

Misura delle posizioni di corpi minori del sistema solare

Autori: Adami Thomas, Baiardi Arianna, Baldi Simone, Cavalloro Gabriele, Chen Alessandro, Giambirtone Davide Maria, Kettmajer Martin, Litterini Sarah, Lunelli Filippo, Maglione Anna, Malacarne Nicola, Marinolli Giulia, Pegoretti Marta, Salerno Rudà, Segalla Martina, Tonina Ivan, Villani Elisa.

Liceo Scientifico "L. da Vinci" – Trento

ABSTRACT

Tramite l'analisi di immagini ottenute mediante il telescopio dell'Osservatorio Astronomico del Celado sono state misurate le posizioni di 5 asteroidi per contribuire alla definizione delle loro orbite.

Gli asteroidi studiati sono: 2022 CQ1, 2022 CX6, 2021 OX, 2021 VR27, 2022 AU3.

I risultati sono poi stati inviati al [Minor Planet Center](https://www.minorplanetcenter.org/), il centro internazionale che raccoglie le osservazioni astrometriche relative ai corpi minori, provenienti dagli osservatori di tutto il mondo.

1. Introduzione

Gli asteroidi vengono classificati con la sigla **NEA (Near-Earth-Asteroids)** se la distanza del perielio rispetto alla Terra è inferiore a 1,3 AU.

I NEA sono divisi in quattro gruppi (Atira, Aten, Apollo e Amor) in base alla distanza dal Sole del loro perielio (q) e dell'afelio (Q) e ai loro semiassi maggiori (a).

A seguire una tabella con le principali caratteristiche dei quattro gruppi NEA:

Tipologia	Semiasse maggiore (AU)	Perielio (AU)	Afelio (AU)
Atira	$a < 1$		$Q < 0,983$
Aten	$a < 1$		$Q > 0,983$
Apollo	$a > 1$	$q < 1,017$	
Amor	$a > 1$	$1,017 < q < 1,3$	

Vengono classificati come **PHA** gli **asteroidi potenzialmente pericolosi** e sono definiti in base a due parametri. Il primo parametro misura la probabilità dell'asteroide di avvicinarsi minacciosamente alla Terra, mentre il secondo parametro è legato al diametro dell'asteroide. Un asteroide è considerato potenzialmente pericoloso quando la distanza minima tra la sua orbita e quella terrestre ($MOID$) è pari o inferiore a 0,05 AU e quando ha una magnitudine assoluta (H) pari o inferiore a 22,0. Gli asteroidi con magnitudine assoluta pari a 22,0 e albedo di circa 14%, solitamente hanno diametro di circa 140 m.

2. Strumentazione utilizzata

L'Osservatorio del Celado (Codice Minor Planet Center K51) è dotato di un **telescopio riflettore** in configurazione newtoniana. Il diametro dello specchio principale è di 800 mm e la lunghezza focale è di 3200 mm. Il telescopio possiede 6 posizioni focali che permettono di utilizzare diversi strumenti.

Tra questi troviamo una **camera CCD SBIG ST10** con sensore KAF 3200 XME, che permette di scattare immagini del cielo con risoluzione di 2180 x 1472 pixel.

3. Procedure di analisi delle immagini

Le misure di posizione degli asteroidi sono state ottenute analizzando immagini il cui tempo di posa variava da 20 s a 60 s (si veda la Tabella 1). Per ridurre il rumore è stata utilizzata la tecnica dello **stacking**, realizzata tramite il software Astrometrica, di gruppi composti da 4 fino a 15 immagini dello stesso soggetto. Le immagini vengono allineate con una piccola traslazione l'una rispetto all'altra in funzione della velocità dell'asteroide e del tempo trascorso tra uno scatto e l'altro. In questo modo le posizioni del corpo celeste da studiare si sovrappongono ed esso appare puntiforme, mentre le stelle risultano in posizioni leggermente sfalsate, formando una striscia luminosa (si veda la Figura 1: stacking di tre gruppi di immagini che mostrano il moto dell'asteroide 2022 CQ1.). I conteggi relativi ad ogni pixel delle diverse immagini, proporzionali alla luminosità, vengono sommati dal programma rendendo più luminoso e quindi più visibile l'asteroide e allo stesso tempo uniformando e quindi rendendo meno evidente il rumore di fondo, che è per sua natura casuale e diverso in ogni posa. Per ogni asteroide sono stati realizzati tre diversi stacking. Vista la bassa luminosità dei corpi da studiare, per agevolarne l'identificazione è stata utilizzata la tecnica del **blinking**: il programma Astrometrica mostra in sequenza le tre immagini ottenute tramite stacking.

