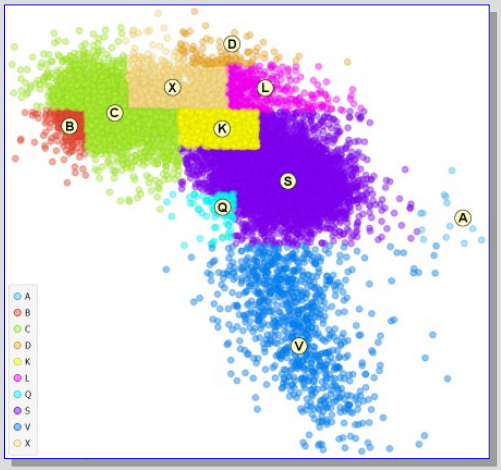
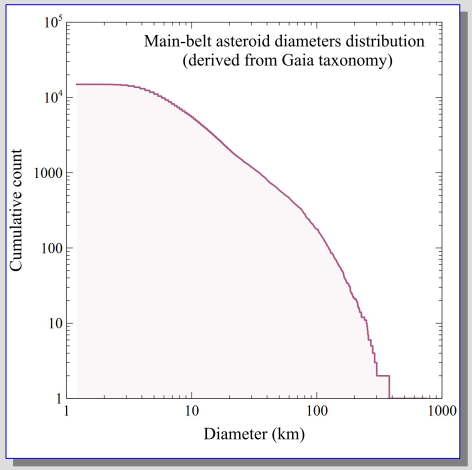
Tassonomia e diametri asteroidali
dagli spettri di riflettanza GAIA DR3

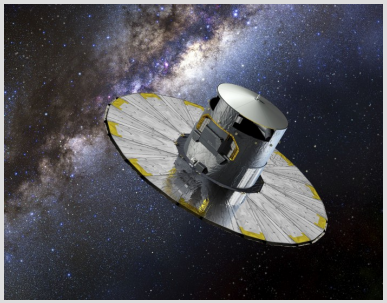




XII Meeting Corpi Minori UAI
Grosseto, 21-22 marzo 2026

Lorenzo Franco (lor_franco@libero.it)
(A81) Balzaretto Observatory, Rome
http://digilander.libero.it/A81_Observatory
https://www.facebook.com/a81balzarettobservatory

Premessa



I dati della missione ESA GAIA DR3 contengono sessanta mila spettri di riflettanza di altrettanti asteroidi.

Questi spettri rappresentano un' importante fonte dati, accessibile anche agli astrofili, ed utili per caratterizzare meglio gli asteroidi che si osservano.

ON THE GAIA DR3 REFLECTANCE SPECTRA

Lorenzo Franco
Balzaretto Observatory (A81), Rome, ITALY
lor_franco@libero.it

(Received: 2025 July 10 Revised: 2025 July 13)

For the community of observers in the Minor Planets Section and beyond, we present a study on the reflectance spectra contained in the ESA Gaia DR3 database. This data set has great potential for the amateur astronomer community, especially for the classification of asteroids

ASTEROID DIAMETERS FROM THE GAIA DR3 REFLECTANCE SPECTRA

Lorenzo Franco
Balzaretto Observatory (A81), Rome, ITALY
lor_franco@libero.it

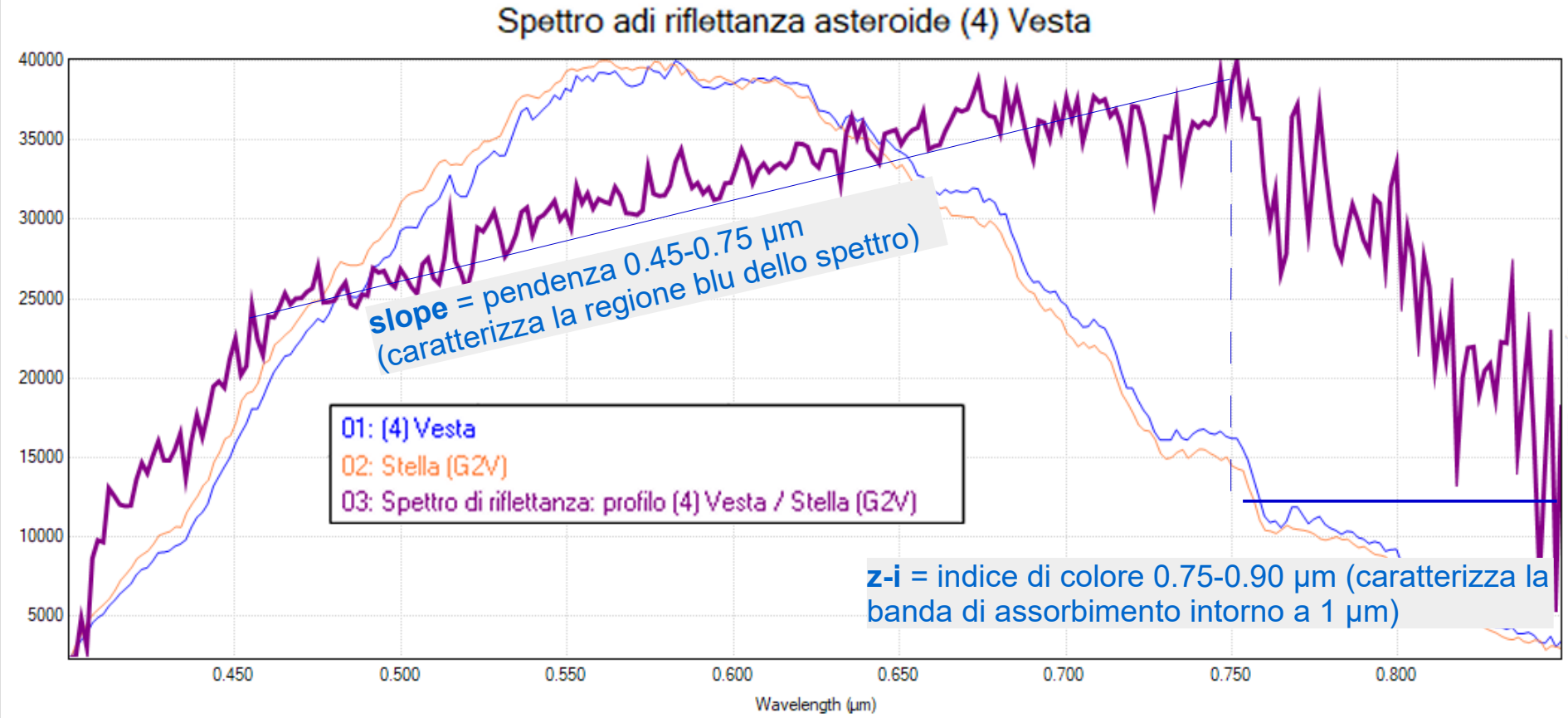
(Received: 2025 September 8)

We present a study on indirectly deriving the diameters of the asteroids previously subject to the taxonomic classification from the ESA Gaia DR3 reflectance spectra by the same author. The approach was to use data from the AKARI IRC all-sky survey, combined with the

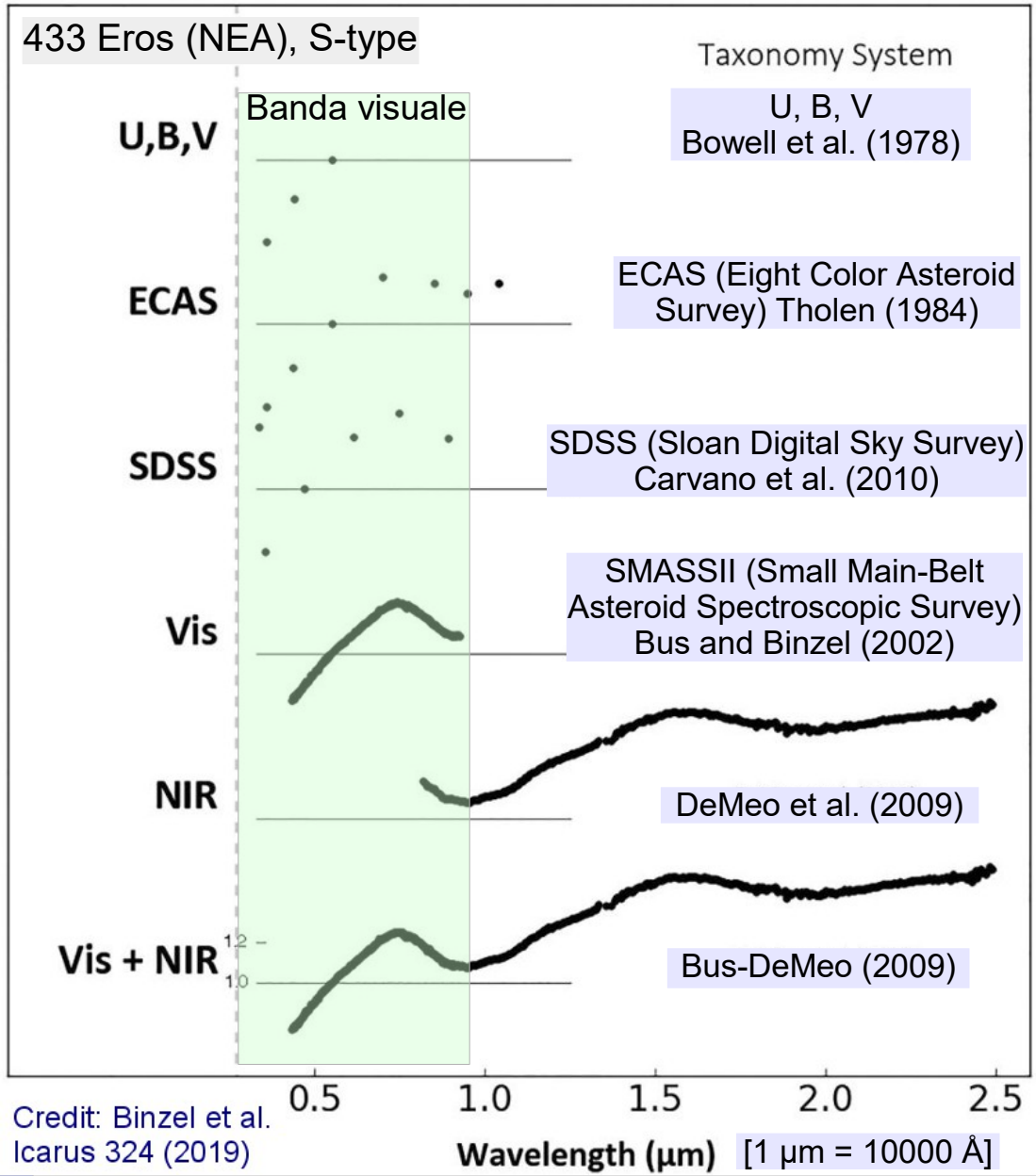
Questa relazione si prefigge di presentare i due studi pubblicati sul MPB a settembre e dicembre del 2025.

