



Asteroidi PHA

(di Leonardo Malentacchi)

Indice

1. Definizione di PHA.....	2
1.1. Definizione di MOID	3
2. Stima dei PHA	3
2.1. Stima dedotta dal progetto SDSS	4
2.2. Stima dedotta dal progetto ISO	4
3. Rischio effettivo dei PHA	4
3.1. Avvicinamento dei PHA.....	5
4. Alcuni PHA.....	5
5. Bibliografia e info. documento	6



1. Definizione di PHA

Tutti i corpi del sistema solare, comete o asteroidi, che, sulla base dei parametri orbitali attuali, presentano traiettorie estremamente vicine a quelle della terra sono denominati NEO (Near Earth Object). Un sottoinsieme di questi oggetti è chiamato PHO (Potentially Hazardous Object, corpi potenzialmente pericolosi). Si considerano PHO tutti gli asteroidi che si avvicinano a meno di 0,05 U.A. (Unità Astronomiche $\approx 149.597.870$ Km, distanza media Terra-Sole), corrispondenti a circa 7,5 milioni di Km dall'orbita terrestre, circa 20 volte la distanza della Terra-Luna. Nel modello in scala in cui la Terra è una palla da tennis, il PHO si avvicinerebbe a circa 38 metri. In genere si parla non tanto di PHO ma di PHA (Potentially Hazardous Asteroids, asteroidi potenzialmente pericolosi), che costituiscono a loro volta un altro sottoinsieme, ovvero sono i soli asteroidi. E' vero che in pratica sono la stragrande maggioranza, ma tutte le considerazioni che si traggono per i PHA valgono anche per tutti i PHO, e quindi la differenza è solo nella natura originaria del corpo celeste. Che un corpo celeste sia un PHO ed in particolare PHA, non è detto che si debba considerare pericoloso, un bullone che si avvicina troppo e impatta con la terra non costituisce alcuna preoccupazione. Il grado di pericolo di un avvicinamento dipende così da due fattori:

1. Distanza minima
2. Massa

Difatti per trasmettere al pubblico in modo efficace la rispondenza della minaccia, ai vari corpi viene assegnato in base ai due parametri, un valore in una scala denominata "Torino". (vedere dispensa presente nello stesso sito). Quindi per rendere ragione della dimensione si può incontrare anche la seguente definizione dei PHAs: [5-8] Oggetto che ha un MOID inferiore a 0,05 UA e magnitudine assoluta H (quella che avrebbe se fosse posto a una distanza di 1 UA sia dal Sole che dalla Terra) minore di 22. Così apprendiamo che la soglia di sensibilità della nostra preoccupazione inizia con corpi che siano grandi almeno di 150 metri. ($H = 22.0$ con albedo del 13%). Ma aver legato una grandezza ad una magnitudine comporta che a seconda dell'albedo [9] compreso tra i 0,25 e 0,05 un corpo celeste può variare di dimensione tra 110 e 240 metri. Questo dimostra che la definizione difetta di precisione, a parità di densità un corpo di 100 metri ha sicuramente una massa di circa 10 volte più bassa rispetto ad uno di 240 metri, considerando un impatto sulla terra c'è la sua differenza. Ad evitare calcoli, da non esperto, occorre una definizione più chiara, ovvero si dovrebbe definire una massa tipo a una determinata velocità con impatto radiale. Conoscendo la densità e la velocità media degli oggetti potenziali si potrebbe definire un diametro medio. Comunque, dato che, durante la mia ricerca tale definizione non l'ho trovata, ci può consolare che per nostra fortuna non basta che un corpo si avvicini alla Terra, l'attrazione gravitazionale riesce a catturare i corpi solo se questi passano a circa 0,0115 UA (1,72 Milioni di Km), 4,5 volte la distanza terra-Luna, e la cui velocità relativa fra i due corpi non sia troppo elevata. Pertanto un PHA può per lungo tempo ignorare la Terra, ovvero compiere molte rivoluzioni, prima di diventare una vera e propria minaccia. Dato che l'evento è raro si può trovare anche una definizione dei PHA in termini statistici: come i corpi che presentano una probabilità di impatto superiore alla media. Infatti molti PHA non rappresentano attualmente un pericolo per la Terra, ma devono essere tenuti sotto controllo, perché le loro orbite potrebbero essere alterate dal passaggio radente con altri oggetti simili o deviati dall'interazione con i pianeti più grandi. Le stesse considerazioni valgono anche per gli oggetti NEO i quali statisticamente potrebbero deviare dalla loro orbita e diventare pericolosi su tempi che vanno sui milioni di anni. Per paragone i PHA rappresenterebbero quei corpi che si avvicinano maggiormente al nostro pianeta nei prossimi 100 anni. Solo una piccola frazione di PHA, in realtà poi viene considerata veramente pericolosa. Fra tutte le definizioni, comunque sia,



