

## 15. Pianificazione della campagna di misura

Come per i rilievi topografici di tipo tradizionale, anche per i rilievi con tecnologia GPS, l'accurata **programmazione** preliminare (*planning*) delle sessioni di misura è di fondamentale importanza per ottenere le precisioni richieste e la massima produttività dal rilievo. Con particolare cura dovrà poi essere programmato il rilievo quando deve essere sviluppato in zone con una significativa presenza di ostacoli, per evitare di perdere il segnale dei satelliti durante le sessioni di misura. Naturalmente si dovranno considerare, in questa fase, tutte le *caratteristiche* e le *esigenze* specifiche del sistema GPS.

Rispetto alle tradizionali metodologie di rilievo, sono semplificate le operazioni di individuazione dei punti da rilevare, in quanto in ambito GPS non è richiesta la reciproca **visibilità** tra di essi, come sono del tutto ininfluenti le **condizioni atmosferiche**.

Per contro occorrerà valutare e programmare con molta attenzione alcuni elementi, che non trovano alcun riscontro nei rilievi tradizionali. Tra queste ultime segnaliamo:

- la *configurazione geometrica dei satelliti*;
- *gli ostacoli che possono oscurare il segnale satellitare*.

La dotazione dei ricevitori GPS comprende anche alcuni **programmi** la cui funzione è proprio quella di permettere, con alcune schermate molto intuitive, una semplice e rapida programmazione ottimale dei tempi di esecuzione delle sessioni di misura.

### ■ Configurazione geometrica dei satelliti

Più volte, in precedenza, si è segnalata l'importanza che hanno il **numero** dei satelliti che partecipano alla sessione di misura e la loro **configurazione geometrica** (*dislocazione* in cielo), al momento delle osservazioni, al fine di ottenere buone precisioni dal rilievo.

Nel paragrafo 7 abbiamo visto come sono definiti gli indici DOP che misurano la *diminuzione* (diluizione) di *precisione* in funzione, appunto, della configurazione geometrica dei satelliti.

Quanto **più è piccolo** il valore dell'indice **DOP** utilizzato, tanto minore sarà il decremento della precisione, dunque più accurate saranno le misure; in ogni caso esso non dovrebbe mai superare il valore 7 (valori compresi tra 2 e 4 sono giudicati buoni).

I programmi, di solito forniti col ricevitore, e un **almanacco** aggiornato dei satelliti (facilmente reperibile in Internet), permettono di conoscere in un certo **momento** (data e ora) e per una certa **località** (definita dalle *coordinate geografiche*, anche grossolane):

- il *numero di satelliti* registrabili;
- il nome dei satelliti e loro elevazione;
- il corrispondente valore DOP desiderato.

Le relative informazioni sono fornite sotto forma di **tabulati numerici**, oppure, più sinteticamente, con una serie di **diagrammi** indispensabili nella buona pianificazione delle sessioni di misura.

