

**Università degli Studi di Trieste**  
**XXI Ciclo di Dottorato di ricerca in FISICA**

**Progetto di ricerca**

**Dottorando Guido CUPANI**

**Ammassi di galassie: dinamica e struttura a grande scala**

***Introduzione***

La dinamica degli ammassi di galassie è un argomento di ricerca ormai tradizionale nell'area astronomica triestina. Nei vent'anni passati sono stati messi a punto, e via via raffinati, metodi di indagine che hanno portato, tra l'altro, all'analisi di grossi campioni di ammassi (es.: Girardi et al. 1998, Girardi e Mezzetti, 2001), analizzati in modo omogeneo per eliminare la dispersione dei risultati potenzialmente indotta dagli effetti sistematici che diversi metodi di studio possono introdurre. Questi "protocolli" sono stati poi adottati, completamente o quasi, da altri gruppi che nel mondo eseguono analisi simili.

In letteratura, parlando di ammassi di galassie, viene generalmente fatta l'affermazione che questi oggetti sono le più grosse strutture rilassate presenti nell'universo. Questa è certamente una buona approssimazione nelle zone centrali, dove la densità è di alcune centinaia di volte superiore alla densità media dell'universo. Da qui l'uso del teorema del viriale (derivabile dall'equazione di Jeans indipendente dal tempo) per stimare le masse degli ammassi. I risultati così ottenuti sono in buon accordo con altri metodi di stima della massa, basati sull'emissione X del mezzo intra-ammasso e sull'effetto lente gravitazionale. Questi ultimi metodi funzionano però, in generale, solo per le zone più centrali e dense degli ammassi.

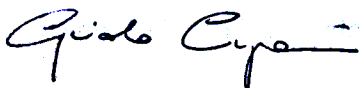
Oggi esistono, con libero accesso via rete, grosse quantità di dati su posizioni e velocità radiali di galassie e su ampie zone di cielo (es.: la *2dFRS*, la *SDSS*). Questo inizia a permettere lo studio degli ammassi non solo nelle zone centrali, ma anche alla loro periferia, dove sfumano nel fondo cosmico. Analisi dinamiche di ammassi, fino ad un paio di volte il raggio della zona rilassata ( $r_{200}$ ) sono già state compiute anche a Trieste (Biviano e Girardi, 2003). Nelle zone più esterne non è però più sostenibile l'ipotesi di equilibrio dinamico. Un metodo per affrontare il problema è stato proposto da Diaferio e Geller (1997), ma anch'esso presenta alcuni punti deboli.

Lo studio degli ammassi di galassie è interessante sotto vari aspetti: *i*) l'analisi della distribuzione relativa di materia oscura e materia barionica, legata alle rispettive proprietà fisiche; *ii*) la determinazione di masse sempre più affidabili per gli ammassi (questo aspetto ha rilevanza cosmologica perché la densità numerica degli ammassi in funzione della loro massa pone vincoli molto stretti ai parametri cosmologici, ed alla Dark Energy in particolare); *iii*) lo studio della distribuzione delle orbite delle galassie negli ammassi, che vincola l'evoluzione di ammassi e galassie (questo aspetto della dinamica degli ammassi è affrontabile solamente per mezzo delle indagini sulla distribuzione delle galassie, e non con altri metodi).

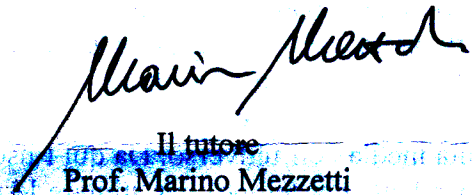
***Progetto preliminare***

Lo scopo del presente programma di dottorato è anzitutto quello di partire dal lavoro di tesi specialistica che ha riguardato lo studio della dinamica della caduta di materiale (*infall*) dalle zone esterne degli ammassi dentro la buca di potenziale della struttura. Tale studio è stato condotto su un

sottocampione di ammassi ottenuti tramite simulazioni N-corpi (di Borgani et al., 2004) ed ha condotto ad interessanti risultati. Si tratta ora di estendere l'analisi a tutto il campione di un centinaio di ammassi e studiare la dinamica delle galassie, oltre quella della materia oscura. Sarà anche studiato il profilo di densità fino ad una decina di raggi viriali, per costruire un modello semianalitico del campo di velocità. A fianco di questa attività di tipo teorico-numerico si prevede di usare i campioni sopra citati di galassie per confrontare teoria ed osservazioni, analizzare soprattutto la dinamica nelle zone esterne degli ammassi, ancora poco studiate, cercando di definire stimatori alternativi della massa e/o correzioni a quelli disponibili. Accanto a queste linee più innovative si potrà condurre un'analisi tradizionale su campioni di ammassi, condotta con il metodo già a lungo collaudato a Trieste. Per completare il background di conoscenze e capacità sarà utile uno o più stage presso il Telescopio Nazionale Galileo alle Isole Canarie, per acquisire pratica nell'uso di telescopi di medie dimensioni (~4 metri) e nella relativa strumentazione. Si cercherà infine di analizzare le zone a bassa densità, dove l'evoluzione dinamica della struttura a grande scala è ancora lineare o quasi, alla ricerca di stimatori di massa per strutture non rilassate, come i superammassi di galassie o i filamenti. In tutti questi metodi le galassie sono dei "traccianti" nella distribuzione della materia (prevalentemente Dark Matter) a grande scala; lo studio delle loro orbite, possibilmente in funzione del tipo morfologico, darà ulteriori informazioni anche sulla loro evoluzione, in connessione pure con l'ambiente entro il quali si trovano ad evolvere.



Il dottorando  
**Dott. Guido Cupani**



Il tutore  
**Prof. Marino Mezzetti**