

María Rosa Muñoz-Jofré¹, Fernanda Duplancic², Diego García Lambas^{1,3}

¹ Instituto de Astronomía, Teórica y Experimental (IATE-CONICET), Córdoba, Argentina

² Universidad Nacional de San Juan, Dpto. de Geofísica y Astronomía (UNSJ-CONICET), San Juan, Argentina

³ Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC-CONICET), Córdoba, Argentina

RESUMEN: Se presentan los resultados del análisis de galaxias en grupos y su relación con la estructura en gran escala. Se trabaja con una muestra de galaxias construida a partir del SDSS/DR7. Se desarrolla un método basado en sobredensidad numérica en el entorno de estos sistemas y se detectan más de 400 grupos que poseen filamentos en una dirección preferencial. Se clasifican las galaxias en paralelas, intermedias y perpendiculares al filamento con la finalidad de realizar un análisis de la dependencia de las propiedades y estructura de las galaxias los sistemas seleccionados y su entorno. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran una clara evidencia de alineamiento de las galaxias elípticas (sistemas con masas viriales $M_v \geq 10^{13} M_{\text{sol}}$) en la dirección del filamento, aún en las regiones virializadas. Mientras que el análisis de las propiedades astrofísicas de los sistemas de galaxias y su entorno, sugiere que no existen diferencias relevantes entre las galaxias paralelas, intermedias y perpendiculares al filamento.

INTRODUCCIÓN

A través de diversos estudios se puede encontrar que las orientaciones de los cúmulos o grupos pueden reflejar la forma de estructuras mayores en las que están inmersos estos sistemas (Binggeli 1982, Pimblet 2005, Tempel et al. 2014, entre otros). El análisis de los sistemas de galaxias y la estructura en gran escala, según el ambiente de acreción anisotrópica en la que estos sistemas se encuentran inmersos, requiere un análisis previo sobre la clasificación y detección de los filamentos. Para tal fin, se utiliza un método basado en sobredensidad numérica en el entorno a los grupos de galaxias. En una segunda etapa de este proyecto, se realiza una clasificación de las galaxias del grupo y su entorno. Para esto, se diferencian las galaxias con mediciones espectroscópicas, según su morfología (elíptica o espiral). Estas galaxias se clasifican en paralelas, intermedias o perpendiculares al filamento según su orientación, con el fin de realizar un análisis de la dependencia de las propiedades y estructura de las galaxias los sistemas seleccionados y su entorno, en función de la dirección del filamento.

METODOLOGÍA

Se trabaja con la muestra de grupos de Zapata et al. (2009), actualizada al séptimo relevamiento del Sloan Digital Sky Survey (SDSS-DR7, Abazajian et al, 2009), y se define una muestra seleccionando aquellos grupos que posean más de 4 galaxias miembro, en el intervalo de corrimiento al rojo (redshift) $0.05 \leq z \leq 0.1$. Se consideran galaxias con mediciones espectroscópicas más galaxias con información de redshift fotométricos de O'Mill et. al. (2011) para amplificar la señal. A partir del centro del grupo, se selecciona un campo que se divide en 3 regiones: la región 1, comprendida entre $0-1 h^{-1}$ Mpc, es considerada como la región virializada del sistema, la región 2 se toma de $1-3 h^{-1}$ Mpc como el entorno y la región externa del grupo, se considera entre $3-10 h^{-1}$ Mpc. Las sobredensidades numéricas se calculan para estas dos últimas regiones y se detectan 472 sistemas que poseen filamentos en una sola dirección preferencial. Se realiza el análisis a partir de la superposición de los sistemas de galaxias, esto permite caracterizar la dependencia de galaxias dentro de los grupos según el ambiente local y global en el que se encuentran estos sistemas (Figura 1). Posteriormente, se trabaja sólo con las galaxias espectroscópicas. Se distingue entre galaxias espirales (S) y galaxias elípticas (E), a través de la correlación de la muestra seleccionada con la clasificación morfológica del Galaxy Zoo, según el porcentaje de votación. Para la clasificación de las galaxias, se calcula la diferencia del ángulo del filamento con el ángulo isofotal de la galaxia, así se llama a esta diferencia "ángulo agudo" y se mide de 0° a 90° . Para determinar la dependencia de la estructura y propiedades de las galaxias con respecto a estas posiciones angulares, se clasifican como galaxias paralelas (ángulo agudo $\leq 30^\circ$), galaxias intermedias ($30^\circ < \text{ángulo agudo} < 60^\circ$) y galaxias perpendiculares (ángulo agudo $\geq 60^\circ$) al filamento.

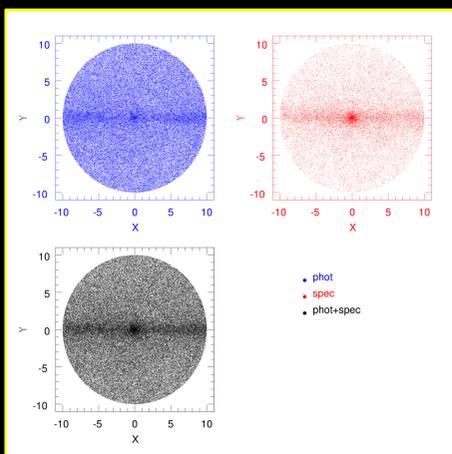


Figura 1: Superposición de los campos rotados según la dirección del filamento, para los 472 sistemas seleccionados. Son notorios los filamentos a lo largo del eje x. Si bien para el cálculo de la sobredensidad numérica se excluyó el grupo, se observa en la parte central de esta figura una región más sobredensa correspondiente a las galaxias pertenecientes a los mismos.

