

DECOMPOSIZIONI PARAMETRICHE 1-D (monodimensionali)

↳ scomponiamo SB nelle varie componenti

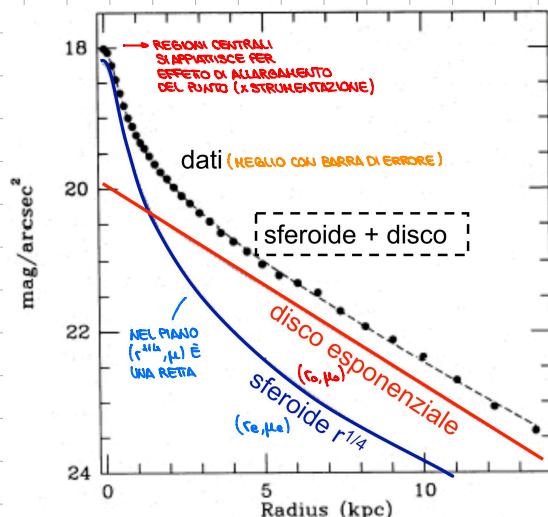
$$\text{Assumono } I_{\text{SB}}(r) = I_{\text{sferoide}}(r) + I_{\text{disco}}(r)$$

→ + $I_{\text{SB}}(r)$ e $I_{\text{disco}}(r)$ sono descritte da leggi parametriche

* ellitticità e angolo di posizione di sferoide e disco sono costanti

Si basano sul profilo radiale di SB:

- estratto lungo un particolare asse (es: asse maggiore)
- mediato sulle isoperte (es: in funzione di r^*)
- mediato su settori

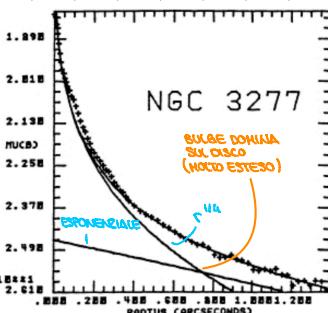
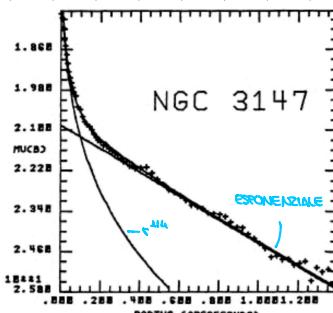


→ si distinguono la **regione brillante** e la **regione debole**

UTILIZZO due leggi parametriche variando i **parametri liberi** fino a trovare quelli che riproducano esattamente i dati osservati (r_e, μ_e e r_o, μ_o)
[sferoide esteso = luce anche a grandi raggi]

→ Tecniche di minimizzazione e calcolo numerico

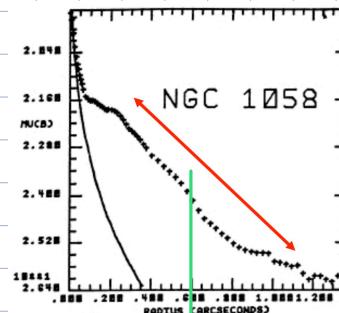
legge $r^{-1/4}$ + disco esponenziale
⇒ buona approssimazione



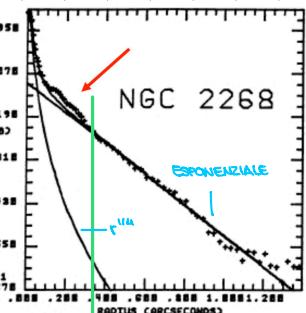
$$B/D = 0.28 \quad B/T = 0.22 \quad B/D = 1.51 \quad B/T = 0.60$$

[B = bulge, D = disco, T = B+D = totale]

legge $r^{-1/4}$ + disco esponenziale
⇒ ottima descrizione



disco non esponenz.
= NUOVA LEGGE



escesso di luce
= NUOVA
COMPONENTE

LEGGI DI SéRSIC ($\propto r^{1/n}$)

→ generalizzazione legge di de Vaucouleurs

Describe il profilo radiale SB delle galassie ellittiche e degli sferoиди delle galassie a disco