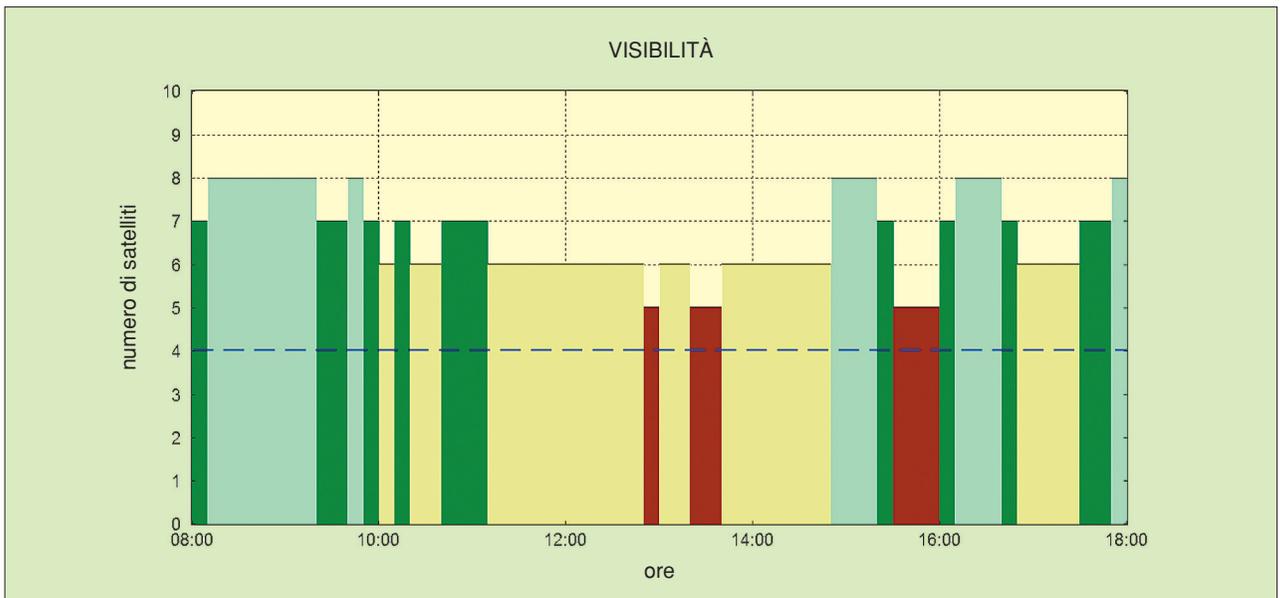
Per esempio i due diagrammi complementari delle ► **FIGURE 1 e 2**, relativi a un certo *luogo*, a una certa *data* e a un *periodo di osservazione* di 10 ore (dalle ore 8



#### FAQ

► **Per quale ragione è opportuno pianificare le sessioni di misura in relazione alla data e all'ora del rilievo?**

Perché solo in questo modo si può individuare un intervallo orario nel quale sia possibile la tracciabilità di un numero di satelliti in grado di realizzare indici DOP sufficientemente piccoli durante l'intera sessione di misura.



**FIGURA 1** La pianificazione del rilievo GPS. L'istogramma di visibilità dei satelliti permette di stabilire il numero di satelliti tracciabili in un certo intervallo di tempo (in un certo luogo). Nell'esempio, durante le 10 ore considerate sono sempre visibili più di 4 satelliti, in particolare nell'intervallo sufficientemente ampio 8:00-10:00 sono sempre visibili 7-8 satelliti, pertanto esso potrebbe rappresentare il momento migliore della giornata per eseguire il rilievo.

alle 18), forniscono per ogni momento di tale periodo il **numero di satelliti** registrabili e il loro **codice** identificativo.

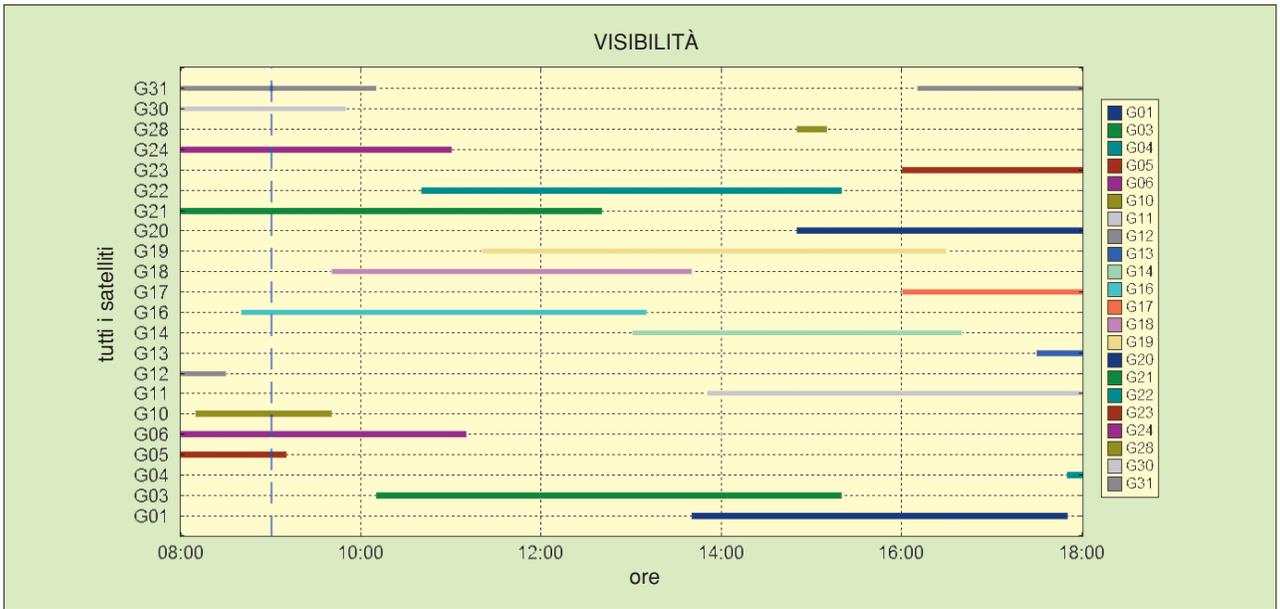
Il primo diagramma (► FIGURA 1) è un **istogramma a barre verticali** che, per ogni ora riportata sull'asse orizzontale, sono proporzionali al **numero di satelliti** osservabili. Nell'esempio di ► FIGURA 1 si osserva che questo numero è sempre superiore a 4, ma che nell'intervallo, discretamente ampio, compreso tra le ore 8:00 e le ore 10:00, sono sempre presenti 6, 7 o 8 satelliti, rendendo questo intervallo molto conveniente per eseguire la sessione di misura.