Bibliografía: Abazajian K.N. et al., 2009, ApJS, 182, 543. / Binggeli B., 1982, A&A, 107, 338 / O'Mill A., Duplancic F., García Lambas D., Sodré L., 2011, MNRAS, 413, 1395- 1408. / Pimblet, 2005, MNRAS, 358, 256-262./ Tempel E., Kipper R., Saar E., Bussov M. & Pelt J., 2014, arXiv:1406.4357./ Zapata T., Perez J., Padilla N., Tissera P., 2009, MNRAS, 394, 2229.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta etapa, muestran una clara evidencia de alineamiento de las galaxias E (línea continua color rojo) en la dirección del filamento, aún en regiones virializadas (figura 2). Además, se realiza un ajuste por mínimos cuadrados (MC, línea continua color negro), para cuantizar los resultados obtenidos. Así mismo, se concluye que esta señal para las galaxias E, es evidente en los sistemas que poseen una masa virial $M_v \geq 10^{13} M_{\text{sol}}$, mientras que los sistemas con $M_v < 10^{13} M_{\text{sol}}$ no muestran alineamiento significativo, ver figura 3. En es caso de las galaxias S, no se detectan señales claras de alineación preferencial.

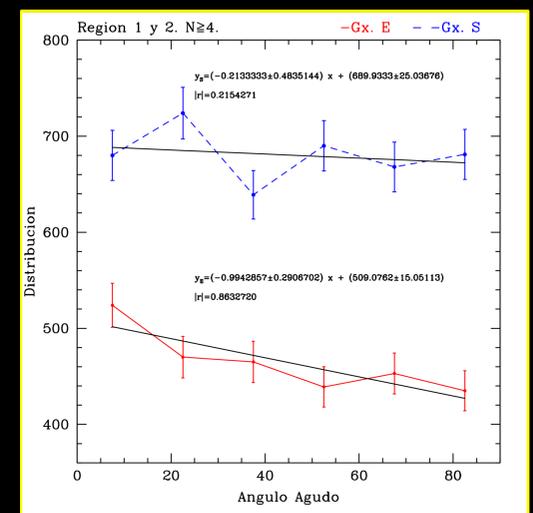
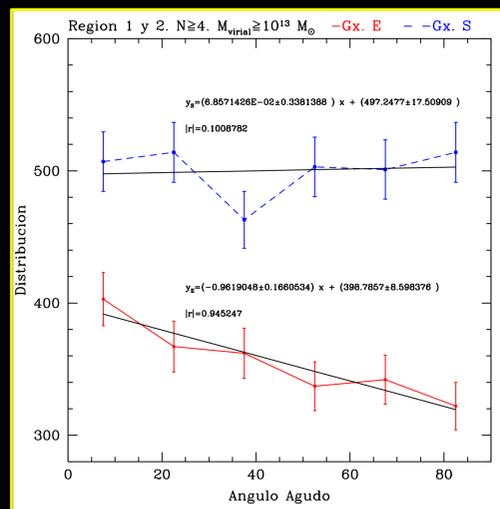
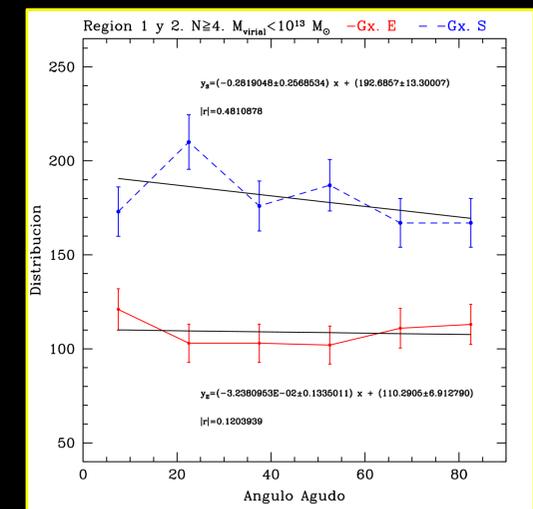


Figura 2: Distribución del ángulo agudo, dentro del campo de $3 h^{-1}$ Mpc, para sistemas con más de 4 galaxias miembro ($N \geq 4$).



(a)



(b)

Figura 3: Distribución del ángulo agudo. Se puede determinar que la señal obtenida en la Figura 2 para las galaxias E, esta dada por los sistemas con esta $M_v \geq 10^{13} M_{\text{sol}}$ (panel a). Mientras que los sistemas con $M_v < 10^{13} M_{\text{sol}}$ (panel b), las galaxias E y S no muestran alineamiento significativo dentro de la región 1 y 2.

Por otra parte, el análisis del gradientes de las propiedades, tales como el indicador de edad de las poblaciones estelares $D_n(4000)$, la tasa de población estelar efectiva (SFR/M^*) y el índice de color (u-r), de las galaxias en estos sistemas respecto a estas direcciones preferenciales en gran escala, de acuerdo a las orientaciones relativas que se estudian, sugiere que no existen diferencias relevantes entre ellas.

CONCLUSIONES: En este trabajo se analizan grupos de galaxias con el fin de detectar acreción anisotrópica que cruce el sistema en una dirección preferencial y examinar la dependencia de la estructura y propiedades de las galaxias en grupos según su ambiente. Los resultados que se obtienen muestran que la amplitud del campo elegido y el método que se utiliza, son adecuados y eficientes para la detección de los filamentos. A través del análisis de la estructura de las galaxias en los campos seleccionados, se encuentra que las galaxias E, en sistema con $M_v \geq 10^{13} M_{\text{sol}}$ y su entorno, tienden a estar alineadas con el filamento. Mientras que las galaxias S no muestran una orientación preferencial con respecto al mismo. Así mismo, de acuerdo a las orientaciones relativas que se estudiaron, no se encontraron diferencias significativas en las propiedades astrofísicas entre las galaxias E y S.