possiamo considerare i PHA tutti quei corpi che potenzialmente sono pericolosi da creare danni alla salute dell'uomo a breve periodo.

1.1. Definizione di MOID

[4-5] *MOID* è l'acronimo di *Minimum Orbit Intersection Distance*, distanza minima tra l'orbita di un asteroide e quella della Terra. Espressa solitamente in Unità Astronomiche (U.A.) è un parametro per una delle definizioni dei PHA. Il MOID rappresenta la differenza della distanza Terra-Sole e la distanza Corpo-Sole lungo la linea dei nodi dell'intersezione dei due piani orbitali istantanei. Difatti il piano dell'orbita di qualsiasi corpo celeste interseca il piano dell'orbita terrestre; lungo la linea di intersezione si individuano i due punti dell'orbita che si avvicinano maggiormente. Ma altre informazioni sul MOID ci dicono che la distanza presa in esame è solo quella longitudinale, vista dal Sole. Pertanto si può avere un MOID = 0 (sovrapposizione), chiamata "incrocio al nodo", ma a distanza radiale diversa, e quindi anche senza un vero e proprio incrocio. Pertanto un basso valore assoluto di MOID non necessariamente implica un passaggio ravvicinato. Il MOID comunque viene considerato un buon indicatore della possibile pericolosità di un qualsiasi corpo celeste. Inoltre è da tenere in considerazione che anche se l'incrocio al nodo è coincidente anche radialmente, la collisione avviene solo nel caso fortuito che pianeta e corpo passino per quel punto nello stesso istante. Il MOID non deve essere considerato come un parametro fisso ma varia con il tempo, dopo decine o centinaia di rivoluzioni, l'orbita di qualsiasi corpo può evolvere cambiando la distanza del perielio e dell'afelio. Nel sito del Lowell Observatory dell'Arizona [13] possiamo trovare una tabella del MOID di vari asteroidi.

2. Stima dei PHA

La catalogazione dei vari corpi in PHA è recente e dipende dal grado della tecnologia dell'osservazione che nel tempo è in costante miglioramento. Pertanto il loro numero è cresciuto solo in quest'ultimi anni e in dipendenza delle ultime survey (campagne di osservazione).

Al **2001** [1] la stima dei corpi PHA raggiungeva il numero di circa **250** oggetti. In questo periodo già si affermava che, salvo sorprese, gli oggetti più grandi di 10 Km siano già stati individuati e dai calcoli orbitali non dovremmo correre alcun rischio nei prossimi secoli. Inoltre essendo sottoposti a stretta sorveglianza, possiamo sapere in anticipo se uno di questi corpi, deviando dalla propria orbita usuale, si può avvicinare troppo pericolosamente alla terra.

Al **2002** [2] la stima sale a **458**

Al **20/02/2003** erano catalogati 2223 NEA, di cui **460** classificati come PHA.

Al **settembre 2003** [3] si ritiene che su 50.000 oggetti catalogati, qualche **migliaio** fanno parte dei PHA.

