

Tramonti sul mare, riflessi dalla palla dorata sulla cupola di s. Pietro

Costantino Sigismondi *prof.sigismondi@icra.it*
(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)

Submitted March 8th 2021, accepted March 24th

Abstract The golden ball over the dome of St. Peter's in the Vatican reflects the Sun until its disappearing behind the geometrical horizon of the Thyrrhenian sea. The timing of the events proves with the ephemerides that the light comes from the depressed horizon at 137 m above sea level.

Sommario La palla dorata sopra la cupola di S. Pietro riflette la luce del Sole fino al tramonto sull'orizzonte del mare, come si prova col confronto tra istanti di sparizione ed effemeridi, inclusa la depressione dell'orizzonte.

Keywords: Geometrical Optics, Ephemerides, Sunset, Horizon, Timing.

Introduzione: la palla dorata sopra il Cupolone

Già a Firenze sul Duomo la palla in rame dorato fu sistemata da Andrea del Verrocchio, e, secoli dopo, nel 1822 fu dotata di un parafulmine. Pure sulla cupola michelangiolesca, completata sotto Sisto V nel 1590, oggi c'è un parafulmine. Al telescopio sono visibili i tiranti della croce che la sormonta, e il riflesso dell'oro è evidente dalle fotografie e all'occhio.



Fig. 1 La palla alle 14:33 del 23 marzo 2021 e alle 18:18 del 17.

Timing del tramonto riflesso dalla palla del Cupolone

La doratura della palla sopra la cupola consente di proteggerla meglio dagli agenti atmosferici e restituisce una buona riflettanza, circa il 65% per una superficie non levigata con precisione ottica. Questa condizione consente di osservare il tramonto fino all'ultimo guizzo di luce sull'orizzonte marino. Osservazioni al cannocchiale fatte dal colonnato il 2/9/2020 mi hanno mostrato che l'istante di sparizione 19:40:46 era ben percepibile. Il lembo del Sole in quel momento era -26' sotto l'orizzonte geometrico (orizzontale topografica), la depressione geometrica in minuti d'arco è $d=\sqrt{h[m]}=\sqrt{137}\sim 12'$, quindi rimarrebbe una rifrazione atmosferica di $R=26'-12'=14'$ troppo piccola. Generalmente dalla Lega Navale $h=11.7$ m, troviamo il lembo superiore del Sole 42' sotto l'orizzontale, che con depressione $d=3.4'$, dà una rifrazione netta $R=38.6'$. A 137 m di quota ci aspettiamo una rifrazione totale lungo la linea di vista superiore di $\sim 30'$, anche se questa è molto variabile con le condizioni meteo di pressione lungo la visuale.



Fig. 2 Fotogrammi ripresi esattamente da Nord il 23 mar 2021. La sparizione del 23/3/21 è avvenuta alle 18:26:04, col lembo superiore 37' sotto l'orizzontale (in assenza di atmosfera, calcolato con Stellarium 0.20.2 per il Vaticano). La rifrazione R vale circa $37'-12'=25'$, anche qui inferiore di circa 15'.

La posizione del riflesso del Sole nella figura 2 è proprio quella che si ottiene dalla geometria dello specchio sferico. Le riprese sono a Nord sul meridiano della Cupola, e il Sole è a Ovest.

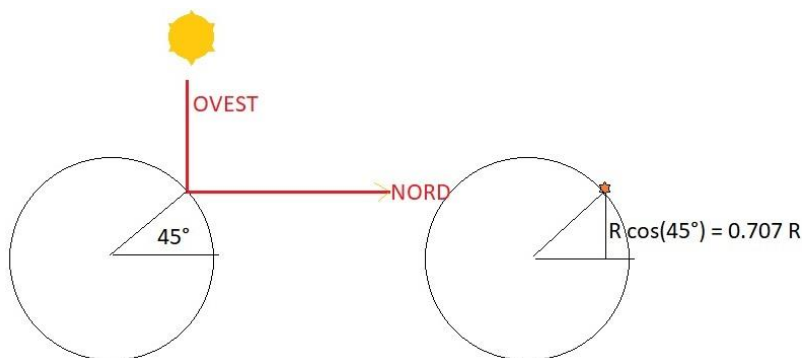


Fig. 3 Riflesso del Sole a Ovest, visto esattamente da Nord.