Cos'è lo spettro di riflettanza

Lo spettro di riflettanza rappresenta la frazione di luce riflessa, rispetto a quella incidente (solare), in funzione della lunghezza d'onda. Si ottiene dal rapporto del profilo spettrale dell'asteroide con quello di una stella di tipo solare (G2V). Lo spettro è caratterizzato dai parametri slope e z-i.



Storia: Classificazione Tassonomica (evoluzione)



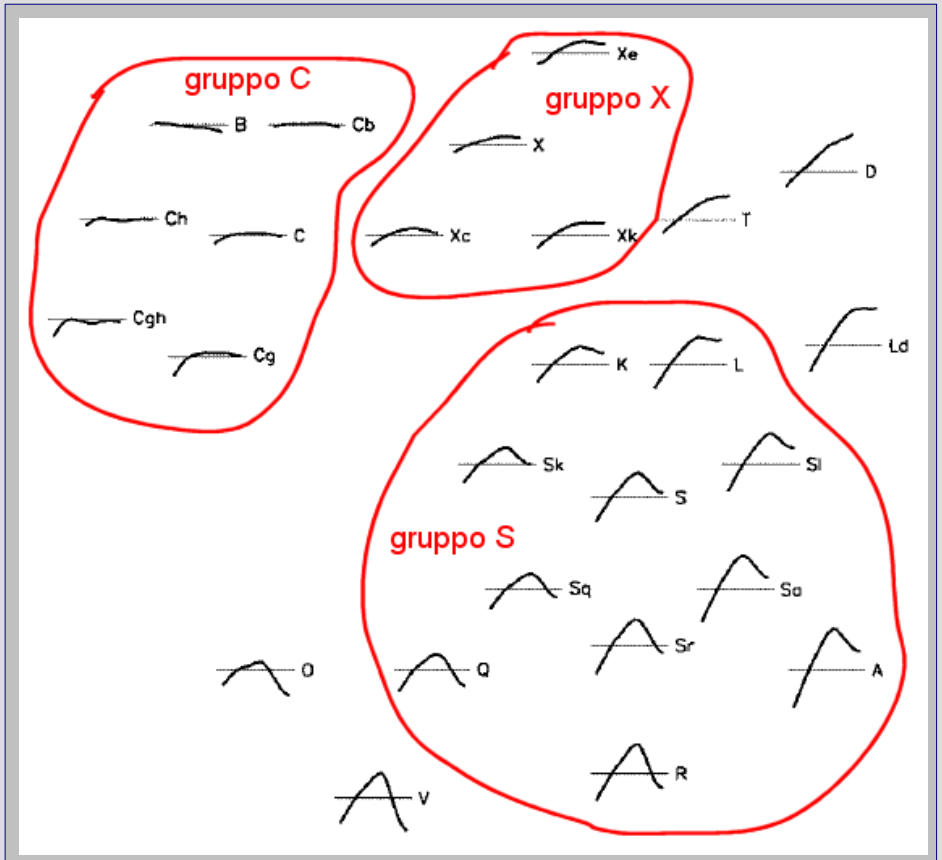
La luce riflessa dagli asteroidi mette in evidenza le caratteristiche proprie della loro superficie (composizione mineralogica).

*Dalla prima classificazione, fatta nel **1978** con i filtri fotometrici, si arriva alla più recente e dettagliata del **2009**, realizzata con spettri estesi all' infrarosso vicino (NIR).*

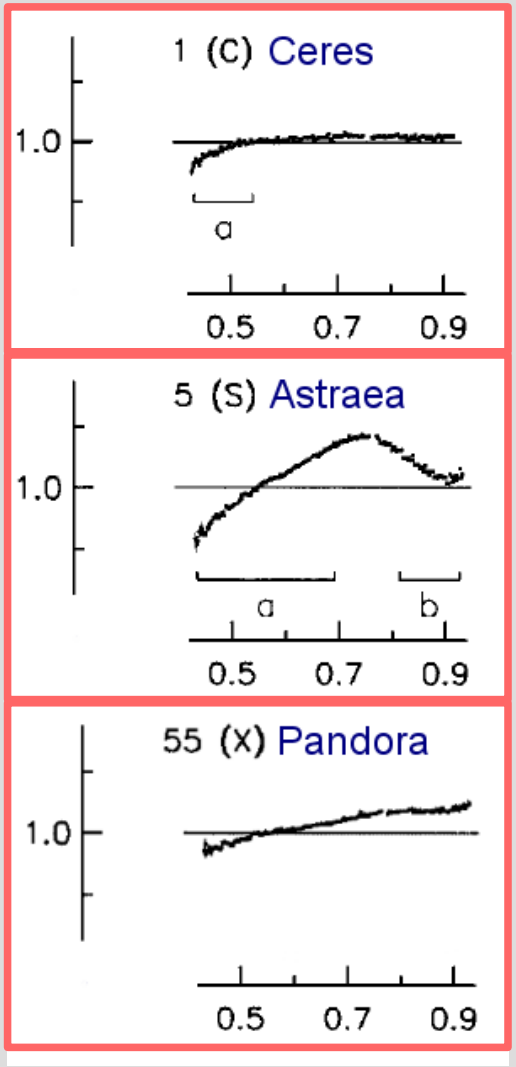
Le caratteristiche spettrali, quali: pendenza, avvallamenti e gobbe sono rappresentative della composizione mineralogica degli asteroidi e sono quindi utili per la loro classificazione tassonomica.

Storia: Tassonomia SMASSII (classi principali)

La tassonomia SMASSII, basata su spettri in banda visuale, raggruppa gli asteroidi in tre gruppi principali che condividono caratteristiche spettrali simili.



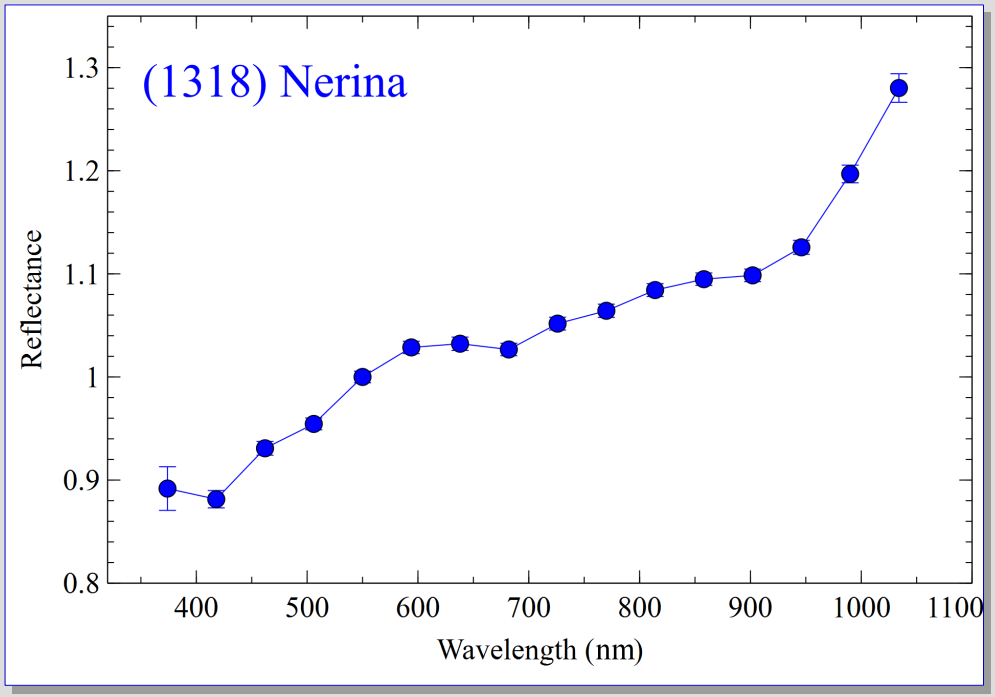
- ***gruppo C**: Carbonacei molto scuri*
- ***gruppo S**: Silicacei di medio albedo*
- ***gruppo X**: Metallici*



La missione Gaia - asteroidi

La missione Gaia, iniziata nel 2014, ha osservato 60.518 asteroidi per mezzo di due spettrografi a bassa risoluzione (slit-less) in grado di coprire la regione blu e rossa dello spettro. Per ogni asteroide la DR3 fornisce uno spettro di riflettanza, campionato in 16 bande da 374 a 1034 nm, con la media degli spettri raccolti in epoche diverse.