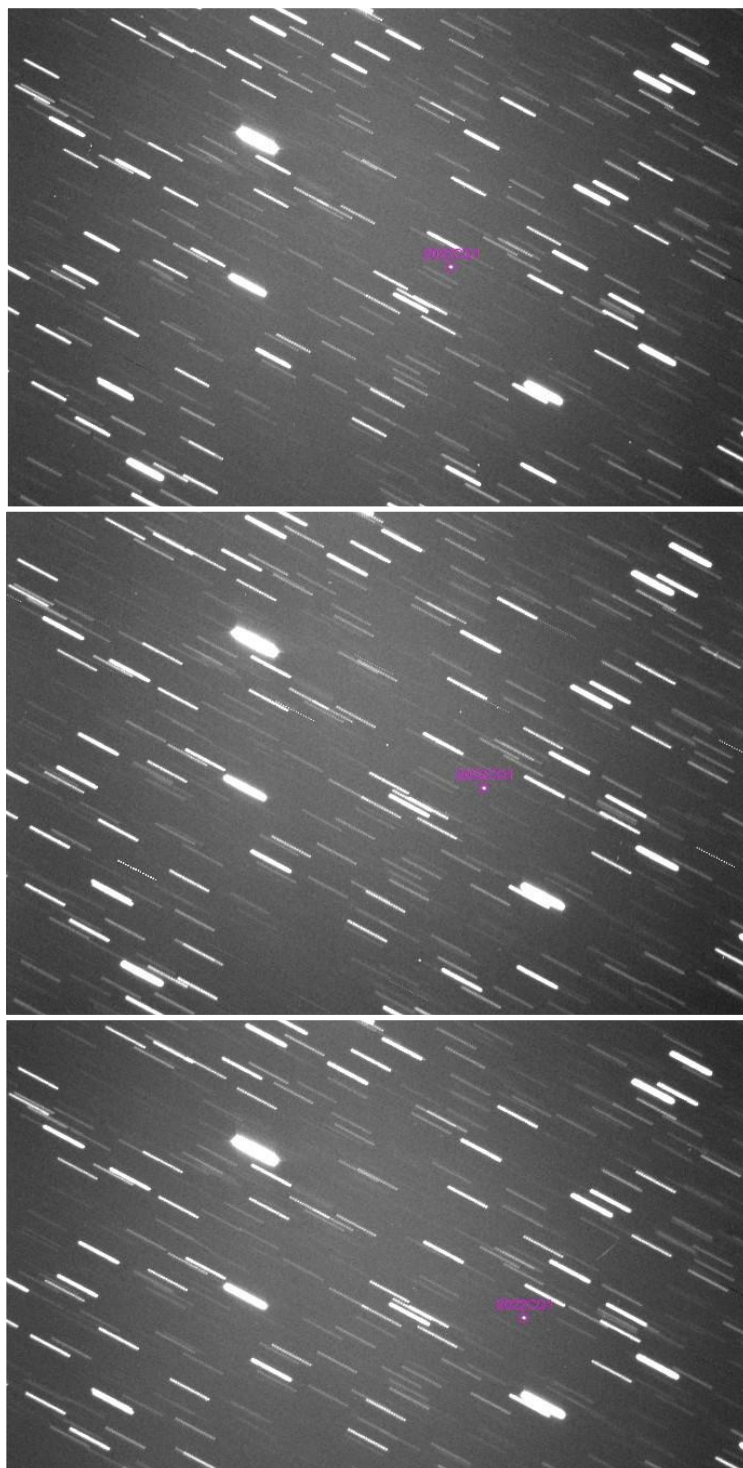


Figura 1: stacking di tre gruppi di immagini che mostrano il moto dell'asteroide 2022 CQ1.