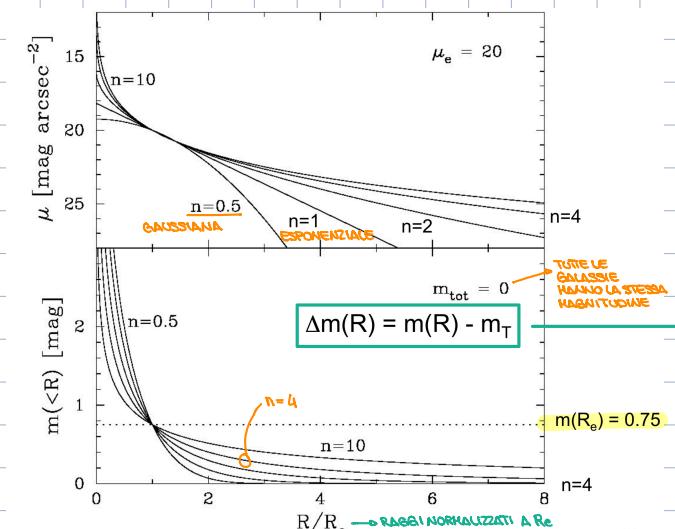
$$I(r) = I_e e^{-b_n((r/r_e)^{1/n} - 1)}$$

3 parametri liberi:

- I_e ($\propto \mu_e$) = SB effettiva
- r_e = raggio effettivo
- n = parametro di forma

$b_n = 2n - 0.324$ non è un parametro libero (per avere raggio di scala r_e)

$$\text{luminosità totale} \longrightarrow L = 2\pi R_e^2 I e^{-bn} n! (2n)^{2n} / b^{2n}$$

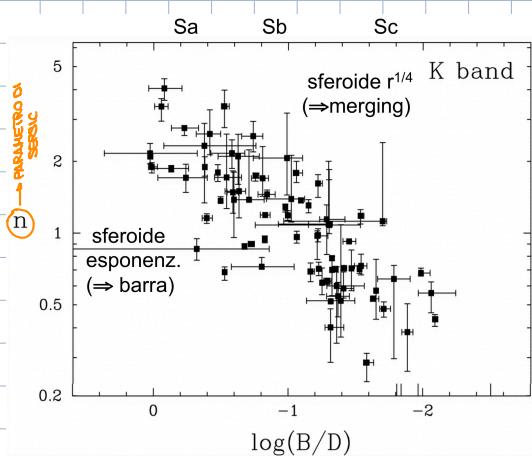


Permette di descrivere molti profili

- $n = 0.5 \rightarrow$ gaussiana
- $n = 1 \rightarrow$ esponenziale
- $n = 4 \rightarrow$ legge $r^{1/4}$

LUMINOSITÀ INTEGRATO NORMALIZZATO

magnitudine al raggio normalizzato
meno magnitudine totale



→ valori di n in relazione al rapporto tra luminosità del bulge e luminosità dello sferoide

$\log(B/D)$ corrisponde al tipo morfologico
primi tipi → seguito $r^{1/4}$
ultimi tipi → seguito legge esponenziale
⇒ correlato alla formazione delle galassie

LEGGI ESPOENZIALE DI TIPO II

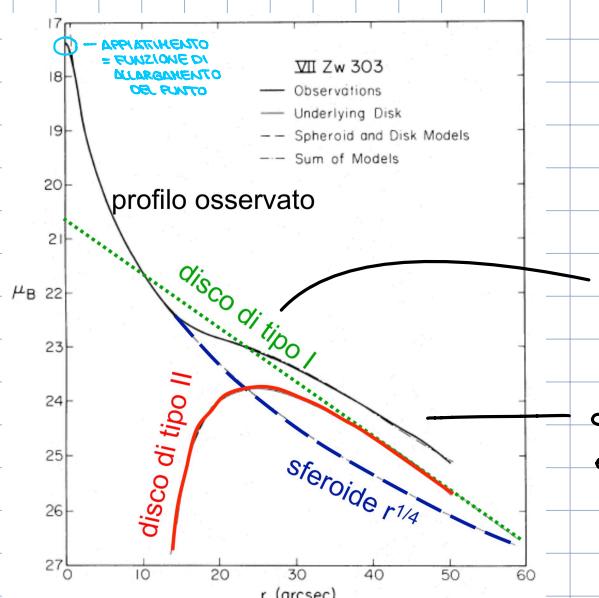
I dischi esponenziali sono detti di Tipo I (legge di Freeman)