I dati sono scaricabili dal sito Gaia ESA Archive https://gea.esac.esa.int/archive/ per mezzo di query ADQL (Astronomical Data Query Language).



Strumenti usati: Scilab 6.11
(ambiente di scripting)

busdemeo_taxonomy_slope_search.sce (C:\Images\taxonomy\busdemeo_taxonomy_slope_search.sce) - SciNotes

File Edit Format Options Window Execute ?

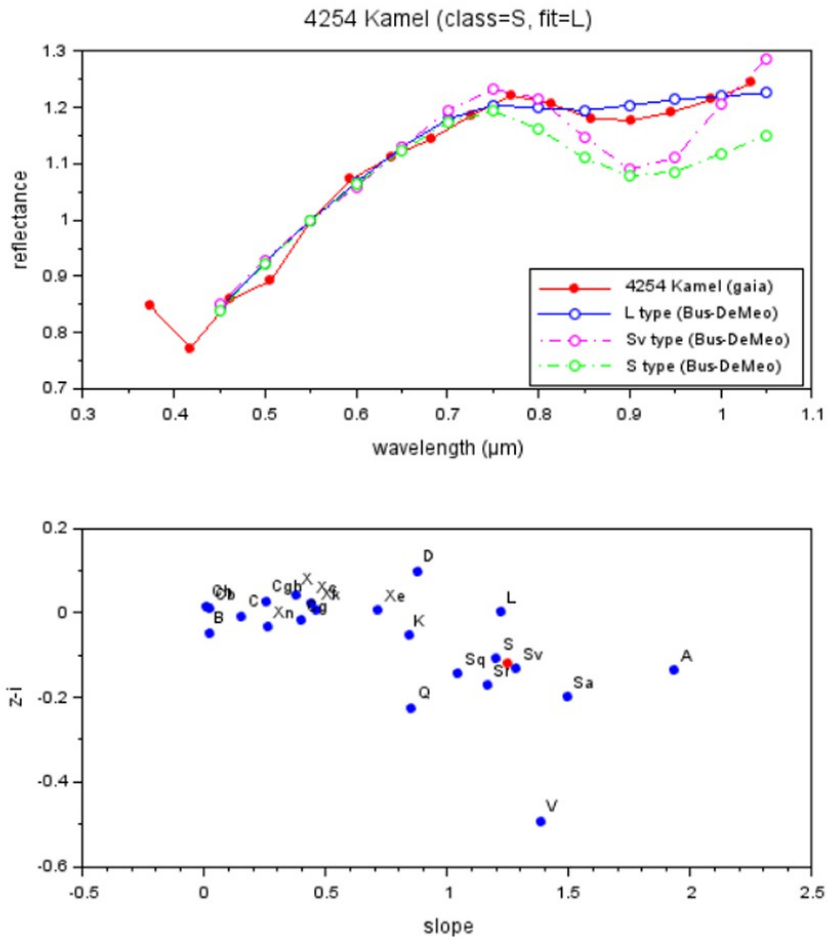
busdemeo_taxonomy_slope_search.sce

```
20
21 spectra=csvRead(input_data_file
22 // campi: number_mp, denominat
23 //    reflectance_spectrum_err
24
25 s=size(spectra)  // dimensioni
26 num_spectra=s(1,1)/16
27
28 o=1; qflag=0; trovato=0
29 fout(o)="num,slope,zi,SpType,Sp
30
31 for n=1:num_spectra
32     for x=1:16
33         p=(n-1)*16+(x-1)+2  //
34         if num_asteroide==spect
   o
35             trovato=1
36             sp(x,1)=spectra(p,
37             sp(x,2)=spectra(p,
38             // printf('-->n=%s
   , sp(x,2), qflag)
39         end
40     end
41     if (sum(sp(:,2))>0) && tr
   NaN
42         [sslope,szi,c,cfit]=sea
```

Graphic window number 0

File Tools Edit ?

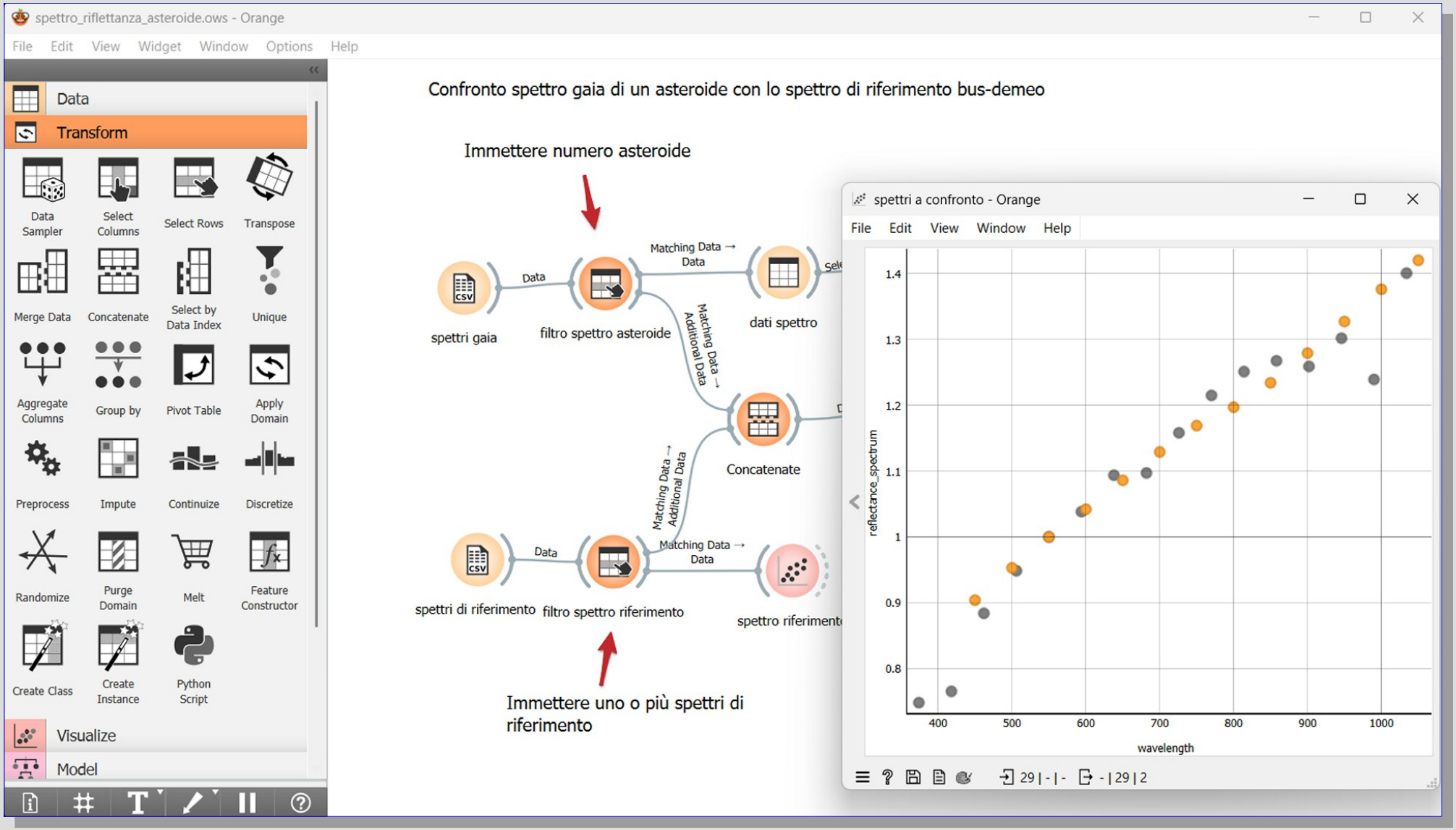
Graphic window number 0



Variable Browser

Name	Value	Type
Bus_q	22x1	Double
Bus_sig	22x1	Double
Bus_slope	22x1	Double
Bus_zi	22x1	Double
Busdemeo	13x23	Double
SpType	1x22	String
c	1x1	String
cfit	1x1	String
fout	2x1	String
grafico	1	Double
i	23	Double
input_data...	1x1	String
n	4.18e+03	Double
nome_aste...	1x1	String
num_aster...	4.25e+03	Double
num_spectra	6.05e+04	Double
o	3	Double
p	6.69e+04	Double
qflag	0	Double
s	[9.68e+05...	Double
sp	16x2	Double
spectra	968289x6	Double
sslope	1.25	Double
stampa	0	Double
szi	-0.122	Double
trovato	1	Double
vx	1x7	Double
vy	1x7	Double
x	16	Double