Il secondo diagramma (► FIGURA 2) è complementare al primo e, a mezzo di linee spesse (colorate in modo diverso per ogni satellite) collocate su righe orizzontali (una riga per ogni satellite) mette in evidenza, sempre nello stesso periodo, non solo il **numero dei satelliti** tracciabili in un determinato periodo, ma anche il loro **codice** identificativo e la **durata** della relativa «visibilità».

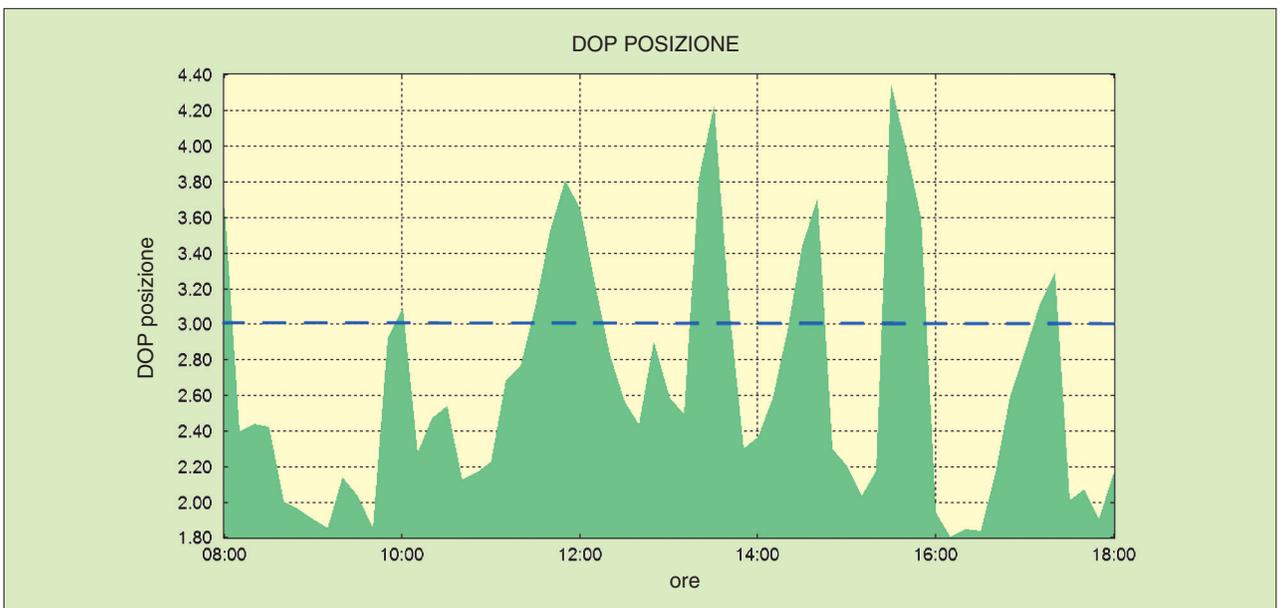
Un ulteriore diagramma molto importante è quello che riporta per ogni istante del periodo considerato, i valori degli **indici DOP**. In ► FIGURA 3 è mostrato il grafico del valore del PDOP (ma sono visualizzabili anche i grafici degli altri indici DOP, separatamente o con qualsiasi combinazione). Come sappiamo i valori degli indici DOP non devono mai superare il valore 7, tuttavia conviene mantenersi in orari che presentino valori compresi tra 2 e 4, pertanto occorrerà programmare le sessioni di misura in periodi, sufficientemente ampi, nei quali il DOP presenta i valori desiderati. Nell'esempio di ► FIGURA 3, ipotizzando un valore PDOP minore o uguale a 3 (ma è possibile selezionare qualsiasi altro indice), si osserva la convenienza dell'ampio intervallo compreso tra le 8:10 e le 11:30 (trascurando il brevissimo periodo attorno alle ore 10:00).