Le leggi esponenziali di tipo II descrivono lo SB dei dischi con un "buco" centrale

$$I(r) = I_0 e^{-(r/h) + (r_c/r)^3}$$

→ 3 parametri liberi:

- I_0 = SB centrale
- h = raggio di scale
- r_c = raggio di cut-off (per $r \gg r_c$)
⇒ legge esponenziale



A grandi raggi Tipo I e Tipo II concordano

usando una legge di Tipo I si sovrastima il profilo producendo un'eccesso di luce

doppio cambio di pendenza non descrivibile con andamento $r^{1/4}$ + esponenziale Tipo I

ALTRÉ COMPONENTI → possiamo aggiungere altre componenti a partire da
 $I_{\text{tot}}(r) = I_{\text{sferoide}}(r) + I_{\text{disco}}(r) + I_{\text{barra}}(r) + I_{\text{lente}}(r) + I_{\text{anello}}(r) + \dots$

esempi:

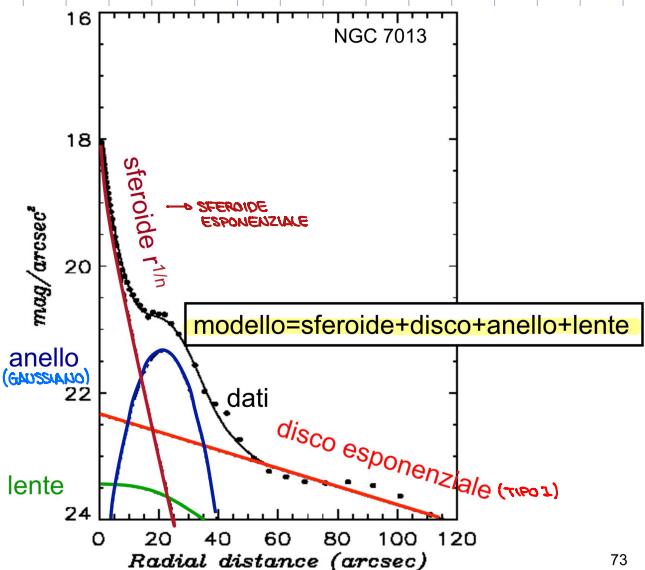
$$I_{\text{bar}}(r) = \frac{2a,b}{1 + e^{\frac{r-r_0}{b}}}$$

$$I_{\text{lens}}(r) = 2a(1 - (r/r_0)^2), r \leq r_0$$

$$I_{\text{ring}}(r) = I_0 e^{-\frac{1}{2}(\frac{r-r_0}{b})^2}$$

ESEMPIO DI MODELLO A PIÙ COMPONENTI →

numero di componenti dipende dalla morfologia della galassia
esame



73

DECOMPOSIZIONI PARAMETRICHE SU PIÙ ASSI

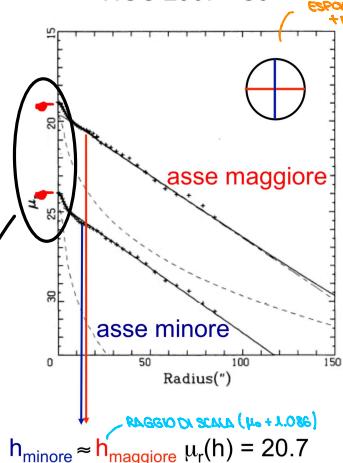
Si basano sul profilo radiale di SB esteso lungo più assi (es: asse maggiore e asse minore)

Permettono di derivare:

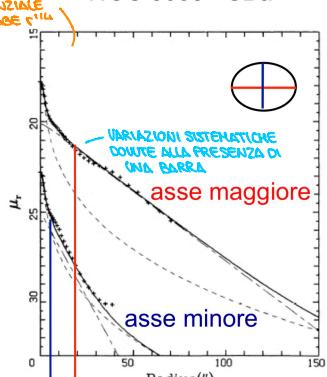
* schiaffamento apparente dello sferoide $r_{\text{e,min}} / r_{\text{e,max}} = (b/a)_{\text{app}}$

* inclinazione del disco $h_{\text{min}} / h_{\text{max}} = (b/a)_{\text{disco}} = \cos i$