Strumenti usati: Orange 3.34
(elaborazione dati)



L'approccio

Tassonomia. *Il primo studio è incentrato sull'analisi dei dati spettrali Gaia DR3, dai quali sono stati estratti i parametri ("slope" e "z-i") che caratterizzano lo spettro degli asteroidi. Tali parametri, una volta calibrati e corretti per mezzo della tassonomia Bus-DeMeo, sono stati usati per la classificazione tassonomica di tutti gli spettri.*

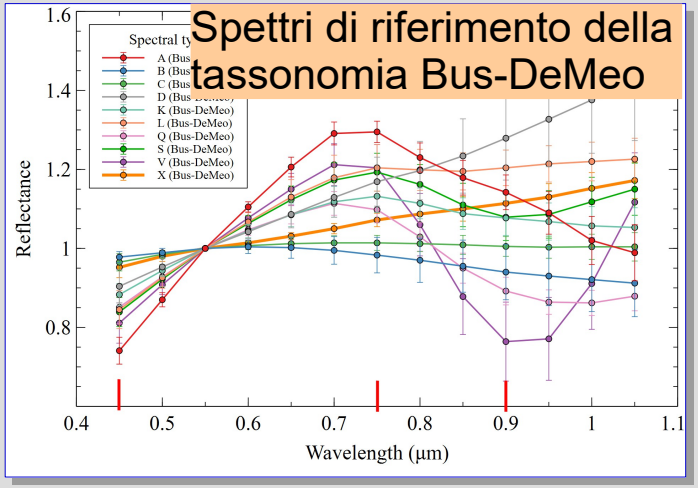
Diametri. *Il secondo studio si focalizza sulla determinazione indiretta dei diametri asteroidali tramite l'albedo e la magnitudine assoluta. L'albedo medio per ogni classe spettrale è stato ricavato combinando i dati delle surveys AKARI IRC e SMASSII. Per la magnitudine assoluta, sono stati usati i dati del JPL Small-Body Database, opportunamente calibrati e corretti.*

Tassonomia degli asteroidi

ESA Gaia DR3
60.518 spettri
(374-1034 nm)

Selezionati
14.954 spettri
(qf=0,1)

Reference
Taxonomy
Bus-DeMeo
(0.45-1.05 μm)

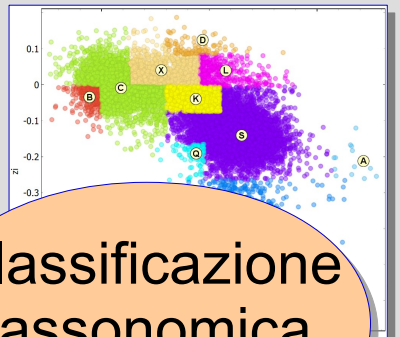


- nm → μm
- ricampionamento (cubic spline)

slope = pendenza 0.45-0.75 μm
(caratterizza la regione blu dello spettro)

z-i = indice di colore 0.75-0.90 μm
(caratterizza la banda di assorbimento intorno a 1 μm)

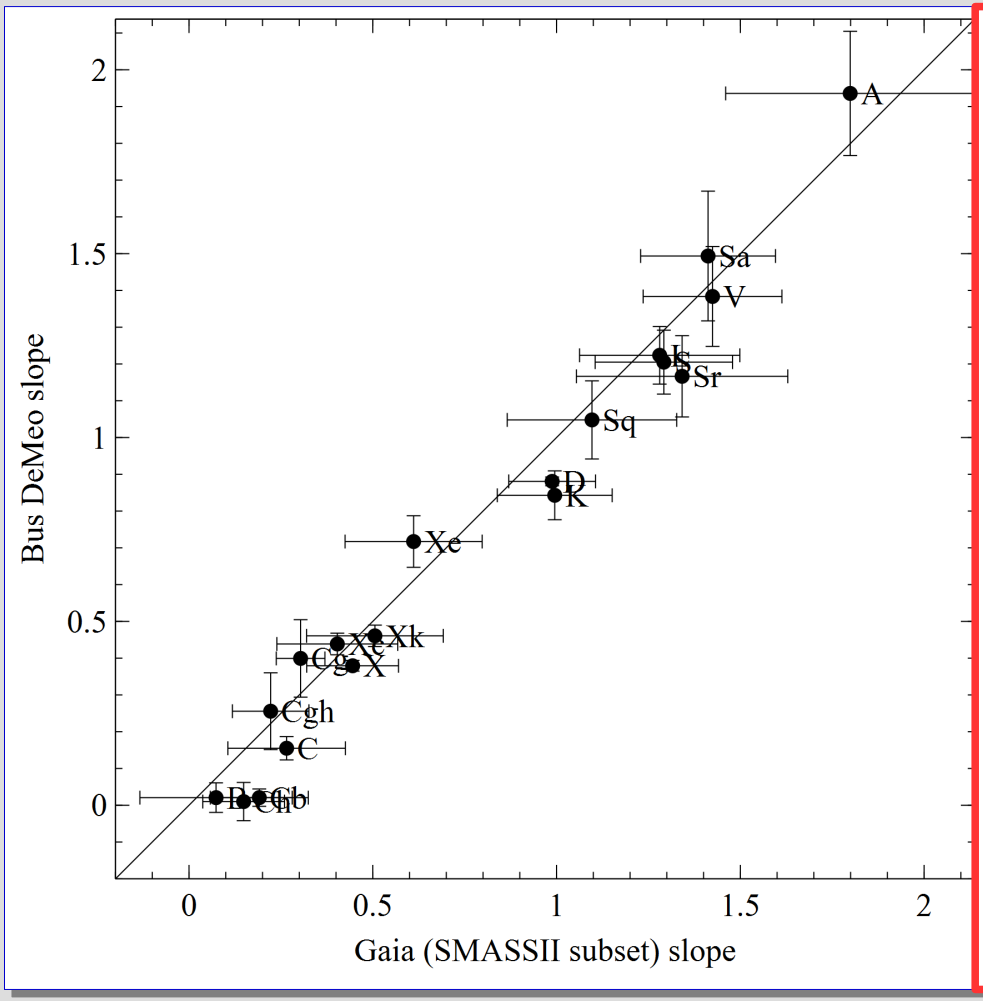
Tassonomia
funzione
(slope, z-i)

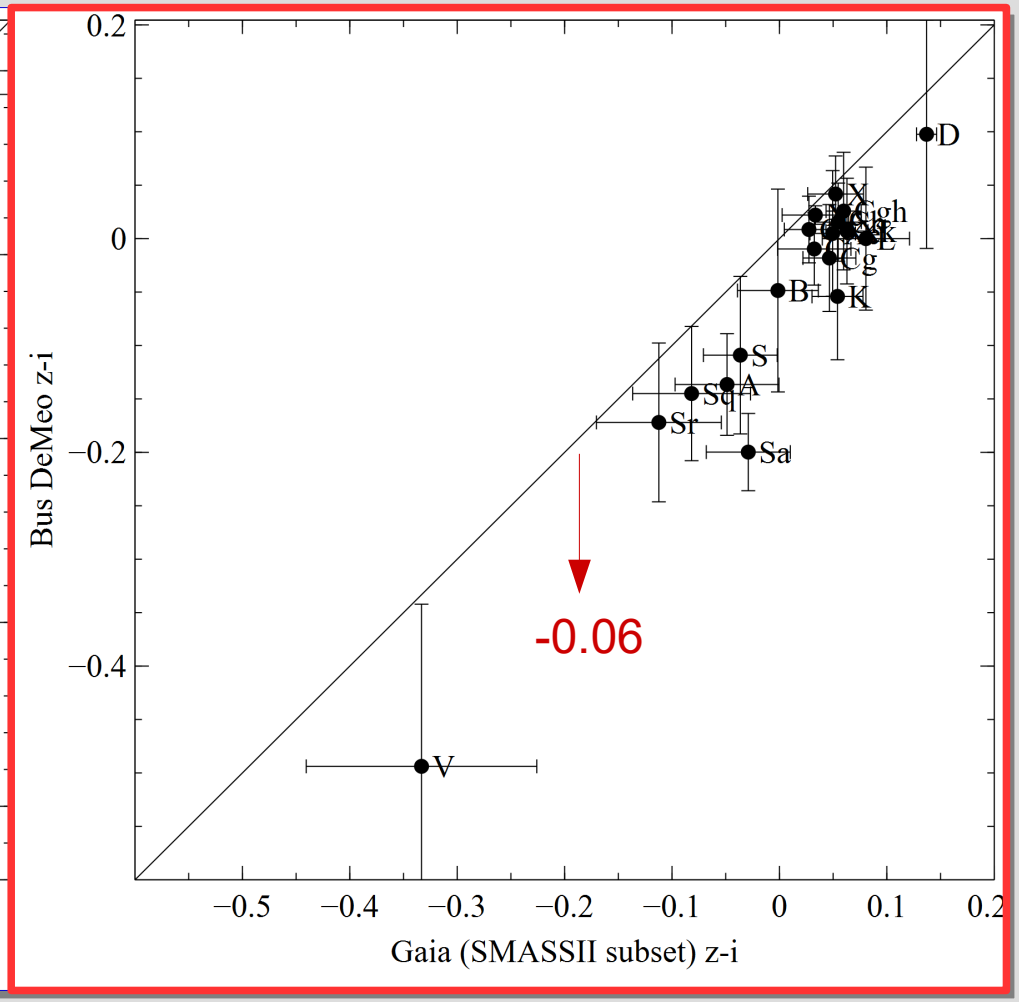


Classificazione
tassonomica
14.954 asteroidi

Calibrazione parametri slope & z-i rispetto alla tassonomia Bus-DeMeo

L' indice di colore z-i dei dati GAIA (destra), relativi all'insieme SMASSII, ha evidenziato uno scostamento (non trascurabile) rispetto alla tassonomia di riferimento Bus-DeMeo. I valori z-i sono mediamente più bassi di -0.06.



