

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II



TESIS DOCTORAL

**Estudio de una muestra completa de galaxias con
emisiones en H α**

TESIS DOCTORAL

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Jesús Gallego Maestro

Director:

Jaime Zamorano Calvo

Madrid, 2002

ISBN: 978-84-669-0887-0

© Jesús Gallego Maestro, 1995

29.916

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS
DEPARTAMENTO DE ASTROFISICA Y CIENCIAS DE LA ATMOSFERA



**ESTUDIO DE UNA MUESTRA COMPLETA
DE GALAXIAS CON EMISION EN $H\alpha$**

Dirigido por:
D. Jaime Zamorano Calvo
Profesor Titular
Universidad Complutense de Madrid

Memoria presentada por
D. Jesús Gallego Maestro
para aspirar al grado de
Doctor en Ciencias Físicas
Madrid, Febrero 1995

INDICE

Indice	i
Agradecimientos	v
1 La exploración de la Universidad Complutense de Madrid	1
1.1 Introducción	1
1.2 La exploración de la Universidad Complutense de Madrid	2
1.3 Galaxias con líneas de emisión	5
1.4 Resumen del trabajo	11
2 La muestra de candidatos	13
2.1 Introducción	13
2.2 Trabajos previos con prisma objetivo	14
2.3 Procedimiento observacional	17
2.4 Indicadores	22
2.5 Lista de objetos	24
3 Análisis de la muestra de candidatos	41
3.1 Parámetros generales	41
3.2 Significado físico de los indicadores utilizados	43
3.3 Comparación con otras exploraciones	47
3.3.1 La placa A195: Un campo común	47
3.3.2 La exploración de Kinman	50
3.3.3 La exploración de Wamsteker <i>et al.</i>	50
3.3.4 La muestra KUG	51
3.3.5 El catálogo de Markarian	53

4	Análisis espectroscópico de la muestra UCM	57
4.1	Campanías de observación	57
4.2	Reducción de las observaciones	67
4.2.1	Calibración instrumental	68
4.2.2	Extracción del espectro monodimensional	70
4.2.3	Calibración del espectro monodimensional	71
4.2.4	Análisis astrofísico de los datos	73
4.3	Espectros Finales	80
5	Tipos de galaxias con emisión	109
5.1	Clasificación espectroscópica	109
5.2	Algunos casos interesantes	114
5.2.1	Seyfert 1	114
5.2.2	Seyfert 2	122
5.2.3	Candidatos a LINER	124
5.2.4	Galaxias en interacción	125
5.2.5	Galaxias con espectro de alta excitación	126
5.2.6	Otros casos	127
5.3	Relevancia física de los diferentes tipos	129
5.3.1	Cocientes medios de líneas	129
5.3.2	Parámetros físicos medios	130
5.3.3	Diagramas de diagnóstico	134
6	Comportamiento global de la muestra UCM	139
6.1	Distribución en desplazamiento al rojo	140
6.2	Distribución en magnitudes absolutas	143
6.3	Diagrama de ionización	148
6.4	Anchuras equivalentes de las líneas de emisión	153
6.5	Relación entre anchura equivalente y magnitud absoluta	160
7	La muestra UCM en el infrarrojo lejano	163
7.1	Motivación	163
7.2	Obtención de los datos en el infrarrojo	165
7.3	Colores infrarrojos	172

7.4	La luminosidad FIR como trazador de la formación estelar	176
7.5	Estimación de la masa en forma de polvo	182
7.6	Comparación con otras muestras	183
7.6.1	Muestra de galaxias Markarian	184
7.6.2	La muestra de la exploración de Wasilewski	185
7.6.3	Muestra de galaxias IRAS del Hemisferio Sur	186
7.6.4	Muestra de galaxias extremas en el infrarrojo	186
7.6.5	La muestra de la Universidad de Michigan	188
8	Metalicidades	193
8.1	Introducción.	193
8.2	Abundancias según tipos.	194
8.3	Cálculo detallado de abundancias.	197
8.4	Relación de galaxias deficientes en metales.	199
9	Resultados a gran escala	203
9.1	Introducción	203
9.2	Complejidad de la muestra UCM	204
9.2.1	Efectos de selección	204
9.2.2	Parámetros de complejidad	209
9.3	Distribución espacial de las galaxias UCM	217
9.4	Función de Luminosidad	221
10	Conclusiones	229
A	Fichas	233
B	Bibliografía	419
C	Glosario de siglas	431
D	Glosario de símbolos	433

Agradecimientos

Durante la realización de esta tesis doctoral he recibido tantas ayudas y muestras de afecto que serían necesarias muchas páginas para que pudiese quedar reflejado de manera adecuada. Estoy seguro de que muchos amigos y otros nombres más podrían figurar perfectamente pero como en algún lado había que poner el límite, quiero empezar reflejando mi gratitud a todas las personas que se lo merecen pero que por razones de espacio no van a figurar explícitamente aquí.

D. Jaime Zamorano Calvo, mi director de tesis, ha sido el que ha hecho posible que haya llegado a buen término. Jaime, con su enorme capacidad de trabajo, su entusiasmo, sus palabras de ánimo y apoyo en los momentos necesarios y su infinita paciencia, es al que han de atribuirse todos los méritos. Con él he aprendido a observar con un gran telescopio, a reducir imágenes astronómicas, a publicar artículos y a todo lo que supone disfrutar llevando a cabo una investigación. Como remate, ha sido siempre un fenomenal compañero y amigo. Gracias a Jaime la realización de esta tesis ha sido algo estupendo y sobre todo muy divertido.

El profesor D. Manuel Rego me acogió en el Departamento y depositó en mí su confianza desde el primer día de mi incorporación al proyecto. Gracias a él dispuse siempre de todas las facilidades y ayudas necesarias para llevar a cabo un trabajo de investigación, pero lo que más le agradeceré siempre es que pusiera a mi disposición su enorme experiencia. Sus consejos y comentarios fueron siempre de gran ayuda.

Quiero mencionar de una manera especial a mis amigos Alvaro Vitores y Oscar Alonso. Con ellos he vivido el día a día, con todos los buenos y malos momentos. Han sido siempre unos compañeros de despacho estupendos en los que siempre he tenido todo tipo de ayuda y que han sabido aguantar con mucha paciencia todas mis historias. No es cuestión de detallar las ocasiones en las que me echaron una mano, pero son muchas. Muchísimas gracias chicos. Somos el equipo de prisma objetivo.

Mi más sincero agradecimiento a los doctores María José Fernández Figueroa, Manuel Cornide, Elisa de Castro y Francisco Javier Gorgas por la ayuda que he recibido de ellos en todo momento. Debido a la proximidad de nuestros temas de investigación Javier ha sido además la persona a quién acudir cuando hacía falta una opinión externa. A Javier quiero agradecerle muy especialmente también su amistad

y compañerismo. He tenido la suerte de ayudarle en las labores de mantenimiento del equipo informático del departamento por lo que con él comparto la lucha continua porque nuestra sala de ordenadores sea siempre algo de lo que pudiésemos presumir todos.

Gracias a mis compañeros ayudantes Luis Felipe Miranda y David Montes, a los doctorandos Nicolás Cardiel (especialmente eficaz en cuestiones de programación y de frontenis), Santos Pedraz, Marta Cordero, Fernando Martín, Almudena Alonso, David Barrado, Rosario Lorente, Francisco de Borja Dominguez y al resto del personal del departamento. Gracias a todos por su ayuda y su compañerismo.

Mi agradecimiento a todo el personal de los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos en Canarias y al del Observatorio de Calar Alto (Almería) y muy especialmente al director del último, el Dr. Kurt Birkle, por su eficacia y el trato tan amable que de ellos he recibido siempre. Hago extensivo el mismo al personal del Observatorio de Armagh (Irlanda del Norte), al del Rutherford Appleton Laboratory (Inglaterra) y al del Observatorio de Haute Provence (Francia). Gracias a los doctores Alfonso Aragón-Salamanca, Gordon Bromage, Rosario González-Riestra, Miguel Mas, Benjamín Montesinos, Peter Panagi y Gracia Rodriguez por su ayuda y sus consejos.

Y para cerrar los agradecimientos, no pueden faltar mi familia y mi novia. Su labor es la más oscura y menos valorada, pero para mí la más importante. Con paciencia, cariño y confianza infinitas han soportado la otra cara de este trabajo. Puesto que ellos han sido y serán siempre lo más valioso que tengo es a ellos a quién le quiero dedicar esta tesis.

Madrid, Febrero de 1995

Capítulo 1

La exploración de la Universidad Complutense de Madrid

1.1 Introducción

En el Universo la materia se presenta en sistemas formados por varios miles de millones de estrellas que llamamos galaxias. El estudio de las propiedades de las galaxias con muestras lo mayores posibles es necesario para un mejor conocimiento del mismo. Dependiendo del tipo de técnica utilizada para detectar nuevas galaxias, éstas se ven segregadas por sus propiedades físicas. La segregación se produce en función de los efectos de selección dominantes. Estos efectos son diferentes para cada técnica. Así se pueden utilizar fotografías de larga exposición de grandes regiones del cielo, o bien la detección en determinadas regiones del espectro radio, infrarrojo, ultravioleta o de alta energías. Mientras en las primeras obtenemos principalmente galaxias normales, en las últimas destacan aquellos objetos en los que se están produciendo fenómenos violentos. Por razones de economía de esfuerzo, en general se pretende cubrir siempre la mayor zona posible de cielo llegando a fuentes lo más débiles posibles.

Según se han ido estudiando las muestras de galaxias obtenidas con las diferentes técnicas se ha comprobado que los efectos de selección introducidos son lo suficientemente importantes como para que los resultados obtenidos del análisis de las muestras puedan ser muy diferentes. Se han detectado galaxias con actividad no térmica, galaxias que están formando actualmente una gran cantidad de estre-

llas, galaxias con unas metalicidades anormalmente bajas u otras en las que están teniendo lugar fenómenos violentos de gran magnitud en los que se ven involucradas enormes cantidades de energía. Se hace necesario así estudiar el cielo con las diferentes técnicas disponibles y combinar los resultados de cada exploración con el objetivo de obtener una visión de conjunto y obtener una evaluación de los efectos de selección obtenidos.

1.2 La exploración de la Universidad Complutense de Madrid

La exploración de la Universidad Complutense de Madrid (exploración UCM; Rego *et al.* 1989; Zamorano *et al.* 1990; Zamorano *et al.* 1994) es un proyecto a largo plazo en el que se pretende cuantificar la Tasa de Formación Estelar SFR (del inglés *Star Formation Rate*) en el Universo Local y descubrir nuevas galaxias de baja metalicidad. Uno de los resultados más interesantes que se persiguen es obtener una muestra completa de galaxias con formación estelar con las que llevar a cabo un análisis de la SFR en el Universo Local. En algunas galaxias el fenómeno de formación estelar abarca todo el sistema. En unas pocas, este fenómeno se produce por primera vez, de tal forma que las metalicidades observadas en el medio interestelar de estos objetos están muy cercanas a los valores supuestos para momentos después de la nucleosíntesis de los primeros minutos del Universo. De esta forma también se espera obtener galaxias de muy baja metalicidad.

La técnica observacional está basada en detectar nuevos objetos que presenten emisión $H\alpha$ en exposiciones fotográficas profundas de gran campo tomadas con telescopio Schmidt. Como resultado de la exploración UCM obtenemos candidatos a galaxias con emisión $H\alpha$. Una gran mayoría son, como veremos, galaxias con líneas de emisión. A estas galaxias detectadas en la exploración UCM las denominaremos a partir de ahora galaxias UCM. Como veremos en capítulos posteriores un significativo número de galaxias con formación estelar no son detectadas por las exploraciones llevadas a cabo en el azul. Por un lado, las galaxias que tengan una fuerte extinción interestelar o una baja excitación escapan a la detección debido a los altos decrementos de Balmer y a la debilidad de las líneas de OII y OIII. Un apunte de este efecto ya fue sugerido por Dennefeld, Karoji & Belford (1985) según

los cuales una importante fracción de las galaxias detectadas por el satélite IRAS (del inglés *InfraRed Astronomical Satellite*) no serían detectadas por una exploración en el azul debido a que estas galaxias tienden a presentar anchuras equivalentes del sistema $H\alpha + [NII] \lambda\lambda 6548, 6584$ grandes al mismo tiempo que presentan líneas de $H\beta$ y OIII débiles o inexistentes. Salzer & MacAlpine (1988) concluyen tras un análisis detallado de las propiedades infrarrojas de una muestra de 172 galaxias de emisión extraídas de las listas III y IV de la Universidad de Michigan que el satélite IRAS detectó una submuestra de galaxias con formación estelar importante que efectivamente se le pasó por alto a su exploración, si bien esa fracción no era tan importante como lo sugerido por Dennefeld, Karoji & Belford (1985) puesto que estos objetos probablemente habrían presentado una línea de $[OII] \lambda\lambda 3727$ intensa. Esta línea desde luego habría dado lugar a la detección del objeto por una exploración en el azul, y la afirmación es válida en el caso de las galaxias con baja ionización, pero es al menos discutible en aquellas en las que es la extinción la que hace que no estén presentes cualquier línea del rango azul del espectro.

Por otro lado, Kunth & Sargent (1986) investigaron las causas de que se conozcan tan pocas galaxias con abundancias metálicas muy bajas. No se conocen galaxias en las que la abundancia de Oxígeno, que se toma como representativa de las demás, sea menor que en IZw18 con valor de $1/40$ el valor solar. Estos autores llevaron a cabo un análisis de la detectabilidad de este tipo de objetos, planteándose qué sería lo que ocurriría con galaxias de metalicidades aún menores, con valores cercanos a $1/100$ el valor solar. Haciendo uso de los modelos de fotoionización publicados para regiones HII (Stasinska 1980), estimaron los flujos que tendrían las líneas de emisión más importantes en este tipo de galaxias. Las líneas de OIII se espera sean extremadamente débiles. Por ello, una de las conclusiones de ese trabajo es que una manera más prometedora de detectar esas galaxias sería por su exceso en el ultravioleta o a través de prisma objetivo en la zona de $H\alpha$. Como ya se mencionó en la introducción y se desarrollará con más detalle en el capítulo de este trabajo dedicado a las abundancias metálicas de las galaxias UCM, el número de galaxias con metalicidad muy baja es bastante pequeño. No obstante, estos objetos son particularmente interesantes puesto que son candidatos a galaxias que están experimentando unos de sus primeros procesos de formación estelar. Si el brote ha sido lo suficientemente reciente, se producirán dos consecuencias. Por una parte las estrellas de mayor

poder de ionización no habrán desaparecido aún con lo que producirán regiones HII con el gas altamente ionizado. En estas condiciones es relativamente sencillo hacer un análisis detallado de las abundancias de ese gas. Por otra al no haberse producido todavía la evolución de esas estrellas tan masivas, éstas no habrán tenido tiempo de autocontaminar el medio interestelar circundante con los resultados de las reacciones nucleares de su interior. En estas condiciones las abundancias metálicas del gas serán prácticamente aquellas del gas original producto de las nucleosíntesis ocurridas en los primeros momentos del Universo. Especialmente la abundancia de Helio, que supone una de las restricciones observacionales más importantes a las predicciones hechas por los modelos cosmológicos estándar.

Otra de las aplicaciones de este tipo de exploración es su utilidad para detectar galaxias activas. Hay grandes dificultades para obtener una muestra completa de este tipo de galaxias pues según sean éstos, los efectos de selección son muy importantes con unas u otras técnicas. Muchas Seyfert 2 no son detectadas en las búsquedas por exceso en el ultravioleta mientras que una exploración en el azul es menos sensible a las galaxias Seyfert 1 (Osterbrock 1987). Parece que la única manera de obtener una muestra completa sería obtener espectroscopía de rendija para todas las galaxias por debajo de una cierta magnitud límite en un campo concreto (Osterbrock & Martel 1993). Seleccionar galaxias por su línea H α en emisión podría evitar este trabajo, pues se podría utilizar en combinación a una exploración tipo Universidad de Michigan para completar la muestra con esas galaxias tipo Seyfert 1 o Seyfert 2 enrojecidas que se habrían pasado por alto previamente. Este tipo de trabajo es sugerido por Osterbrock & Martel (1993) para completar la porción de cielo abarcada por la muestra de Wasilewski.

Esta tesis doctoral está inscrita en el marco general del proyecto de la Universidad Complutense de Madrid. Considerando los objetivos generales del proyecto UCM, los tratados en esta tesis doctoral se resumen en los siguientes puntos:

- Realización de observaciones con telescopio Schmidt para cubrir una región de cielo significativa.
- Identificación de candidatos a galaxias con líneas de emisión, obtención de posiciones astrométricas, denominaciones previas y otra información general.
- Caracterización de la muestra resultante a través de la comparación con otras

exploraciones. En particular, obtención de las diferencias y similitudes con las muestras obtenidas a partir de las diversas técnicas de prisma objetivo. Determinación de los factores determinantes de la completitud de la exploración UCM. Distribución espacial y función de luminosidad de las galaxias con emisión en $H\alpha$.

- Determinación de las contrapartidas en el infrarrojo lejano y estudio de las propiedades de las galaxias UCM en esta región espectral.
- Realización de observaciones espectroscópicas con resolución espectral y espacial suficientemente altas para confirmar la naturaleza de los candidatos y llevar a cabo el estudio físico de las estructuras emisoras y la localización de las regiones responsables de la emisión $H\alpha$.

1.3 Galaxias con líneas de emisión

Bajo la categoría de galaxias con líneas de emisión ELGs (del inglés *Emission Line Galaxies*) se considera un heterogéneo grupo de objetos cuya única característica común es presentar en su espectro líneas de emisión más o menos intensas.

La presencia de líneas de emisión en un objeto extragaláctico se debe al gas caliente. El proceso de calentamiento del gas tiene dos posibles orígenes físicos. El primero corresponde a los fenómenos de actividad en los núcleos de las galaxias y tiene un origen no térmico. Las líneas se producen en gas turbulento que está siendo iluminado por radiación de tipo sincrotrón. El segundo tiene un origen térmico y en él las líneas están asociadas a los fenómenos de formación estelar y corresponden a la emisión de gas que está siendo bañado por la radiación ultravioleta de estrellas jóvenes y masivas que se han formado en su interior o en sus cercanías. Los fenómenos físicos por los cuales se producen estas líneas de emisión de origen térmico están muy bien estudiados teóricamente, por lo que se tiene de ellos un buen conocimiento. Esto hace posible que se utilicen para el estudio y análisis detallado de todos los escenarios astrofísicos en los que se observa el fenómeno de formación estelar. Estos procesos se producen en las galaxias tanto a pequeña como a gran escala. Mientras que en una galaxia espiral normal como la nuestra o Andrómeda la formación estelar se produce de una manera gradual y continua en las nubes de

gas presentes en los brazos espirales, en las galaxias con brotes de formación estelar, el fenómeno domina el conjunto de la galaxia. Este tipo de procesos condiciona el aspecto presente y la evolución futura de cualquier galaxia en la que tiene lugar. En los años 70 (Searle & Sargent 1972; Lequeux, Peimbert *et al.* 1979) se encontró que estas galaxias debían formar estrellas en una sucesión de intensos episodios de corta duración seguidos de largos períodos de calma, ya que al ritmo de formación actual acabarían con sus reservas de gas en tiempos extremadamente cortos (Thuan 1983). Las galaxias con brotes de formación estelar constituyen laboratorios ideales para estudiar la evolución de estrellas masivas y su influencia en el entorno circundante. Así mismo, permiten analizar el aspecto que tendrían las galaxias jóvenes en épocas más tempranas del Universo. De hecho, la inexistencia de una población estelar antigua subyacente en algunos de estos objetos ha llevado como hemos visto a postular que sean galaxias jóvenes que estén experimentando su primer episodio de formación estelar (Kunth & Sargent 1986).

Aunque en principio pudiera parecer lo contrario cada vez se tiene mayor evidencia de que la presencia de líneas de emisión es un fenómeno frecuente en la población de galaxias del Universo Local (Woltjer 1990). Se presentan en objetos con morfología y propiedades muy variadas, con generación de energía tanto por procesos de tipo térmico como no térmico.

Entre las galaxias en cuyo espectro integrado aparecen líneas de emisión y cuya fuente energética es predominantemente térmica tenemos:

- Regiones HII localizadas en el disco de galaxias espirales.

También conocidas como regiones HII extragalácticas, comprenden los brotes de menor intensidad. Se han dedicado bastantes proyectos a su estudio (puede verse un detallado análisis en McCall, Rybski & Shields 1985), por lo que *actualmente se conocen bastante bien los procesos físicos que en ellas tienen lugar*. La SFR en estas galaxias se encuentra en un rango entre $0.1 M_{\odot} \text{ a}^{-1}$ para las tipo Sa y 0.4 para las tipo Sd (Fritze & Alvensleben 1993).

- Galaxias con brotes de formación estelar en el núcleo.

Toman el nombre SBN del inglés *StarBurst Nuclei* y es una categoría de índole principalmente morfológico. Son galaxias espirales en cuyo núcleo tienen lugar intensos brotes de formación estelar (Balzano 1983). Su metalicidad es mayor

que en otras galaxias con líneas de emisión, con valores próximos a los solares. Su contenido en polvo es también sensiblemente mayor por lo que suelen ser objetos fácilmente detectables en la banda de las 60μ . Sus luminosidades son las típicas de una galaxia espiral normal, apareciendo en su espectro características bastante determinantes. Suelen presentar el conjunto de líneas $H\alpha$ y $[NII] \lambda\lambda 6548, 6584$ bastante intenso. La región alrededor de los 4800 \AA (región azul del espectro en el óptico) suele carecer de todo tipo de líneas de emisión debido a la alta extinción. Numerosos estudios han demostrado que la región central está formada en su mayoría por grandes cantidades de estrellas normales de tipo O y B.

- Galaxias con brotes de formación estelar.