Su 800 NEA, circa il 30 % (250) rientrano nella categoria dei PHA.

Per chi è interessato a sapere il numero esatto di PHA, può consultare il sito del Minor Planet Center [6], il quale viene aggiornato continuamente.

Al **1/02/06** sarebbero catalogati ben **750** PHA.

Nello stesso sito si può scaricare tutto l'elenco con l'anno della scoperta, il nome, i parametri orbitali e altro.



Gli scienziati sono fiduciosi nell'aver individuato tutti i corpi con un diametro maggiore di 10 Km. Non si prevede nessuna collisione di questi con la Terra per i prossimi secoli. Ma non certo si dovrà stare tranquilli dato che potrebbero esserci 50.000 oggetti di diametro > 100 m. Essendo stati trovati appena un migliaio di PHA, la stragrande maggioranza sarebbe sconosciuta.

2.1. Stima dedotta dal progetto SDSS

In questi ultimi anni è stata portata avanti una survey, un progetto di osservazione di $\frac{1}{4}$ di cielo, tramite il progetto SDSS (Sloan Digital Sky Survey), atto a determinare la posizione e magnitudine di oltre 100 milioni di oggetti extragalattici. Con questa catalogazione si vuole identificare con precisione la distanza di più di 1 milione di galassie e quasar. Fra tutti gli oggetti osservati può capitare di rilevare oggetti che non siano del profondo cielo ma che appartengano al sistema solare. Ricercatori della Princeton University, analizzando i dati di solo una piccola porzione di cielo, hanno individuato 10.000 asteroidi > 1 Km, estrapolando il dato per tutto il cielo, hanno dedotto che nel sistema solare ci devono essere almeno 740.000 asteroidi abbastanza grandi da creare problemi alla civiltà della terra.

2.2. Stima dedotta dal progetto ISO

Utilizzando i dati del satellite europeo ISO per astronomia infrarossa, tra il 1996 e il 1997, è stato stimato che i corpi del sistema solare sono compresi fra il 1,1 e 1,9 milioni. Questi asteroidi sono concentrati in particolar modo nella fascia principale compresa fra Marte e Giove. Ma rifornendo continuamente la zona più interna del sistema solare, molti di questi in futuro potrebbero diventare NEA, ed ancora peggio modificare l'orbita a tal punto da avvicinarsi alla Terra e trasformarsi in PHA. Da questa analisi è stato indotto che gli attuali PHA, con dimensioni superiori a 1 Km, siano compresi tra 900 e 1200, dato che 750 sono stati scoperti, siamo a più di metà dell'opera di catalogazione.

3. Rischio effettivo dei PHA

Come abbiamo già detto i PHA non sono attualmente un pericolo per la terra, ma lo sono potenzialmente perché l'orbita può essere soggetta a variazione e in futuro incontrare la Terra. Dato che ad oggi, dai calcoli orbitali non risulta nessun corpo particolare che incroci la Terra, si preferisce lavorare in termini statistici. Secondo una ricerca della Princeton University, basandosi sulla survey del progetto SDSS, ha dedotto che la percentuale di rischio di impatto di un asteroide con la terra, delle dimensioni maggiori di 1 Km, entro il prossimo secolo è di 1 su 5000. Questa stima è identica a quella che è stata ricavata dal progetto ISO. Tutte le stime nascono dalla conoscenza della storia degli impatti che ha subito la Terra nel passato. In particolar modo si basano sul fatto che 65 milioni di anni fa un asteroide di 10 Km di diametro colpì la terra. Dato che non sono stati rilevati altri crateri della stessa dimensione e dello stesso periodo si ritiene che un simile evento abbia una probabilità di 1 ogni 100 Milioni di anni. Ovviamente scendendo di dimensione la probabilità incrementa e sulla stessa base si ritiene che per oggetti maggiori di 1 Km la frequenza salga a 1 evento ogni 100 o 300 mila anni. Partendo da questi due valori di frequenze medie di impatto potenziale come riferimento si calcolano le probabilità di impatto di asteroidi di taglia più piccola.



