

# Risparmio satellitare

La NASA vuole disporre dei satelliti geostazionari in modo che da ogni punto della superficie terrestre ne sia visibile almeno uno: qual è il numero minimo di satelliti che la NASA dovrà lanciare?

Scuola secondaria di I grado – I.C. di Beinasco (TO)

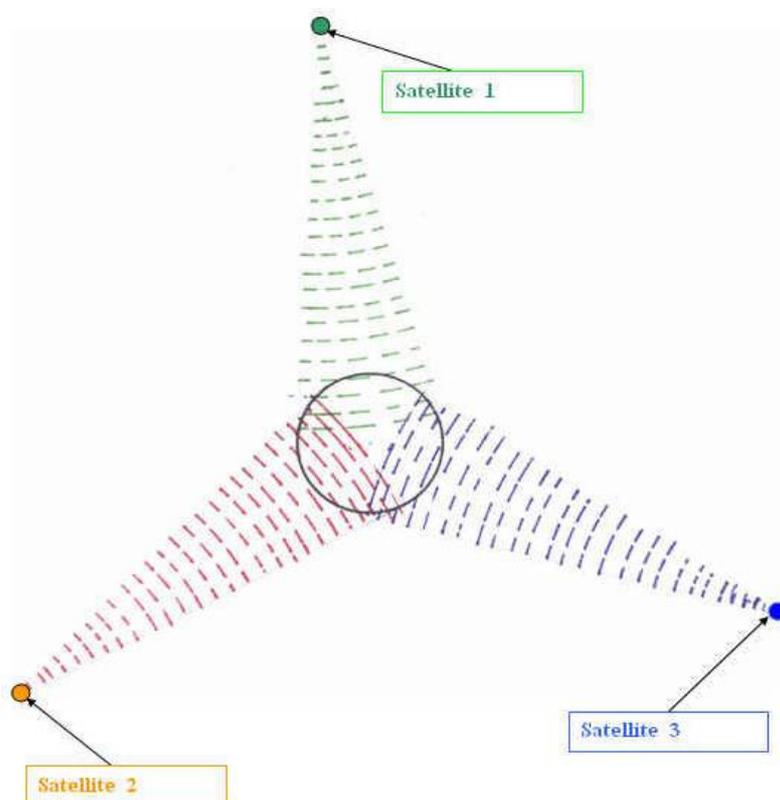
Classi: II E e III D

Insegnanti di riferimento: prof.ssa Barbara Prastaro, prof.ssa Maria Concetta Sordano

Ricercatore: dott. Valerio Bioglio

Partecipanti: Santiago Agostino, Aurora Aiello, Francesca Andreassi, Omar Andrisani, Federica Ballario, Arianna Barbanera, Fabio Barbatano, Gioele Belcastro, Jasmine Bellovino, Elisa Benevento, Era Beyko Sevrani, Alessandro Birriolo, Alessandro Bloise, Sophia Buelvas, Luca Calaon, Fabio Carbone, Edoardo Cucinotta, Emanuele Cugis, Sara Curcio, Giusy D'Auria, Martina De Bortoli, Eric Gallosti, Massimiliano Imperore, Daniela Iulianello, Fabrizio Lande, Paolo Luchena, Rahissa Mampasi, Alessandro Miglietti, Daniele Noto, Enrico Palazzo, Chantal Pavera, Chiara Peretto, Angelo Piovan, Giulia Pitti, Emanuele Rampulla, Denis Salvador, Christian Sciuto, Denyse Tondo, Marika Tricinella, Paloma Tropea, Alessio Vallifuoco, Riccardo Vaudagnotto, Melanie Zanini

Dopo aver analizzato il testo del problema e aver individuato i termini specifici (come geostazionario, ossia che per un osservatore a Terra sarà come se il satellite fosse fermo sopra di lui), abbiamo iniziato a ragionare su un modello bidimensionale costituito da un cerchio e dalle sezioni di coni tangenti alla circonferenza che rappresentano le zone di visibilità della circonferenza dal satellite: in tal modo abbiamo



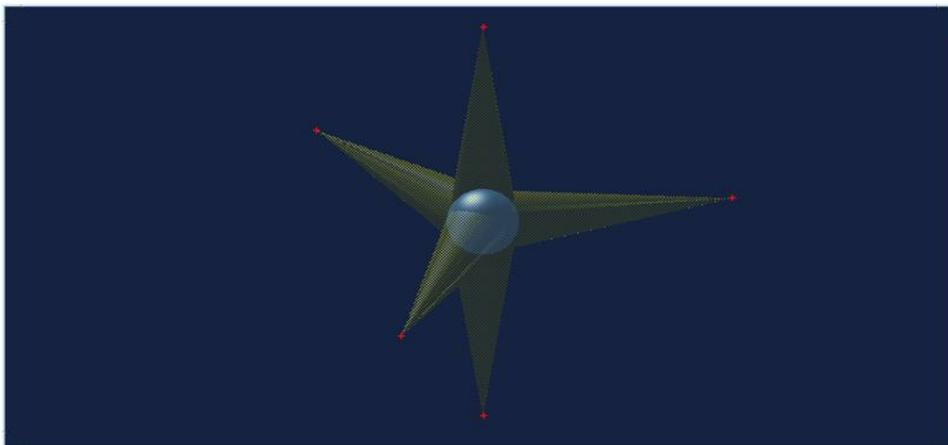
visto che tre satelliti erano sufficienti per coprire tutta la circonferenza.