Son galaxias con un rango de propiedades muy amplio pero que están caracterizadas por poseer intensas regiones de emisión que pueden estar localizadas en cualquier lugar de la galaxia, principalmente en el exterior. Su espectro es muy parecido al de una región HII de nuestra galaxia. La ionización típica deducida de sus espectros es mayor que en las galaxias con brotes de formación estelar en el núcleo si bien sin llegar a los valores extremos típicos observados en las galaxias compactas azules y que están definidas un poco más abajo. Sus propiedades son las esperables de un gas de metalicidad intermedia o baja ionizado por estrellas calientes. Las SFR observadas en estos objetos son demasiado grandes como para que puedan mantenerse a lo largo de períodos de tiempo largos. Los valores típicos son de entre 8 y $80 M_{\odot} \text{ a}^{-1}$.

Puede ocurrir que el fenómeno de formación estelar esté originado por un motivo concreto de interacción. Tenemos en ese caso las galaxias en interacción, o en un caso extremo, las galaxias en fusión. Los efectos de marea que se producen entre dos galaxias cercanas espacialmente pueden ser suficientemente importantes como para estimular la formación estelar en ambos objetos. Son muy numerosos los casos observados, y su tratamiento teórico a base de simulaciones numéricas con ordenador ha llenado muchas páginas de las revistas especializadas en los últimos años. Actualmente se piensa que fenómenos de interacción con galaxias satélites son la causa de la formación de muchas de las estructuras de tipo barra observadas. A veces, la evidencia de interacción

se presenta en forma de morfologías complejas, con colas, chorros de estrellas, puentes de luz o muchos otros fenómenos de tipo violento que abarcan incluso la formación de núcleos Seyfert o anillos. Un buen muestrario de este tipo de fenómenos se puede encontrar analizado en detalle en Wielen (1989).

Los procesos de fusión entre dos galaxias originan episodios de formación estelar muy intensos, a veces ocultos en el UV y en el óptico debido a la presencia de grandes cantidades de polvo interestelar. Estas galaxias constituyen las fuentes infrarrojas más luminosas detectadas mediante el satélite IRAS y albergan los brotes de formación estelar más intensos conocidos (Sanders, Soifer, Elias *et al.* 1988). Se caracterizan por emitir la mayor parte de la energía en el infrarrojo lejano, por lo que los cocientes entre las luminosidades en esta región y en el azul L_{FIR}/L_B son mucho mayores que la unidad. Actualmente se mantienen todavía dudas sobre qué importancia tienen los fenómenos de origen no térmico en estas galaxias (Lonsdale, Lonsdale & Smith 1993). Durante la década de los ochenta, observaciones en el infrarrojo demostraron que tanto las galaxias en interacción como aquellas en un proceso de fusión presentaban luminosidades mayores que los sistemas aislados, llegando en el caso de los procesos de fusión a $10^{12} L_{\odot}$ (Joseph *et al.* 1984; Joseph & Wright 1985; Lonsdale, Persson & Matthews 1984; Cutri & McAlary 1985). No obstante, el origen de la alta luminosidad infrarroja observada es todavía controvertido, con dos teorías principales posibles. La primera es el escenario que comprende un proceso de formación estelar de grandes proporciones. Apoyada por recientes observaciones en el infrarrojo cercano (Prestwich, Joseph & Wright 1994), supone que cuando dos galaxias ricas en gas empiezan a fusionarse, las colisiones entre nubes inducen frentes de choque en el gas molecular. Este gas se enfría, colapsa y se fragmenta produciendo intensos brotes de formación estelar. La segunda se basa en un fenómeno de actividad nuclear con un alto grado de obscurecimiento por polvo (Lonsdale *et al.* 1993).

- Galaxias compactas azules.

Son galaxias que reciben ese nombre (*Blue Compact Dwarfs*, BCDs) por su aspecto muy compacto y colores muy azules. Presentan un espectro en la región del visible que refleja una alta ionización del medio, es decir, dominado

por líneas de emisión intensas y con anchuras equivalentes muy grandes. Sus tamaños son pequeños, normalmente menores de 8 kpc (Salzer, MacAlpine & Boroson 1989; Kunth, Maurogordato & Vigroux 1988). Su masa total suele ser del orden de $10^9 M_{\odot}$ y su magnitud absoluta en la banda B oscila entre unos valores extremos de -12 y -17 (suponiendo tal y como se hará a lo largo de todo este trabajo un valor para la constante de Hubble $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$). Se encuentran normalmente aisladas y son poco definidas en su forma o esferoidales. La componente estelar dominante es muy joven y luminosa, situándose en zonas muy compactas de alta densidad de estrellas. La proporción entre la masa de la galaxia que se encuentra en forma de gas y la masa en forma de estrellas es mucho mayor que en los otros tipos de galaxias (Lequeux *et al.* 1979). También se observa (Thuan 1983) la presencia de una población estelar subyacente resultado de procesos anteriores de formación estelar con un brillo superficial muy bajo y que es muy difícil de detectar observacionalmente. Su contenido metálico es normalmente bajo, con un promedio de $Z = Z_{\odot}/10$ si bien las abundancias de Oxígeno observadas varían en un amplio rango desde 1/5 y 1/30 del valor solar. Estas galaxias son de un alto interés por lo que se han desarrollado y se están llevando a cabo varios programas sistemáticos para su descubrimiento y posterior estudio. Para discriminar este tipo de galaxias del resto se suele utilizar un exceso de emisión en el UV característico y su aspecto compacto o bien la apariencia de su espectro en el rango óptico. Ejemplos típicos son IZw18 y IIZw40 (Sargent & Searle 1970) o POX186 (Kunth, Maurogordato & Vigroux 1988).

- Galaxias enanas.

La mayor parte de los tipos de galaxias con líneas de emisión ELGs previamente mencionados tienen su equivalente como galaxias enanas (Binggeli 1993). Es una cuestión de tamaño. Por convenio, una galaxia enana se puede definir como aquella que no es una elíptica o no tiene un bulbo de tipo elíptico. En esta definición están comprendidas buena parte de las galaxias con brotes de formación estelar y prácticamente todas las compactas azules.

Como resultado secundario en una exploración del tipo UCM también se detectan galaxias en las que la emisión $H\alpha$ tiene un origen al menos en parte no térmico. Estas galaxias se conocen como galaxias activas. Entre las galaxias cuya producción de energía ocurre principalmente a través de fenómenos de origen no térmico y que presentan líneas de emisión tenemos:

- Cuasares.

Estos objetos tienen un aspecto puntual de color muy azul. Son los objetos más luminosos del Universo ($M_b < -23$). Presentan variabilidad en el óptico tanto en el continuo como en las líneas de emisión que suelen ser intensas y con anchuras a media altura FWHM (del inglés *Full Width at Half Maximum*), de varios miles de kilómetros por segundo. Suelen presentar desplazamientos al rojo altos.

- Galaxias Seyfert 1.

Las galaxias Seyfert tipo 1 recuerdan a los cuasares pero a una escala menor. Se dan principalmente en los núcleos de galaxias espirales presentándose como un núcleo anormalmente brillante que domina el resto de lo que parece ser una galaxia normal. Espectroscópicamente se caracterizan por líneas de Hidrógeno muy anchas ($FWHM \sim 1000-5000 \text{ km s}^{-1}$). Las líneas prohibidas suelen tener anchuras del orden de unos pocos cientos de km s^{-1} . Se observan líneas de elementos varias veces ionizados, siendo especialmente importantes un enorme número de líneas de Hierro que llegan a formar un pseudocontinuo.

- Galaxias Seyfert 2.

Las Seyfert 2 presentan tanto las líneas de Balmer como las prohibidas con anchuras del orden de los $500-1000 \text{ km s}^{-1}$. Se presentan en galaxias muy parecidas al caso de las Seyfert 1. La distinción entre estas dos clases es todavía motivo de estudio. En general se piensa que el origen físico es el mismo pero que en el caso del tipo 2 la fuente central se encuentra oculta al observador por toda una serie de nubes de gas y polvo que hacen que espectroscópicamente el aspecto sea tan diferente.

- Galaxias LINER.

La palabra LINER es el acrónimo del inglés *Low Ionization Nuclear Emission-Line Regions*, y corresponde a galaxias con regiones nucleares que presentan líneas de emisión de elementos en estados de baja ionización (OI, SII, NII ...). En contraste con las Seyfert en las que la ionización parece ser principalmente de tipo radiativo, en las LINER parece que son las colisiones los que juegan un papel importante, aunque este tema es todavía origen de gran controversia.

1.4 Resumen del trabajo

En el presente trabajo se ha llevado a cabo toda una serie de estudios con el fin de caracterizar la muestra que se obtiene si se lleva a cabo una búsqueda de objetos extragalácticos con una combinación instrumental de prisma objetivo en la región de la línea de $H\alpha$. En el capítulo 2 se presenta la técnica instrumental utilizada para la exploración. Tras una descripción y repaso de los trabajos previos realizados en este campo se fijan las características de las placas fotográficas tomadas como origen de este trabajo, con la lista de candidatos resultante de la inspección visual de todas y cada una de las placas. Un primer análisis de la información obtenida para cada objeto a partir de las placas de prisma objetivo, de Monte Palomar y de la bibliografía es presentado en el capítulo 3. Allí se dan los parámetros generales de la muestra, la clasificación de los objetos según la línea de emisión presentada, la intensidad del continuo en la placa, y una primera estimación de la anchura equivalente del conjunto $H\alpha + [NII] \lambda\lambda 6548, 6584$. En este capítulo también se lleva a cabo una comparación de todos estos datos con los arrojados por otras exploraciones con prisma objetivo recogidas de la literatura. Un especial énfasis se hace en la exploración de la Universidad de Michigan, como muestra representativa de una exploración con prisma objetivo en el azul.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de observar con espectroscopía de resolución intermedia la muestra completa de candidatos. Se proporcionan desplazamientos al rojo, anchuras equivalentes, intensidades de líneas, índices de color sintetizados y otros muchos parámetros espectroscópicos para todos aquellos objetos para los que fue posible. Para cada galaxia se ha realizado una ficha de información con el espectro calibrado, las líneas observadas y sus parámetros principales. Todas

las fichas han sido reunidas en el apéndice A. Con toda esta información se procedió a la clasificación espectroscópica de los objetos, con diferentes tipos según la naturaleza de las regiones emisoras y su importancia en el conjunto de la galaxia. Los resultados se ofrecen en el capítulo 5. En una sección se hace especial hincapié en un pequeño grupo de galaxias que por sus peculiares características espectroscópicas merecen un comentario.

En el capítulo 6 se analiza con detalle el comportamiento global de la muestra. Como referencia se toman la muestra de la Universidad de Michigan y la muestra de galaxias con exceso UV del Observatorio de Kiso. En el capítulo 7 se presenta un análisis detallado del comportamiento de la muestra UCM en el infrarrojo lejano, el otro posible trazador de la SFR. Se proporcionan los flujos IRAS determinados de los datos originales para una gran parte de las galaxias encontradas. Con estos datos se llevó a cabo una estimación de la masa de polvo de cada objeto, luminosidad infrarroja y otros datos que son contrastados con los disponibles para otras muestras como la de Michigan y la de Markarian, así como muestras de galaxias obtenidas exclusivamente a partir de los datos IRAS. El capítulo 8 estudia la distribución de metalicidades y sus efectos en las galaxias de la muestra UCM. También se presenta una serie de galaxias descubiertas en esta muestra con bajas abundancias metálicas. Finalmente, las consecuencias de un estudio a gran escala de este tipo de galaxias, concretado en un repaso a los efectos de selección, test de completitud, función de luminosidad y densidades espaciales queda recogido en el capítulo 9. El capítulo final presenta tanto las conclusiones finales del trabajo como una serie de perspectivas futuras que han surgido como consecuencia del mismo.

Capítulo 2

La muestra de candidatos

2.1 Introducción

La selección de los candidatos con emisión en $H\alpha$ que son objeto de esta tesis está basada en la técnica de prisma objetivo. Este método instrumental consiste en colocar un prisma delgado como elemento dispersor delante del espejo primario o la lente del objetivo de un telescopio. El prisma dispersa la luz incidente de modo que cada imagen de un objeto celeste es extendida formando un pequeño espectro de baja resolución. Se consigue así que en una exposición aparezcan a la vez los espectros de todos los objetos comprendidos en el campo del telescopio. Si se combina el gran campo de cielo abarcado por un telescopio de tipo Schmidt con una placa fotográfica de gran tamaño obtendremos los espectros en baja resolución de varios miles de objetos celestes en una sola exposición. La inspección detallada de una de estas placas con un sistema de aumento nos permite detectar la presencia de aquellos que tuvieran características espectrales muy marcadas, ya sea la presencia de líneas de emisión, de absorción o un exceso de color. El ahorro de tiempo de observación que supone esta técnica es muy grande pues en una exposición de dos horas se puede obtener el espectro de unos veinte mil objetos en una placa de 5.5×5.5 grados² de cielo.

Sin embargo, a pesar de la sencillez del método, éste no está exento de problemas. El primero es debido a que la dispersión es extremadamente baja. En el caso del prisma de 4° del Schmidt de Calar Alto, el valor es cercano a los 1950 \AA mm^{-1} en la zona de la línea $H\alpha$ (Birkle 1984). Como el tamaño de grano de una emulsión

fotográfica Kodak para fines astrofísicos rara vez es menor a las 10μ , tenemos que en la unidad fundamental del detector quedan abarcados 19.5 \AA , o sea, 890 km s^{-1} . La anchura a media altura (FWHM) típica de la línea de emisión de una galaxia normal es del orden de los 500 km s^{-1} . En consecuencia, salvo para objetos muy especiales se puede obtener muy poca información acerca de la naturaleza del objeto que emite las líneas de emisión solo con la información de prisma objetivo. Un segundo problema es que salvo que se tomen imágenes directas no se dispone de un punto de referencia para llevar a cabo una calibración en longitud de onda. Todo esto hace que el resultado final sea una lista de candidatos a galaxia con línea de emisión pero que necesitan ser confirmados.

Una vez seleccionados los objetos que presentan líneas de emisión se pueden obtener, mediante otros procedimientos más elaborados y más precisos, espectros de mayor resolución que la proporcionada por la técnica de prisma objetivo.

2.2 Trabajos previos con prisma objetivo

Durante los últimos veinte años se han llevado a cabo muchos proyectos con el objetivo de descubrir nuevas galaxias con líneas de emisión. En el ya clásico artículo de Kinman (1984a) se hace un buen repaso de todos los intentos hechos hasta el año 1983. Muchas técnicas han sido utilizadas, desde datos de satélites hasta búsquedas en las placas originales de Monte Palomar POSS (*Palomar Observatory Sky Survey*). Varias exploraciones están todavía en funcionamiento y nuevos proyectos surgen todos los años. El mayor problema de muchas de las técnicas utilizadas es el pequeño campo de cielo que se cubre en cada exposición. Esto hace que sea la combinación del gran campo de un telescopio Schmidt con la solidez de una placa fotográfica como detector la que se utilice preferentemente en la actualidad.

Hay dos características observacionales que ayudan a detectar una galaxia con líneas de emisión en una placa. La primera es la presencia de las propias líneas, la segunda, los colores característicos que presentan este tipo de galaxias. La selección de un objeto por sus colores implica la adquisición de varias placas del mismo campo que se quiere estudiar a través de diferentes filtros, para después, por ejemplo, buscar objetos más azules de lo normal. Otra posibilidad es obtener en una sola placa una exposición múltiple a través de los diferentes filtros de interés,

haciendo un pequeño desplazamiento espacial cada vez que cambiemos de filtro. El primer trabajo centrado en colores fue la exploración de Haro (1956) quien tomó placas en los filtros U, B y V con el telescopio Schmidt de 66 cm del Observatorio de Tonantzintla para descubrir cuarenta y cuatro galaxias con exceso en el azul. Una exploración de este estilo en varios colores se está llevando a cabo con el telescopio Schmidt del Observatorio de Kiso en Japón con el objetivo de encontrar galaxias con exceso en el ultravioleta (Takase, Noguchi & Maehara 1983; Takase & Miyauchi-Isobe 1984, 1991, 1993; Comte *et al.* 1994). Recientemente otra exploración en busca de galaxias brillantes en el Ultravioleta ha sido iniciada usando la colección de placas de la exploración de Montreal-Cambridge-Tololo dedicada a la búsqueda de estrellas azules anormalmente poco luminosas (Coziol *et al.* 1993). Queda patente que esta técnica, por sí sola, no garantiza la existencia de líneas de emisión en los espectros de los objetos detectados

La técnica que utiliza la presencia de las líneas de emisión supone el uso de un prisma objetivo. Con este tipo de instrumentación también es posible buscar galaxias con exceso en el Ultravioleta como hicieron Markarian y sus colaboradores (Markarian 1967; Markarian, Lipovetskii & Stepanian 1981). Obtuvieron el espectro a baja dispersión (1800 \AA mm^{-1}) cerca de la línea $H\gamma$, usando la emulsión de Kodak IIaF y encontraron 1532 objetos con exceso en el UV en 1133 campos que cubrían 17000 grados cuadrados (Lipovetskii, Markarian & Stepanian 1987). Con un prisma objetivo de mayor dispersión y una emulsión de mayor contraste, la presencia de líneas de emisión puede ser detectada, como ya demostró Smith (1975), quién llevó a cabo una búsqueda de galaxias con líneas de emisión y cuasares con una dispersión de 1740 \AA mm^{-1} en la zona de $H\beta$ sobre placas Kodak IIIaJ.

Hasta ahora, la mayor parte de las exploraciones en las que se utilizaba la presencia de líneas de emisión se han llevado a cabo en el azul, con el fin de encontrar objetos que presenten líneas de emisión como [OII] $\lambda 3727$ u [OIII] $\lambda\lambda 4959, 5007$. La emulsión utilizada ha sido siempre Kodak IIIaJ, mientras que los telescopios y prismas han sido varios. El telescopio Schmidt Curtis del Observatorio de Cerro Tololo con el prisma delgado para el UV ha sido usado para tres exploraciones diferentes: la exploración de Cerro Tololo (Smith, Aguirre & Zelman 1976; Bohuski, Fairall & Weedman 1978), la exploración de la Universidad de Michigan (MacAlpine, Lewis & Smidt 1977; MacAlpine, Smith & Lewis 1977a,b; MacAlpine & Williams 1981) y

la exploración Calán–Tololo que todavía está en marcha (Maza *et al.* 1989; Maza & Ruiz 1989). Tanto la exploración de Wasilewski (1983) como la exploración Case de baja dispersión para el hemisferio Norte (Pesch & Sanduleak 1983; Pesch, Sanduleak & Stephenson 1991 y otros artículos allí referenciados) utilizaron el telescopio Schmidt Burrell del Observatorio de Kitt Peak. Finalmente el telescopio Schmidt británico (UK Schmidt telescope) de 1.24 m del Observatorio de Siding Spring fue utilizado para otra exploración por Kunth, Sargent & Kowal (1981) con emulsión IIIaF sin filtro para un total de dos campos. Obtuvieron 23 ELGs y 22 cuasares.

También se han llevado a cabo un determinado número de exploraciones que han utilizado solamente la presencia de la línea $H\alpha$ en emisión. La posibilidad práctica de elegir esta región del espectro se hizo posible con el advenimiento de la emulsión IIIaF de Kodak y la mejora de la sensibilidad de dicha emulsión en el rojo con el uso de las técnicas de hipersensibilización. Mientras que la mayor parte de estas exploraciones fueron dedicadas a la detección de objetos galácticos como nebulosas planetarias, estrellas Be, estrellas Wolf Rayet, estrellas T Tauri, novas y otros objetos con líneas de emisión (véase McCarthy 1984 para una revisión detallada), sólo se conocen unos pocos casos de búsqueda de objetos extragalácticos con emisión en $H\alpha$.

Kinman (1984a) llevó a cabo una búsqueda de galaxias con emisión en $H\alpha$ con los telescopios Schmidt Burrell y Curtis usando para ambos un prisma de 10° , emulsión IIIaF y un filtro RG630 para limitar el rango espectral a 6400–6850 Å, con una dispersión de 400 \AA mm^{-1} en la zona de $H\alpha$. Encontró 0.5 galaxias por grado cuadrado y un número de galaxias Seyfert 2 por unidad de área mayor al encontrado en las listas de la exploración de Markarian (Kinman 1983). Con el mismo instrumental Moss *et al.* (1988) llevaron a cabo una búsqueda de galaxias con emisión $H\alpha$ en dos cúmulos ricos de galaxias cercanos, Abell 347 y Abell 1367, con el propósito de investigar el efecto del entorno en la formación estelar dentro de cúmulos de galaxias. Detectaron un total de 69 galaxias con emisión. Dentro de los límites permitidos por el rango en desplazamiento al rojo de esta exploración todas las galaxias Markarian (5 en total) y Wasilewski (15 en total) presentes en la región cubierta fueron recuperadas, a las que se añadieron muchas otras nuevas. Wamsteker *et al.* (1985) llevaron a cabo una búsqueda parecida con placas tomadas con el telescopio Schmidt 100/162 cm del ESO en el Observatorio de La Silla. En

esta ocasión se utilizó un prisma objetivo de 4° que proporcionaba una dispersión de 1500 \AA mm^{-1} en $H\alpha$. La emulsión usada fue otra vez la IIIaF de Kodak en combinación con un filtro RG630. Este equipo publicó una lista de 113 galaxias con emisión $H\alpha$ del hemisferio Sur.

Tal vez el trabajo más ambicioso sea llevado a cabo con el Second Byurakan Sky Survey (SBSS, Markarian, Stepanian & Erastova 1987) que también está basado en la presencia de líneas de emisión en combinación con técnicas de color. Su objetivo no es solo detectar galaxias con exceso en el UV sino todo tipo de galaxias con exceso en el azul o cualquier tipo de líneas de emisión. En esta exploración, que todavía está en marcha, cada campo se observa con prisma objetivo en tres colores, azul y Ultravioleta (IIIaJ+prisma 1.5°), verde (IIIaJ+GG495+prisma 3°) y rojo (IIIaF+RG2+prisma de 4°). En la zona roja se trabaja con una dispersión de 1097 \AA mm^{-1} . Los objetos en el límite de la detectabilidad son de magnitud 19.5 para exposiciones de 120 minutos. Los investigadores de esta exploración afirman que más del 50% de los objetos seleccionados sólo son visibles en la región de $H\alpha$, y que, lo que es más importante, aquellas exploraciones en las que no se ha tenido en cuenta la zona de $H\alpha$ están perdiendo una significativa fracción de objetos, principalmente de baja ionización. Su procedimiento ha demostrado ser extremadamente útil para encontrar objetos especialmente interesantes: una galaxia compacta azul llamada SBS335-052 y otra serie de galaxias encontradas en el SBSS presentan abundancias metálicas del orden de $1/40$ la solar, es decir, se encontrarían entre los objetos de menor metalicidad conocida, con valores próximos al del Helio primordial (Izotov *et al.* 1990, 1991).