## ■ Gli ostacoli che possono oscurare il segnale satellitare

Molto importante, in particolare nei rilievi con modalità *cinematiche*, è l'**elevazione** sull'orizzonte dei satelliti. Questa grandezza è definita come l'**angolo** formato dalla direzione antenna-satellite con il piano orizzontale (► FIGURA 4). Naturalmente l'elevazione di un certo satellite è legata alla sua traiettoria e perciò varia istan-



**FIGURA 2** La pianificazione del rilievo GPS. Il *diagramma di visibilità* dei satelliti permette di stabilire, non solo il numero di satelliti tracciabili in una certa ora, ma anche il loro codice. Nell'esempio, alle ore 9:00 (linea tratteggiata grigia) sono visibili 8 satelliti con codice G05, G06, G10, G16, G21, G24, G30, G31.

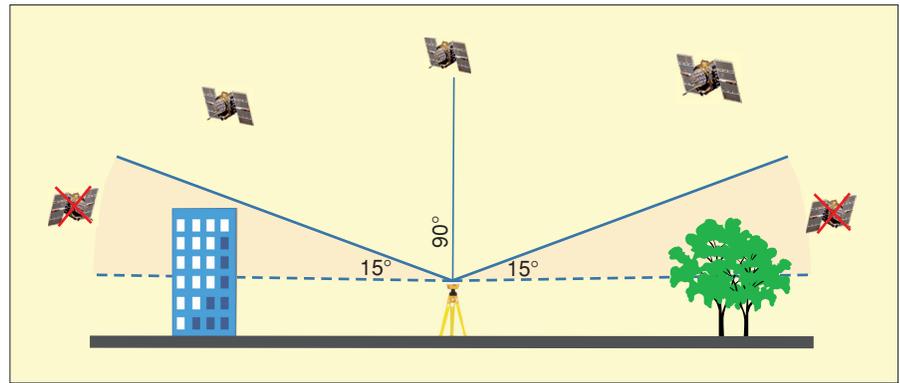


**FIGURA 3** La pianificazione del rilievo GPS. Il *diagramma dei valori DOP* nell'arco temporale selezionato. Nell'esempio, se si ritiene opportuno operare con un valore PDOP minore o uguale a 3, sono disponibili nella giornata numerosi intervalli, il più lungo dei quali è compreso tra le 8:10 e le 11:30 (trascurando il periodo di pochissimi minuti verso le 10:00).

te per istante da valori iniziali piccoli (**alba** del satellite) per poi aumentare fino a raggiungere, in un certo momento, un valore massimo (comunque non superiore a  $90^\circ$ ), per poi diminuire tornando a valori piccoli (**tramonto** del satellite).

Quando i satelliti sono bassi sull'orizzonte la loro posizione diventa precaria perché il loro segnale è facilmente oscurabile da **ostacoli** presenti in prossimità del ricevitore. È consigliabile, pertanto, non utilizzare satelliti la cui elevazione sia inferiore di  $15^\circ$  (meglio se  $20^\circ$ ). Questo valore viene definito **cut off**.

**FIGURA 4** In fase di pianificazione non viene fatto affidamento sui satelliti con una elevazione inferiore a un determinato valore limite, in genere compreso tra 15° e 20°, denominato *cut off*. In effetti essi potrebbero facilmente essere oscurati da ostacoli presenti sul terreno.