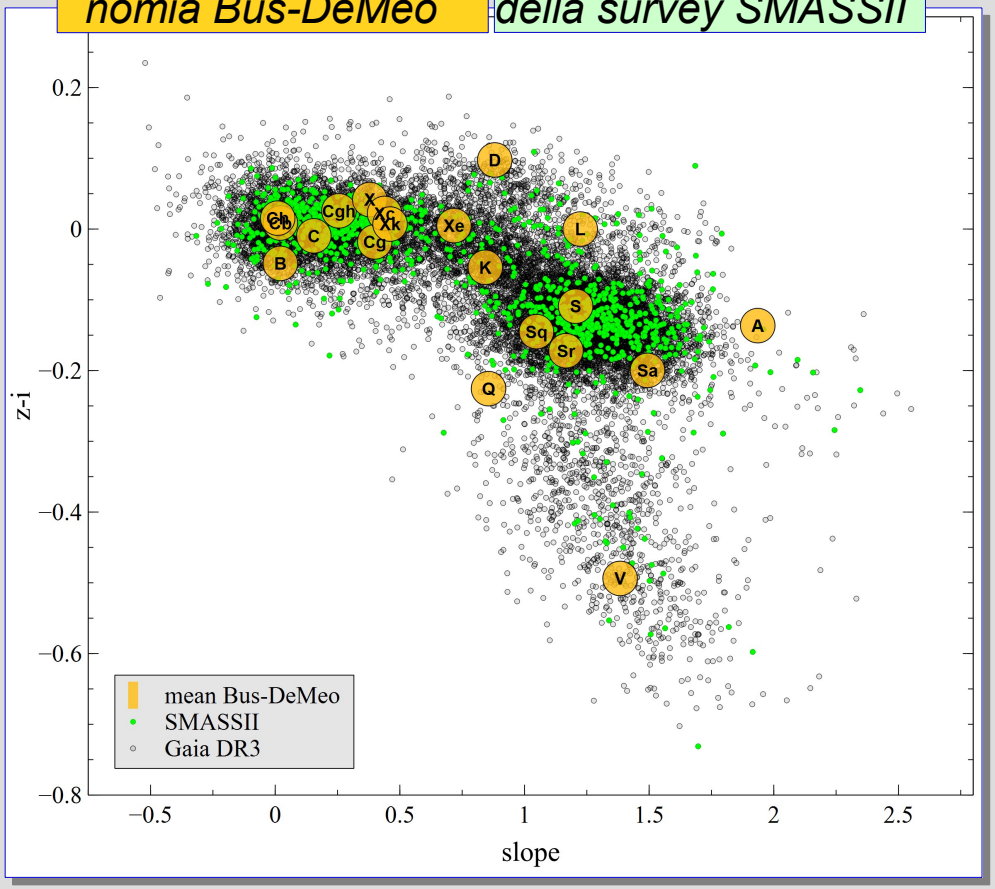


Verifica calibrazione e Tassonomia derivata da Gaia DR3

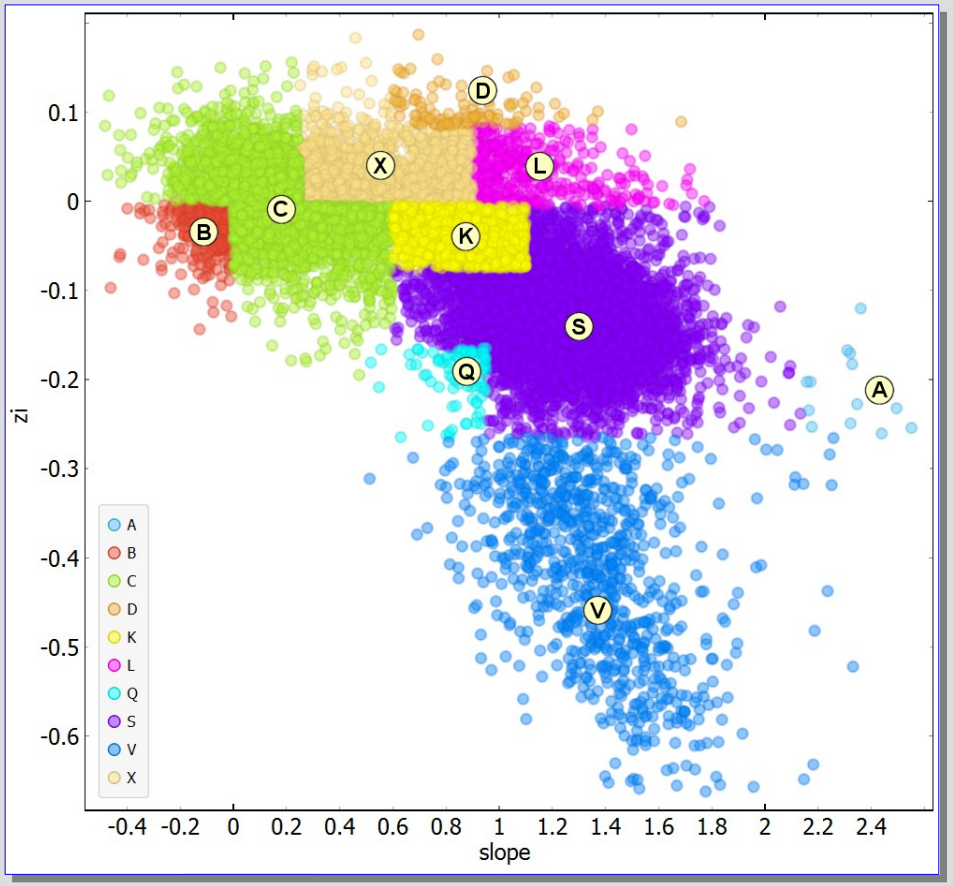
I dati Gaia confrontati con quelli della tassonomia Bus-DeMeo ed SMASSII, una volta applicata la correzione ai parametri slope e z-i.

In arancione la tasso-nomia Bus-DeMeo

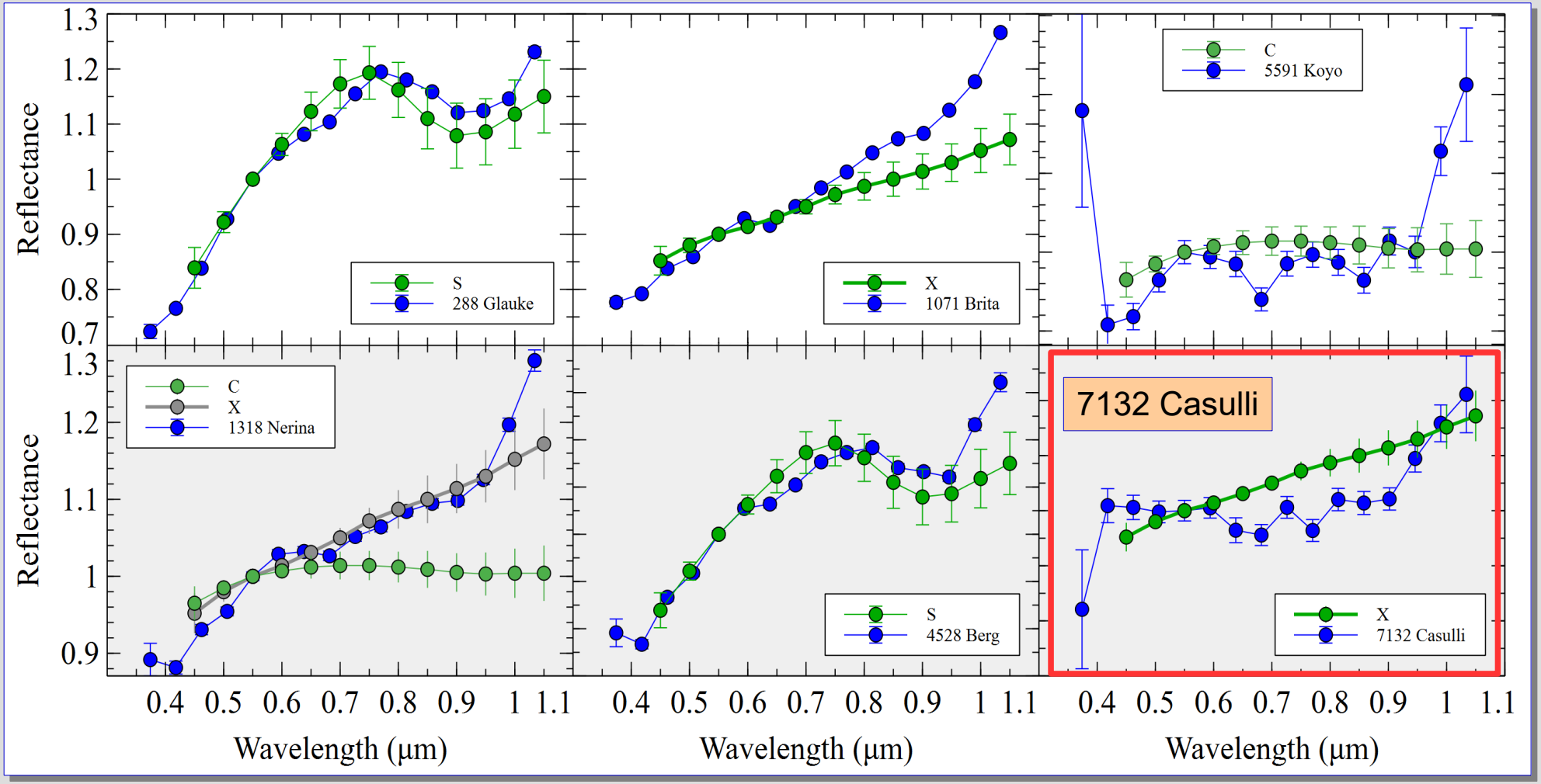
In verde gli asteroidi della survey SMASSII



Classificazione tassonomica degli spettri Gaia, eseguita con il criterio adottato da DeMeo & Carry (2013) per la SDSS e che consiste nella attribuzione delle classi tassonomiche sulla base di apposite aree del piano cartesiano slope vs z-i.