2.3 Procedimiento observacional

El telescopio utilizado para la exploración UCM es el telescopio Schmidt del Observatorio Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería, España). Este telescopio posee una placa correctora de 80 cm, el espejo primario es esférico de 120 cm de diámetro y 240 cm de focal ($f/3$). En combinación con el prisma de 4° proporciona una dispersión de 1950 \AA mm^{-1} en $H\alpha$ en la dirección Norte-Sur (Birkle 1984). La escala de placa es $86'' \text{ mm}^{-1}$. Usando la emulsión Kodak IIIaF, cuya sensibilidad decae de manera muy brusca a 6850 \AA , y un filtro RG630, el rango útil de longitudes de

onda queda limitado de 6400 Å a 6850 Å. Puesto que este rango excluye la emisión intensa en la zona del azul y del visible proveniente del fondo de cielo, exposiciones de larga duración son posibles sin un fondo severo de iluminación en las placas. Esta combinación instrumental recoge la líneas $H\alpha$ hasta un límite de desplazamiento al rojo cercano a $z = 0.045$.

Las placas IIIaF fueron hipersensibilizadas manteniéndolas en un horno a 65° C durante seis horas en un ambiente de gas de Nitrógeno antes de ser expuestas. Tras haber probado diferentes tiempos de exposición se tomó el de dos horas como valor estándar. Esto nos permitió llegar a una magnitud límite aproximada de 19 en el rojo con un fondo de placa aceptable. Por encima de esos valores la calidad de la placa se veía seriamente degradada. A pesar de que el seguimiento del telescopio es muy bueno, se mantuvo durante todas las exposiciones un guiado visual con un refractor de larga focal situado en paralelo con el instrumento principal. Las estrellas elegidas como guía fueron siempre más brillantes que la magnitud 9. Las personas que hicieron el guiado tenían una dilatada experiencia previa en este tipo de trabajo con muy diferentes tipos de telescopio. No se realizó ningún tipo de ensanchamiento para conservar los objetos más débiles, por lo que el ancho de un espectro típico resulta un valor cercano a los 0.06 mm. Por razones de diseño de la óptica del instrumento la dispersión está fijada a lo largo del eje Norte-Sur. Un espectro bien expuesto queda con una longitud de unos 0.4 mm sobre la placa. Las placas IIIaF son suministradas por la casa Kodak en un formato cuadrado con 24 cm de lado. Con este tamaño de placa el campo de cielo cubierto corresponde a 5.5×5.5 grados cuadrados. Con este instrumental llevamos a cabo dos campañas de observación en Octubre de 1986 y en Junio de 1987 de las que las placas válidas están referenciadas en la tabla 2.1. Allí aparecen la denominación de la placa según el registro del observatorio, las coordenadas ecuatoriales B1950.0 de los centros de los campos observados, las fechas de observación, el seeing promedio durante la observación y el número de candidatos encontrados. El número total de galaxias de desplazamiento al rojo desconocido o menor al límite de $z = 0.04$ que aparecen en los diferentes catálogos también se ofrece para cada placa. Este dato, obtenido del Catálogo Principal de Galaxias PGC (del inglés *Principal Galaxies Catalog*, Paturel *et al.* 1989), es útil para ilustrar las diferencias de población de galaxias de campo entre una región y otra del cielo. Dos diagramas de las zonas de cielo con

placa No.	Centro AR(1950)	placa DEC(1950)	fecha obs	exp (h)	seeing (arcsec)	objetos catálogo	candidatos con emisión
A194	23 23 10	+22 28 43	27 Oct 86	2	1	88	34
A195	00 48 30	+00 16 21	27 Oct 86	2	2	159	19
A197	23 55 12	+24 39 49	28 Oct 86	1.92	2	77	15
A198	00 44 41	+21 47 44	28 Oct 86	2	2	71	17
A200	22 47 35	+22 08 14	29 Oct 86	2	2	56	12
A201	01 46 36	+24 01 30	29 Oct 86	2	1	59	8
A205	23 05 00	+18 39 48	31 Oct 86	2	2	93	21
A206	01 47 58	+23 28 48	31 Oct 86	2	2.5	74	15
A208	01 26 38	+22 49 02	1 Nov 86	2	1.5	42	6
A210	00 12 20	+19 48 23	2 Nov 86	2	3	98	17
A225	15 47 30	+24 01 13	17 Jun 87	2	2	111	2
A228	12 57 53	+28 51 16	20 Jun 87	2	2	399	46
A229	16 58 22	+28 47 56	20 Jun 87	3	3	74	11
A230	16 05 49	+14 58 05	21 Jun 87	2.5	2	224	4
A231	16 39 24	+29 29 32	21 Jun 87	2.5	2	37	6
A232	13 19 55	+28 21 13	22 Jun 87	2.5	3	98	12
A234	14 41 07	+27 42 39	23 Jun 87	2.5	3	77	24
A236	16 05 12	+19 45 20	24 Jun 87	2.15	3	68	2

Tabla 2.1: Características principales de las placas utilizadas para este trabajo.

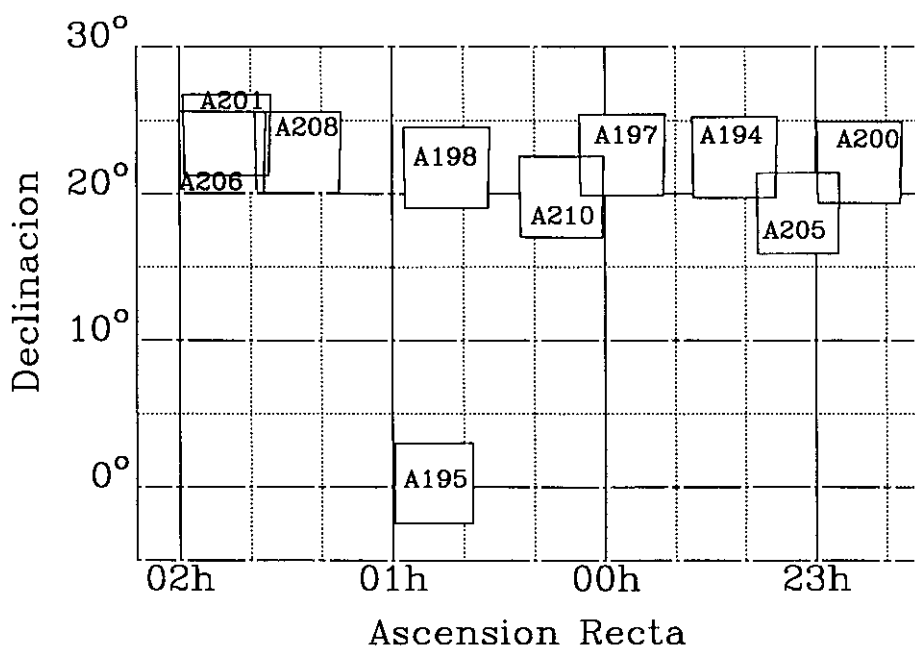


Figura 2.1 Mapa esquemático del cielo mostrando los campos cubiertos por la exploración UCM durante la campaña de Octubre de 1986. Cada placa cubre 5.5 grados cuadrados.

los campos escogidos se reproducen en las Figura 2.1 y 2.2. La primera corresponde a la campaña de Octubre de 1986, mientras que la segunda es para la de Junio de 1987.

Las condiciones fueron de noche cerrada sin Luna y atmósfera de buena transparencia. Para que una placa se considerara como válida se tomaron los siguientes criterios:

1. Buen seeing (no mayor que 3")
2. Ninguna interferencia debida a la presencia de nubes
3. Ninguna interrupción de la exposición
4. Telescopio cerca del meridiano, es decir ángulos horarios entre $21^h 30^m$ y $2^h 30^m$

Todas y cada una de las placas fueron revisadas con exquisito cuidado de manera visual con la ayuda de un microscopio binocular de bajo aumento (10×). Se utilizó una retícula de referencia que permitía la revisión en series de bandas horizontales de

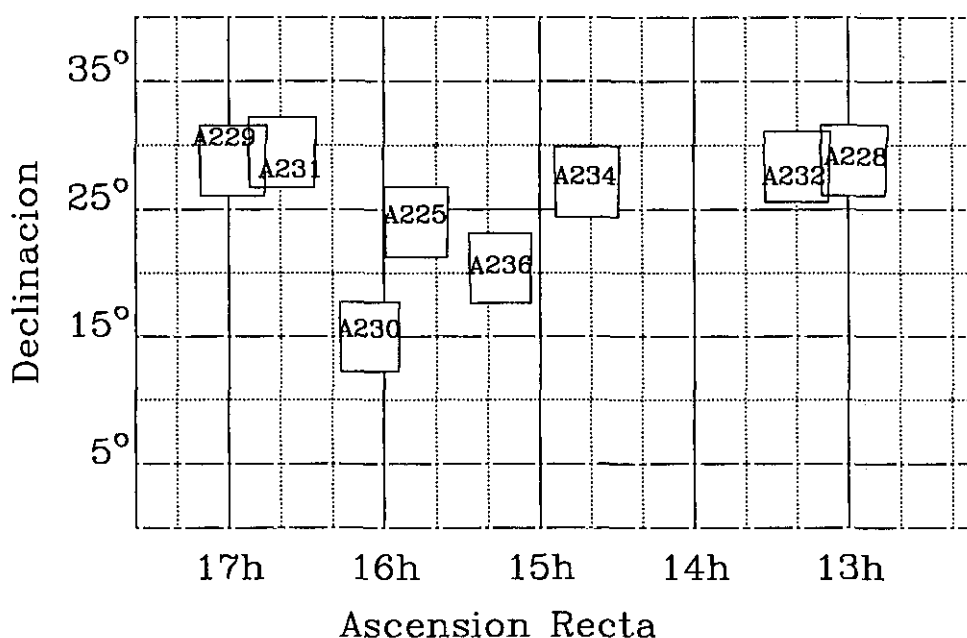


Figura 2.2 Mapa esquemático del cielo mostrando los campos cubiertos por la exploración UCM durante la campaña de Junio de 1987. Cada placa cubre 5.5 grados cuadrados.

1 cm de ancho. Cada placa fue inspeccionada tres veces de manera independiente. La inspección visual detallada de cada placa llevó en cada ocasión unas cuatro horas. Un repaso final de todos los objetos encontrados proporcionó las listas definitivas de candidatos que luego serían contrastadas con las placas de Monte Palomar.

El objeto UCM1651+3017 ilustra muy bien un problema con el que nos enfrentamos en este trabajo. El prisma del telescopio Schmidt de Calar Alto, produce la dispersión en dirección Norte-Sur. Así, los espectros de dos objetos lo suficientemente cercanos en declinación y a igual ascension recta se superpondrán y en algunos casos pueden dar lugar a un único espectro ligeramente más largo de lo normal y con una falsa línea. También puede ocurrir que un objeto con línea quede eclipsado por un objeto brillante muy cercano. Para evitarlo se llevó a cabo una inspección detallada de todos los candidatos en las placas directas del atlas del POSS. Aún así, para estimar hasta qué punto podría afectar a nuestra lista este efecto, se estudió qué hubiese ocurrido a nuestros candidatos si la dispersión se hubiese tomado en el sentido E-W. Sólo existe un objeto (UCM0014+1829) lo suficientemente próximo a una estrella brillante como para que se hubiese podido perder, por lo que debemos considerar que el efecto no es estadísticamente importante. Para apoyar este

resultado, tenemos los objetos UCM2327+2515N y UCM2327+2515S, situados en sentido Norte-Sur y a su vez a tan solo $10''$ al Sur de una estrella brillante. Aún así ambos objetos fueron detectados.

El procedimiento descrito más arriba dió lugar a una lista de 272 candidatos a galaxias con emisión en $H\alpha$. Las coordenadas ecuatoriales de cada objeto para la época B1950.0 se obtuvieron midiéndolas sobre una red de coordenadas superpuesta a la placa y generada por ordenador con las estrellas SAO (del inglés *Smithsonian Astronomical Observatory*) más cercanas a cada objeto como referencia. Comprobaciones realizadas con estrellas y galaxias de coordenadas conocidas demuestran que las posiciones pueden ser reproducidas con un error menor a 20 segundos de arco. Esta es la precisión de las coordenadas de aquellos objetos no conocidos previamente. Las coordenadas de galaxias conocidas están tomadas del Catálogo Principal de Galaxias (Paturel *et al.* 1989) o del Centro de Datos Extragalácticos de la NASA NED (del inglés *NASA Extragalactic Database*). Se realizaron intentos de obtener las posiciones de los objetos usando una máquina Coradograph X-Y, pero se obtuvieron siempre diferencias sistemáticas entre los objetos de interés y las estrellas tomadas de referencia, resultado ya previamente dado a conocer por otros autores (Pesch & Sanduleak 1983). Este efecto ocurre debido a que los objetos de interés son casi siempre muy débiles y el final del espectro en la zona roja depende del color y magnitud aparente del objeto. Por otro lado las observaciones espectroscópicas realizadas con telescopios grandes han demostrado que las coordenadas son lo suficientemente buenas como para encontrar los objetos con ayuda de una carta de identificación tomada del POSS. Cuando las coordenadas no fueron buenas, se tomaron los nuevos valores a partir de los pequeños desplazamientos que fue necesario realizar con el sistema de apuntado del telescopio a partir de estrellas SAO cercanas.

2.4 Indicadores

Según su aspecto en la placa los objetos fueron clasificados de acuerdo a tres parámetros indicadores: la intensidad del continuo, el contraste de la línea de emisión sobre el continuo y la anchura del espectro en la dirección espacial, i.e., en la dirección perpendicular a la dispersión. Este procedimiento permite hacerse una idea

rápida y concisa del aspecto de cada objeto en la placa.

- **Intensidad del continuo**

Se consideraron tres diferentes categorías según el nivel aparente del continuo presentado en la placa:

- A Continuo ausente o presente de manera marginal
- B Intensidad moderada en el continuo
- C Continuo muy fuerte, casi saturado

Este parámetro era otorgado de manera intuitiva en el momento de la detección del objeto. Está relacionado con el brillo superficial aparente, si bien también juegan un papel importante la magnitud integrada y el tamaño aparente.

- **Anchura equivalente aparente**

A partir de la intensidad aparente que presentara la línea de emisión sobre el fondo del continuo del objeto se acordaron tres categorías posibles:

- 1 Línea de emisión de bajo contraste. Apenas visible sobre el continuo
- 2 Línea de emisión marcada
- 3 Línea de emisión muy contrastada, incluso saturada

Este parámetro está directamente relacionado con la anchura equivalente del sistema $H\alpha+[NII] \lambda\lambda 6548,6584$ (para referirnos a este sistema de tres líneas a partir de ahora lo haremos con la expresión más corta de $H\alpha+[NII]$). A la resolución de la placa, este trío de líneas en la que salvo muy raros casos es $H\alpha$ la dominante, aparece como una línea única. Como veremos más adelante el desplazamiento al rojo de cada objeto en particular sitúa $H\alpha+[NII]$ a una longitud de onda diferente por lo que el efecto de la curva de respuesta del sistema hará que la apariencia final de una misma anchura equivalente sea distinto. Cuando estas líneas se sitúan muy al rojo, en el que la respuesta del sistema disminuye, será necesario una anchura equivalente muy alta para obtener algo de contraste en la placa.

- **Anchura del espectro**

Se utilizó por último un parámetro de concentración basado en una estimación visual de las anchuras de los espectros en la dirección espacial, es decir, en la perpendicular a la dispersión. Aquellos candidatos que presentasen un espectro claramente más ancho que el de las estrellas cercanas recibieron una *d* de difuso. Debido a la naturaleza subjetiva de estas estimaciones visuales no se realizó ningún intento de utilizar categorías intermedias.

2.5 Lista de objetos

Toda la información extraída de las placas referida a los candidatos a galaxias con emisión en $H\alpha$ se encuentra en las tablas 2.2 y 2.3. En la primera se presentan los candidatos, sus posiciones, y otros aspectos observacionales. La columna 1 contiene la designación UCM del objeto siguiendo la normativa de la Unión Astronómica Internacional según la cual la denominación posicional de un objeto se ha de dar con tres iniciales seguidas de sus coordenadas. Las siglas UCM significan Universidad Complutense de Madrid. Los objetos están ordenados por ascensión recta creciente. El código asignado al objeto en la placa según la numeración del observatorio se proporciona en la columna 2. Las coordenadas ecuatoriales para B1950.0 figuran en las columnas 3 y 4. La columna 5 lista la magnitud en el azul obtenida de los catálogos para las galaxias previamente conocidas. La columna 6 contiene la clasificación del objeto de acuerdo al esquema de tres parámetros descrito en la sección anterior.

UCM (1)	N. placa (2)	AR (1950) (3)	DEC (1950) (4)	m (5)	Tipo PO (6)
UCM0000+2140	197#06	00 00 35.6	+21 40 54	14.3	B3
UCM0001+2024	210#17	00 01 33.0	+20 24 00		B1
UCM0003+1955	210#36	00 03 45.2	+19 55 29	13.8	C1
UCM0003+2200	197#17	00 03 03.9	+22 00 15	16.5	A1d
UCM0003+2215	197#23	00 03 18.7	+22 15 32	16.0	B1
UCM0005+1802	210#37	00 05 54.0	+18 02 56		A1d
UCM0006+2332	197#18	00 06 20.1	+23 32 24	14.5	B1d
UCM0009+2024	210#16	00 09 50.2	+20 24 14		A2
UCM0009+2045	210#15	00 19 26.2	+20 45 22		A1
UCM0012+2109	210#11	00 12 30.6	+21 09 06		A1
UCM0013+1944	210#23	00 13 14.7	+19 44 00		A2d
UCM0014+1748	210#32	00 14 48.7	+17 48 28	14.9	A3d
UCM0014+1829	210#33	00 14 40.0	+18 29 32		A3
UCM0015+2212	210#09	00 15 31.8	+22 12 06	16.0	A3
UCM0017+1942	210#24	00 17 22.0	+19 42 13	15.7	A2
UCM0017+2148	210#06	00 17 50.0	+21 48 48		A2
UCM0018+2216	210#04	00 18 56.5	+22 16 11		A2d
UCM0018+2218	210#03	00 18 58.3	+22 18 53	17.0	A1d
UCM0019+2201	210#05	00 19 13.0	+22 01 23		A2
UCM0022+2049	210#01	00 22 07.2	+20 49 23	15.5	B3
UCM0023+1908	210#34	00 23 26.4	+19 08 39		A3
UCM0034+2120	198#05	00 34 06.1	+21 20 00	15.6	A1
UCM0036+2007	198#02	00 36 33.8	+20 07 09		A2
UCM0037+2226	198#07	00 37 32.6	+22 26 32	14.6	A2d
UCM0038+0235	195#07	00 38 12.0	+02 35 00	15.8	A1d
UCM0038+2259	198#09	00 38 30.8	+22 59 17		A1
UCM0038+2302	198#10	00 38 46.2	+23 02 09		A1
UCM0039+0054	195#10	00 39 10.0	+00 54 00	15.6	A1d
UCM0040+0220	195#22	00 40 15.5	+02 20 23	17.0	A2
UCM0040+0257	195#08	00 40 02.8	+02 57 55	17.0	A2
UCM0040+2312	198#30	00 40 08.3	+23 12 55	15.8	A1d
UCM0040-0023	195#13	00 40 53.9	-00 23 56	13.6	C1d
UCM0041+0135	195#06	00 41 21.9	+01 34 28	14.2	A1d
UCM0043+0245	195#23	00 43 09.9	+02 45 25	17.0	B1
UCM0043+2440	198#11	00 43 27.7	+24 40 43		A2d
UCM0043-0159	195#05	00 43 32.2	-01 59 43	13.1	B1d
UCM0044+2246	198#13	00 44 42.0	+22 46 26	16.9	A2d
UCM0045+2206	198#14	00 45 17.0	+22 06 06	14.9	B2d
UCM0045+2256	198#12	00 45 05.6	+22 56 26		A1
UCM0045-0157	195#25	00 45 12.6	-01 57 00		A1

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión H α .

