



# Stime di misure di Fotometria

A. Carbognani, OAVDA, R.Morosin, D. Gardiol, C. Benna, INAF-OATo

Tramite l'utilizzo di uno specifico software (APT) integrato con dati sperimentali e teorici gli studenti saranno in grado di assegnare un valore fotometrico a differenti oggetti celesti. Successivamente studieranno eventi rilevabili tramite la rete PRISMA. Questi eventi possono anche essere selezionati tra quelli dalla camera posseduta dall'istituto stesso.

## Scopo del Laboratorio:

L'esperienza vuole dimostrare come sia possibile costruire una curva di luce con i valori fotometrici di eventi rilevati tramite la rete di telecamere PRISMA.

1. Gli studenti utilizzando APT confronteranno i valori trovati con i valori teorici per alcuni oggetti celesti noti. Lo scopo di questa prima parte è verificare il corretto funzionamento del software e verificare che gli studenti abbiano appreso il concetto di luminosità della sorgente e magnitudine.
2. Tramite l'applicazione del software alle immagini ottenute tramite la rete di telecamere PRISMA, gli studenti si concentreranno sullo studio di eventi reali (che possono essere stati rilevati dalla telecamera in possesso dell'istituto). Lo scopo della seconda parte del laboratorio è costruire una curva di luce dell'evento e studiarne l'andamento.

## Procedura:

Prima di iniziare a studiare delle immagini specifiche bisogna impostare il programma in modo tale che gli errori nelle misure che si prenderanno siano minimizzati. In particolare si vuole evitare che la luce di background (data dall'inquinamento luminoso della città) venga sottratta dall'immagine reale ogni volta che si prende una misura. Seguire quindi le istruzioni che vengono date a voce per selezionare il modello corretto con il quale studiare le sorgenti.

### Passaggio da intensità a magnitudine:

Per effettuare correttamente la prima parte dell'esperienza è necessario capire il concetto di magnitudine e come essa si rapporta con l'intensità luminosa.

Circa 2500 anni fa, l'astronomo greco Ipparco classificò la luminosità delle stelle visibili nel cielo con una scala da 1 a 6. La Classe I conteneva le stelle più luminose, quelle di "prima magnitudine", la Classe II quelle un po' meno brillanti, e così via fino alla Classe VI che conteneva le stelle a malapena visibili ad occhio nudo. Sorprendentemente, due millenni e mezzo più tardi lo schema di classificazione di Ipparco è ancora largamente usato degli astronomi, seppur modificato.

Venne così proposta la formula empirica che pur rispettando la vecchia classificazione di Ipparco riesce a esprimere la luminosità di oggetti molto brillanti e molto deboli con la precisione richiesta dall'astronomia moderna.

Magnitudine	Intensità luminosa
1	$2.5 \cdot \text{magn}(2) = \dots = 2.5^5 \cdot L = 100 L$
2	$2.5 \cdot \text{magn}(3) = \dots = 2.5^4 \cdot L$
3	$2.5 \cdot \text{magn}(4) = \dots = 2.5^3 \cdot L$
4	$2.5 \cdot \text{magn}(5) = 2.5 \cdot (2.5 \cdot L) = 2.5^2 \cdot L$
5	$2.5 \cdot \text{magn}(6) = 2.5 \cdot L$
6	L

Il passaggio, per esempio, dalla magnitudine 6 alle 5, comporta il fatto che l'intensità luminosa della stella di magnitudine 6 vada moltiplicata per circa 2.5.

Una differenza di una magnitudine fra due stelle corrisponde quindi ad un aumento (o diminuzione) in luminosità di circa 2.5 volte.

#### Prima parte:

1. Inizialmente gli studenti devono aprire il programma APT che verrà utilizzato per tutto il laboratorio;
2. dal programma selezionare “*Open file*” per aprire le immagini da studiare. Aprire una delle immagini relative alla calibrazione della camera (e quindi con un tempo di presa dell'immagine più elevato);
3. individuare le costellazioni e le stelle note;
4. utilizzando il puntatore, puntare su una stella e appuntare su un foglio la misurazione relativa all'intensità luminosa;
5. con l'aiuto di Wikipedia cercare il valore di magnitudine della stella che si sta studiando e appuntarlo;
6. ripetere questo procedimento per una o più stelle note individuabili nell'immagine;
7. confrontare i valori di intensità luminosa con le magnitudini date da Wikipedia e verificare il corretto funzionamento del programma APT (aiutarsi anche con la lettura del paragrafo “Passaggio da intensità a magnitudine”).

#### Calibrazione:

Conclusa la prima parte del laboratorio si può creare una curva di calibrazione per riuscire a “tradurre” il valore di magnitudine strumentale letto sul programma in un valore di magnitudine apparente reale. Utilizzando diverse stelle note si crea una tabella in cui si inseriscono i valori di magnitudine (come la tabella seguente in esempio).

Stella	Intensità	Magnitudine strumentale (nell'intervallo di tempo)	Magnitudine strumentale ridotta a 1s	Magnitudine reale
Sirio	L	$= -2.5 \cdot \log_{10}(L)$	$= -2.5 \cdot \log_{10}(L / \text{tempo di esposizione})$	= valore da wikipedia

Una volta che si è costruita la tabella con diverse stelle, lo step successivo è fare il grafico ponendo sulle  $y$  i valori di magnitudine reale e sulle  $x$  i valori di magnitudine ridotta. A questo punto si ottiene facilmente, tramite la funzione di “*linea di tendenza*”, l’equazione della retta di calibrazione e si può tradurre il valore di magnitudine del bolide letto sul programma in un valore reale. Questo è importante perchè per il bolide, a differenza delle stelle note, non si hanno a priori i valori reali della magnitudine.

### Seconda parte:

1. Aprire ora un’immagine relativa ad un evento reale;
2. individuare il bolide nell’immagine e a appuntare in una tabella Excel (simile a quella della pagina seguente) i valori di intensità luminosa, coordinata  $x$  e coordinata  $y$ ;
3. ripetere questo procedimento per tutte le immagini dell’evento;
4. costruire un grafico “*Intensità luminosa-numero dell’immagine*” per studiare l’andamento dell’intensità luminosa con il passare del tempo (curva di luce) e un grafico “*Coordinata  $y$ -coordinata  $x$* ” per studiare la posizione del bolide.

### Domande:

- Confrontando i valori di intensità luminosa ricavati dal programma e quelli di magnitudine dati da Wikipedia, possiamo concludere che il programma è attendibile nel fornire valori di intensità luminosa?
- Qual’è la differenza tra l’immagine utilizzata per la calibrazione e quella relativa al passaggio di un bolide?
- Quali sono le caratteristiche della curva di luce ottenuta con le immagini relative al passaggio di un bolide? L’andamento è regolare? Perchè?

## TABELLA DEI DATI

Fare una tabella per la raccolta dati simile alla seguente utilizzando Excel per facilitare la successiva costruzione della curva di luce. I dati possono essere facilmente letti sull'interfaccia del programma una volta individuato l'oggetto da studiare.

Numero	Intensità	Coordinata X	Coordinata Y