli oggetto delle misurazioni (ad es. campanili, palazzi, serbatoi). Maggiore sarà la distanza tra i due teodoliti, più precisa sarà la misura: si consiglia quindi di sfruttare lo spazio a disposizione;
- Seconda fase: utilizzando la scala graduata presente sui teodoliti verranno registrati i valori degli angoli misurati tra i due teodoliti e gli angoli formati puntando i bersagli, ripetendo le misurazioni per i due bersagli;
- rientrati in aula, gli studenti saranno invitati a sviluppare le modalità di applicazione del metodo per la determinazione del luogo presunto dell'eventuale caduta di materiale meteorico, tramite la sua applicazione alle immagini ottenibili tramite la rete di telecamere PRISMA.

Procedura:

1. Posizionamento dei due teodoliti nel terreno, > 30 metri quando possibile;
2. misurazione della distanza tra gli stessi;
3. lettura sulla scala graduata dei teodoliti dell'angolo sotteso dall'altro teodolite, con annotazione dei parametri ottenuti sulla Tabella dei Dati (sul retro del foglio);
4. lettura sulla scala graduata dei teodoliti dell'angolo sotteso puntando i bersagli, con annotazione dei parametri ottenuti sulla Tabella dei Dati (sul retro del foglio);
5. rientro in aula per l'impostazione delle procedure di calcolo e risoluzione dell'equazione ottenuta per la determinazione di una prima stima delle distanze effettive teodolite-bersaglio;
6. verifica tramite internet (ad es. Google map) della effettiva distanza tra le strutture misurate ed il luogo di osservazione;
7. valutazione dell'errore esistente tra le distanze calcolate e quelle (presumibilmente) corrette di cui si riesce a disporre (accuratezza della misura).

Valutazione degli errori:

Come nella maggior parte delle esperienze, l'errore è causato spesso dall'uomo (errore umano). Per esempio si può compiere un errore leggendo la misura dell'angolo oppure si può fare un errore di allineamento dello strumento con il bersaglio. Questa esperienza è più suscettibile di altre ad errori, in particolare per la scarsa precisione degli strumenti utilizzati, ma anche se otteniamo una misurazione con un'incertezza di circa il 20% (come potrà accadere), resta comunque una buona misura per comprendere il metodo.

Domande:

- Come e perchè le misure saranno probabilmente affette da incertezze ed errori piuttosto consistenti?

- In che modo questo metodo può essere esteso per la determinazione con un buon grado di approssimazione delle aree interessate all'eventuale caduta di materiale meteorico per un loro efficiente recupero?

Conclusione:

In questa parte conclusiva, vengono forniti gli strumenti per poter calcolare la distanza tra i teodoliti e il bersaglio. I metodi principali che si possono utilizzare sono due.

- Il primo, più semplice e intuitivo, consiste nel disegnare in scala il triangolo in questione, con i due teodoliti alla base. Gli angoli alla base dovranno essere disegnati con un goniometro, per garantire una maggiore precisione. Tuttavia anche un piccolo errore nel disegno dell'angolo può cambiare di molto il risultato finale. Dopo aver prolungato i cateti fino a quando non si incontrano, si ottiene il triangolo in scala. Quindi, misurando le lunghezze dei cateti, si ottengono le distanze dei teodoliti dal bersaglio.
- Il secondo metodo consiste nell'usare le proprietà trigonometriche dei triangoli ed è quindi adatto a studenti del quarto o del quinto anno di scuola superiore (mentre il primo è accessibile a tutti). Esso permette di calcolare la distanza fra due punti non direttamente accessibili: conoscendo la base AB del triangolo e applicando il teorema dei seni, si possono calcolare AC e BC in base agli angoli misurati α , β , e quello calcolato di conseguenza γ . Considerando il triangolo ABC (vedi figura nella prima pagina) si ricava BC dalla relazione:

$$\frac{BC}{\sin(\alpha)} = \frac{AB}{\sin(\gamma)}$$

analogamente si può ricavare AC :

$$\frac{AC}{\sin(\beta)} = \frac{AB}{\sin(\gamma)}$$

Si possono provare ad utilizzare entrambi i metodi e confrontare i due risultati. In particolare si può calcolare di quanto differisce il primo risultato rispetto al secondo (che rappresenta il risultato "esatto" rispetto alle misure effettuate).

TABELLA DEI DATI

DISTANZA DEI TEODOLITI (in metri)

TEODOLITE 1

D1 (Angolo misurato puntando il <u>secondo</u> teodolite)	D2 (Angolo misurato puntando il bersaglio)	D1-D2 (Angolo α)

TEODOLITE 2

D1 (Angolo misurato puntando il <u>primo</u> teodolite)	D2 (Angolo misurato puntando il bersaglio)	D1-D2 (Angolo β)