UCM	N. placa	AR (1950)	DEC (1950)	m	Tipo PO
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
UCM0047+2051	198#15	00 47 12.3	+20 51 19		A1
UCM0047+2413	198#19	00 47 32.0	+24 13 23	15.5	B1
UCM0047+2414	198#20	00 47 45.3	+24 14 35	15.2	B1d
UCM0047-0213	195#04	00 47 32.1	-02 13 24	15.5	B2
UCM0049+0013	195#28	00 49 50.3	+00 13 24		A1
UCM0049+0017	195#03	00 49 15.6	+00 17 37	17.0	A2
UCM0049-0006	195#27	00 49 13.6	-00 06 37	18.0	A3
UCM0049-0045	195#30	00 49 26.1	-00 45 29	15.3	B1
UCM0049-0152	195#31	00 49 38.9	-01 52 48		A2
UCM0050+0005	195#02	00 50 24.1	+00 05 52	16.0	A2
UCM0050+2114	198#17	00 50 54.0	+21 14 27	14.5	B3
UCM0051+2430	198#21	00 51 14.6	+24 30 01	15.1	B2
UCM0053+2352	198#22	00 53 12.1	+23 52 00	15.5	B1
UCM0053-0049	195#32	00 53 14.9	-00 49 15	16.0	B1
UCM0054+2337	198#23	00 54 38.9	+23 37 07	15.1	A2
UCM0054-0133	195#16	00 54 05.7	-01 33 56	15.5	A1d
UCM0056+0043	195#01	00 56 30.1	+00 43 54	16.6	A2
UCM0056+0044	195#33	00 56 21.5	+00 44 10	17.0	A3
UCM0119+2156	208#01	01 19 01.3	+21 56 55		A1d
UCM0121+2137	208#02	01 21 53.5	+21 37 20	15.9	A1d
UCM0129+2109	208#12	01 29 32.9	+21 09 16	14.8	B1d
UCM0130+2505	208#04	01 30 34.7	+25 05 51		A2
UCM0134+2258	208#06	01 34 25.9	+22 58 01	17.0	A1d
UCM0135+2242	208#09	01 35 13.9	+22 42 09		A2
UCM0138+2016	206#01	01 38 01.0	+20 16 02		A3
UCM0138+2047	206#02	01 38 15.0	+20 47 36		A1
UCM0138+2216	206#04	01 38 16.8	+22 16 45		A1
UCM0139+2226	201#03	01 39 10.8	+22 26 13	15.5	A1
UCM0141+2220	201#05	01 41 32.3	+22 20 00		A2
UCM0142+2137	206#25	01 42 04.0	+21 37 40	15.2	A2d
	201#07	01 42 04.0	+21 37 40	15.2	A2
UCM0142+2441	201#18	01 42 24.6	+24 41 17		A1
UCM0145+2519	206#28	01 45 00.0	+25 19 33	15.2	A1d
UCM0147+2309	206#10	01 47 55.4	+23 09 10		A2
UCM0148+2124	206#06	01 48 20.4	+21 24 03		A2
UCM0150+2032	206#12	01 50 57.2	+20 32 40		A2d
UCM0150+2056	206#15	01 50 59.9	+20 56 36		B1
UCM0152+2039	206#13	01 52 04.6	+20 39 04		A1
UCM0155+2223	206#16	01 55 42.6	+22 23 36		A2
UCM0155+2507	201#20	01 55 40.8	+25 07 00	14.3	B2d

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión $H\alpha$ (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	AR (1950) (3)	DEC (1950) (4)	m (5)	Tipo PO (6)
UCM0156+2410	206#34	01 56 27.2	+24 10 43	14.8	A2d
	201#24	01 56 27.2	+24 10 43	14.8	A2d
UCM0157+2102	206#38	01 57 45.2	+21 02 45	14.3	B1
UCM0157+2324	201#27	01 57 06.5	+23 24 06	13.3	B1d
UCM0157+2413	201#23	01 57 30.0	+24 13 55	14.9	B1d
UCM0158+2354	206#20	01 58 59.9	+23 54 40		A2
UCM0159+2327	206#19	01 59 01.0	+23 27 20	15.5	B2d
UCM1246+2727	228#44	12 46 34.8	+27 27 02	15.5	A1d
UCM1247+2701	228#43	12 47 53.6	+27 01 18	16.0	A1d
UCM1248+2911	228#22	12 48 35.9	+29 11 59	15.5	B1d
UCM1253+2756	228#30	12 53 40.7	+27 56 54	16.2	B3
UCM1253+2926	228#42	12 53 21.3	+29 26 18		A1
UCM1254+2740	228#03	12 54 59.9	+27 40 29	15.9	B2
UCM1254+2741	228#46	12 54 25.0	+27 41 24		A1d
UCM1254+2802	228#45	12 54 41.0	+28 02 36		A1d
UCM1254+2853	228#15	12 54 32.4	+28 53 17		B1
UCM1254+2932	228#41	12 54 05.7	+29 32 33		A1
UCM1255+2734	228#23	12 55 53.4	+27 34 50	16.5	A2
UCM1255+2819	228#18	12 55 32.7	+28 19 54	15.9	A1d
UCM1255+3125	228#29	12 55 52.8	+31 25 36	15.5	B2
UCM1256+2702	228#27	12 56 14.6	+27 02 08		A1
UCM1256+2717	228#25	12 56 01.8	+27 17 36		A1
UCM1256+2722	228#26	12 56 51.5	+27 22 17		B1
UCM1256+2732	228#24	12 56 09.9	+27 32 00	15.6	A2
UCM1256+2754	228#21	12 56 40.3	+27 54 49	15.1	B1
UCM1256+2823	228#17	12 56 36.9	+28 23 14	15.7	B2
UCM1256+2910	228#37	12 56 20.0	+29 10 18		A2d
UCM1257+2754	228#28	12 57 02.9	+27 54 20	14.9	A3
UCM1257+2808	228#31	12 57 44.3	+28 08 08	16.1	A1
UCM1257+2825	228#16	12 57 11.4	+28 25 42		A1d
UCM1258+2754	228#20	12 58 08.9	+27 54 25	15.7	A2
UCM1259+2755	228#19	12 59 43.4	+27 55 00	15.2	B2
UCM1259+2934	228#02	12 59 01.9	+29 34 54	13.9	B3
UCM1259+3011	228#32	12 59 19.3	+30 11 48		B1d
UCM1300+2907	228#38	13 00 01.6	+29 07 36	16.9	A3
UCM1300+3136	228#34	13 00 02.7	+31 36 24		A1d
UCM1301+2904	228#14	13 01 58.9	+29 04 45	15.3	A2
UCM1301+3000	228#01	13 00 50.2	+29 59 27		A2
UCM1302+2853	228#13	13 02 11.9	+28 53 44	16.0	B1
UCM1302+3032	228#33	13 02 56.0	+30 32 42	16.5	A1

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión H α (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	AR (1950) (3)	DEC (1950) (4)	m (5)	Tipo PO (6)
UCM1303+2908	228#39	13 03 22.0	+29 08 18	16.2	A3d
UCM1304+2808	228#12	13 04 12.5	+28 08 25	15.0	A1d
UCM1304+2818	228#11	13 04 49.6	+28 18 51	15.7	A1d
UCM1304+2830	228#40	13 04 14.0	+28 30 00		A2
UCM1304+2848	228#10	13 04 31.3	+28 48 46	14.5	A1d
UCM1306+2938	228#08	13 06 53.4	+29 38 01	15.1	B2
UCM1306+3100	228#05	13 06 09.9	+31 00 28		A1d
UCM1307+2910	228#09	13 07 24.5	+29 10 24	13.9	B1
UCM1307+3111	228#04	13 07 01.6	+31 11 26		B1d
UCM1308+2950	228#07	13 08 39.4	+29 50 37	14.6	B1
UCM1308+2958	228#06	13 08 25.3	+29 58 31	15.2	A2d
UCM1309+2936	228#36	13 09 53.0	+29 36 59		A1
UCM1310+2737	232#09	13 10 10.0	+27 37 08		A1
UCM1310+3027	228#35	13 10 49.3	+30 27 24		A1
UCM1312+2954	232#04	13 12 50.0	+29 54 17		A2d
UCM1312+3039	232#01	13 12 48.0	+30 39 59	15.4	B1
UCM1313+2938	232#03	13 13 42.3	+29 38 43	16.0	A3
UCM1314+2827	232#08	13 14 24.0	+28 27 59	16.3	B1
UCM1320+2727	232#10	13 20 23.0	+27 27 08	17.0	A2
UCM1321+2648	232#11	13 21 09.9	+26 48 28	15.6	A1d
UCM1324+2650	232#12	13 24 28.8	+26 51 01	15.2	C2
UCM1324+2926	232#07	13 24 05.0	+29 26 24	16.4	A2
UCM1325+2955	232#05	13 25 03.0	+29 55 43		A1
UCM1330+3011	232#06	13 30 27.0	+30 11 26		A1
UCM1331+2901	232#13	13 31 26.0	+29 01 06	17.4	A3
UCM1428+2727	234#15	14 28 56.2	+27 27 27	15.5	B3d
UCM1429+2645	234#17	14 29 33.5	+26 45 16		A2
UCM1430+2947	234#01	14 30 44.5	+29 47 29	17.0	A3
UCM1431+2702	234#16	14 31 31.7	+27 02 06		B3
UCM1431+2814	234#12	14 31 56.5	+28 14 32		B2
UCM1431+2854	234#11	14 31 08.8	+28 54 36	15.4	C1d
UCM1431+2947	234#02	14 31 40.0	+29 47 08	18.0	A1d
UCM1432+2645	234#18	14 32 49.0	+26 45 23	15.2	B1
UCM1439+2439	234#20	14 39 09.4	+24 39 04		B1
UCM1440+2511	234#23	14 40 49.0	+25 11 26		B1
UCM1440+2521N	234#21	14 40 48.8	+25 21 39	15.9	B2
UCM1440+2521S	234#22	14 40 48.7	+25 21 30	16.0	B1
UCM1441+2918	234#04	14 41 57.0	+29 18 34	14.9	A1d
UCM1442+2845	234#10	14 42 08.9	+28 45 36	14.8	C2
UCM1443+2548	234#24	14 43 50.8	+25 48 22	15.4	A1d

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión H α (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	AR (1950) (3)	DEC (1950) (4)	m (5)	Tipo PO (6)
UCM1443+2714	234#14	14 43 26.8	+27 14 36	15.3	C2
UCM1443+2844	234#09	14 43 46.7	+28 44 07	15.6	B2
UCM1444+2923	234#05	14 44 36.0	+29 23 08		B1d
UCM1445+2855	234#08	14 45 40	+28 55 43		A1
UCM1447+2535	234#19	14 47 12.5	+25 35 13	14.3	C2
UCM1449+2843	234#07	14 49 10.3	+28 44 06	15.7	B1d
UCM1449+2847	234#06	14 49 00.0	+28 47 08		B1d
UCM1451+2954	234#03	14 51 16.2	+29 54 07		B1d
UCM1452+2754	234#13	14 52 13.0	+27 54 17		C2
UCM1506+1924	236#02	15 06 06.7	+19 23 00	14.6	B2d
UCM1513+2012	236#01	15 13 32.2	+20 12 22	15.6	B3d
UCM1536+2338	225#02	15 36 06.0	+23 38 34		A1
UCM1537+2506	225#01	15 37 18.4	+25 06 25	15.5	A1d
UCM1557+1423	230#02	15 57 48.0	+14 23 35		B1
UCM1604+1642	230#01	16 04 53.8	+16 42 13		B1
UCM1608+1335	230#03	16 08 42.0	+13 35 45		B1
UCM1612+1309	230#04	16 12 57.0	+13 09 18		A3
UCM1646+2725	231#01	16 46 35.7	+27 25 42		A3
UCM1647+2727	231#06	16 47 35.6	+27 27 24		B1
UCM1647+2729	229#10	16 47 38.0	+27 29 45	15.6	B1
UCM1647+2950	229#02	16 47 08.2	+29 50 37	15.2	C2d
UCM1648+2855	229#03	16 48 49.2	+28 55 47	15.0	C2
	231#04	16 48 49.2	+28 55 47	15.0	C1
UCM1651+2721	231#05	16 51 18.1	+27 21 01		A2d
UCM1651+3017	231#02	16 51 40.0	+30 17 09		A3
UCM1653+2644	229#11	16 53 08.2	+26 44 29	14.7	A1d
UCM1654+2812	229#07	16 54 51.0	+28 12 51		A1
UCM1655+2755	229#08	16 55 18.1	+27 55 43	15.4	B1d
UCM1656+2744	229#01	16 56 52.4	+27 44 25		B2
UCM1656+2845	229#06	16 56 38.7	+28 45 22		B1d
UCM1657+2900	229#05	16 57 27.0	+29 00 45	17.0	A2
UCM1659+2928	229#04	16 59 10.4	+29 28 44	16.1	C2
UCM1701+3131	229#09	17 01 21.6	+31 31 39	15.4	C2
UCM2238+2308	200#03	22 38 50.3	+23 08 18	14.7	A1d
UCM2239+1959	200#04	22 39 30.5	+19 59 59	14.9	B3
UCM2239+2402	200#02	22 39 06.7	+24 02 28		A1
UCM2241+2431	200#01	22 41 02.3	+24 31 26		A2
UCM2244+2049	200#06	22 44 06.0	+20 49 11	14.9	A1d
UCM2249+2149	200#07	22 49 32.3	+21 49 03		A1

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión H α (Cont).

UCM	N. placa	AR (1950)	DEC (1950)	m	Tipo PO
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
UCM2250+2427	200#08	22 50 09.9	+24 27 54	15.4	A1
UCM2251+2352	200#09	22 51 20.0	+23 52 09		A2
UCM2251+2405	200#10	22 51 53.9	+24 05 07		A1
UCM2253+2219	200#12	22 53 04.6	+22 19 32		A1
UCM2253+2453	200#11	22 53 17.9	+24 53 17		A1
UCM2255+1654	205#10	22 55 25.7	+16 54 03		A1d
UCM2255+1926	205#03	22 55 18.0	+19 26 20		A1
UCM2255+1930N	205#02	22 55 07.6	+19 30 55	14.5	B2d
UCM2255+1930S	205#01	22 55 07.6	+19 30 55	14.5	B2
UCM2256+2002	205#52	22 56 18.0	+20 02 00	15.2	A1d
UCM2257+1606	205#60	22 57 50.5	+16 06 51	17.0	B1
UCM2257+2438	200#13	22 57 07.5	+24 38 59	16.8	A3
UCM2258+1920	205#12	22 58 39.0	+19 20 32	15.2	B2d
UCM2300+2014	205#30	23 00 48.3	+20 14 49		A2
UCM2302+2053E	205#32	23 02 59.5	+20 53 33	15.0	C1d
UCM2302+2053W	205#31	23 02 56.1	+20 53 33		A3
UCM2303+1702	205#17	23 03 27.0	+17 02 06		A3
UCM2303+1856	205#26	23 03 07.2	+18 56 19	15.7	B2
UCM2304+1640	205#19	23 04 27.0	+16 40 00		A2
UCM2305+1621	205#20	23 05 00.0	+16 21 27		A2
UCM2306+1703	205#22	23 06 17.0	+17 03 04		A1d
UCM2306+1947	205#34	23 06 48.0	+19 47 21	15.8	A2d
UCM2307+2118	205#33	23 07 23.1	+21 18 34		B2
UCM2310+1800	205#35	23 10 09.1	+18 00 14		A1
UCM2312+2204	194#01	23 12 20.1	+22 04 18		A1
UCM2312+2500	194#76	23 12 43.7	+25 00 40	14.4	B1
UCM2313+1842	205#46	23 13 09.0	+18 42 09		A2
UCM2313+2516	194#77	23 13 31.2	+25 16 48	15.0	B1
UCM2315+1658	205#36	23 15 44.6	+16 58 26		A3
UCM2315+1923	205#51	23 15 31.6	+19 23 11		A2
UCM2316+2028	194#16	23 16 58.7	+20 28 23		A2
UCM2316+2457	194#12	23 16 10.3	+24 57 27	14.1	B1
UCM2316+2459	194#13	23 16 12.2	+24 59 49	15.7	A2
UCM2317+2356	194#14	23 17 36.9	+23 56 47	13.6	B1
UCM2319+2234	194#26	23 19 50.0	+22 34 18		A2
UCM2319+2243	194#65	23 19 50.5	+22 43 38		B1
UCM2320+2036	194#24	23 20 34.8	+20 36 19		B2
UCM2320+2428	194#66	23 20 54.0	+24 28 42	15.7	B1
UCM2321+2149	194#30	23 21 38.5	+21 49 45		A1d
UCM2321+2506	194#28	23 21 57.3	+25 06 34	15.1	A1

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión $H\alpha$ (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	AR (1950) (3)	DEC (1950) (4)	m (5)	Tipo PO (6)
UCM2322+2204	194#32	23 22 33.4	+22 04 11		A1
UCM2322+2218	194#33	23 22 55.2	+22 18 32		A2
UCM2323+2047	194#70	23 23 13.8	+20 47 34		A1d
UCM2323+2252	194#37	23 23 54.7	+22 52 09		A1
UCM2324+2448	194#67	23 24 10.2	+24 48 18	13.4	B1
UCM2325+2208	194#40	23 25 58.2	+22 08 50	12.5	B2
UCM2325+2318	194#38	23 25 12.0	+23 18 52	13.2	B2
UCM2326+2435	194#42	23 26 18.8	+24 35 59		A3
UCM2327+1956	194#54	23 27 59.6	+19 56 46		A1d
UCM2327+2154	194#49	23 27 37.2	+21 54 51		A1
UCM2327+2515	194#45	23 27 40.0	+25 15 19	15.0	B2
UCM2328+2109	194#71	23 28 27.7	+21 09 46	15.7	B1d
UCM2329+2427	194#69	23 29 18.0	+24 27 33	15.7	B1
UCM2329+2447	194#47	23 29 08.4	+24 47 56		A1
UCM2329+2500	194#68	23 29 25.3	+25 00 59	15.6	B2
UCM2329+2511	194#46	23 29 34.9	+25 11 53		A1
UCM2331+2214	194#60	23 31 49.9	+22 14 12		A1
UCM2333+2241	194#75	23 33 17.7	+22 41 26		B1
UCM2333+2248	194#64	23 33 02.6	+22 48 27		A2d
UCM2333+2359	194#63	23 33 35.4	+23 59 43		B2
UCM2334+2134	194#59	23 34 09.5	+21 34 48		A1
UCM2344+2157	197#01	23 44 29.0	+21 57 10		A1
UCM2346+2011	197#02	23 46 49.2	+20 11 26		A1
UCM2348+2407	197#13	23 48 52.3	+24 07 51		A2
UCM2351+2321	197#12	23 51 17.7	+23 21 26		A2
UCM2352+2040	197#03	23 52 03.0	+20 40 43		A1
UCM2352+2230	197#11	23 52 29.2	+22 30 00		B1
UCM2353+2027	197#04	23 53 22.0	+20 27 09		A1
UCM2354+2232	197#10	23 54 00.0	+22 32 06		A1
UCM2357+2241	197#07	23 57 12.0	+22 41 58		B1
UCM2357+2440	197#14	23 57 09.4	+24 40 00		B1
UCM2358+2327	197#09	23 58 40.0	+23 27 09		A1

Tabla 2.2: Lista de candidatos UCM a galaxias con emisión H α (Cont).

Se ha llevado a cabo una búsqueda exhaustiva en la literatura para identificar la mayor cantidad posible de objetos y conocer todas sus denominaciones anteriores. Como fuentes principales se utilizaron la lista general compilada por Dixon & Sonnenborn (1980), el Catálogo Principal de Galaxias PGC usando la versión automatizada ECIS (Paturel *et al.* 1989), el catálogo RC3 (de Vaucouleurs *et al.* 1991) y la base de datos extragalácticos que la NASA tiene a disposición a través de NED. En total se han descubierto 119 galaxias (44%) totalmente desconocidas, mientras que 94 (34%) están recogidas en las listas de Zwicky. En la tabla 2.3 se ofrece la denominación Zwicky, Markarian, IRAS u otros nombres encontrados en la literatura para aquellas galaxias que fueran previamente conocidas. La columna 1 da el nombre UCM del objeto. La columna 2 su denominación por el número de serie en la placa prisma objetivo. Las columnas 3 y 4 dan la contrapartida Zwicky o Markarian en caso de que la hubiera. Los nombres de las contrapartidas IRAS (si viene al caso) se dan en la columna 5. Finalmente, en la columna 6 se ofrecen otras designaciones posibles para aquellas galaxias conocidas.

Las abreviaciones se refieren a los siguientes catálogos o exploraciones: ANOM para galaxias anónimas listadas en el catálogo RC2 (de Vaucouleurs *et al.* 1976), ARAK Arakelian (1975), ARP para el catálogo de galaxias de peculiares de Arp (1966), CG para las galaxias recogidas en las listas de la exploración Case (Pesch & Sanduleak 1983), IC para el Index Catalogue (Dreyer 1910), KARA Karachentsev (1972), KAZ Kazarian *et al.* (1980), KUG para las listas de la exploración de Kiso (Takase *et al.* 1993) KW para las galaxias Seyfert contenidas en Khachikian & Weedman (1974), M según el catálogo de galaxias peculiares o sistemas múltiples MCG (Vorontsov-Velyaminov & Arhipova 1963, 1964, 1968, 1974; Vorontsov-Velyaminov & Krasnogorskaja 1962), Mk para objetos de las listas publicadas por Markarian y colaboradores (Markarian 1967, Markarian *et al.* 1981), N *New General Catalogue* NGC (Dreyer 1888), PB para las placas en el azul de Monte Palomar, REIZ Reiz (1941), U *Uppsala General Catalogue* UGC (Nilson 1973), UM para las listas de galaxias de la exploración de la Universidad de Michigan, VV para galaxias en interacción de la lista publicada por Vorontsov-Velyaminov (1959), Was para la lista de Wasilewki (1983) y Z y Zw para las listas de Zwicky (Zwicky *et al.* 1963, Zwicky 1971). También se hace referencia a otras listas de galaxias publicadas como separatas de su catálogo general por Zwicky.