NGC 2967 - Sc



NGC 3053 - SBA



NGC 2967 - Sc



NGC 3053 - SBA



GALASSIA QUASI FACE-ON

$$h_{\text{minore}} / h_{\text{maggiore}} = 0.96 \rightarrow i=16^\circ \quad h_{\text{minore}} / h_{\text{maggiore}} = 0.41 \rightarrow i=66^\circ$$

| SB centrale si dovrebbe sovrapporre nei due assi ($\mu \approx 19$) : figura volontamente sfocata per rendere chiara la figura [spiegato nello didascalia della figura]

DECOMPOSIZIONI PARAMETRICHE 2-D (BIODIMENSIONALI)

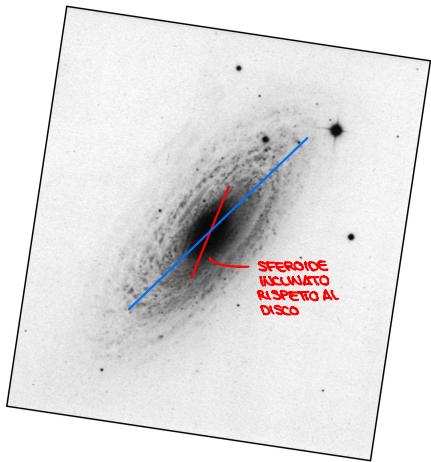
Assumono:

- $I_{\text{tot}}(x,y) = I_{\text{sph}}(x,y) + I_{\text{disco}}(x,y)$
- descritti da leggi parametriche
- ellitticità di sferoide e disco e PA sono costanti

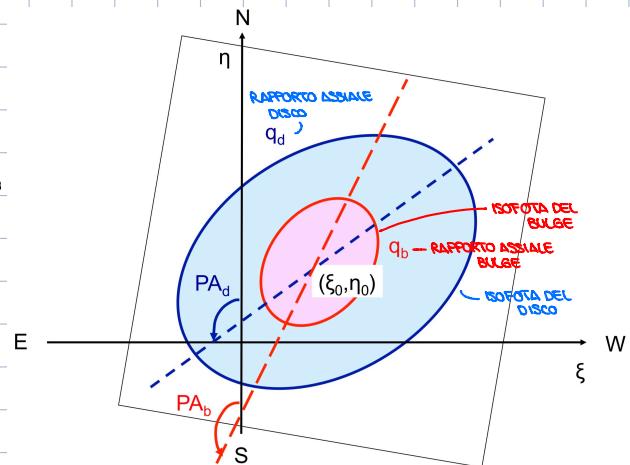
Permettono di derivare l'ellitticità dello sferoide (= schiaffamento apparente) e del disco (= inclinazione)

Permetterà di determinare l'angolo di posizione dello sferoide e del disco
(-massa totale)

NGC 2841
SA(r)b:



SCHEMATIZZATO



BULGE \rightarrow legge di Sérsic, determina r_e , I_e , n , PA e sbozzamento q_b

$$I_b(\xi, \eta) = I_e r_0^{-bn} [(r_b/r_0)^{2/n} - 1]$$

$$r_b = [(-(\xi - \xi_0) \sin PA_b + (\eta - \eta_0) \cos PA_b)^2 - ((\xi - \xi_0) \cos PA_b + (\eta - \eta_0) \sin PA_b)^2 / q_b^2]^{1/2}$$

DISCO \rightarrow legge esponenziale, determina I_0 , h , PA e sbozzamento q_d

$$I_d(\xi, \eta) = I_0 e^{-r_d/h}$$

$$r_d = [(-(\xi - \xi_0) \sin PA_d + (\eta - \eta_0) \cos PA_d)^2 - ((\xi - \xi_0) \cos PA_d + (\eta - \eta_0) \sin PA_d)^2 / q_d^2]^{1/2}$$

La SB del modello è $I_m(\xi, \eta) = I_b(\xi, \eta) + I_d(\xi, \eta)$

2 parametri liberi si trovano minimizzando il χ^2 [deve rendere il minimo]

AL QUADRATO ALTRIMENTI
POSITIVO E NEGATIVO SI
COMPENSANO

$$\chi^2 = \sum_{\xi=1}^N \sum_{\eta=1}^M \frac{[I_m(\xi, \eta) - I_g(\xi, \eta)]^2}{I_g(\xi, \eta) + I_s(\xi, \eta) + RON^2}$$