Esempi di spettri di riflettanza Gaia DR3



Diametro degli asteroidi
(derivato per via indiretta)

JPL small-body database

AKARI

SMASSII

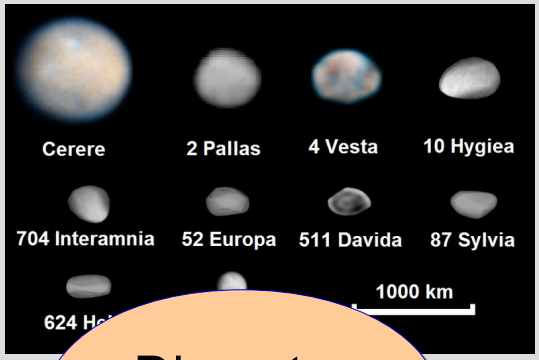
Tassonomia dagli spettri Gaia
14.954 asteroidi

(H)
JPL vs AKARI
3.763 asteroidi

(pV)
SMASSII vs AKARI
876 asteroidi

(H) JPL corretto

(pV) funzione spClass



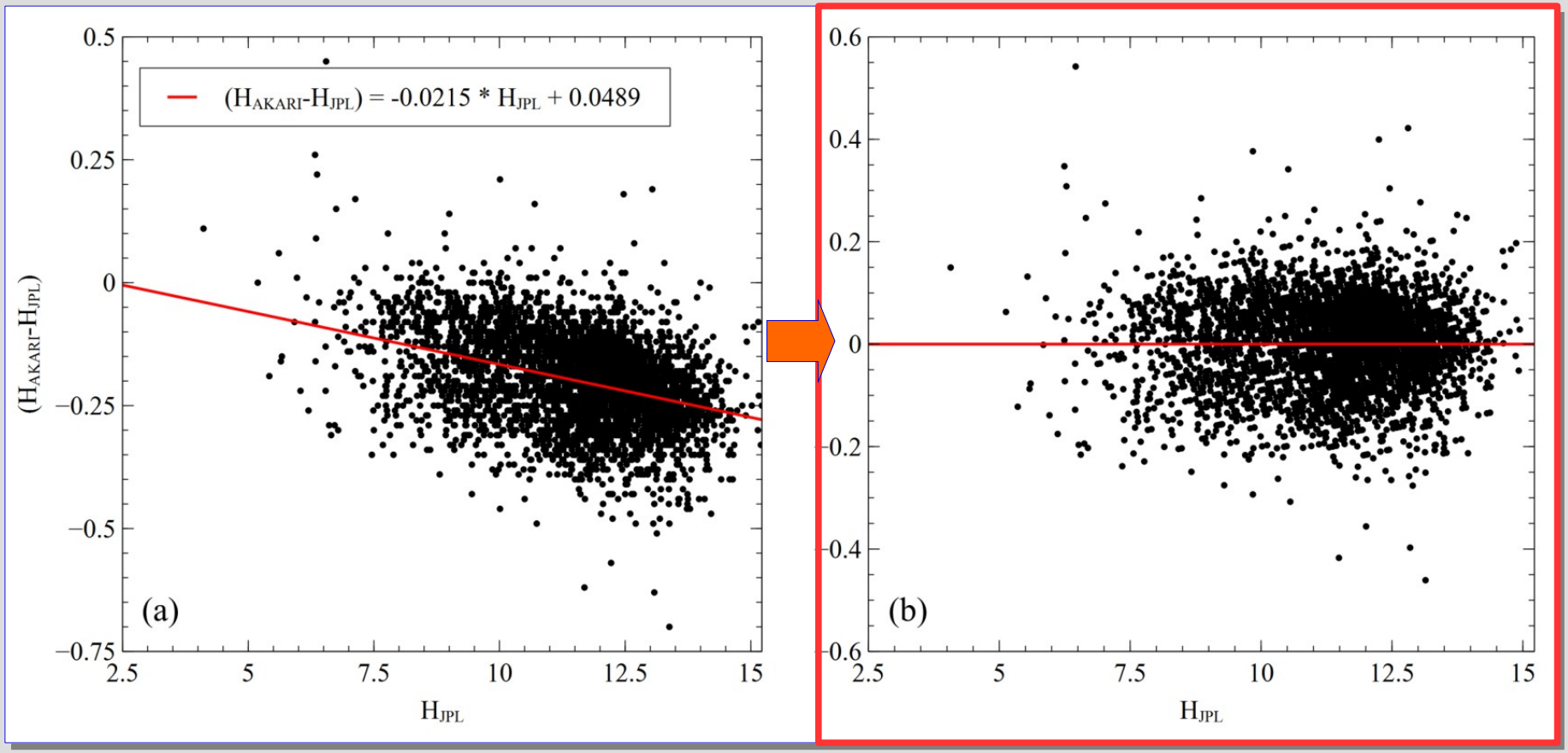
(H) Magnitudine Assoluta
(pV) Albedo

D (km) = 1329/√pV * 10^(-H/5)
(Pravec and Harris, 2007)

Diametro
14.926 asteroidi

La magnitudine assoluta (H)

I dati di (H) del sito JPL hanno evidenziato una tendenza sistematica rispetto a quelli della survey AKARI IRC (ottenuti per via fotometrica e quindi più accurati).

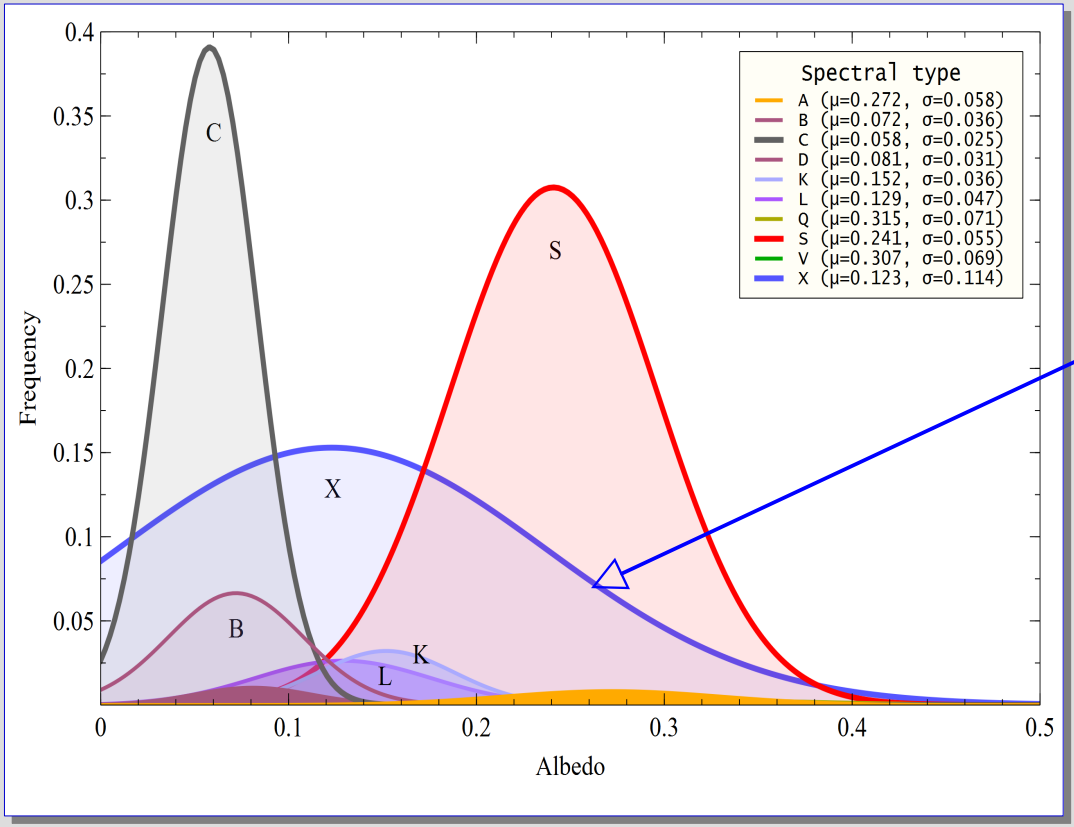


Usando un insieme comune di 3.763 asteroidi è stato possibile individuare tale tendenza (a) e correggerla (b).