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM0000+2140	197#06	Z477.043 Z478.015	MK334	IRAS00005+2140	U00006 4Zw1 VV806 M+04-01-013 KUG0000+216
UCM0001+2024	210#17				
UCM0003+1955	210#36		MK335	IRAS00037+1955	KW31 VV101 ANON3+19 KUG0003+199 KUG0003+220
UCM0003+2200	197#17				
UCM0003+2215	197#23			IRAS00033+2215	M+04-01-020 KAZ16 KUG0003+222A
UCM0005+1802	210#37				
UCM0006+2332	197#18	Z477.059 Z478.031		IRAS00063+2322	N0009 U00078 M+04-01-030 KARA6 KUG0006+235
UCM0009+2024	210#16				
UCM0009+2045	210#15				
UCM0012+2109	210#11				
UCM0013+1944	210#23				
UCM0014+1748	210#32	Z456.053		IRAS00148+1748	U00164 M+03-01-036
UCM0014+1829	210#33				
UCM0015+2212	210#09		MK1141		
UCM0017+1942	210#24	Z457.004 Z456.059			KARA72004A M+3-02-002 ARAK7
UCM0017+2148	210#06				
UCM0018+2216	210#04				
UCM0018+2218	210#03			IRAS00189+2218	N0084 M+04-02-010
UCM0019+2201	210#05				
UCM0022+2049	210#01	Z457.013		IRAS00221+2049	
UCM0023+1908	210#34				
UCM0034+2120	198#05	Z457.021			
UCM0036+2007	198#02				
UCM0037+2226	198#07	Z479.056		IRAS00375+2226	U00425 IC0041
UCM0038+0235	195#07	Z383.067			M+00-02-122
UCM0038+2259	198#09				
UCM0038+2302	198#10				
UCM0039+0054	195#10	Z383.070			M+00-02-126
UCM0040+0220	195#22				UM063
UCM0040+0257	195#08		MK1144		UM061
UCM0040+2312	198#30	Z479.061		IRAS00401+2313	M+04-02-047
UCM0040-0023	195#13			IRAS00408-0023	U00461 N0237
UCM0041+0135	195#06	Z384.003			U00468 IC0049 M+00-03-003
UCM0043+0245	195#23				UM064
UCM0043+2440	198#11				
UCM0043-0159	195#05	Z384.004	MK555	IRAS00435-0159	UM274 U00476 N00245 M+00-03-005
UCM0044+2246	198#13				M+04-03-003
UCM0045+2206	198#14	Z480.006	MK347	IRAS00452+2205	I1586 3ZW012

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus correspondientes denominaciones anteriores.

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM0045+2256	198#12				
UCM0045-0157	195#25				
UCM0047+2051	198#15			IRAS00472+2051	
UCM0047+2413	198#19	Z480.013			M+04-03-011
UCM0047+2414	198#20	Z480.014		IRAS00477+2414	M+04-03-012 ARAK15
UCM0047-0213	195#04	Z384.012			UM280
UCM0049+0013	195#28				
UCM0049+0017	195#03				UM283
UCM0049-0006	195#27				UM282
UCM0049-0045	195#30	Z384.016			UM286 M+00-03-018 ARAK18
UCM0049-0152	195#31				
UCM0050+0005	195#02				UM290
UCM0050+2114	198#17		MK349	IRAS00509+2114	
UCM0051+2430	198#21	Z480.019		IRAS00512+2430	U00547 M+04-03-015
UCM0053+2352	198#22	Z480.021			4ZW34 M+04-03-017
UCM0053-0049	195#32				UM292
UCM0054+2337	198#23	Z480.025	MK350		U00591 M+04-03-023
UCM0054-0133	195#16	Z384.040		IRAS00540-0133	
UCM0056+0043	195#01				UM296
UCM0056+0044	195#33				UM295
UCM0118+2156	208#01			IRAS01196+2156	
UCM0121+2137	208#02	Z481.007		IRAS01203+2154	M+04-04-010
UCM0129+2109	208#12	Z460.004 Z459.078		IRAS01295+2109	U01098 M+3-05-004
UCM0130+2505	208#04				
UCM0134+2258	208#06			IRAS01344+2258	M+04-04-015
UCM0135+2242	208#09				
UCM0138+2016	206#01				
UCM0138+2047	206#02				
UCM0138+2216	206#04			IRAS01382+2216	
UCM0139+2226	201#03	Z482.002			U01188
UCM0141+2220	201#05				
UCM0142+2137	206#25 201#07	Z482.008		IRAS01421+2138	M+04-05-004
UCM0142+2441	201#18			IRAS01424+2441	
UCM0145+2519	206#28	Z482.015		IRAS01450+2519	M+04-05-010
UCM0147+2309	206#10				
UCM0148+2124	206#06				
UCM0150+2032	206#12				

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus denominaciones anteriores (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM0150+2056	206#15				
UCM0152+2039	206#13				
UCM0155+2223	206#16				
UCM0155+2507	201#20	Z482.032		IRAS01556+2507	U01451 M+04-05-024
UCM0156+2410	206#34	Z482.035			
	201#24				
UCM0157+2102	206#38	Z461.023		IRAS01577+2102	U01490
UCM0157+2324	201#27	Z482.037		IRAS01570+2323	U01471 N0776 M+04-05-028
UCM0157+2413	201#23	Z482.043		IRAS01574+2413	U01479 M+04-05-034
UCM0158+2354	206#20				
UCM0159+2327	206#19	Z482.050			
UCM1246+2727	228#44		MK657		N4702 M+5-30-091 KUG1246+274
UCM1247+2701	228#43				KUG1247+270
UCM1248+2911	228#22	Z159.091		IRAS12485+2911	N4735 M+05-30-104 KUG1248+291
UCM1253+2756	228#30	Z160.020	MK53		CG930 KUG1253+279 PB3129
UCM1253+2926	228#42				
UCM1254+2740	228#03		MK55		KUG1254+276 CG933
UCM1254+2741	228#46				
UCM1254+2802	228#45				
UCM1254+2853	228#15				
UCM1254+2932	228#41				
UCM1255+2734	228#23				KUG1255+275 KUG1255+283
UCM1255+2819	228#18				M+05-031-055 CG934
UCM1255+3125	228#29				WAS064 CG936 M+05-31-033
UCM1256+2702	228#27				
UCM1256+2717	228#25				PB3168
UCM1256+2722	228#26				
UCM1256+2732	228#24	Z160.064	MK56		CG938 KUG1256+275
UCM1256+2754	228#21	Z160.073	MK58		M+05-31-057 CG943 KUG1256+279
UCM1256+2823	228#17	Z160.213		IRAS12566+2823	N4858 M+05-31-051 CG942 KUG1256+283
UCM1256+2910	228#37				
UCM1257+2754	228#28				PG1257+279 H4-1 PB3189
UCM1257+2808	228#31	Z160.243	MK60		CG949 KUG1257+281
UCM1257+2825	228#16				
UCM1258+2754	228#20	Z160.086			CG953 KUG1258+279A
UCM1259+2755	228#19	Z160.106		IRAS12596+2755	N4926A M+05-31-107 CG960 KUG1259+279
UCM1259+2934	228#02	Z160.096		IRAS12590+2934	N4922B U8135 M+05-31-099 CG956 VV609B
UCM1259+3011	228#32				
UCM1300+2907	228#38				CG963 PB3241
UCM1300+3136	228#34				

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus denominaciones anteriores (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM1301+2904	228#14	Z160.128			KUG1301+290
UCM1301+3000	228#01				PB3260
UCM1302+2853	228#13				CG968 KUG1302+288A
UCM1302+3032	228#33		MK62		CG971 KUG1302+305 PB3292
UCM1303+2908	228#39				CG972 PB3295
UCM1304+2808	228#12			IRAS13042+2808	M+05-31-132 KUG1304+281
UCM1304+2818	228#11	Z160.141			KUG1304+283
UCM1304+2830	228#40				
UCM1304+2848	228#10	Z160.140			N4971 M+05-31-134
UCM1306+2938	228#08	Z160.151		IRAS13068+2938	M+05-31-143 CG980 KUG1306+296
UCM1306+3100	228#05				
UCM1307+2910	228#09	Z160.152		IRAS13073+2910	U08241 N5000 M+05-31-144 VV460
UCM1307+3111	228#04				
UCM1308+2950	228#07	Z160.156		IRAS13086+2950	U08259 N5004C M+05-31-150
UCM1308+2958	228#06	Z160.155			N5004B IC4210 M+05-31-148
UCM1309+2936	228#36				
UCM1310+2737	232#09				
UCM1310+3027	228#35				
UCM1312+2954	232#04				
UCM1312+3039	232#01	Z160.170		IRAS13127+3040	
UCM1313+2938	232#03				WAS66 CG996 PB3449
UCM1314+2827	232#08				CG1001
UCM1320+2727	232#10				CG1019
UCM1321+2648	232#11	Z161.040			M+05-32-012 KUG1321+268
UCM1324+2650	232#12	Z161.052	MK454	IRAS13244+2651	M+05-32-020 KUG1324+268
UCM1324+2926	232#07				WAS70
UCM1325+2955	232#05				
UCM1330+3011	232#06				
UCM1331+2901	232#13				WAS74
UCM1428+2727	234#15	Z163.071	MK685	IRAS14289+2727	M+05-34-061 KUG1428+274
UCM1429+2645	234#17				
UCM1430+2947	234#01			IRAS14307+2947	CG1239
UCM1431+2702	234#16				
UCM1431+2814	234#12				
UCM1431+2854	234#11	Z163.078			
UCM1431+2947	234#02				CG1240
UCM1432+2645	234#18	Z163.085		IRAS14328+2645	U9384 IC4461 ARP95 VV303 M+05-34-077
UCM1439+2439	234#20				
UCM1440+2511	234#23				

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus denominaciones anteriores (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM1440+2521N	234#21			IRAS14408+2521	U9489
UCM1440+2521S	234#22			IRAS14408+2521	
UCM1441+2918	234#04				REIZ 4327
UCM1442+2845	234#10	Z164.015			IC4497 M+05-35-009
UCM1443+2548	234#24	Z134.030		IRAS14438+2548	
UCM1443+2714	234#14	Z164.019		IRAS14434+2714	
UCM1443+2844	234#09	Z164.021		IRAS14437+2844	M+05-35-014
UCM1444+2923	234#05				
UCM1445+2855	234#08				
UCM1447+2535	234#19	Z134.037			U9544 M+04-35-010
UCM1449+2843	234#07	Z164.035			
UCM1449+2847	234#06				
UCM1451+2954	234#03				
UCM1452+2754	234#13				
UCM1506+1924	236#02	Z106.010		IRAS15062+1922	M+03-39-008
UCM1513+2012	236#01	Z106.023		IRAS15135+2012	
UCM1536+2338	225#02				
UCM1537+2506	225#01	Z136.042	MK860	IRAS15373+2506	M+04-37-016/17
UCM1557+1423	230#02				
UCM1604+1642	230#01				
UCM1608+1335	230#03				
UCM1612+1309	230#04				
UCM1646+2725	231#01				
UCM1647+2727	231#06				
UCM1647+2729	229#10	Z169.005			KUG1647+274
UCM1647+2950	229#02	Z169.004		IRAS16471+2950	KUG1647+298
	231#03				
UCM1648+2855	229#03		MK1108	IRAS16488+2855	KUG1648+289
	231#04				
UCM1651+2721	231#05				
UCM1651+3017	231#02				
UCM1653+2644	229#11	Z139.020	MK1111	IRAS16531+2642	U10607 M+04-40-007 IC4630 VV852
UCM1654+2812	229#07				
UCM1655+2755	229#08	Z169.015			N6264 M+05-40-009
UCM1656+2744	229#01				
UCM1656+2845	229#06				
UCM1657+2900	229#05				KUG1657+290
UCM1659+2928	229#04		MK504		M+05-40-026 KUG1659+294
UCM1701+3131	229#09	Z169.035	MK700	IRAS17013+3131	U10675 M+05-40-034 VV805 KUG1701+315
UCM2238+2308	200#03	Z474.020		IRAS22388+2308	U12148 IC5242 M+04-53-010 KUG2238+231

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus denominaciones anteriores (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM2239+1959	200#04	Z452.043	MK308	IRAS22395+2000	M+03-57-031 KUG2239+199
UCM2239+2402	200#02				
UCM2241+2431	200#01				
UCM2244+2049	200#06	Z453.007			M+03-58-003 N7375
UCM2249+2149	200#07				
UCM2250+2427	200#08	Z475.001	MK309	IRAS22501+2427	4ZW121 KARA993 KUG2250+244
UCM2251+2352	200#09				
UCM2251+2405	200#10				
UCM2253+2219	200#12				KUG2253+223
UCM2253+2453	200#11				
UCM2255+1654	205#10			IRAS22554+1654	
UCM2255+1926	205#03				
UCM2255+1930N	205#02	Z453.031		IRAS22551+1931	U12265
UCM2255+1930S	205#01	Z453.031		IRAS22551+1931	
UCM2256+2002	205#52	Z453.036			U12278 M+03-58-016
UCM2257+1606	205#60		MK522		KUG2257+161
UCM2257+2438	200#13				KAZ320
UCM2258+1920	205#12	Z453.046			
UCM2300+2014	205#30			IRAS23008+2014	
UCM2302+2053W	205#31				
UCM2303+2053E	205#32	Z453.065			
UCM2303+1702	205#17				
UCM2303+1856	205#26	Z453.067			
UCM2304+1640	205#19				
UCM2305+1621	205#20				
UCM2306+1703	205#22				
UCM2306+1947	205#34	Z454.001			KARA1007
UCM2307+2118	205#33				
UCM2310+1800	205#35			IRAS23101+1800	
UCM2312+2204	194#01				
UCM2312+2500	194#76	Z475.050		IRAS23127+2459	U12455 N7548 M+04-54-036
UCM2313+1842	205#46				
UCM2313+2516	194#77	Z475.056		IRAS23135+2516	IC5298 M+04-54-038
UCM2315+1658	205#36				
UCM2315+1923	205#51				
UCM2316+2028	194#16			IRAS23170+2028	
UCM2316+2457	194#12	Z475.060 Z476.001	MK319	IRAS23161+2457	U12490 M+04-55-001 KARA72.581A KUG2316+249
UCM2316+2459	194#13	Z475.061 Z476.002			KARA72.581B
UCM2317+2356	194#14	Z476.008	MK321	IRAS23176+2356	U12520 N7620 KUG2317+239

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus denominaciones anteriores (Cont).

UCM (1)	N. placa (2)	Zwicky (3)	Markarian (4)	IRAS (5)	Otros (6)
UCM2319+2234	194#26				KUG2319+225
UCM2319+2243	194#65				
UCM2320+2036	194#24				
UCM2320+2428	194#66	Z476.027		IRAS23209+2428	KAZ332
UCM2321+2149	194#30				
UCM2321+2506	194#28	Z476.030			KUG2321+251
UCM2322+2204	194#32				
UCM2322+2218	194#33				
UCM2323+2047	194#70				
UCM2323+2252	194#37				
UCM2324+2448	194#67	Z476.038		IRAS23241+2448	U12598 M+04-55-013 N7664 KARA1019
UCM2325+2208	194#40	Z476.045		IRAS23259+2208	U12614 N7678 ARP028 KUG2325+221 KAZ336
UCM2325+2318	194#38	Z476.042	MK325	IRAS23252+2318	U12607 N7673 M+04-55-014 VV619 KUG2325+233 4ZW149
UCM2326+2435	194#42				
UCM2327+1956	194#54				
UCM2327+2154	194#49				
UCM2327+2515	194#45	Z476.055		IRAS23276+2515	A2327+25 3ZW107 4ZW153
UCM2328+2109	194#71	Z455.003 Z454.079			
UCM2329+2427	194#69	Z476.060			
UCM2329+2447	194#47				
UCM2329+2500	194#68				KAZ341
UCM2329+2511	194#46				
UCM2331+2214	194#60				
UCM2333+2241	194#75				
UCM2333+2248	194#64				
UCM2333+2359	194#63				
UCM2334+2134	194#59				
UCM2344+2157	197#01				
UCM2346+2011	197#02				
UCM2348+2407	197#13				
UCM2351+2321	197#12				
UCM2352+2040	197#03				
UCM2352+2230	197#11				
UCM2353+2027	197#04				
UCM2354+2232	197#10				
UCM2357+2241	197#07				
UCM2357+2440	197#14				
UCM2358+2327	197#09				

Tabla 2.3: Lista de candidatos UCM y, si procede, sus denominaciones anteriores (Cont).

Capítulo 3

Análisis de la muestra de candidatos

3.1 Parámetros generales

La muestra definitiva de candidatos a galaxias con emisión en $H\alpha$ se confeccionó a partir de las dieciocho placas que figuran en la tabla 2.1 del capítulo anterior. En total 272 candidatos en una región de cielo de 545 grados cuadrados. Estas cifras suponen en promedio un candidato por cada 2 grados cuadrados. Con respecto a los indicadores utilizados se presenta a continuación en la tabla 3.1 la distribución de los objetos según las diferentes categorías.

Podemos observar que de los 272 objetos, el 61% se encuentra en la categoría A, un 34% son B, y por fin el 5% se encuentran en la categoría C. Por otra parte, tenemos que un 55% de los objetos son de la categoría 1, un 34% son de la categoría 2 y el 11% restante son de la categoría 3. Estos últimos son en principio los candidatos más interesantes pues corresponderían a aquellos con líneas de mayor anchura equivalente sobre el continuo.

En la Figura 3.1 podemos ver la distribución de objetos según las subcategorías resultantes de la combinación de los parámetros de intensidad del continuo y de contraste sobre el mismo. La más poblada es la subcategoría A1, objetos de continuo débil y línea poco marcada. Estos candidatos en general eran previamente desconocidos por lo que no tienen equivalencia en los catálogos de galaxias. Esto se explica por su aspecto estelar en POSS y poco brillo, lo que los hace pasar como estrellas.

	A	B	C	
1	88(32%)	55(21%)	6(2%)	55%
2	58(21%)	26(10%)	9(3%)	34%
3	21(8%)	9(3%)	0	11%
	61%	34%	5%	

Tabla 3.1: Distribución de candidatos en función de las subcategorías definidas

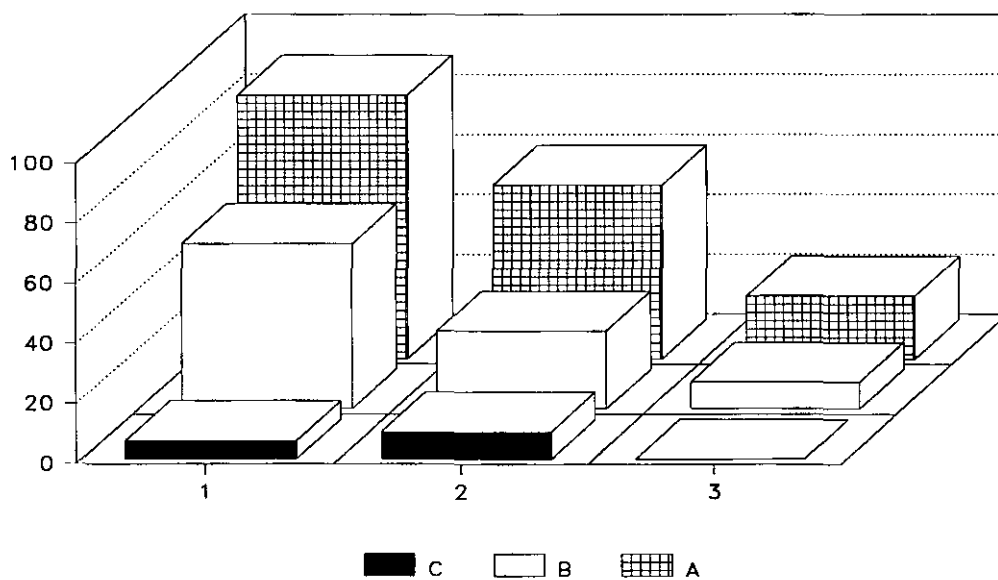


Figura 3.1 Número de candidatos clasificados según subcategorías.

Es por ello también que en esta categoría es donde existe la mayor probabilidad de que se haya deslizado alguna estrella. Puede ocurrir por ejemplo que exista alguna línea de absorción profunda que haga que el continuo adyacente aparezca como una falsa línea de emisión. La subcategoría más prometedora es sin duda la A3. De una manera muy general se puede suponer que en cualquier objeto el continuo está principalmente originado en la población estelar mientras que la línea es producto de la ionización del gas. Los objetos A3, con continuo débil y línea muy marcada son los que tendrían menor población estelar subyacente y mayor grado de ionización. Sin duda, unos buenos candidatos a formación estelar importante y baja metalicidad. De hecho en las observaciones espectroscópicas se les dio la máxima prioridad.

La tendencia generalizada que se observa en los tipos A y B según la cual hay más objetos 1 que 2 y más 2 que 3 no se observa en el tipo C. Este número tan bajo de objetos de categoría C es normal debido a que cuando el continuo es muy intenso llega a casi saturar la placa, con lo que la posible línea se hace muy difícil de detectar por el observador. Es digno de reseñar que no se llegó a clasificar ningún objeto como C3. Este resultado es razonable. Un objeto clasificado como C tendrá un continuo muy intenso por lo que la posible línea de emisión, de haberla, no podría resaltar mucho respecto del continuo. En general la categoría C está poco poblada, y es que son objetos brillantes, en los que la presencia de línea de emisión puede quedar fácilmente enmascarada. Es evidente que este hecho es resultado de un claro efecto de selección presente en la exploración, según el cual las galaxias más brillantes aparecen en la placa con un continuo saturado o cercano a la saturación, sobre el que no resalta ninguna emisión aunque estuviese presente. Sólo aquellos objetos que tuviesen una luminosidad intrínseca muy baja, seguirían siendo apreciables.

3.2 Significado físico de los indicadores utilizados

Hemos visto que según se iban localizando los candidatos en las placas a cada uno de ellos se les fue clasificando de acuerdo a los indicadores empíricos que quedaron definidos en el capítulo anterior. Fueron utilizados para describir la apariencia del espectro de los candidatos en la placa prisma objetivo, por lo que potencialmente podrían resultar muy útiles para una primera clasificación del tipo de candidato. Vamos en esta sección a comparar estos parámetros con los datos observacionales

Tipo UCM	$\langle m_r \rangle$	σ	Num
A	16.0	1.04	127
B	14.9	0.96	73
C	14.7	0.42	13

Tabla 3.2: Comparación entre el parámetro de intensidad en el continuo y la magnitud aparente en la banda r.

con el fin de determinar tanto su fiabilidad como su utilidad.

Nuestra primera comparación entre los datos observacionales y los parámetros es entre la intensidad del continuo y las magnitudes aparentes en la banda r medidas por Vitores (1995). La tabla 3.2 muestra los valores medios y la desviación obtenida para cada una de las subcategorías. Es apreciable una tendencia general de objetos débiles para la subcategoría A, intermedios en la B y brillantes en la C, si bien debido a los diferentes tamaños aparentes la dispersión es grande. En la parte de arriba de la figura 3.2 se pueden ver los valores individuales de la categoría referente al continuo frente a las magnitudes aparentes observadas.