INDICATORE CHE VALUTA
L'ESATTEZZA DEI DATI

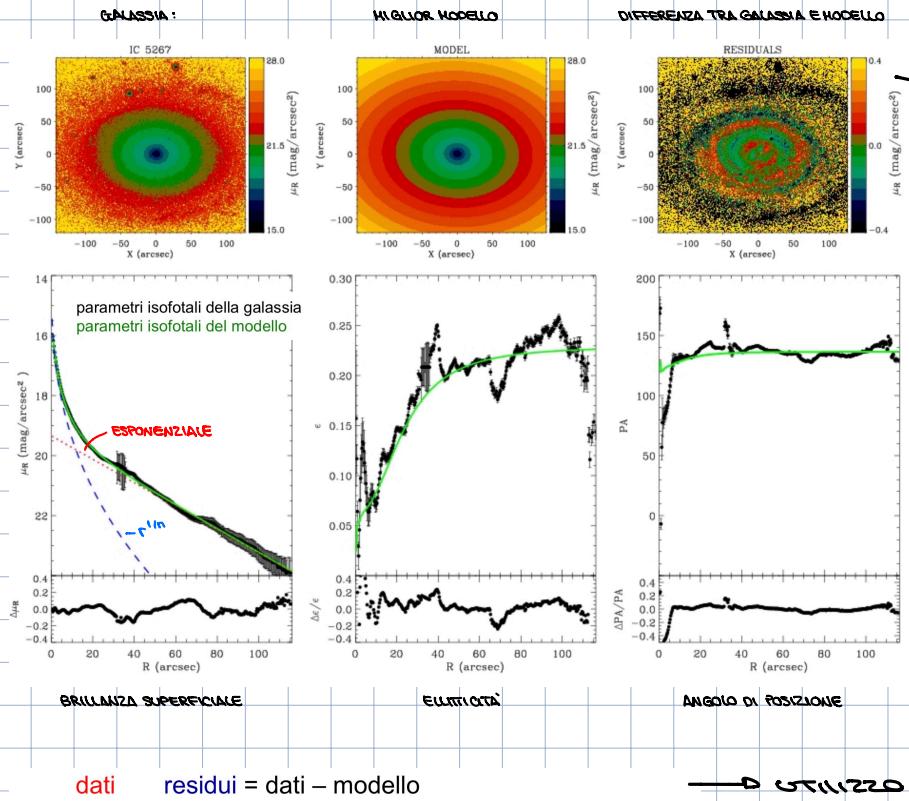
\rightarrow DIFFERENZA MODELLO - OSSERVAZIONI
ERRORE OSSERVAZIONI

dove:
 $I_g(\xi, \eta)$ \rightarrow brillanza superficiale osservata della galassia
 $\sigma_g(\xi, \eta) = \sqrt{I_g(\xi, \eta) + I_s(\xi, \eta) + RON^2}$ \rightarrow errore su $I_g(\xi, \eta)$
 $I_s(\xi, \eta)$ \rightarrow brillanza superficiale del cielo
 RON \rightarrow errore di lettura (Read Out Noise) del CCD

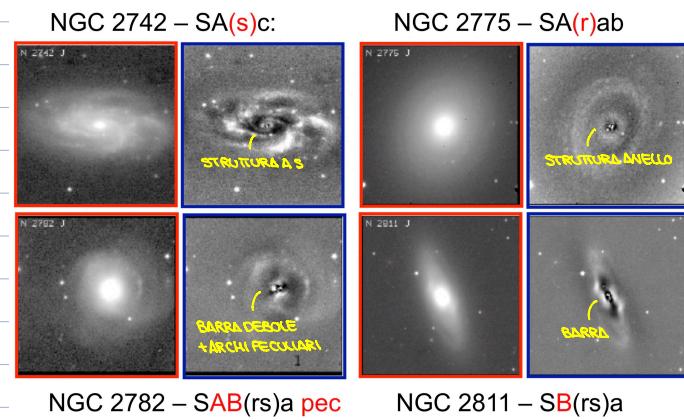
VALE LA STATISTICA
DI POISSON

\Rightarrow dopo aver creato il modello lo si può confrontare con i dati raccolti dalle osservazioni

\rightarrow andando a vedere i residui si possono identificare le strutture che compongono la galassia