Ancora il 23 nov 2020 alle 16:44:24 si poteva distinguere il momento della sparizione della luce riflessa dal Sole sulla palla dorata; con $d=12'$ e altezza del lembo superiore del Sole senza l'atmosfera $h=45'$, risulta una rifrazione $R=33'$, anche qui $10'$ inferiore al valore atteso.

Geometria dell'orizzonte Ovest dalla cupola di s. Pietro

La distanza lineare tra il cupolone e il mare è di 24 km.

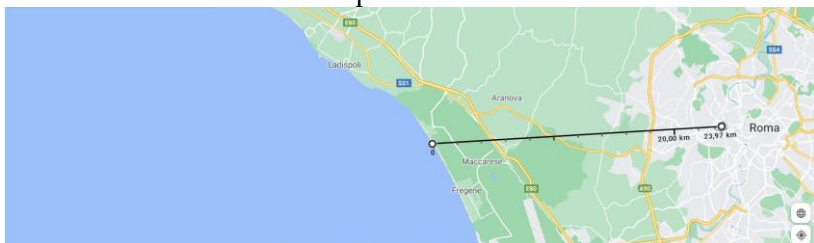


Fig. 4 La visuale a Ovest è a 24 km dal mare, a Maccarese.

La distanza tra il punto di vista e l'orizzonte geometrico **per la terra sferica** è $\sqrt{2Rh}=41.8$ km con $R=6378$ km e $h=0.137$ km.

Dunque il punto estremo all'orizzonte è 17.8 km dalla riva, e sarebbe visibile da $h=0.0248$ km (risolvendo $\sqrt{2Rx}=17.8$), cioè con $h=24.8$ metri sulla riva. Ciò significa che un ostacolo alto 25 metri sulla riva del mare (albero, edificio...) può ostacolare la visuale dalla palla dorata del Cupolone di s. Pietro. L'altezza limite di questo ostacolo crescere spostandoci nell'entroterra.

Riflettanza dell'oro: dato sperimentale della palla dorata

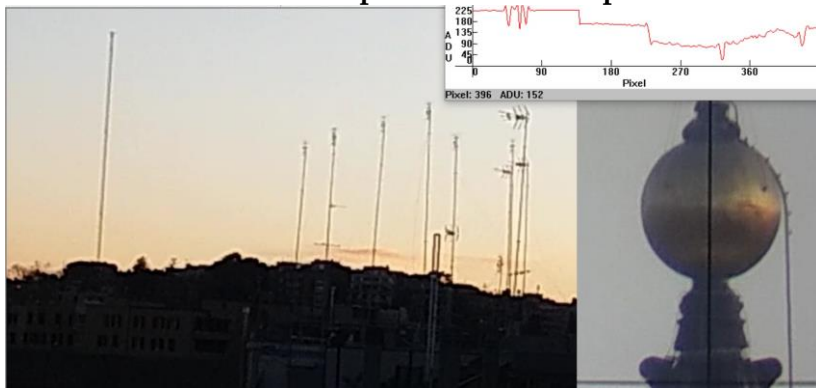


Fig. 5 Analisi con IRIS del cielo e del suo riflesso sulla palla.

La fotometria è stata fatta comparando due fotogrammi con la stessa esposizione ISO e EV, uno della palla e l'altro del cielo da questa riflesso. L'intensità del massimo del riflesso è 152 unità di conteggio, rispetto a 226 del cielo. La riflettanza della superficie dorata è dunque attorno al 67%, inferiore al valore di una superficie d'oro perfettamente liscia (87%) e omogenea.

Conclusioni è abbastanza improbabile trovare edifici molto alti vicini al mare nel litorale laziale, a eccezione dei tre grattacieli di Torvaianica alti 12 piani, ci sono dei rilievi di alcuni metri, come si può percepire lungo la via Cristoforo Colombo verso Ostia. Quindi la linea di vista col mare dalla cupola di s. Pietro è presumibilmente libera. La rifrazione Gaussiana, che alza lievemente la visuale tra due oggetti alla stessa quota, non dovrebbe originare i 10' che mancano all'appello includendo rifrazione media e depressione, forse è foschia, e mancano osservazioni simultanee dal mare.

La rappresentazione del Cielo tramite la riflessione sulla superficie dorata è icastica, indica che la croce sommitale è la *Salus Mundi*, la salvezza del Mondo, il Cosmo tolemaico.

Referenze J.M. Bennet, E.J. Ashley, *Applied Optics* 4, [221](#) (1965)