Hay que tener en cuenta que aquí se está comparando la magnitud total de la galaxia frente a una estimación del continuo bajo la línea de emisión. Así, clasificados como A tenemos varios objetos que como en el caso de UCM2244+2049 se trata de una espiral cercana de gran tamaño aparente. La emisión se localiza en una región HII externa por lo que se clasificó como A. Sin embargo, la magnitud total resulta ser muy brillante como corresponde al conjunto de la galaxia como un todo. Tenemos también el caso contrario, que es el de objetos clasificados como C pero con una magnitud m_r débil. Es el caso de UCM1452+2754, que por ser un objeto compacto presenta un continuo intenso pero una magnitud total débil.

A continuación se comparó el parámetro de contraste con la anchura equivalente de $H\alpha+[NII]$ medida en los espectros. Los resultados se encuentran en la tabla 3.3. Allí aparecen las subcategorías desglosadas también por la intensidad del continuo aparente. Tanto los valores individuales como los medios se representan en la parte de abajo de la figura 3.2.

Se aprecia que el valor medio crece según avanzamos de 1 a 2 y de 2 a 3.

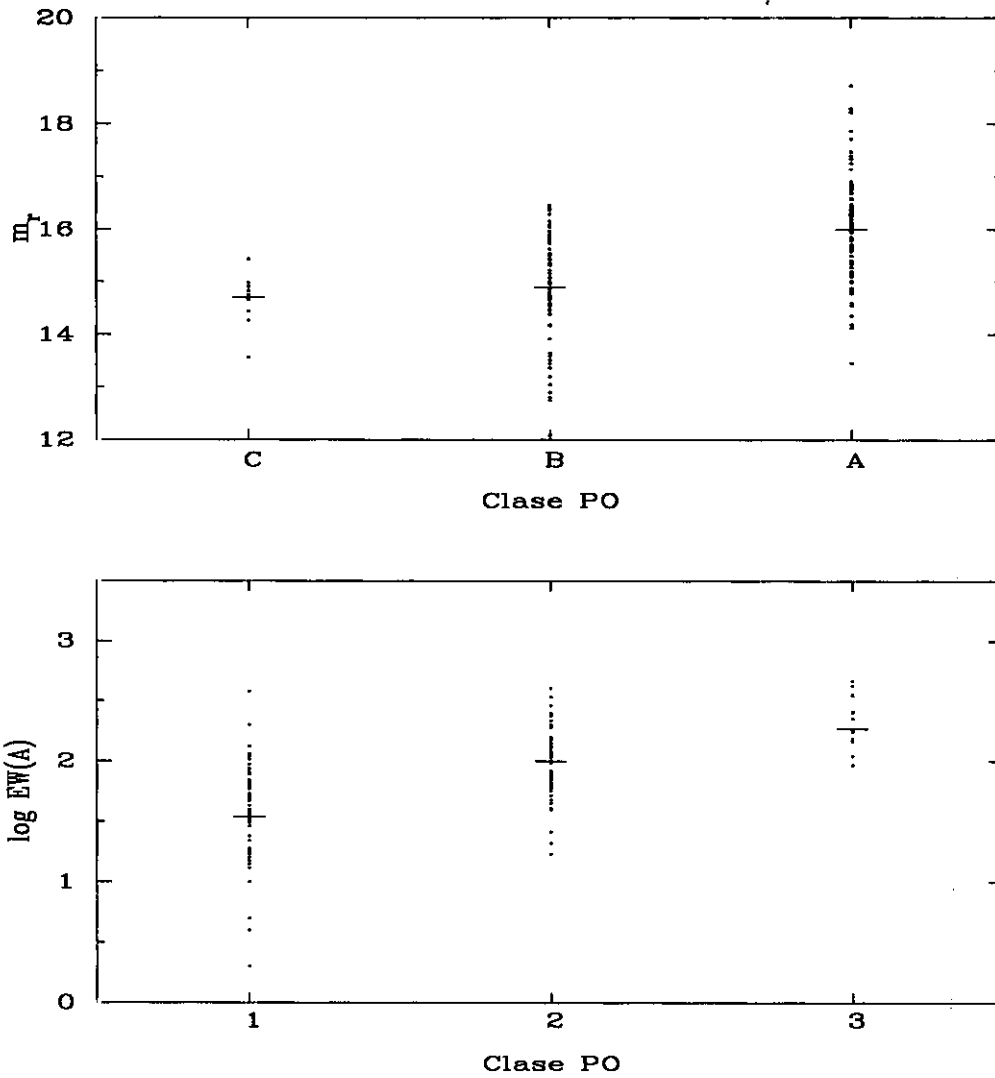


Figura 3.2 Representación de las subcategorías prisma objetivo que hacen referencia al continuo y al contraste observados en la placa frente a la magnitud aparente m_r y a la anchura equivalente observadas. Las líneas indican el valor medio.

Tipo UCM	$\langle EW(H\alpha + [NII]) \rangle$	σ	Num
A1	28	42	44
B1	35	34	37
	31	38	81
A2	100	78	49
B2	100	69	24
	100	73	73
A3	206	159	16
B3	148	45	9
	177	102	25
C1	134	134	6
C2	119	71	8

Tabla 3.3: Comparación entre el contraste de la línea y la anchura equivalente observada.

Ya vimos que el caso de los objetos de la subcategoría C se puede explicar por el hecho de que estos objetos son aquellos cuyo continuo está cercano a la saturación. Es normal por tanto que no haya objetos con línea muy contrastada y que sólo se detecten aquellos con anchuras equivalentes grandes. Tenemos así que objetos con anchuras equivalentes de 110, 240 ó 379 Å se clasificaron como C1. Englobando estos resultados la subcategoría 1 presenta una anchura equivalente media de 31 Å, la 2 de 100 Å y la 3 de 177 Å. Los valores obtenidos para los objetos A3 serían más altos (270 Å) de no haber considerado la presencia de cinco objetos con aspecto puntual en la placa prisma objetivo, y que luego resultaron ser estrellas o fallos de placa. Se trata de UCM0138+2016, UCM2315+1658, UCM1651+3017, UCM1257+2754 y UCM1300+2907. La misma categoría A3 incluye a los objetos de mayor anchura equivalente. Se trata de UCM1612+1309 ($EW(H\alpha + [NII]) = 550$ Å), UCM1331+2901 (464 Å), UCM0056+0044 (420 Å) y UCM0150+2032 con $EW(H\alpha + [NII]) = 400$ Å.

En general, a pesar de que hay una fuerte correlación entre los valores medios y los parámetros indicadores, la desviación de los puntos individuales es grande. En algunos casos las desviaciones estándar llegan a ser tan grandes como los valores

medios. Esto significa que hay una superposición importante de los rangos de valores observacionales medidos en cada una de las subcategorías. Los indicadores quedan por tanto como estimadores de lo que podemos esperar de un cierto candidato, si bien la confirmación con un gran telescopio seguirá siendo necesaria.

3.3 Comparación con otras exploraciones

Un objetivo importante de este trabajo es determinar las diferencias existentes entre las muestras de galaxias que se obtienen en una exploración en $H\alpha$ y aquellas seleccionadas con otras técnicas. Pesch y Sanduleak (1983) observaron los campos cubiertos por la exploración Case, que también utilizaba placas Kodak IIIaF y un prisma de 4.5 grados de manera muy análoga a la exploración UCM. Al principio hacían cada campo tanto en el azul como en $H\alpha$, con una dispersión de 2000 \AA mm^{-1} . Estos autores notaron una redundancia en el hecho de observar en ambas zonas del espectro por lo que abandonaron la parte con placas IIIaF y se centraron en la zona de $H\beta$ con placas IIIaJ. La mayor parte de las galaxias con líneas de emisión descubiertas por Pesch & Sanduleak en las placas IIIaF, también fueron encontradas de manera independiente en las placas IIIaJ. No obstante, Markarian *et al.* (1987), de la experiencia de la exploración SBSS, indican que las exploraciones que no usan la línea $H\alpha$, pierden una fracción significativa de objetos, principalmente los de baja excitación. Como veremos con más detalle los resultados de la exploración UCM vienen a confirmar esta idea.

3.3.1 La placa A195: Un campo común

A pesar de que los efectos de selección están tratados con más detalle en capítulos posteriores, se pueden sacar varias conclusiones de la comparación con otras exploraciones con campos comunes a los de la muestra UCM. Kinman (1984b) sugirió observar un campo centrado en $\alpha = 0^h50^m$ y $\delta = 0^\circ$ que ha sido observado por diferentes exploraciones. En la exploración UCM, el campo corresponde a la placa A195, en la que se encontraron un total de 19 candidatos. El catálogo PGC lista 159 galaxias en esta región, de las cuales 53 tienen $z > 0.04$.

La exploración de la Universidad de Michigan encontró 39 objetos en el mismo área de la placa A195 (MacAlpine *et al.* 1977a UM List I, MacAlpine *et al.* 1977 UM

List III). Hay doce objetos que han sido seleccionados tanto por la UCM como por la UM. La diferencia entre ambas técnicas queda ya sugerida por el caso concreto de UM 296 (UCM0056+0043): mientras MacAlpine *et al.* (1977) hacen un comentario de la incertidumbre sobre la presencia de la emisión, en la exploración UCM la galaxia quedó clasificada como A2, es decir, línea de emisión marcada con continuo débil. Como se verá más adelante, la anchura equivalente de $H\alpha$ para esta galaxia es de 61 Å. La línea $H\beta$ tiene una anchura equivalente de 21 Å.

La mayor parte de los objetos UM no detectados por la exploración UCM son cuasares con desplazamientos al rojo confirmados mucho mayores que el límite alcanzado por la exploración UCM (16 de los 27). De los once objetos UM restantes no recogidos por la UCM seis (UM267, UM270, UM271, UM272, UM277 y UM279) son probablemente también cuasares, con magnitudes aparentes en el continuo estimadas de alrededor de 18 y z alto. Ninguno de estos objetos es visible en las placas en el rojo del Atlas de Monte Palomar ni en las placas de la exploración UCM. Como ya fue comentado por Salzer *et al.* (1989) más del 80% de los objetos de las listas UM I, II, III y IV que eran cuasares probables fueron confirmados como cuasares. Ninguno de los 150 candidatos observados espectroscópicamente por estos autores resultaron ser galaxias con líneas de emisión confundidas con cuasares.

Nos quedan cinco objetos de los que dilucidar su naturaleza. Tres de ellos, UM289, UM293 y UM298, presentan desplazamientos al rojo ($z=0.062$, 0.0567 y 0.043) que llevan a $H\alpha$ fuera de la ventana de observación de la exploración UCM, por lo que la probabilidad de que fuesen detectados es nula. Como demostraremos en el capítulo 9 sólo sería posible detectar objetos que presentasen unas anchuras equivalentes de varios cientos de Å. Citemos como ejemplo del mismo caso a UM 60 (Mk1143), que tiene una anchura equivalente de $H\alpha+[NII]$ demasiado baja (29 Å) como para ser detectada. La razón es que su desplazamiento al rojo es de $z=0.0376$, lo que coloca la línea en la zona en la que la curva de respuesta del sistema es prácticamente nula. Finalmente, el último objeto sin detectar, UM285, es un objeto muy débil ($m_v=17.1$) que presenta líneas de emisión es un espectro de baja calidad (Kinman & Hintzen 1981), si bien no hay flujos disponibles. En la placa UCM aparece como un objeto difuso y sin emisión aparente.

Tenemos ahora 7 candidatos en el campo que son detectados por la exploración UCM y no lo son por la Universidad de Michigan. Estos objetos fueron

todos clasificados como 1, es decir, $H\alpha + [NII]$ de bajo contraste en la placa de prisma objetivo. Con la finalidad de comprobar la naturaleza de estos candidatos, se obtuvieron espectros de moderada resolución para cinco de ellos en Noviembre de 1993 con el telescopio Isaac Newton del Observatorio del Roque de los Muchachos. Cuatro galaxias tienen emisión $H\alpha$ mientras una parece un candidato fallido. Las cuatro galaxias presentan anchuras equivalentes bajas (alrededor de 25 \AA), pero no presentan ni $H\beta$ ni líneas de OIII en emisión debido a una extinción interna muy alta en dos casos y a baja ionización en otros dos. Esto es una confirmación de que este tipo de galaxias son fácilmente detectables por exploraciones en $H\alpha$, pero pasan desapercibidas para las exploraciones realizadas en el azul.

Antes de abandonar el campo de la placa A195, daremos a título ilustrativo lo que detectó en esa zona el satélite IRAS. Se encuentran presentes un total de 24 fuentes del Catálogo de fuentes puntuales IRAS PSC (del inglés *Point Source Catalog* 1985), la mayor parte galaxias brillantes y bien conocidas. Las 24 están presentes en la placa de la UCM pero solo tres presentan $H\alpha$ en emisión. Si consideramos como galaxias detectadas por IRAS los resultados obtenidos tras la consulta de los datos originales proporcionados por el satélite (ver el capítulo dedicado a la muestra UCM en el infrarrojo lejano) obtenemos al final una muestra de 17 galaxias con líneas de emisión detectadas por el satélite IRAS. Dos objetos, UCM0049-0045 y UCM0053-0049, están situados fuera de las zonas del cielo cubiertas por el proyecto IRAS. De los 17 objetos UCM con flujos IRAS, 4 fueron detectados sólo a 60 y 100 μ , 2 se detectaron a 25, 60 y 100 μ pero no a 12 μ , mientras 6 presentan flujos fiables en las cuatro bandas. Es necesario explicar la proporción tan alta de galaxias presentes en el PSC y que no presentan emisión $H\alpha$ (21 de 24). Lo más factible es que IRAS esté detectando no solo las galaxias con formación estelar importante sino todas las galaxias más brillantes que un cierto límite, independientemente de la tasa de formación estelar que presenten en la actualidad. Puede ocurrir que algunas de ellas presenten espectro completamente saturado en la placa prisma objetivo. Por otro lado la exploración UCM contiene galaxias débiles con SFRs muy altas que no son detectadas por IRAS. Estos resultados parciales sugieren que exploraciones profundas realizadas con prisma objetivo no son de ninguna manera suplantadas por los resultados del proyecto IRAS. El punto importante es que las técnicas de selección en el IR y en el óptico son complementarias, algo ya apuntado por Salzer

y MacAlpine (1988) y sobre lo que volveremos en el capítulo dedicado al infrarrojo lejano.

3.3.2 La exploración de Kinman

Kinman (1984a) encontró 0.5 candidatos por grado cuadrado en una región de 70 grados cuadrados alrededor de NGC1023, un promedio de acuerdo con lo obtenido por la exploración UCM. Hubiese sido muy interesante comparar ambas exploraciones, pero las listas del trabajo de Kinman no se han publicado, lo cual impide llevar a cabo un análisis detallado de las posibles diferencias. Hay que tener en cuenta que aunque Kinman también utilizó la región de $H\alpha$, lo hizo con una dispersión de 400 \AA mm^{-1} , lo que le proporcionaba unos espectros con una longitud cinco veces mayor a los obtenidos por la UCM. De acuerdo con Kinman, a mayor dispersión la visibilidad de la línea mejora debido a que el continuo se distribuye sobre un área mayor. Como inconveniente, la magnitud límite del continuo se hace más brillante. De la muestra resultante obtiene que un 24% de los objetos son galaxias Zwicky. La exploración UCM contiene un porcentaje del 34% de galaxias que son Zwicky. La mayor parte de las galaxias cercanas y brillantes deberían ser calificadas como con líneas de emisión pues presentan regiones HII que se pueden resolver espacialmente y son lo suficientemente brillantes como para detectarse. Kinman las detecta (64% de galaxias con magnitud más brillante que 14.0), pero presenta una fracción muy pequeña de galaxias débiles (12% de galaxias con magnitud más débil que 15.0). Por el contrario, la exploración UCM falla para detectar las galaxias brillantes (16% para $m < 14.0$) debido a que sus continuos aparecen sobreexponidos, pero su acierto para galaxias débiles es mucho mayor (41% para $m > 15.0$). La fracción de galaxias en el rango de magnitudes 14.0–14.9 es similar para ambas exploraciones (36%). La conclusión es confirmar que la exploración UCM está optimizada para galaxias más débiles que la de Kinman.

3.3.3 La exploración de Wamsteker *et al.*

La exploración de Wamsteker *et al.* (1985) también eligió como región espectral la zona de $H\alpha$. Se tomaron placas IIIaF con filtro RG630 y una dispersión de 1500 \AA mm^{-1} . De una serie de cuatro campos del Hemisferio Sur tomados con el telescopio

Schmidt del ESO se obtuvieron un total de 113 galaxias con líneas de emisión. En promedio 0.4 galaxias por grado cuadrado. Sólo 42 de los candidatos (37%) figuraban previamente en el Atlas del ESO (Lauberts 1982). Después de observar diez de los candidatos (Prieto *et al.* 1986) concluyeron que los objetos encontrados cubren una gran variedad de tipos y que una cierta fracción de objetos con baja ionización no serían encontrados con otros métodos. Las galaxias encontradas parecían presentar características parecidas a las detectadas por el satélite IRAS si bien estas últimas presentaban unos desplazamientos al rojo mayores. Aunque se analizan más en detalle ciertas galaxias Seyfert, LINER y con aspecto de baja metalicidad no se hacen mayores afirmaciones acerca del comportamiento general de las nuevas galaxias encontradas.

3.3.4 La muestra KUG

Como ya vimos en el capítulo anterior, la muestra KUG está originada en la exploración que está llevando a cabo el Observatorio de Kiso. Se basa en un método de exposición triple en las bandas U, G y R. Dado que cubre casi 5100 grados cuadrados, varios de los candidatos de la muestra UCM también se encuentran en las listas de la exploración de Kiso.

Un total de 39 objetos de la muestra UCM han sido también seleccionados por la exploración de Kiso. Todos pertenecen a las placas 194, 197, 200, 210, 228, 229, 232 y 234 y se encuentran en las listas II, V, VI, X, XI y XII publicadas por Takase & Miyauchi-Isobe (1993). En la tabla 3.4 se ofrece una lista de los objetos UCM que también han sido detectados por la exploración KUG. La primera columna da el nombre UCM, luego se da su posición en ascensión recta y declinación, el nombre KUG, y un parámetro dado por KUG según sea el exceso de color en el azul, con L para bajo, M para medio y H para alto. A continuación se da el número de la lista KUG en la que se presenta el objeto, el parámetro de intensidad del continuo y contraste de la línea dado por la UCM y por último la anchura equivalente de $H\alpha$ real tal y como se midió en las observaciones espectroscópicas llevadas a cabo en este trabajo.

Como primer intento de comparación entre las poblaciones de galaxias detectadas por las exploraciones KUG y UCM, se ofrece en la tabla 3.5 los valores medios y desviaciones de las anchuras equivalentes medidas en este trabajo para aquellos

UCM	AR	DEC	KUG	UV	N Lista	CatUCM	$EW_{H\alpha+[NII]}$
UCM0000+2140	00 00 35.6	+21 40 54	KUG0000+216	M	V	B3	154
UCM0003+2200	00 03 03.9	+22 00 15	KUG0003+220	M	V	A1	50
UCM0003+1955	00 03 45.2	+19 55 29	KUG0003+199	M	V	C1	379
UCM1246+2727	12 46 34.8	+27 27 02	KUG1246+274	H	II	A1	78
UCM1247+2701	12 47 53.7	+27 01 18	KUG1247+270	L	II	A1	31
UCM1248+2911	12 48 35.5	+29 11 54	KUG1248+291	M	II	B1	43
UCM1253+2756	12 53 40.8	+27 56 54	KUG1253+279	H	II	B3	155
UCM1254+2740	12 54 59.7	+27 40 34	KUG1254+276	M	II	B2	57
UCM1255+2819	12 55 32.7	+28 19 54	KUG1255+283	M	II	A1	63
UCM1255+2734	12 55 53.4	+27 34 50	KUG1255+275	H	II	A2	121
UCM1256+2732	12 56 09.9	+27 32 00	KUG1256+275	H	II	A2	114
UCM1256+2823	12 56 37.3	+28 23 09	KUG1256+283	M	II	B2	109
UCM1256+2754	12 56 40.0	+27 54 47	KUG1256+279	M	II	B1	66
UCM1257+2808	12 57 44.5	+28 08 07	KUG1257+281	M	II	A1	42
UCM1258+2754	12 58 08.9	+27 54 23	KUG1258+279A	M	II	A2	129
UCM1259+2755	12 59 42.6	+27 55 00	KUG1259+279	M	II	B2	62
UCM1301+2904	13 01 58.9	+29 04 45	KUG1301+290	H	II	A2	81
UCM1302+2853	13 02 11.9	+28 53 44	KUG1302+288A	M	II	B1	48
UCM1302+3032	13 02 55.8	+30 32 36	KUG1302+305	H	II	A1	53
UCM1304+2808	13 04 12.5	+28 08 25	KUG1304+281	L	II	A1	33
UCM1304+2818	13 04 49.5	+28 18 51	KUG1304+283	M	II	A1	115
UCM1306+2938	13 06 54.3	+29 37 54	KUG1306+296	M	VI	B2	133
UCM1321+2648	13 21 09.9	+26 48 28	KUG1321+268	L	VI	A1	0
UCM1324+2650	13 24 39.9	+26 50 40	KUG1324+268	M	VI	C2	86
UCM1428+2727	14 28 56.3	+27 27 30	KUG1428+274	H	II	B3	131
UCM1647+2950	16 47 07.4	+29 50 41	KUG1647+298	L	XII	C2	110
UCM1648+2855	16 48 57.3	+28 55 42	KUG1648+289	L	XII	C2	240
UCM1657+2900	16 57 27.0	+29 00 45	KUG1657+290	M	XII	A2	80
UCM1700+3131	17 01 21.1	+31 31 26	KUG1701+315	M	XII	C2	130
UCM2238+2308	22 38 50.3	+23 08 18	KUG2238+231		X	A1	69
UCM2239+1959	22 39 30.5	+19 59 59	KUG2239+199	L	XI	B3	253
UCM2253+2219	22 53 04.6	+22 19 32	KUG2253+223	L	XI	A1	86
UCM2250+2427	22 50 09.9	+24 27 54	KUG2250+244	M	X	A1	200
UCM2316+2457	23 16 10.3	+24 57 27	KUG2316+249	M	II	B1	50
UCM2317+2356	23 17 36.9	+23 56 47	KUG2317+239	L	II	B1	29
UCM2319+2234	23 19 50.0	+22 34 18	KUG2319+225	L	XI	A2	108
UCM2321+2506	23 21 57.3	+25 06 34	KUG2321+251	M	II	A1	56
UCM2325+2318	23 25 12.0	+23 18 52	KUG2325+233	H	II	B2	101
UCM2325+2208	23 25 58.2	+22 08 50	KUG2325+221	M	XI	B2	237

Tabla 3.4: Relación de objetos UCM que se encuentran recogidos en las listas de la exploración de Kiso, con los parámetros otorgados por una y otra exploración a cada objeto.

