

**Nieves Castro Rodríguez**

Tesis leída en Abril de 2007

**TÍTULO:**

LUZ DIFUSA EN CÚMULOS Y GRUPOS DE GALAXIAS  
*DIFFUSE LIGHT IN GROUPS AND GALAXY CLUSTERS.*

**Trabajo dirigido por:**

J. Alfonso López Aguerra (IAC) y Francisco Garzón López (IAC)

**RESUMEN/ [ABSTRACT](#) :**

Los cúmulos y supercúmulos de galaxias son las estructuras más masivas virializadas del Universo. Aunque, en la mayor parte de ellos la evolución continúa por medio de la acreción de galaxias, desde las partes externas del cúmulo hacia el interior. La naturaleza y las escalas de tiempo de los procesos más relevantes que intervienen en la evolución de las galaxias del cúmulo pueden ir desde unos pocos Mega años, para procesos relacionados con la pérdida de gas del disco de las galaxias, hasta unos Giga años, los que invierte una galaxia en caer hacia un cúmulo. Los cúmulos más ricos van a estar situados en las intersecciones de los filamentos que constituyen el Universo y se caracterizan por tener un elevado número de galaxias, con densidades del orden de  $10^3$  y unas dimensiones de 3-5 Mpc. Estas asociaciones de galaxias representan además laboratorios ideales en los que estudiar la influencia del entorno en la evolución de las galaxias. El papel que juega el entorno en los cambios que se producen en las galaxias, es algo que toda teoría de evolución galáctica debe de explicar. Las interacciones en los cúmulos ricos de galaxias van a ser mayoritariamente rápidas, ya que la velocidad de los encuentros es mayor que la velocidad circular de las galaxias. Estas interacciones son menos eficientes que encuentros más lentos (más comunes en galaxias de campo o en un ambiente de densidad intermedia, como son los grupos de galaxias). Además

de estos encuentros, existen numerosos procesos dentro del cúmulo los cuales pueden afectar a la evolución de las galaxias que pertenecen a él.

Muchos de estos mecanismos implican que parte del material galáctico (estrellas y gas), es arrancado de las galaxias debido a las intensas fuerzas de marea que se generan en las fusiones o interacciones galaxia-galaxia o galaxia-potencial cumular. Este material queda flotando bajo la influencia del potencial cumular y constituye la luz difusa intracumular (ICL) o intragrupo (IGL). El estudio de esta componente cumular nos puede ayudar a entender el estado dinámico de los cúmulos y grupos de galaxias. Así como los procesos físicos que dominan en la evolución de las galaxias en cúmulos.

Existen dos formas principales de detectar la luz difusa. La primera consiste en detectar directamente colas de marea, filamentos de materia, o estructuras fuera de las galaxias que tengan un brillo superficial muy débil. La segunda forma de detección de la ICL es mediante una serie de trazadores que nos dan idea de la cantidad de luz difusa existente. Se han utilizado históricamente 4 tipos de estos trazadores: cúmulos globulares, supernovas, estrellas gigantes rojas (RGB) y nebulosas planetarias (PN). En la presente tesis analizaremos la luz difusa en el cúmulo de Virgo y en varios grupos de galaxias. Para ello, hemos detectado PN en las regiones alejadas de las galaxias de Virgo y de los grupos de Leo y HCG44.

La técnica observacional que utilizamos consiste en tener dos imágenes fotométricas de cada campo del cielo observado. Una de las imágenes será tomada en un filtro estrecho que contenga a la línea de [OIII]5007 Å (en la que las PN tiene el 15 % de su emisión y se puede detectar a grandes distancias) y la otra, en un filtro ancho que no la contenga. Esta técnica se denomina exposición "dentro-fuera" de banda (traducción de su nombre original en inglés: on-off band), la cual fue desarrollada inicialmente para detectar PN en galaxias elípticas pertenecientes al cúmulo de Virgo. En algunos campos se han tomado también imágenes en un filtro estrecho centrado en la línea de H<sub>α</sub> que es la segunda línea de emisión más fuerte de estos objetos. La detección de las PN en las imágenes fotométricas ha sido realizada mediante un método automático desarrollado por nuestro grupo y validado espectroscópicamente en alguno de los candidatos fotométricos.

Se ha encontrado entre otras cosas, que en los grupos de galaxias la luz difusa representa una pequeña fracción de la luz total de los grupos y que fuera de la región nuclear del cúmulo

no hemos detectado ICPN y el límite superior del brillo superficial de la ICL es mucho menor que en el centro del cúmulo. Esto indica que la luz difusa en Virgo está asociada con los grandes halos de las galaxias más brillantes del cúmulo (M87, M84 y M86). Estando su formación ligada a la de los halos galácticos. Esto indica que son las fusiones de galaxias las que producen la mayoría de la componente intracumular. Además, su alta inhomogeneidad indica que no está relajada con el potencial cumular y que su formación se ha producido hace pocos Giga años.

### English version-

Galaxy clusters and superclusters are the most massive gravitationally bound structures known in the Universe. They contain a large number of gravitationally bound galaxies interacting with one another and with the global cluster gravitational potential. These high density regions of the Universe are thus ideal laboratories for understanding the role played by environment in galaxy evolution. This evolution is linked with the formation of the cluster itself. Hence, as galaxies fall into the cluster potential they evolve and build up the cluster. However, the way in which galaxy clusters are assembled is still a matter for some debate. Clusters can be built up through continuous infalling of individual galaxies into the cluster potential, or can grow through the merging of small sub-cluster units. The dynamical state of a galaxy cluster indicates its state of assembly. Dynamically, young clusters are those that are still in the process of assembly. In contrast, dynamically evolved clusters show a relaxed and virialized state.

The strong gravitationally interactions suffered by the galaxies during their fall into the cluster potential cause some of their stars to be torn from the galaxies and ejected into the intracluster region. This intracluster population is the so-called intracluster or diffuse light (ICL) or intragroup light (in galaxy groups, IGL). Numerical simulations show that the magnitude of this cluster component depends on the cluster mass and evolutionary state. Thus, the study of the amount, distribution and kinematics of the ICL can provide information about the dynamical state of the cluster.

The ICL has been studied using two main observational techniques: direct detection by deep photometric images and the detection of individual stars in the intracluster region that trace the diffuse stellar component. They are globular clusters; supernovae; RGB stars and planetary nebulae (PN). In this thesis I have used the detection of in the Virgo cluster and the Leo and

HCG44 galaxy groups.

To search for planetary nebulae in the intracluster or intragroup region, we adopted the "on-off band" technique, developed for the detection of PN in elliptical galaxies. This technique consists of two photometric images, one in a wide-band filter centred on the wavelength of the [OIII]5007 Å emission line at the redshift of the target (the on-band filter), plus a broad V-band (the off-band filter). The reason is that PNe can be detected by deep photometric surveys because of their strong emission in the [OIII]5007 Å line.

The main results of this thesis are: In the galaxy groups, the diffuse light represents a very low fraction of the total light of the groups. And we have not detected {bf ICPNe} in the outer regions of Virgo cluster. These results indicate that the formation of this cluster component is related to the formation of large galaxy halos located in the core region (M87, M84 and M86). We conclude that the {bf ICL} in clusters is mostly formed during the major merger processes that form the brightest cluster galaxies.

**CONTACTO:** ncastro 'at' iac.es