Poiché esse ritraggono la posizione dell'asteroide in istanti diversi, esso apparirà muoversi rispetto allo sfondo.

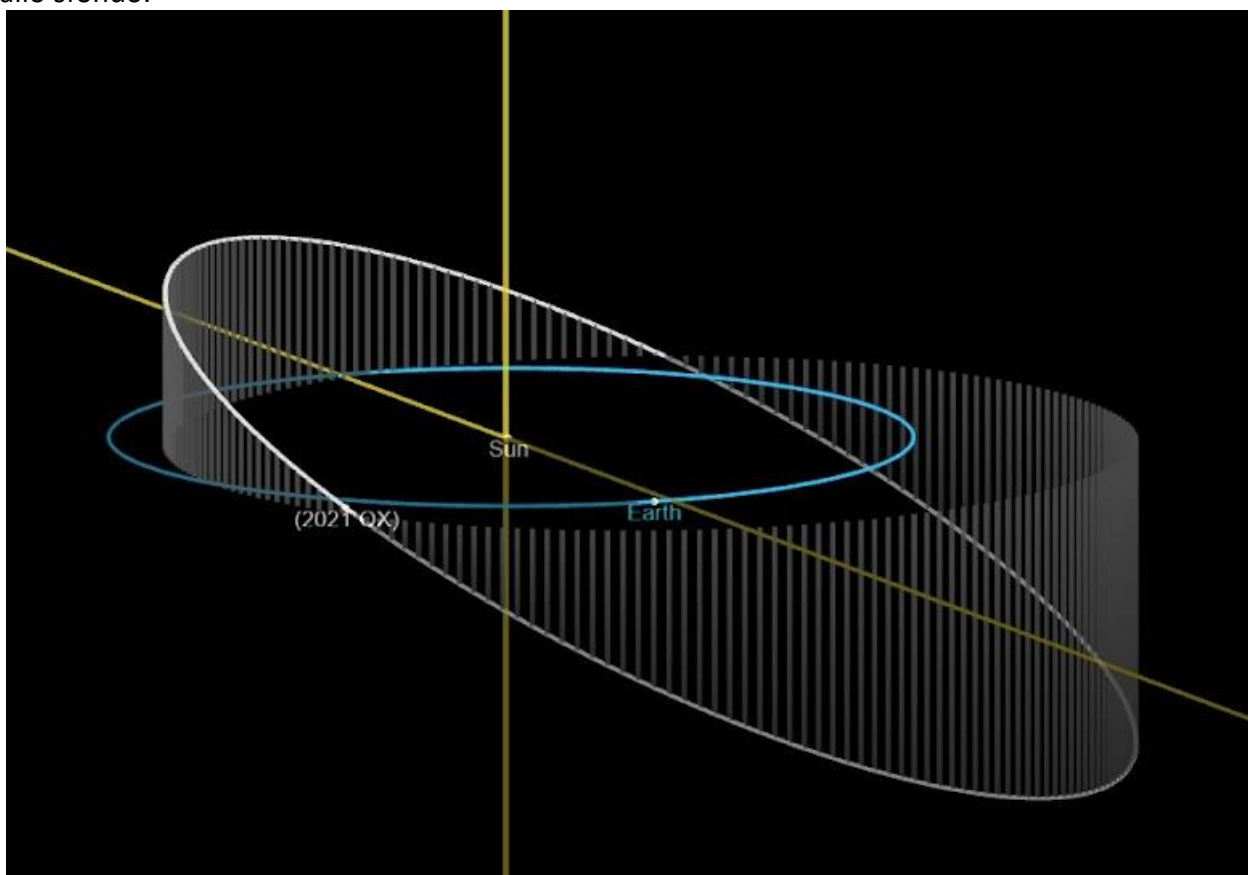


Figura 2: orbita dell'asteroide 2021 OX confrontata con quella della Terra (immagine creata con Orbit Viewer).