Tipo	N	EW	σ_n
KUG		(Å)	
L	9	99	87
M	21	109	80
H	8	104	31

Tabla 3.5: Anchuras equivalentes medias de $H\alpha+[NII]$ y sus desviaciones para los diferentes excesos de color tal y como aparecen listados en KUG. La muestra comprende los objetos descubiertos por ambas exploraciones.

objetos presentes en ambas muestras. El parámetro fundamental para que un objeto se detecte en la exploración UCM es su anchura equivalente en emisión, mientras que en la exploración de Kiso lo es el exceso en el azul, indicado por un parámetro que puede ser L, M o H, según sea bajo, medio o alto. Este parámetro no parece estar relacionado con la anchura equivalente pues los valores medios para las tres posibilidades son muy parecidos y las dispersiones muy grandes. A la vista de este resultado parcial no debería esperarse que se obtuviesen poblaciones de galaxias parecidas en ambas exploraciones. Un análisis más detallado con la confirmación de esta idea está reflejado en el capítulo dedicado al comportamiento a gran escala de la muestra UCM.

3.3.5 El catálogo de Markarian

Con la ayuda de la base de datos del NED se realizó una búsqueda de galaxias Markarian que estuvieran presentes en los campos cubiertos por la exploración UCM. El número total de Markarian encontradas es de 66, del que sólo 36 fueron detectadas como galaxias con emisión en $H\alpha$ por la exploración UCM. Con el fin de encontrar una posible explicación al hecho de que no presenten $H\alpha$ y calibrar los posibles efectos de selección de la muestra UCM se procedió a comprobar su aspecto en las placas prisma objetivo. Para una mayor seguridad, 18 del total de 30 se pudieron observar espectroscópicamente durante la campaña de observación en el INT de Noviembre del 93. De los 12 restantes, 3 presentan en la literatura z demasiado altos y los otros 9 no tienen emisión aparente en la placa.

Vayamos con los 18 que se pudieron observar. Siete objetos no presentan líneas de emisión en sus espectros. Dos de estos 7, Mk327 y Mk362, resultaron ser estrellas. Los 5 restantes, Mk919, Mk310, Mk1145, Mk1139 y Mk1142 son galaxias con un espectro sin líneas de emisión. Otros dos objetos presentaban desplazamientos al rojo demasiado altos: Mk337 a $z=0.046$ y Mk357 a $z=0.054$ llevan a $H\alpha$ más allá del rango en longitudes de onda cubierto por la exploración UCM. Tres objetos, Mk326, Mk332, y Mk331, presentan en la placa espectros saturados. Esto ya hemos visto que ocurre cuando la galaxia tiene un continuo fuerte en el rojo que impide la observación de la línea por falta de contraste. Debido a que el principal factor para la saturación es el brillo superficial en la región emisora, es difícil establecer una magnitud límite para saturación. Por ejemplo, el espectro de Mk326, una espiral de magnitud en el azul $m=13.9$ con una gran condensación central muy brillante, aparece saturada mientras que una compañera cercana suya, Mk325, es una irregular de magnitud 13.2 que ha sido detectada como con emisión en $H\alpha$ aunque algunos de sus nodos presentasen espectros saturados. Estas galaxias brillantes con emisión procedente de un núcleo que luego resulta saturado podrían detectarse con tiempos de exposición menores.

Desafortunadamente, algunas galaxias que presentan varios nódulos con emisión no son detectados por la UCM cuando están situados en una dirección muy próxima a la Norte-Sur. Este es el caso para otros tres objetos más: La galaxia peculiar de tipo tardío Mk363, la cual se observa elongada según un ángulo de posición cero grados (Pogge & Eskridge 1987, 1993), Mk312 con una forma triangular extremadamente inusual reflejo de un núcleo puntual débil y dos brazos con condensaciones (Petrosian *et al.* 1983) y también Mk314, elongada con tres condensaciones situadas en sentido N-S (Petrosian 1981). Estas galaxias hubiesen sido clasificadas con emisión en $H\alpha$ de haberse tomado las placas prisma objetivo con el prisma rotado 90° y la dirección de dispersión el eje E-W.

Para explicar las tres galaxias Markarian que no fueron detectadas hemos de comentar otro efecto de selección. Aunque determinar los límites de completitud y todos los efectos de selección requiere un análisis que se llevará a cabo en un capítulo más adelante, veremos que el flujo total en $H\alpha+[NII]$ y su anchura equivalente son los parámetros principales que fijan los efectos de selección para la exploración de la UCM. Dos de las tres Markarian por explicar tienen emisión de anchuras equiva-

lentes de 10 Å en el caso de Mk344 y 18 Å en el caso de Mk341. Estos resultados observacionales fijan un límite inferior de detectabilidad cercano a los 10 Å para galaxias de desplazamiento al rojo z bajo, y de 20 Å para aquellas con z medio. Para z mayores cuyo $H\alpha$ se sitúa cerca del límite de la curva de respuesta del sistema, es necesario una anchura equivalente mayor. Es ilustrativo comparar los resultados obtenidos para el par de galaxias Mk1143 (UM 60), no detectada por la UCM, y Mk1144, situada sólo a 80 segundos de arco de la primera. Mk1143 es una galaxia espiral mucho más brillante que Mk1144 (UM61, UCM0040+0257) en el rojo ($m_r=15.1$ y $m_r=16.8$ respectivamente). Ambas galaxias tienen desplazamientos al rojo parecidos ($z=0.0376$ y $z=0.0369$) muy cerca del límite de detección. El análisis del espectro de estas dos galaxias proporciona una anchura equivalente de $H\alpha+[NII]$ de 146 Å para Mk1144 y 29 Å para Mk1143. Esto arroja un valor cercano de ≈ 40 Å para la anchura equivalente mínima necesaria para la detección a desplazamientos al rojo cercanos al extremo rojo de la curva de respuesta. Apoyando este resultado, la muestra UCM ha detectado varias galaxias con $z>0.04$ más allá del límite nominal: Mk309 (UCM2250+2427) con $z=0.042$ y $EW(H\alpha+[NII])=200$ Å (Osterbrock & Cohen 1982), y por último UCM2303+1701 con $z=0.042$ y $EW(H\alpha+[NII])=185$ Å (Zamorano *et al.* 1992). Todos estos resultados preliminares se recogerán más adelante en un estudio detallado de los límites de detectabilidad de la muestra que se lleva a cabo con toda la información en la figura 9.2.

Capítulo 4

Análisis espectroscópico de la muestra UCM

4.1 Campañas de observación

Una vez extraída de las placas de prisma objetivo toda la información posible, se procedió a la obtención de observaciones espectroscópicas de cada uno de los candidatos. El número tan grande de candidatos disponibles ha hecho que las campañas de observación espectroscópica sean numerosas, prolongándose a diferentes períodos en diferentes telescopios y extendiéndose a lo largo de varios años. En un principio se destinaban a obtener el espectro de la mayor cantidad posible de objetos desconocidos y que resultasen especialmente interesantes a partir de su aspecto en las placas Schmidt. El objetivo principal era confirmar la validez del método de selección. Posteriormente se intentó un mejor análisis de algunas galaxias ya confirmadas y especialmente prometedoras. En general siempre que fue posible se intentó conseguir la calibración no sólo en longitud de onda para determinar los desplazamientos al rojo sino también en flujos absolutos. En caso de no ser las condiciones atmosféricas lo suficientemente buenas se buscó un espectro que confirmara la naturaleza de galaxia con emisión y que además proporcionara el valor de la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$, parámetro fundamental de detectabilidad que caracteriza las galaxias de nuestra muestra.

En la tabla 4.1 se hace un resumen de todas aquellas campañas de observación de las que se han obtenido datos espectroscópicos de alguna de las galaxias de la

Campaña Observación		Telescopio	Instrumento	Detector	rango $\lambda \text{ \AA}$	$\Delta\lambda$ $\text{\AA}/\text{pix}$	escala "/pix	anchura rendija
1-8 Dic	CA86	2.2m	B&C	RCA#11	4200-7600	7.20	1"40	2"5
22-23	Dic LP88	2.5m INT	IDS 235mm	IPCS	3700-7600	2.08	1"66	2"0
3-6 Nov	CA89	3.5m	Esp doble	RCA	4000-5000	2.40	0"65	2"4
				GEC	6000-7200	1.84	1"0	2"4
18-20 Jun	CA90	3.5m	FR + grism	RCA#11	4200-7200	4.10	0"50	2"6
11-16 Jun	LP91	2.5m INT	IDS 235mm	IPCS	3700-7600	2.08	1"66	2"2
20-24 Ene	CA93	2.2m	B&C	Tek#6	4330-7050	2.90	1"40	2"5
13-15 Ago	CA93	2.2m	B&C	Tek#6	4330-7050	2.90	1"40	2"5
11-14 Nov	LP93	2.5m INT	IDS 235mm	EEV5	3720-7100	3.05	0"60	4"0
2-6 Jul	LP94	2.5m INT	IDS 235mm	Tek#3	3700-7100	3.30	0"71	4"0
10-14 Sep	LP94	2.5m INT	IDS 235mm	Tek#3	3700-7100	3.30	0"71	2"0

Tabla 4.1: Campañas de observación en las que se obtuvo datos espectroscópicos de galaxias UCM.

muestra UCM. Comienzan en el año 1986 y terminan en el año 1994. En la primera columna se dan las fechas y en la segunda el observatorio en el que se realizó la campaña, indicando con LP el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma (Canarias), y con CA el Centro Astronómico Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería). En la segunda columna se encuentra el telescopio utilizado. En la tercera figura el espectrógrafo que se utilizó en cada caso, siempre en el foco Cassegrain salvo en CA90 en el que se utilizó el primer foco. El símbolo B&C significa el espectrógrafo Cassegrain Boller&Chivens del 2.2m de Calar Alto, e IDS el Espectrógrafo de Dispersión Intermedia (*Intermediate Dispersion Spectrograph*) del telescopio Isaac Newton de 2.5m de La Palma. Las siguientes columnas son el detector CCD salvo en el caso del IPCS (*Image Photon Counting System*, Boksenberg 1972, Jenkins 1986), el rango en longitud de onda cubierto en cada espectro, la dispersión en \AA pixel^{-1} , la escala espacial en segundos de arco por pixel y por último la anchura típica de la rendija utilizada en segundos de arco sobre el cielo.

A continuación se comentan para cada campaña los detalles que puedan resultar más relevantes, así como un breve resumen en pocas palabras de los resultados que se obtuvieron.

Calar Alto Diciembre 1986

En esta campaña se llevaron a cabo las primeras observaciones espectroscópicas de objetos de la lista UCM y no se sabía aún a ciencia cierta lo que se iba a obtener. Fue el telescopio de 2.2m del Observatorio de Calar Alto, y se utilizó un CCD RCA con un tamaño de pixel de 15μ con un *binning* de 2. El instrumento utilizado fue el espectrógrafo Boller&Chivens adosado al foco Cassegrain del telescopio. Salvo para unos objetos concretos se utilizó una red de 300 líneas mm^{-1} que proporcionó una dispersión de $7.2 \text{ \AA pixel}^{-1}$. Los problemas debidos a la baja eficiencia del chip y las malas condiciones atmosféricas limitaron los resultados a obtener buenos datos espectroscópicos de 14 galaxias, la mayor parte de ellas candidatas sin ninguna contrapartida en los catálogos de galaxias. En esta campaña fue donde se comprobó observacionalmente por vez primera la efectividad de la exploración UCM para descubrir nuevas galaxias con emisión.

El procedimiento de reducción fue el que luego se convertiría en estándar para todas las campañas. Una primera fase se llevó a cabo de manera bidimensional, y tras extraer el espectro monodimensional, el resto se llevó a cabo sobre el mismo. Con exposiciones de FF (del inglés *Flat Field*) tomadas de iluminar la cúpula con una lámpara de Neón se corrigieron las diferentes respuestas del CCD tanto a bajas como a altas frecuencias. Imágenes sin señal exterior de diferentes tiempos de exposición proporcionaron los necesarios valores de corriente de oscuridad y ruido de lectura de la electrónica del detector. La eliminación de rayos cósmicos se realizó a través de los algoritmos estándar implementados en el paquete MIDAS (*Munich Image Data Analysis System*) mantenido por el ESO (Observatorio Europeo del Hemisferio Sur, *European Southern Observatory*), conjunto de programas y aplicaciones informáticas que fueron utilizadas para todas las fases de reducción. Exposiciones de lámparas de Helio-Argón fueron tomadas en la posición del telescopio para cada objeto, para asegurar una calibración en longitud de onda lo suficientemente precisa (errores del orden de 0.5 \AA con polinomios de ajuste de grado 3 y unas sesenta líneas del arco utilizadas para los ajustes). También se observaron varias veces a lo largo de cada noche diferentes estrellas estándar que se utilizaron para la posterior calibración por curva de respuesta. Las exposiciones promedio para las galaxias fueron de 1000 y 2000 segundos. Nunca se trabajó a masas de aire mayores que 1.4. El perfil instrumental de los espectros de esta campaña resultó ser de 7 \AA FWHM

(420 km s⁻¹). La calidad de los datos fue moderada, pues en general se habrían necesitado exposiciones mayores y el tiempo atmosférico no fue favorable.

La Palma Diciembre 1988

En Diciembre de 1988, y por cortesía del Dr. Miguel Mas Hesse, se obtuvieron espectros para dos candidatos más de la muestra. El telescopio utilizado fue el Isaac Newton (2.5m) del grupo inglés de telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos. En aquella ocasión se utilizó el Intermediate Dispersion Spectrograph (IDS, Terlevich & Terlevich 1989) en el foco Cassegrain con la cámara de 235 mm. Como detector se eligió el IPCS, que es un detector electrónico de tipo TV con la ventaja de que la imagen se va almacenando según se forma en tiempo real en la memoria de un ordenador por lo que puede ser visualizada de manera continua. Esta configuración proporciona una dispersión de 2 Å pixel⁻¹. Los tiempos de exposición fueron de 3600 s.

El resultado fue espectrofotometría para UCM0014+1748, UCM0148+2124, UCM0022+2049 y UCM0158+2354, extendida al rango desde [OII] en 3727 Å, hasta las líneas de [SII] en 6720 Å. Estos datos son de muy buena calidad, contando además con información sobre la línea de [OII]3727 Å, necesaria para el cómputo de la abundancia de Oxígeno de la galaxia a partir de sus líneas de emisión.

Calar Alto Noviembre 1989

En el mes de Noviembre de 1989 se tuvo la oportunidad de disponer de un telescopio como el 3.5m de Calar Alto para el análisis detallado de las galaxias más interesantes descubiertas como resultado de la exploración UCM. Dado el gran poder colector de este instrumento se dió prioridad a los objetos más débiles y de mayor anchura equivalente tal y como podía observarse en las placas Schmidt.

La configuración instrumental utilizada corresponde al espectrógrafo doble situado en el foco Cassegrain, con un dicróico que divide la entrada original de luz en dos haces de los que cada uno se dirige a un brazo diferente del espectrógrafo. Se utilizó una red de 300 l mm⁻¹ en el brazo azul y una red de 400 l mm⁻¹ en el rojo. En el brazo azul se cubría el rango desde los 4000 Å a los 5000 Å con un detector CCD RCA con un tamaño de pixel de 30 μ. La dispersión era de 144 Å mm⁻¹, mientras la resolución espacial era de 0.8 arcsec pixel⁻¹. El rango útil en

longitud de onda estuvo determinado por la casi nula eficiencia cuántica del detector por debajo de los 4000 Å. Esto impidió obtener cualquier información de la valiosa línea de [OII] $\lambda 3727$. Con respecto al brazo rojo, se dispuso un detector CCD GEC con un tamaño de pixel de 22μ , resultando una dispersión de $108 \text{ \AA pixel}^{-1}$ y una escala espacial de $1 \text{ arcsec pixel}^{-1}$. El rango espectral cubierto para este brazo fue de 6000 a 7000 Å.

Aunque se hicieron espectros para un número de objetos un poco mayor esta campaña sólo contribuyó con quince nuevas galaxias con líneas de emisión. El mayor problema en esta campaña es la falta de una calibración en flujos absolutos fiable. Dos fueron las causas de esta circunstancia: la primera que durante los tres días que duraron las observaciones el cielo presentó siempre nubes pasando sobre el observatorio, la segunda fue que la rendija del espectrógrafo no se puede abrir a más de 2.35 segundos de arco sobre el cielo. Dadas las condiciones meteorológicas tan cambiantes el seeing fue mayor que la anchura de la rendija, y las estrellas de calibración que se tomaron siempre quedaron de tal forma que la luz de las zonas exteriores no entró en la rendija. Si bien el problema de las nubes solo se puede abordar utilizando aquellas observaciones de estrellas estándar de las que se tenga certeza que son las menos afectadas y confiando en que las exposiciones de las galaxias se realizaran sin interferencias de nubes, el segundo problema aunque más sutil, se puede solucionar de forma numérica. La idea fundamental consiste en considerar que el seeing forma una figura del objeto que tiene forma de gaussiana de revolución. En este caso, la gaussiana no entra completa en la dirección del ancho de la rendija pero sí lo hace en la dirección espacial. Lo que se hizo fue reconstruir la gaussiana completa a partir de la anchura R de la rendija y del FWHM de la imagen de seeing F tomado de la dirección espacial del espectro. Con estos datos y suponiendo fuentes puntuales se pueden obtener un algoritmo de integrales múltiples en el que se definen las siguientes cantidades:

$$\begin{aligned}
 D_1 &= -\frac{F^2}{2R^2} \\
 D_2 &= \frac{-1}{72 + \frac{2R^2}{F^2}} \\
 D_3 &= \frac{796}{72} + D_1 + D_2 \\
 D_4 &= \frac{3R}{180.83449 F} D_3
 \end{aligned}$$

Estas expresiones nos dan el parámetro D_4 que es la fracción de la cantidad total de radiación que sí que entró en la rendija, por lo que $1/D_4$ nos da el factor multiplicativo que hay que aplicar a cada una de las estándar tomadas en las observaciones. El método aunque correcto matemáticamente sólo puede tenerse como válido de manera aproximada puesto que según el cuaderno de observaciones el alto seeing estuvo siempre acompañado de turbulencia lo que habría hecho "bailar" la imagen de seeing sobre la rendija, haciendo que la estrella se saliera a veces por completo de la misma.

Todos estos problemas impidieron una buena calibración absoluta para la campaña, por lo que todos los parámetros absolutos como luminosidad $H\alpha$ o parecidos han de tomarse con mucha prudencia en el caso de estas quince galaxias en las que su único espectro es el de la campaña de Noviembre de 1989. Damos aquí la lista de objetos cuya calibración está afectada de los problemas mencionados: UCM0014+1829, UCM0135+2242, UCM0147+2309, UCM0156+2410, UCM2251+2352, UCM2253+2219, UCM2255+1654, UCM2257+2438, UCM2303+1702, UCM2305+1621 y UCM2306+1947. A estas galaxias hay que sumarles un total de seis que volvieron a observarse después en otras campañas en las que si que se dispuso de calibración fiable, lo que permitió escalar los flujos obtenidos en Noviembre de 1989 a sus valores absolutos correctos. Estas seis galaxias fueron UCM0056+0043, UCM0050+0005, UCM0049+0017, y UCM0159+2327 observadas en Noviembre de 1993 y UCM2257+2438 y UCM2303+1702, ambas Seyfert observadas de nuevo en Junio de 1991.

La observación de este pequeño número de galaxias en una segunda ocasión ha permitido que no se hayan eliminado los resultados de esta campaña del análisis global de la muestra. Por otro lado, los datos correspondientes a parámetros puramente espectroscópicos como el desplazamiento al rojo o las intensidades relativas de líneas son de la mayor calidad entre todos los datos disponibles. Recordemos que se dió una exposición de 3600 s a cada galaxia, siendo el telescopio de 3.5m, por lo que hay galaxias como UCM0049+0017 en las que se dispone de hasta treinta líneas de emisión con sus flujos y anchuras equivalentes medidas con una precisión de hasta el 1%.

Calar Alto Junio 1990

A pesar de la alta calidad de los espectros obtenidos en Noviembre de 1989, quedó bien claro que con aquella configuración instrumental no sería fácil observar muchos candidatos a galaxias UCM. Puesto que el objetivo fundamental era aunar el mayor número posible de candidatos de los que era suficiente un conocimiento solo a nivel general, el segundo período de tiempo de que se dispuso en el telescopio de 3.5m se enfocó de manera diferente. Se eligió una configuración instrumental más luminosa en el que se pudiesen utilizar tiempos de exposición más cortos con el fin de aumentar el número de candidatos observados.

Se utilizó un reductor de focal situado en el foco primario del telescopio. En este instrumento se dispone tanto de filtros como una serie de *grisms* (*grating+prism*) que producen un espectro a resolución media del objeto situado en el campo. Así, es posible hacer tanto imagen como espectroscopía sin cambiar más que la posición de la rueda de filtros. Se utilizó un CCD RCA de 15μ de pixel, y un binning de lectura 2,2 para aumentar la relación señal-ruido. Las exposiciones que se utilizaron fueron del orden de 900 s. El sistema, sin duda mucho más luminoso, tiene el inconveniente de que la resolución espectral es muy baja, quedando por ejemplo, la línea $H\alpha$ solapada con las líneas de [NII], con los problemas que esto supone luego para una correcta medición del flujo de $H\alpha$. La escala espacial resultante es de $0.5 \text{ arcsec pixel}^{-1}$. Por delante de la rueda de filtros y *grisms*, en el plano focal se encuentra otra rueda con varias máscaras posibles. En varias de las posiciones permitidas se encuentran rendijas de distinta anchura. En esta ocasión, las anchuras de rendija no pusieron ninguna limitación pues era posible una serie de valores hasta los 10 segundos de arco.