La **FIGURA 5** riporta il *diagramma delle elevazioni* dei singoli satelliti, nel periodo considerato negli esempi precedenti; si noter  che le tracce delle elevazioni dei satelliti non vengono riportate sotto quello che   ritenuto il valore limite di 15°.

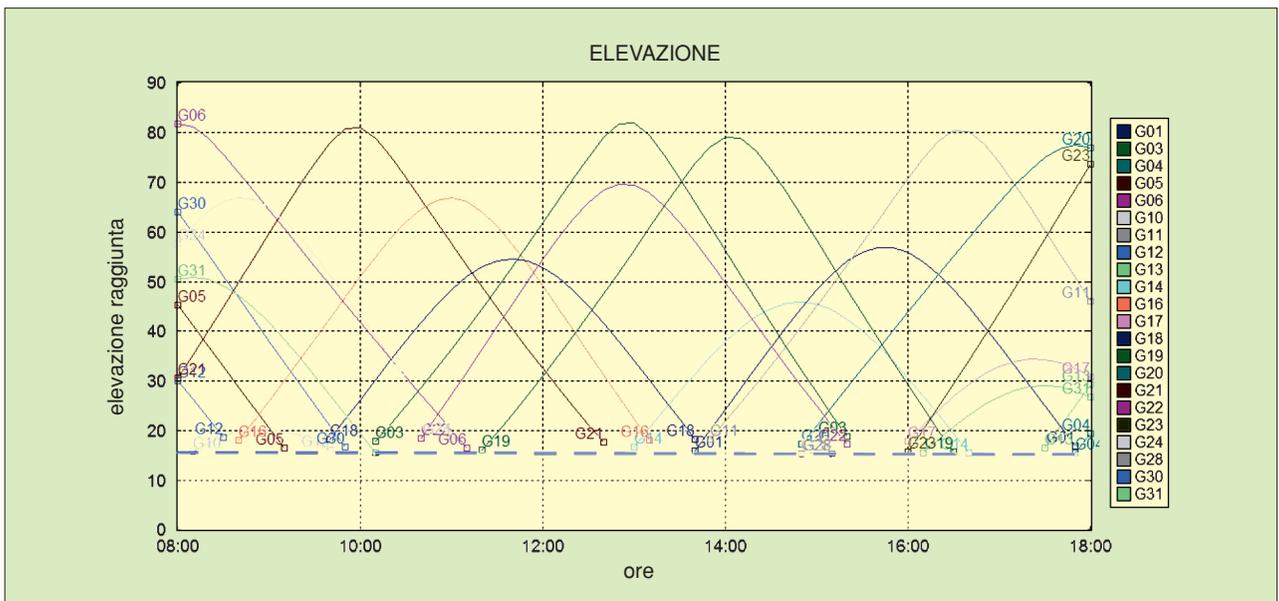
Gli oggetti che possono costituire ostacolo alla ricezione del segnale satellitare sono in genere *alberi ed edifici*. In effetti, per esempio, la presenza di un edificio di 10 m di altezza, per garantire una buona registrazione dei satelliti, impone lo stazionamento del ricevitore (a circa 1,50 da terra) a circa 30 m dall'edificio [ $(10 - 1,5) \cdot \cotg 15^\circ \cong 32 \text{ m}$ ].

Quando le esigenze del rilievo non permettono il collocamento dei ricevitori a debita distanza dagli ostacoli,   necessario programmare la sessione di misura in tempi nei quali i satelliti sono nella parte alta della volta celeste, quindi non ostruiti dagli stessi ostacoli.

**FAQ**

► **Cosa   il cut off?**

  l'angolo di elevazione limite (rispetto all'orizzonte) al di sotto del quale i satelliti non vengono tracciati. Di solito tale valore viene imposto a 15°-20°.



**FIGURA 5** La pianificazione del rilievo GPS. Il *diagramma delle elevazioni* permette di valutare la parabola di elevazione dei satelliti (pi    alta, meglio  ). Dalla pianificazione vengono *esclusi* i satelliti con elevazione inferiore a 15° (*cut off*).