Una volta identificato l'oggetto, il programma Astrometrica è in grado di estrapolare la sua posizione in ognuna delle immagini ottenute tramite stacking, fornendo come output l'ascensione retta e la declinazione. L'istante di tempo universale associato a tali coordinate è quello medio tra gli istanti in cui sono state ottenute le immagini di partenza.

4. Oggetti studiati

ASTEROIDE	DATA IMMAGINI	NUMERO IMMAGINI	TEMPO DI POSA (S)	TIPO DI ASTEROIDE	NUMERO OSSERVAZIONI DI ALTRI OSSERVATORI
2022 CQ1	2022-02-23	45	20	Aten (PHA)	146
2022 AU3	2022-02-02	15	60	Amor	270
2022 CX6	2022-02-23	15	60	Amor	81 (notare che è stato osservato da solo 12 osservatori in tutto il mondo)
2021 OX	2022-02-02	15	25	Apollo	184
2021 VR27	2022-02-02	20	27	Amor (PHA)	542

Tabella 1: dettaglio delle osservazioni.

Il numero di osservazioni è aggiornato al 11/03/2022 (sono escluse le nostre 3 osservazioni).

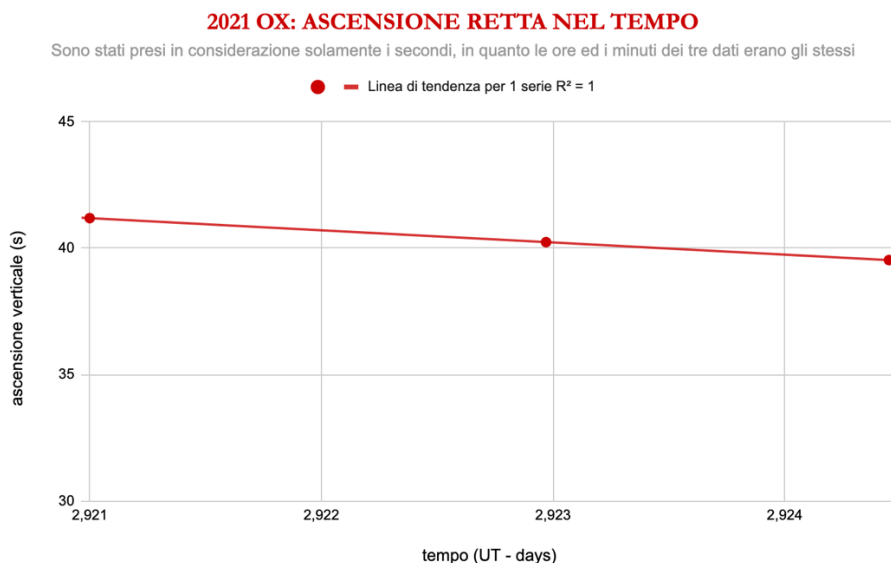
5. Risultati

Per ogni asteroide sono state ottenute tre misure di coordinate, una per ogni stacking.

Sigla Asteroide	Data (U.T.)	RA (h, m, s)	DE (° ' ")
2022 CQ1	02 23.91138	06 18 51.45	+58 34 11.9
	02 23.91544	06 18 45.77	+58 33 46.6
	02 23.91963	06 18 39.92	+58 33 20.6
2022 AU3	02 02.93155	08 57 52.94	+16 37 16.8
	02 02.93522	08 57 53.49	+16 37 25.0
	02 02.93888	08 57 54.05	+16 37 33.6
2022 CX6	02 23.92987	10 09 59.44	+01 10 43.3
	02 23.93353	10 09 59.96	+01 10 56.3
	02 23.93720	10 10 00.49	+01 11 08.5
2021 OX	02 02.92100	09 09 41.19	+30 21 40.6
	02 02.92297	09 09 40.24	+30 21 23.8
	02 02.92445	09 09 39.53	+30 21 11.4
2021 VR27	02 02.88512	05 04 10.98	+21 39 35.1
	02 02.88635	05 04 11.72	+21 39 40.3
	02 02.88758	05 04 12.46	+21 39 45.5