L'albedo

Per determinare l'albedo medio di ciascuna classe tassonomica sono stati messi in relazione 876 asteroidi, comuni alle surveys AKARI ed SMASSII.

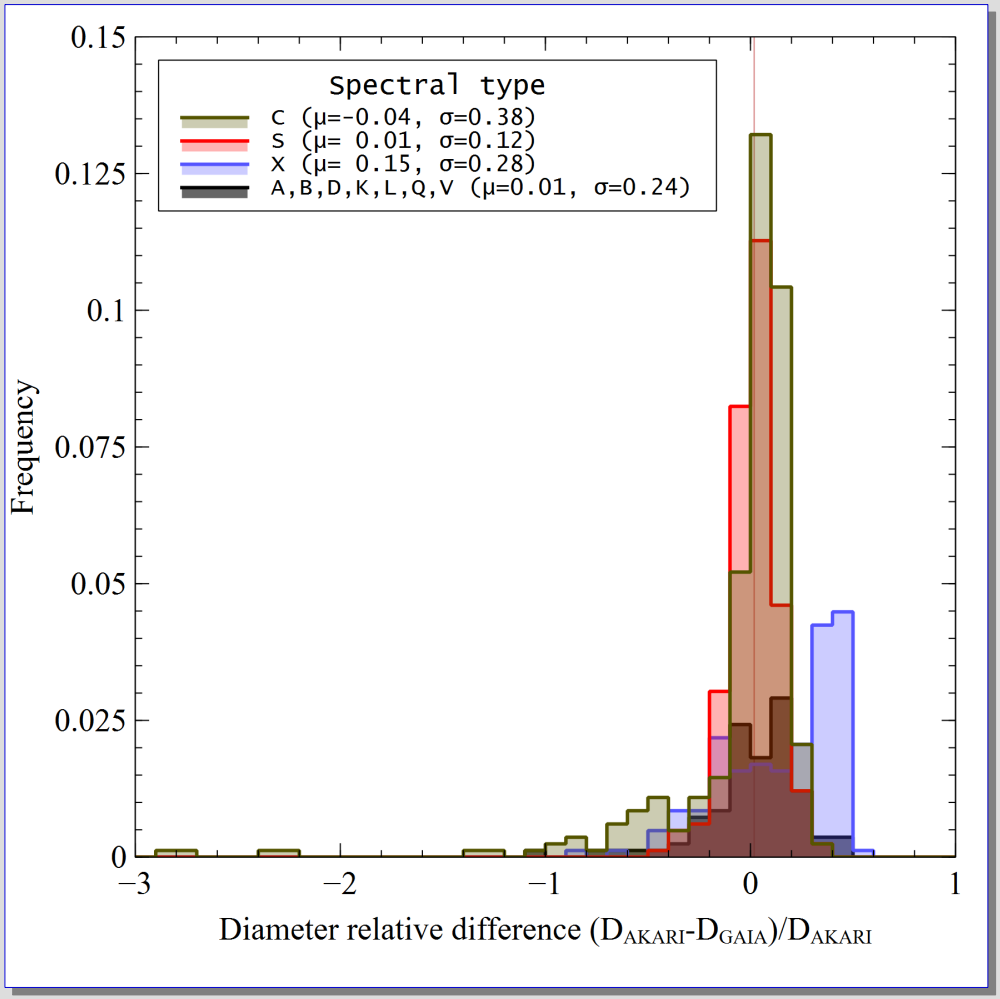
La figura mostra la distribuzione dei valori di albedo rispetto alla classe tassonomica, con le relative dispersioni.



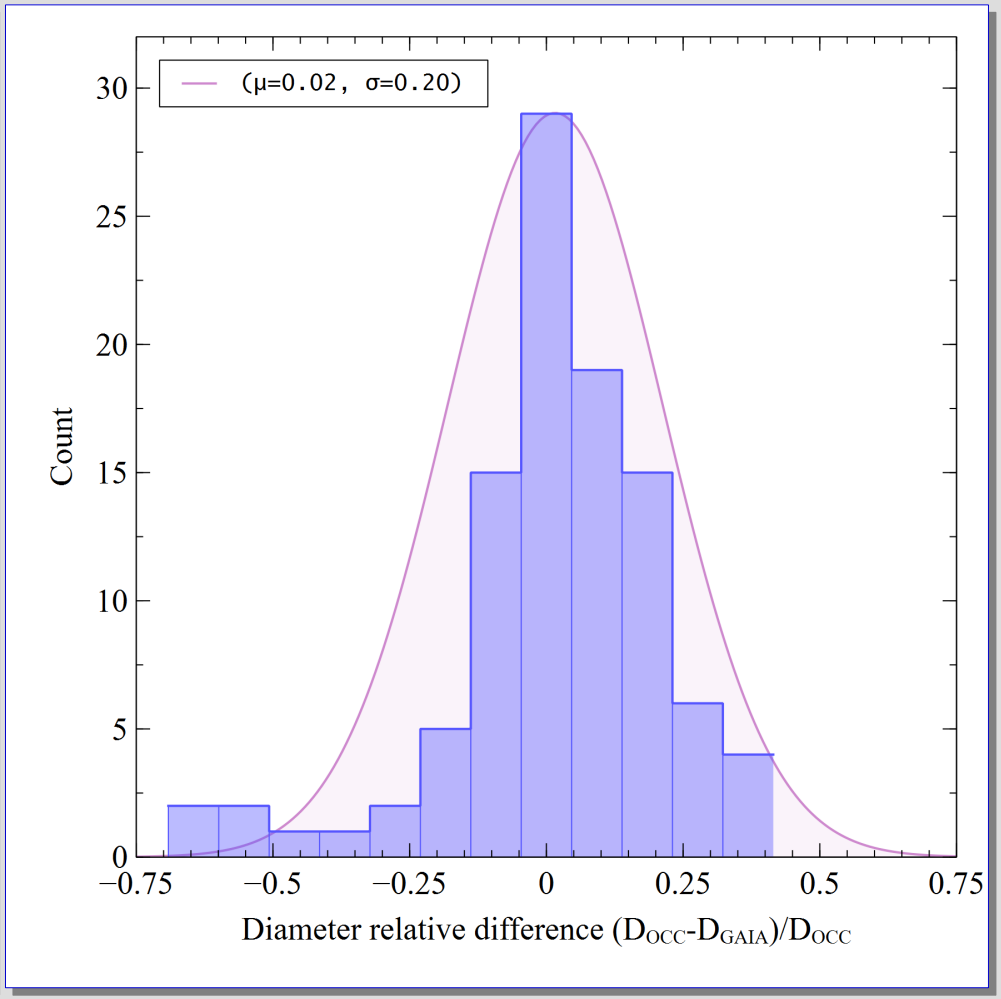
La classe spettrale X è quella che presenta la più alta dispersione dei valori di albedo.

Le verifiche

Distribuzione delle differenze tra i diametri derivati da Gaia rispetto a quelli della survey AKARY (insieme comune di 825 asteroidi).

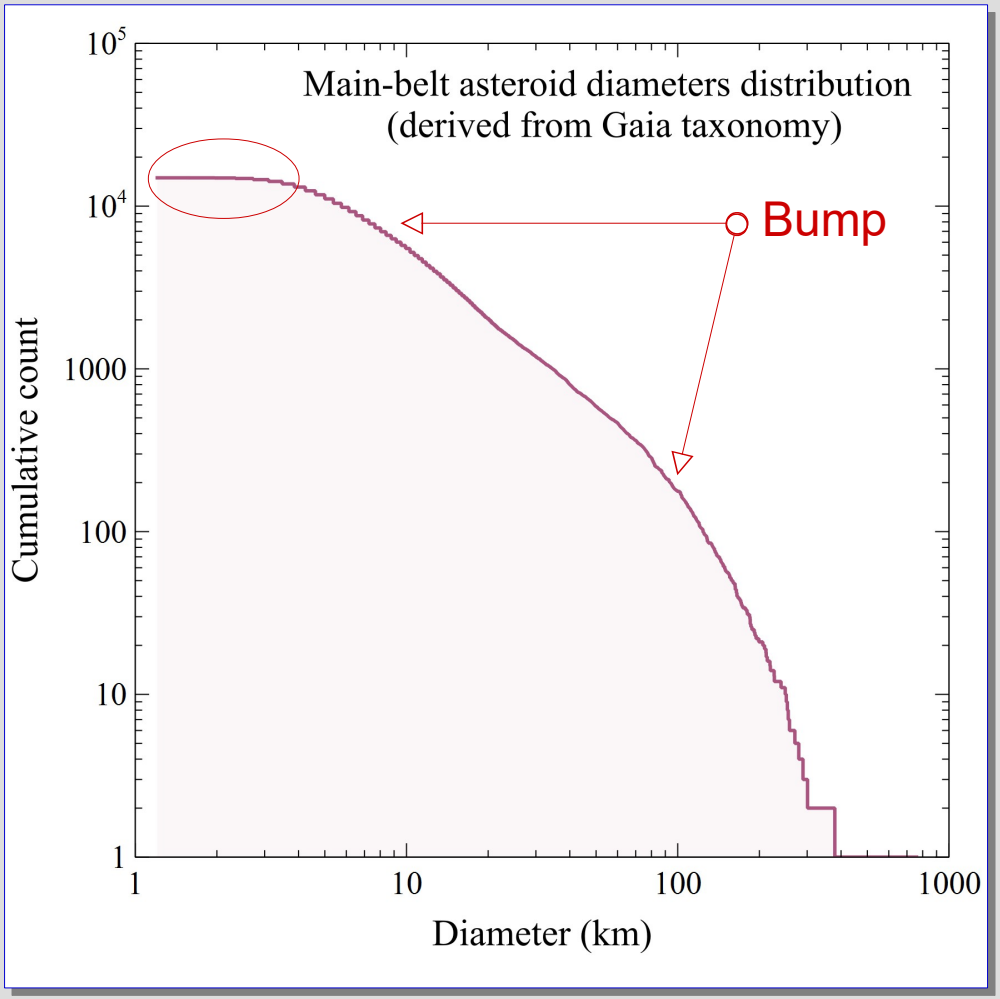


Distribuzione delle differenze tra i diametri derivati da Gaia rispetto a quelli misurati direttamente con le occultazioni (insieme comune di 101 asteroidi).