Passando al modello tridimensionale, abbiamo spostato il nostro punto di osservazione immaginando di essere nella posizione del satellite e di vedere il nostro pianeta con un fascio di luce di forma conica (per intenderci, quello creato da una torcia) tangente alla superficie terrestre. L'idea di posizionare un solo satellite era ovviamente da scartare, perché avrebbe al massimo illuminato la superficie di un solo emisfero terrestre. Aggiungendo un secondo satellite in posizione diametralmente opposta, la superficie terrestre sarebbe stata interamente coperta solo se avessimo potuto posizionare i satelliti all'infinito, perché in tal caso i coni formati dai fasci di azione dei satelliti sarebbero diventati dei cilindri, ma ovviamente questa soluzione non sarebbe stata realizzabile per la NASA.

Posizionando tre satelliti ai vertici di un triangolo circoscritto alla circonferenza equatoriale, siamo giunti (anche grazie alla realizzazione di un modello concreto) alla conclusione che almeno i poli sarebbero rimasti esclusi dall'azione dei satelliti.

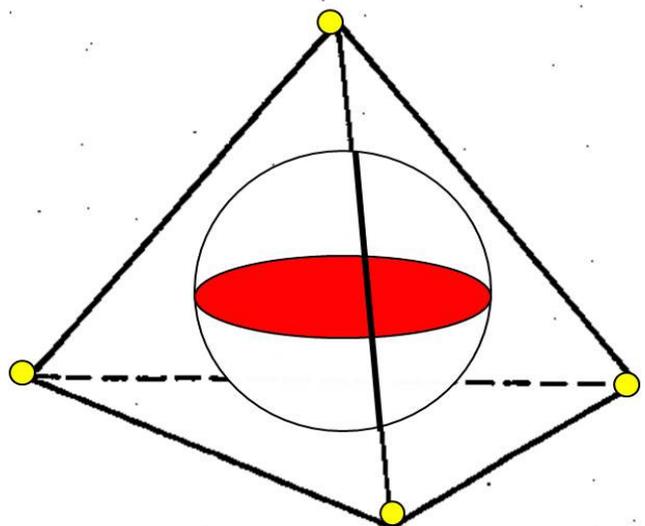
Se, invece, immaginiamo di inscrivere la Terra in un cubo e di posizionare un satellite in ogni suo vertice, utilizzandone quindi otto, tutta la superficie terrestre verrebbe coperta; ma se i satelliti fossero inseriti al centro di ogni faccia del cubo ne basterebbero solo sei. Poiché il nostro problema richiedeva il numero minimo di satelliti, avendo già scartato le soluzioni con uno, due e tre satelliti, era necessario stabilire con certezza se fossero sufficienti cinque o addirittura quattro satelliti.

Se posizioniamo tre satelliti ai vertici di un triangolo sul piano dell'equatore e due satelliti sull'asse di rotazione terrestre ad una distanza dal centro della Terra maggiore del raggio terrestre, i coni di luce



usciti dai satelliti e tangenti alla superficie illuminerebbero ogni punto del pianeta.

Cinque satelliti ci sono sembrati la soluzione corretta, almeno fino a che non abbiamo pensato di spostare verso il basso, ad una distanza dal centro della Terra maggiore del raggio, il triangolo posto sul piano dell'equatore. In questo modo il satellite posizionato in corrispondenza del polo sud non sarebbe più stato necessario e la Terra sarebbe stata inscritta in un



tetraedro, ossia un solido con quattro facce triangolari e quattro vertici nei quali posizionare i satelliti.

Per chiarire meglio le idee è nata l'idea di costruire dei modelli tridimensionali, in cui sostituire i satelliti con delle lampadine e approssimare la Terra ad una sfera: la prima difficoltà è stata l'aderenza al modello reale, di cui era necessario conservare le proporzioni. Da alcune ricerche abbiamo scoperto inoltre che i satelliti geostazionari devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie terrestre di 35.790 Km; risultava necessario, quindi, verificare che la distanza tra il vertice del tetraedro e la superficie della Terra risultasse minore della distanza a cui devono stare i satelliti geostazionari, altrimenti la nostra soluzione geometricamente valida non sarebbe stata utilizzabile per la NASA.

Per costruire il modellino, siamo partiti dal raggio della pallina che rappresentava il nostro pianeta e, conoscendo il raggio terrestre e la distanza a cui doveva essere posizionato il satellite geostazionario, abbiamo calcolato con una proporzione la distanza di un vertice del tetraedro dalla superficie della pallina.

Fino qui tutto abbastanza semplice... ma ora si trattava di passare dal modello concreto alla situazione reale. La distanza tra i vertici del tetraedro e la superficie della Terra può essere calcolata come differenza tra il raggio della sfera circoscritta al tetraedro e il raggio della sfera inscritta (ossia la Terra) al tetraedro, utilizzando formule opportune. Sapendo che il raggio equatoriale della Terra è 6.378,388 km, abbiamo quindi calcolato lo spigolo del tetraedro circoscritto (ottenendo il valore 31.247,591 Km) e successivamente il raggio della sfera circoscritta al tetraedro, che, risulta pari a 19.135,163 km; calcolando la differenza tra quest'ultima e il raggio terrestre si ottiene, quindi, un valore minore della distanza a cui devono stare i satelliti geostazionari. Con una proporzione si potrebbe allora calcolare lo spigolo del tetraedro in modo che la distanza di ogni suo vertice dalla superficie terrestre sia uguale a 35.790 km, ossia i satelliti risultino geostazionari e al tempo stesso la Terra sia completamente contenuta nel tetraedro.

I calcoli sembrano quindi rafforzare l'ipotesi che siano sufficienti quattro satelliti, anche se forse la nostra soluzione geometrica, per essere accettata dalla NASA, dovrebbe tenere conto di fattori fisici ben più complessi su cui non ci siamo soffermati.