3.1. Avvicinamento dei PHA

Nel sito di Harvard [10] è presente un elenco aggiornato degli avvicinamenti previsti nei prossimi anni. Possiamo così apprendere che nelle previsioni future il 13 Aprile del 2029 avremo l'avvicinamento più pericoloso: l'asteroide Apophis (2004 MN4) passerà a meno di 35.000 Km. Nel sito della Nasa [12] vediamo che è uno dei pochi corpi celesti che ha una scala Torino equivalente ad 1. Questo evento sarà molto importante, perché la distanza è così ravvicinata che la gravità terrestre aumenterà l'incertezza della sua orbita, rendendo difficile la previsione se colliderà o meno con la terra. Mancando ancora circa 25 anni, vedremo se tali parametri orbitali si confermeranno o si modificheranno, se le varie interazioni con il resto del sistema solare possono provocare un'ulteriore incertezza, a tal punto che potenzialmente può centrare la terra come invece passare a distanze di sicurezza da non diventare un problema. Tali disquisizioni sono importanti per il fatto che la dimensione del corpo, con 320 metri, non è trascurabile: è in grado di provocare effetti distruttivi su un'ampia scala locale. Altro avvicinamento tra i più importanti, previsto più a breve termine (Novembre 2011) ma ad una distanza maggiore (a meno di 160 Mila Km) è da parte dell'asteroide 2005 YU55 che è inserito nella scala Torino nella classe 0 [12] e quindi da non creare troppe preoccupazioni. A breve termine l'incontro più ravvicinato è quello dovuto a 2004 XP14 che il prossimo 3 Luglio (2006) si avvicinerà a circa 400 Mila Km, da non creare alcun problema alla Terra, ma da diventare un corpo celeste interessante da osservare per gli astrofili.

4. Alcuni PHA

Dall'elenco di Harvard [6] il più vecchio PHA è l'asteroide Apollo (1932 HA) scoperto il 24 Aprile del 1932 da K.Reinmuth.



5. Bibliografia e info. documento

Revisione documento: **Rev. 01 del 14/02/2006**

Bibliografia:

- [1] **"Asteroids 2001: da Piazzì al terzo millennio"**
<http://www.astropa.unipa.it/Asteroids2001/pr2.html>
- [2] **"La minaccia degli asteroidi cattivi"**
http://www.scuola.com/astro_cattivi/insegnanti/cattivi.html
- [3] **"Gli asteroidi e la probabilità" ESA**
http://www.esa.int/esaCP/SEM1G50P4HD_Italy_0.html
- [4] <http://www.ccaf.it/gloss/m.html>
- [5] **"Asteoridi" di Federico Tosi - Associazione Reggiana di Astronomia (A.R.A.)**
- [6] **Lista di PHA**
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/Dangerous.html>
- [7] **"I corpi minori del sistema solare"** di *Agostino Galeati*
<http://www.racine.ra.it/planet/testi/corpiminori.htm>
- [8] **Nasa - Near Earth Object Program**
<http://neo.jpl.nasa.gov/neo/groups.html>
- [9] **Tabella di magnitudine assoluta**
<http://neo.jpl.nasa.gov/glossary/h.html>
- [10] **Tabella dei futuri incontri ravvicinati**
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/PHACloseApp.html>
- [11] **Apophis (MN4): Che fare?**
<http://www.nwo.it/apophis.html>
- [12] **Tabella Scala Torino e Palermo dei NEO**
http://neo.jpl.nasa.gov/risk/index_d.html
- [13] **Tabella del MOID**
http://www.lowell.edu/users/elgb/current_moid.html

Autore articolo: **Leonardo Malentacchi**

Revisore Scientifico: **Leonardo Malentacchi**