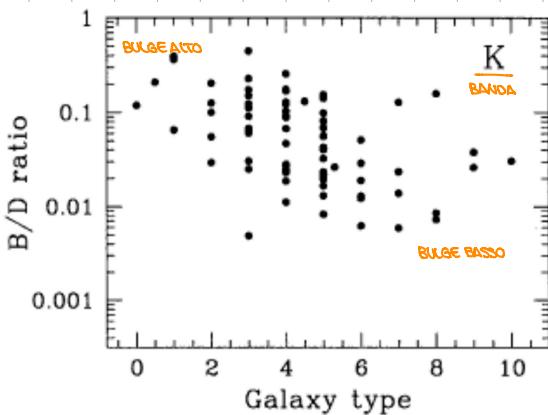
RESIDUI:
idealmente dovrebbe essere nullo ma si hanno i bracci di spirale che si hanno nella galassia ma non nel modello



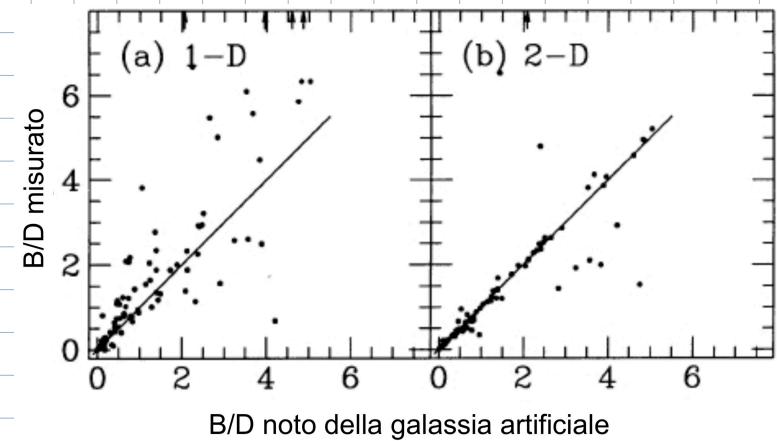
→ utilizzo i residui per individuare particolari strutture della galassia che si utilizzano per fare la classificazione morfologica

Con le decomposizioni 2-D si può riconoscere il rapporto D/B
→ B/D correto con la classificazione di Hubble

La forte dispersione dei punti suggerisce che le altre componenti (e.g. barre) non sono correlate al tipo di Hubble

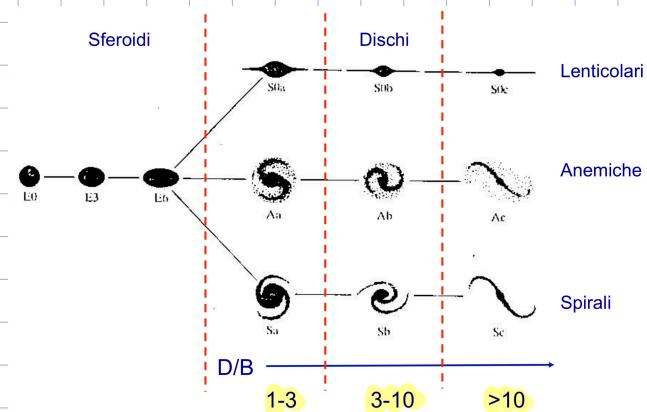


→ verifica del B/D ottenuto con decomposizioni 1-D e 2-D analizzando galassie artificiali



→ 2-D è più accurato (usa i pixel di tutta l'immagine)

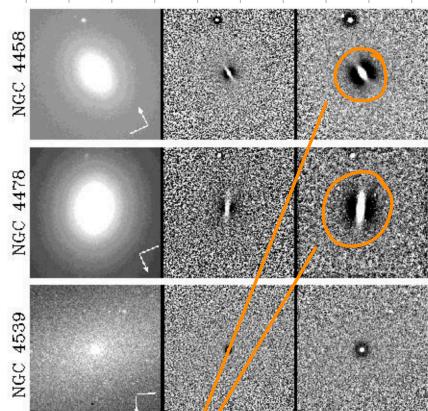
→ posso operare una **MORFOLOGIA QUANTITATIVA** [van der Bergh]



→ basato sul rapporto disco / bulge

→ posso passare da una classificazione morfologica puramente qualitativa ad uno **quantitativo** e dunque più **oggettivo**

DECOMPOSIZIONI 2-D: DISCHI NUCLEARI



→ s�to la forma delle sspote (au)