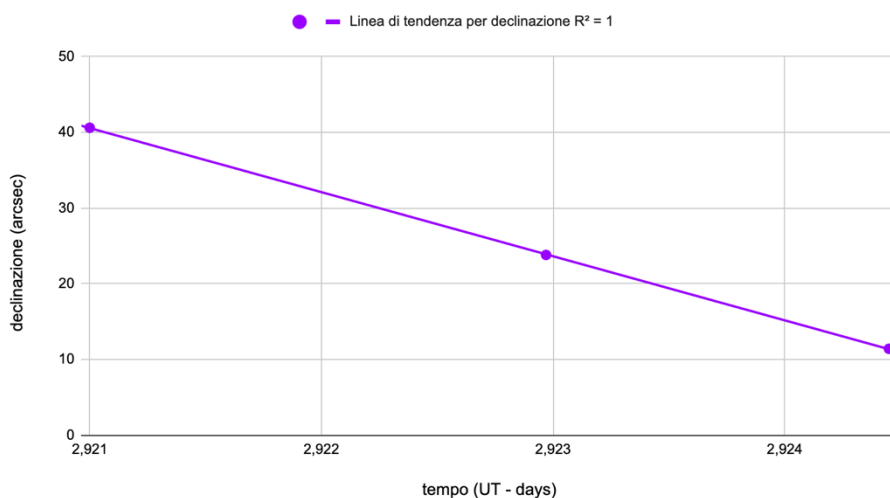
Tabella 2: misure astrometriche ottenute.

L'attendibilità delle misure ottenute è stata verificata tramite un foglio di calcolo: ci si aspetta infatti che sia l'ascensione retta che la declinazione dell'asteroide siano linearmente dipendenti dal tempo. A titolo di esempio, si riportano di seguito i grafici relativi al moto dell'asteroide 2021 OX.



2021 OX: DECLINAZIONE NEL TEMPO

Sono stati presi in considerazione solamente i secondi, in quanto i gradi ed i minuti dei tre dati erano gli stessi



6. Conclusioni

Le nostre misure sono state accettate e pubblicate sulla [Minor Planet Electronic Circular 2022-F12: DAILY ORBIT UPDATE](#) del 21 marzo 2022 nella sezione “New Observations”.

BIBLIOGRAFIA

- Database del Minor Planet Center: https://www.minorplanetcenter.net/db_search
- Database corpi minori nella Priority List del NEODyS o del MPC:
<https://newton.spacedys.com/neodys>
<https://www.minorplanetcenter.net/cgi-bin/neaobs.cgi>
- Database comete: <https://www.aerith.net/comet/weekly/current.html>
- Per generare le effemeridi per determinare gli orari in cui i corpi erano osservabili
<https://www.minorplanetcenter.net/iau/MPEph/MPEph.html>
- Software Astrometrica: <http://www.astrometrica.at/>
- Orbit Viewer: https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/orbit_viewer.html
- Center For Neo Earth Object Studies: https://cneos.jpl.nasa.gov/about/neo_groups.html

RINGRAZIAMENTI

Il modulo “Giovani Ricercatori in Astronomia” rientra nel progetto PON FSE “Sapere per saper essere” codice 10.2.2A-FSE PON-TR-2021-28. Si ringrazia la Dirigente Scolastica dott.ssa Tiziana Rossi, la prof.ssa Cristina Bonmassar, la dott.ssa Daniela Foti e lo staff della segreteria amministrativa, in particolare la dott.ssa Mara Ventimiglia.

Ringraziamo l’Unione Astrofili Tesino e Valsugana, i tecnici di laboratorio di informatica (Samuel Bortolotti, Giustina Lapertosa, Paola Mengarda, Mario Vincenzo) e di fisica (Cristina Battistata, Emiliano Decarli, Fabrizio Lenzi) del Liceo Scientifico Da Vinci di Trento per il loro supporto, il professor Paolo Caresia e la professoressa Marina Campestrin per averci guidati in questo percorso.