Distribuzione diametri

Distribuzione cumulativa dei diametri, derivati dagli spettri di riflettanza di Gaia DR3 (14.926 asteroidi).



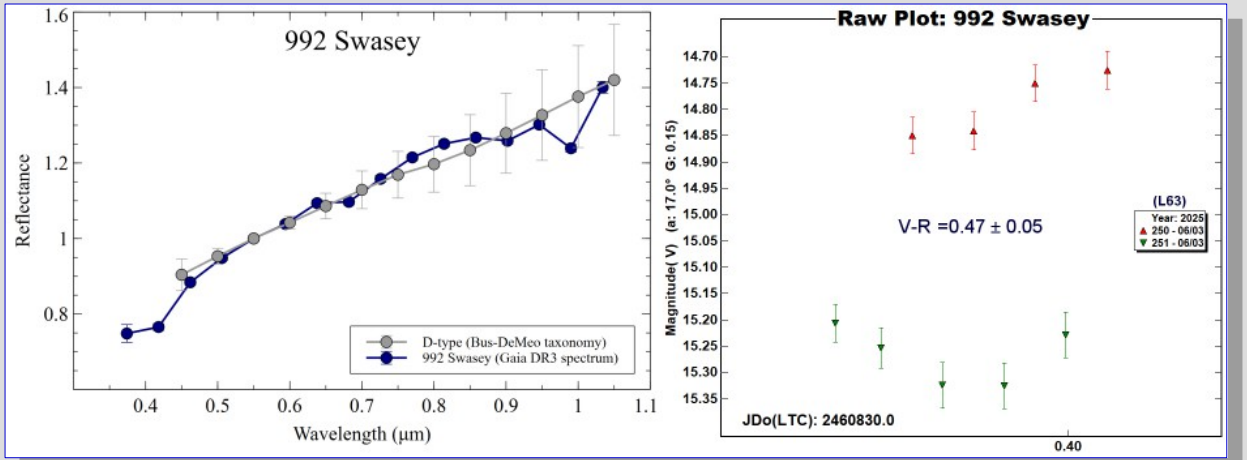
L'andamento piatto, nella parte superiore del grafico, indica l'incompletezza del campione al di sotto dei 3-4 km.

Notare le due caratteristiche gobbe vicino a 7 e 100 km. Le variazioni di pendenza, sono il risultato della "evoluzione collisionale" nella fascia degli asteroidi.

Conclusioni

Lo studio conferma le grandi potenzialità degli spettri di riflettanza Gaia DR3, ai fini della classificazione spettrale degli asteroidi e della determinazione dei diametri.

Gli astrofili possono usare questi dati per caratterizzare gli asteroidi osservati, meglio se supportati anche da osservazioni multi-banda.



Es. campagna UAI

(992) Swasey pubblicato sul MPB 52-4.
Spettro Gaia & sessione V-R di M. Iozzi (L63).
Classe spettrale D.

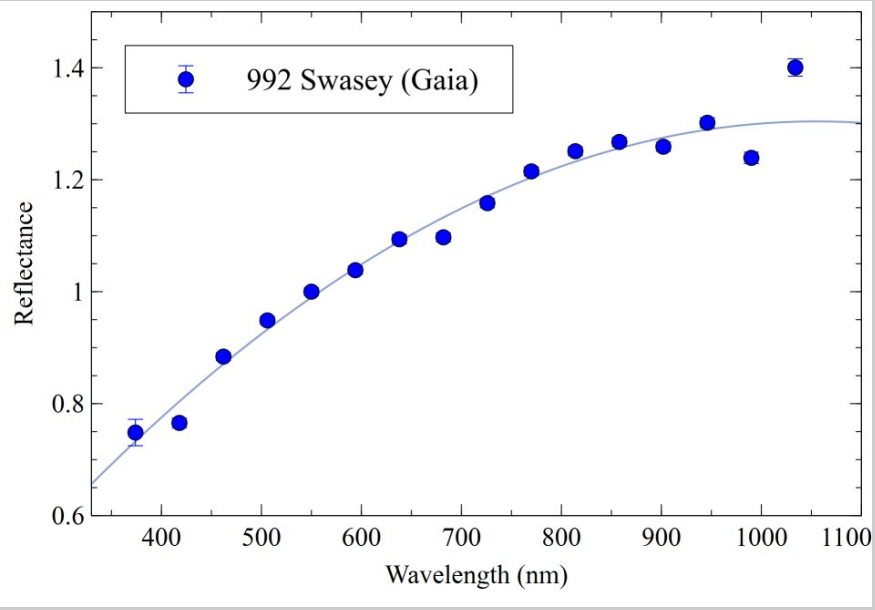
Appendice: esempio spettro Gaia DR3

Lo spettro di riflettanza di un asteroide può essere scaricato dal sito ESA Gaia per mezzo di una query ADQL.

Ad esempio la seguente query permette di selezionare e scaricare i dati dell'asteroide: (992) Swasey, osservato di recente dalla sezione asteroidi UAI.

```
SELECT number_mp, denomination, wavelength, reflectance_spectrum,
       reflectance_spectrum_err,  reflectance_spectrum_flag
 FROM  gaiadr3.sso_reflectance_spectrum
 WHERE number_mp = 992
```

```
number_mp,denomination,wavelength,reflectance_spectrum,reflectance_spectrum_err,
    reflectance_spectrum_flag
992,swasey,374.0,0.7484108,0.023585822,0
992,swasey,418.0,0.7655469,0.008702623,0
992,swasey,462.0,0.8840153,0.0068730777,0
992,swasey,506.0,0.948626,0.0067304685,0
992,swasey,550.0,1.0,0.006795514,0
992,swasey,594.0,1.0383534,0.007294351,0
992,swasey,638.0,1.0936798,0.008302984,0
992,swasey,682.0,1.0971355,0.008071738,0
992,swasey,726.0,1.1581035,0.00830875,0
992,swasey,770.0,1.2148758,0.0079813935,0
992,swasey,814.0,1.2509375,0.0079805795,0
992,swasey,858.0,1.2674407,0.007998282,0
992,swasey,902.0,1.2588865,0.008147678,0
992,swasey,946.0,1.3016856,0.008876324,1
992,swasey,990.0,1.2390757,0.010113715,2
992,swasey,1034.0,1.4004674,0.015511773,0
```



Appendice: i Cataloghi

I cataloghi con i dati di tassonomia e diametri, per circa 15.000 asteroidi, sono scaricabili dai seguenti indirizzi:

Tassonomia *(collegamento)*

```
Num,Denomination,slope,z-i,SpType
2,PALLAS,-0.072365,-0.038664,B
3,JUNO,0.933582,-0.119703,S
5,ASTRAEA,0.855383,-0.114258,S
6,HEBE,0.798854,-0.0751,S
7,IRIS,1.074405,-0.109626,S
8,FLORA,1.322068,-0.133607,S
9,METIS,1.03392,-0.028095,K
10,HYGIEA,-0.001396,-0.033275,B
11,PARTHENOPE,0.728016,-0.075615,S
12,VICTORIA,1.232097,-0.016493,S
13,EGERIA,-0.020069,0.038953,C
14,IRENE,0.995023,-0.096543,S
15,EUNOMIA,0.779772,-0.068754,K
16,PSYCHE,0.411708,0.018407,X
.....
.....
```

Diametri *(collegamento)*

```
Num,Denomination,H,pV,Diameter
2,PALLAS,4.07,0.072,759.2
3,JUNO,5.13,0.241,255.5
5,ASTRAEA,6.88,0.241,114.0
6,HEBE,5.54,0.241,211.4
7,IRIS,5.60,0.241,205.8
8,FLORA,6.52,0.241,134.7
9,METIS,6.25,0.152,191.2
10,HYGIEA,5.58,0.072,379.3
11,PARTHENOPE,6.63,0.241,127.6
12,VICTORIA,7.18,0.241,99.2
13,EGERIA,6.81,0.058,240.2
14,IRENE,6.45,0.241,139.0
15,EUNOMIA,5.35,0.152,289.4
16,PSYCHE,6.12,0.123,226.7
.....
.....
```

Domande