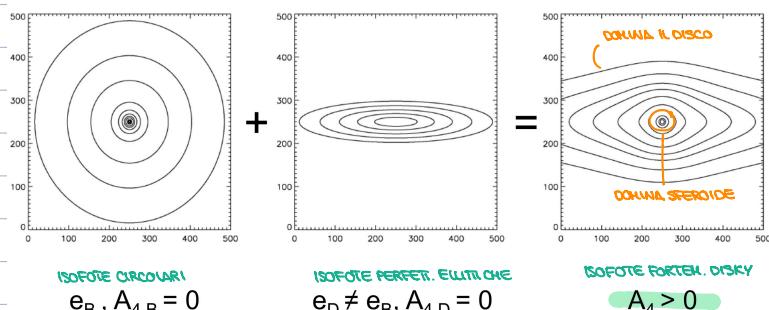
→ galassie ellittiche con diverse orientazione e concentrazione, immagine **rettangolare** per evidenziare eventuali **strutture allungate** (presenti in NGC 4458 e NGC 4478 ma non in NGC 4539) [non è una decomposizione parametrica]

Nonostante le sspote di sferoide e disco sono ellittiche la loro somma non lo è

SFEROIDE

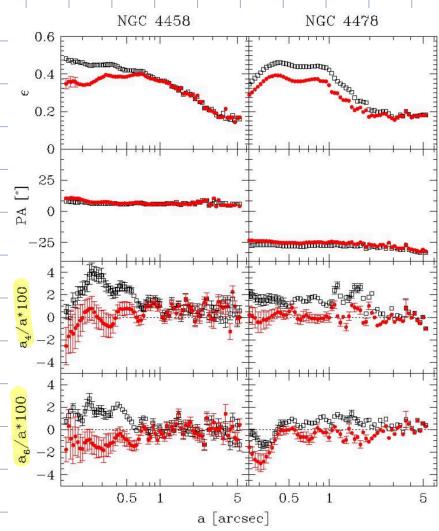
DISCO

GALASSIA



Dischi poco brillanti che non si prestano ad una classica decomposizione parametrica

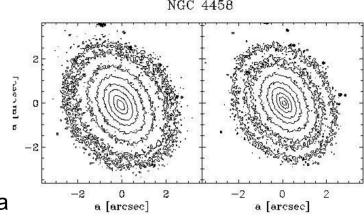
Posso s�to le sspote **disky** per derivare i parametri del disco



→ sottraggo dischi esponenziali con diversi I_0, h e $b/a (=i)$ fino ad ottenere sspote residue perfettamente ellittiche ($\alpha_d=0, \alpha_g=0$) → **DISKNESS NULLA**

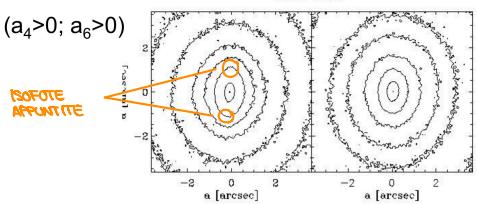
○ = primo della sottrazione

● = dopo la sottrazione



Prima della sottrazione

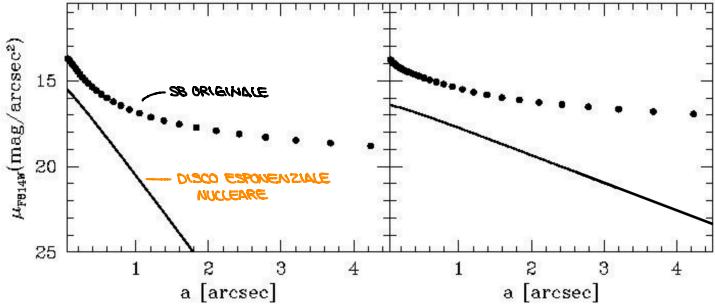
$$(a_4 > 0; a_6 > 0)$$



$$(a_4 = 0; a_6 = 0)$$

Disco confinato nelle regioni centrali della galassia

→ DISCHI NUCLEARI nella legge di Freeman



Dunque il profilo di SB del disco nucleare

- i raggi di scavo sono di 10 - 50 pc
- $L_{disk} = 10^6 - 10^7 L_\odot$

[VEDI SLIDE PER CARATTERISTICHE IN BASE AL TIPO MORFOLOGICO]