Un inconveniente que presenta esta instrumentación es que cuando se quiere cubrir un rango grande en longitudes de onda, la variación del foco con la longitud de onda se hace apreciable, por lo que hay que llegar a un compromiso. No es posible evitar que los extremos resulten ligeramente desenfocados y por lo tanto con una menor resolución en esas zonas. También es crítica la posición de los *grisms* de tal forma que la dispersión quede según una de las direcciones principales del chip. Con estas consideraciones, se decidió la siguiente secuencia de observación: imagen en filtro r de Gunn-Thuan, espectro en el rojo y por último espectro en el azul. En total, once galaxias con emisión en $H\alpha$ no confirmadas previamente.

La Palma Junio 1991

Sin duda una de las campañas que proporcionaron más datos observacionales fue la que se desarrolló del 11 al 16 de Junio de 1991 con el telescopio Isaac Newton de 2.5m del Observatorio del Roque de los Muchachos. Seis noches que proporcionaron datos espectroscópicos para 66 galaxias con emisión en $H\alpha$, un 24% del total de la muestra. Se utilizó el IDS adosado al foco Cassegrain del telescopio, con una red de 300 líneas mm^{-1} en la cámara de 235 mm. Se buscaba cubrir en la misma exposición todo el rango de longitud de onda desde los 3600 Å hasta los 7100 Å, con una resolución espectral intermedia.

La configuración elegida para el IPCS, que fue el detector empleado, fue de 66 incrementos en la dirección espacial (equivalente a un total de 80 segundos de arco de cielo cubiertos por la rendija a una escala de $1''66$ por incremento) y de 2048 incrementos de 15μ de tamaño en la dirección de la dispersión. La dispersión resultante es de $2.08 \text{ \AA pixel}^{-1}$.

A partir de esta campaña empezaron a estar disponibles para cada candidato las imágenes tomadas con el 2.2m de Calar Alto (Vitores 1995). Con la ayuda de las mismas se fijó el ángulo de posición de manera que coincidiera siempre con el eje mayor de los objetos. Este procedimiento se llevó a cabo también para todas las campañas posteriores. De la experiencia de las campañas previas se confeccionó una lista de estrellas de espectrofotometría publicada que fueron utilizadas en todas las campañas posteriores.

Aprovechando la peculiaridad de que se puede ver la imagen según se va formando, los tiempos de exposición se decidieron en el momento. Si tras un tiempo razonable se formaba el continuo cercano a $H\alpha$ con una relación señal ruido razonable pero no había trazas de emisión, se pasaba a otro objeto. Si se apreciaba línea se continuaba hasta obtener una relación señal ruido conveniente de al menos un factor 30 en el continuo.

Especialmente complicado fue conseguir una buena calibración para la zona entre los 3500 y los 4000 Å, debido a la escasa presencia de líneas en los arcos utilizados. Aunque los espectros obtenidos no son de calidad extremadamente alta todos ofrecen la gran ventaja de cubrir la línea de $[\text{OII}] \lambda 3727$, por lo que resultan especialmente interesantes para el cálculo de abundancias metálicas.

Calar Alto Enero 1993

No fue hasta Enero de 1993 cuando se dispuso de cuatro noches en el telescopio de 2.2 m del Observatorio de Calar Alto. Repitiendo configuraciones anteriores se utilizó el espectrógrafo B&C adosado al foco Cassegrain del telescopio. Se utilizó una red de 600 líneas mm^{-1} , lo que proporciona un rango útil de 2950 Å. Como detector se utilizó el nuevo TEK#6, con recubrimiento en el azul, con 1024x1024 pixeles de 24 μ de tamaño y que ofrece una resolución de 2.9 Å pixel^{-1} . La eficiencia de este CCD es mucho mayor que los CCD antiguos utilizados en años anteriores por lo que con exposiciones mucho menores se obtenían resultados satisfactorios. La rendija se fijó en una apertura de 2"65, cubriendo casi cinco minutos de arco sobre el cielo con una escala de 1"43 pixel^{-1} .

Calar Alto Agosto 1993

Dados los buenos resultados obtenidos en Enero, la configuración instrumental se repitió por completo. Una vez más la rendija quedó fijada en 2"65, se usó el chip TEK#6, y con la red de 600 líneas mm^{-1} , se trabajó con una dispersión de 2.9 Å pixel^{-1} . En esta ocasión el buen tiempo respetó las tres noches de observación de las que se disponía. Una nueva cámara de televisión facilitó el laborioso trabajo de posicionar el objeto en la rendija del espectrógrafo. En total, datos de alta calidad para catorce galaxias elegidas de entre las más interesantes.

La Palma Noviembre 1993

Una de las campañas que han arrojado mejores resultados entre todas las disponibles antes de la presentación de este trabajo ha sido la de Noviembre de 1993. El telescopio era otra vez el Isaac Newton de 2.5 m de La Palma. Habiendo sido dado de baja el IPCS, se repitió la configuración utilizada en 1991 pero ahora con un nuevo detector CCD de formato grande. Se eligió el EEV5, con 1242x1182 pixeles de 22.5 μ de tamaño. Este CCD tiene una eficiencia cuántica aceptable (14%) por debajo de 4000 Å, lo que añadido a su gran tamaño, permite cubrir en una sola exposición desde los 3727 Å de la línea de [OII] $\lambda 3727$ a los 7000 Å, lo que incluye $\text{H}\alpha$ así como [NII] $\lambda\lambda 6548, 6584$ y las líneas de [SII] $\lambda\lambda 6716, 6731$. La anchura de rendija fue fijada a valores mayores de lo normal con el fin de asegurarse que se estaba intro-

duciendo la totalidad de la zona de emisión. El resultado es que se tiene de cada galaxia el flujo total en $H\alpha$, cantidad que está directamente relacionada con la Tasa de Formación Estelar del objeto. El valor estándar fue de $4''$ pero en ocasiones en las que la galaxia era especialmente grande se llegaron a utilizar rendijas de hasta $10''$. Por supuesto la resolución espectral se vió degradada, pero no de una manera demasiado importante salvo en los casos de rendijas mayores de 7 segundos de arco. La resolución espectral resultante es de $3.05 \text{ \AA pixel}^{-1}$, y la resolución espacial es de $0''6 \text{ pixel}^{-1}$. La rendija cubre un total de cuatro minutos de arco sobre el cielo.

Dada la alta eficiencia del sistema en su conjunto fue suficiente una exposición de 600 s para la mayor parte de objetos. En total 48 nuevas galaxias observadas con calibración absoluta fiable. Esta cifra equivale al 30% del total de observaciones espectroscópicas de las que se disponía en ese momento. Con el fin de cuantificar los criterios de selección de la exploración se aprovechó esta campaña para observar una serie de galaxias Markarian presentes en las zonas cubiertas por la exploración UCM y que no habían sido seleccionadas por la misma.

La Palma Julio y Septiembre 1994

En los meses de Julio y Septiembre de 1994 estuvieron de nuevo disponibles dos períodos de observación de cinco y cuatro noches oscuras en el telescopio INT de 2.5m del Observatorio del Roque de Los Muchachos.

Con la buena experiencia obtenida de las observaciones de Noviembre del 93, se decidió repetir configuración instrumental con la única modificación de un nuevo detector CCD. Esta vez se utilizó el nuevo chip Tek#3, con 1024×1024 píxeles de 24μ . Este CCD, proporciona una resolución espacial de $0''71 \text{ pixel}^{-1}$ y una dispersión de $3.3 \text{ \AA pixel}^{-1}$. La eficiencia cuántica de este detector es superior a la del EEV5, llegando a ser mejor por un factor dos en 7000 \AA y un factor tres en la región por debajo de los 4000 \AA . Dado las grandes dimensiones del chip se consiguió obtener en una sola exposición un rango en longitud de onda que incluyese desde [OII] $\lambda 3727$ hasta [SII] $\lambda \lambda 6716, 6731$. Con respecto a las rendijas utilizadas se siguió el mismo criterio de Noviembre de 1993, por lo que la abertura más utilizada fue la de $4''$, en un compromiso de resolución espectral y la seguridad de incluir la mayor parte de la emisión presente en las galaxias a observar.

La campaña de Julio estuvo dominada por unas condiciones meteorológicas

de fuerte calima, pero a pesar de ello se pudieron obtener espectros de un total de ochenta y ocho galaxias UCM (33% del total con espectro), si bien algunas de ellas ya habían sido previamente observadas en otras campañas. Debido a que se dieron fuertes flexiones en el espectrógrafo dependiendo de la posición del telescopio, la calidad de la calibración en longitud de onda de estas observaciones es un poco inferior a otras. A base de comparar las calibraciones obtenidas con los arcos de referencia con las líneas de cielo de longitud de onda conocida presentes en las imágenes y de comparar también los desplazamientos al rojo obtenidos para galaxias ya conocidas se pudo fijar este problema hasta una precisión comparable a las de campañas previas.

La campaña de Septiembre tuvo un tiempo atmosférico más favorable y una calidad de cielo muy superior. Los valores del seeing nunca fueron mayores al segundo y medio de arco. Se completaron las observaciones espectroscópicas para el total de la muestra UCM, con la única excepción de UCM1304+2907, que aunque se ha intentado varias veces, nunca se ha conseguido por unas causas o por otras. Con la experiencia de la campaña de Julio, se tomaron todas las imágenes de calibración necesarias para asegurar que ésta fuera precisa. En total 61 galaxias observadas.

4.2 Reducción de las observaciones

El proceso de reducción comprende varios pasos fundamentales:

- Eliminación de los efectos debidos al instrumental utilizado.
- Extracción del espectro monodimensional.
- Calibración en longitud de onda y flujos absolutos.
- Análisis desde un punto de vista astrofísico.

En un primer lugar se llevan a cabo las correcciones de tipo instrumental como corriente de oscuridad, variaciones espaciales de sensibilidad FF, contaminación por rayos cósmicos, linealidad del detector, extracción del espectro monodimensional, calibración en longitud de onda, curva de respuesta, extinción de la atmósfera y otros. En un segundo lugar se lleva a cabo el análisis espectral, que comprende, identificación de líneas, corrección de enrojecimiento, cálculo del desplazamiento al

rojo, medida de intensidades y anchuras equivalentes de líneas y otros para objetos concretos.

4.2.1 Calibración instrumental

Se ofrece una sinopsis del procedimiento utilizado para la reducción de los diferentes efectos instrumentales en las observaciones considerados.

Eliminación de rayos cósmicos

El fenómeno de la presencia de rayos cósmicos está asociado a los detectores CCD usados para largas exposiciones. Su efecto es especialmente importante en espectroscopía puesto que pueden dar lugar a una sobrevaloración del cielo o a la identificación errónea de líneas de emisión inexistentes.

En nuestro caso a cada espectro bidimensional se le sustrajeron los rayos cósmicos de la siguiente forma. Primero, a la zona cubierta por el cielo se le pasó un filtro de mediana según la dirección espacial que compara el valor de cada píxel con los valores de los píxeles que le rodean. Cuando el valor sobrepasa un cierto número de veces el σ (normalmente 3, valor aceptado en este trabajo), se sustituye por la media realizada sobre los píxeles de alrededor dando un peso mayor a los adyacentes en la dirección espacial para evitar sobre corregir posibles efectos de color.

La imagen bidimensional resultante se somete a una inspección visual con un gran factor de ampliación. Uno a uno, se van analizando cada uno de los posibles cósmicos no eliminados de las zonas de cielo y aquellos que por su proximidad al espectro no hayan caído en la zona filtrada. El valor afectado se substituye por una media de los valores de alrededor, dando un peso especial a la media de los píxeles de la dirección espectral para aquellos píxeles que formen parte del espectro. La validez del proceso total se comprobó siempre analizando la imagen resultado de restar la original de la filtrada definitiva para evitar posibles fallos en el procedimiento que pudiesen afectar al espectro de interés.

Corriente de oscuridad

Todos los detectores de estado sólido presentan una señal llamada de oscuridad que está asociada al fenómeno de lectura del CCD. Una componente es fija (el llamado

bias), y se añade a la señal electrónica de salida del detector para evitar problemas en el conversor analógico-digital en el procesado de valores próximos a cero. La otra crece con el tiempo de exposición (corriente de oscuridad propiamente dicha) y depende de varios factores entre los que destaca la temperatura del detector. Para cuantificarlo se toman varias imágenes sin abrir el obturador y con diferentes tiempos de exposición (llamadas imágenes de *dark*). En un CCD en buen estado, la corriente de oscuridad debería ser la misma salvo ruido para todos los píxeles. En este caso se sustrae un número único a todas las imágenes para evitar que se propague el ruido de las exposiciones de corriente de oscuridad. Este número se obtiene de promediar a todos los píxeles las diferentes imágenes de *dark* tomadas.

Variación espacial de sensibilidad

Las imágenes de *Flat Field* son imágenes que se toman iluminando el CCD con una fuente emisora de intensidad espacialmente uniforme, con el fin de determinar las variaciones de la sensibilidad a lo largo del detector, tanto a bajas frecuencias como a altas (pixel a pixel). En este proceso también se corrige de la posible presencia de columnas o filas tanto frías como calientes en las que se dan de manera sistemática valores defectuosos.

Siempre que fue posible se tomaron varios FF de cúpula con el fin de obtener una alta relación señal ruido y promediar. Al final se obtiene una única imagen normalizada de FF por el que se dividen todas las imágenes para llevar a cabo la corrección.

Corrección de distorsiones geométricas

En el caso de los detectores CCD estas correcciones son de pequeña magnitud pero no así en el caso del IPCS debido a su naturaleza como detector tipo TV. Por ello siempre es importante comprobar la posible existencia de fenómenos de distorsión S o de distorsión C. En ese caso, la posición de las líneas de cielo puede verse afectada y todo el proceso de calibración en longitud de onda complicarse sobremanera. La solución a veces se trata simplemente de girar toda la imagen un cierto ángulo, aunque otras veces se ha de ajustar una función a los máximos de las líneas de cielo para obtener la función de distorsión cuya inversa habrá de aplicarse luego a toda la imagen.

En nuestras observaciones, la distorsión S, siempre presente en el IPCS, fue corregida en primera instancia durante las mismas observaciones. La distorsión C debida a la óptica del espectrógrafo fue corregida al extraer los espectros.

4.2.2 Extracción del espectro monodimensional

Como procedimiento estándar tras corregir de los efectos instrumentales se extrajo el espectro monodimensional del objeto de interés para calibrar de longitud de onda y calibrar en flujos absolutos.

Para la extracción del espectro se procedió de dos maneras. Cuando el objeto era extenso simplemente se sumó la señal en la dirección espacial para cada uno de los espectros marcados de manera individual. Cuando la galaxia era lo suficientemente extensa, se extrajo por separado el espectro del núcleo y el de las diferentes regiones HII u otras componentes secundarias. En el caso de que el tamaño aparente del objeto fuese muy pequeño, puede tratarse como puntual y en ese caso aplicar el algoritmo de extracción optimizada propuesto por Horne (1986). Este procedimiento proporciona la máxima relación señal-ruido posible pesando de manera diferente los valores de los píxeles a lo largo de la dirección espacial mediante un proceso iterativo realizado para conservar la espectrofotometría. Las ganancias en relación señal ruido pueden llegar a ser de hasta el 70%, por lo que está implementado en todos los paquetes de reducción de uso normal en astrofísica.

El procedimiento de extracción lleva asociado la substracción del cielo al espectro original. Este paso, relativamente sencillo en fotometría de imagen, se complica en espectroscopía debido a la diferente intensidad del cielo a las diferentes longitudes de onda y debido también a la presencia de importantes líneas de emisión propias de la atmósfera. Las líneas de emisión más importantes son HgI 4358 Å, HgI 5461 Å, [OI] 5577 Å, NaI 5892 Å, [OI] 6300 Å, y [OI] 6363 Å. No son despreciables tampoco las bandas de absorción existentes en el cielo, las más importantes debidas al vapor de agua, y que hacen que se presenten zonas sin señal en el espectro de estudio.

En el caso de objeto difuso, el cielo que se extrajo fue el resultado de promediar el mismo número de incrementos en la dirección espacial tanto unos píxeles por arriba como unos píxeles por debajo de los límites del espectro bajo consideración. El resultado se comprobaba de manera interactiva examinando la diferencia entre la original y la resultante, con un especial énfasis en las líneas de emisión del cielo.

En el caso de una extracción optimizada, el proceso requiere que se genere una imagen bidimensional de cielo. Esta se produjo ajustando un polinomio de grado no mayor que tres independiente a cada columna en la dirección espacial, considerando así las variaciones del cielo para las diferentes longitudes de onda. El ajuste se hace en dos ventanas, una por encima y otra por debajo del espectro, con el suficiente número de píxeles para obtener un cielo exento de problemas locales. El proceso se repitió varias veces con diferentes ventanas para obtener el mejor resultado posible en la substracción de las líneas de emisión del cielo. Esta imagen ajustada da una buena aproximación del valor del cielo para la zona ocupada por el objeto. Se entiende ahora la importancia de corregir de distorsiones y eliminar los rayos cósmicos presentes tanto en el cielo como en el objeto.

4.2.3 Calibración del espectro monodimensional

En este paso, se convierte el espectro de cuentas por píxel a unidades de flujo absoluto medido por unidad de longitud de onda.

Calibración en longitud de onda

La escala en longitud de onda no es lineal a lo largo del espectro, por lo que hay que corregir de este fenómeno. La transformación del eje de dispersión en la escala de longitudes de onda se realiza con ayuda de unos arcos de referencia que consisten en espectros de lámparas de laboratorio con muchas líneas de emisión cuya longitud de onda es bien conocida. Se toman justo antes y después de la observación, y se les hace recorrer exactamente el mismo camino óptico que la señal del cielo, con lo que se asegura que se corrige de las posibles flexiones introducidas en el espectrógrafo por la posición del telescopio en el momento en el que se realizó la exposición del objeto de interés. Los arcos normalmente utilizados en este trabajo fueron de Helio-Argón en Calar Alto, y Cobre-Neón-Argón en La Palma.

En primer lugar se identifican las líneas del espectro de calibración. Luego se inicia un proceso interactivo en el que se señalan algunas de las líneas identificadas. De manera automática se ajusta un polinomio normalmente de grado tres a la relación entre la posición de las líneas en el chip dada por el píxel en el que se sitúa el máximo y la longitud de onda de la línea. Se utilizaron siempre del or-

den de cuarenta líneas que cubriesen todo el rango espectral de interés. La bondad del ajuste puede ser comprobada en última instancia con una representación de los residuos del ajuste respecto a la posición según la dispersión. Las líneas que han sido claramente mal identificadas se eliminan y se realiza un nuevo ajuste. El proceso se repite hasta conseguir una precisión de al menos la décima parte del valor de la dispersión en Å/pixel. Finalmente se utiliza el polinomio de ajuste para calibrar los espectros problema, transformando el eje de la dispersión de posiciones en pixel a longitudes de onda.

Calibración en flujos absolutos

La respuesta del sistema completo es lineal (comprobado siempre con series de FF de diferentes tiempos de exposición) incluso a valores extremos pero diferente para cada longitud de onda. Se impone por lo tanto calcular la llamada curva de respuesta del conjunto formado por colimador+red+cámara+detector. Para ello se comparan espectros tomados de estrellas de referencia cuya distribución de energía es conocida.

El procedimiento práctico consiste en tomar exposiciones de diferentes estrellas de calibración. Los espectros así obtenidos se han de corregir de extinción de la atmósfera según el procedimiento descrito en el siguiente apartado. Una vez extraído y corregido el espectro F_{obs}^* en cuentas s^{-1} , y conocido el flujo F^* real de la estrella en $erg\ cm^{-2}\ s^{-1}\ \text{Å}^{-1}$ la curva de respuesta $S(\lambda)$ se obtiene como

$$S(\lambda) = \frac{F_{obs}^*(\lambda)}{F^*(\lambda)}$$

La curva de respuesta así obtenida se suele suavizar mediante un proceso iterativo para eliminar las irregularidades que se puedan producir por la presencia de líneas de absorción intensas en el espectro de las estrellas de calibración. La curva de respuesta final se obtiene como el promedio de las obtenidas con cada estándar. Siempre que es posible se confecciona una para cada noche.

Una vez conocida la curva de respuesta, la corrección a cada espectro es tal que siendo $N(\lambda)$ el flujo observado de la galaxia en cuentas y $S(\lambda)$ la curva de respuesta del sistema en cuentas $cm^{-2}\ \text{Å}^{-1}\ erg^{-1}$, entonces el flujo absoluto en unidades de $erg\ cm^{-2}\ \text{Å}^{-1}\ s^{-1}$ se determina como

$$F(\lambda) = \frac{1}{t} \frac{N(\lambda)}{S(\lambda)}$$

donde t es el tiempo de exposición en segundos.

Corrección por extinción de la atmósfera

Antes de poder disponer de la auténtica distribución de energía de nuestro objeto en función de la longitud de onda, debemos corregir del efecto de absorción que se produce en la atmósfera. Este efecto es mayor cuanto menor es la altura que tiene el objeto sobre el horizonte en el momento de la observación. A lo largo de todas las campañas se procuró no observar nunca por debajo de los 45 grados de altura, con el fin de mantener la validez del modelo de atmósfera compuesto por capas plano paralelas. Dado que para el Observatorio de Calar Alto no hay publicado ningún dato al respecto, tanto para las observaciones de La Palma como para las obtenidas en este observatorio se utilizó la curva de extinción publicada por el personal del Observatorio de La Palma en la nota técnica No. 31 (King 1985).

Una vez conocida la curva de extinción $K(\lambda)$, el flujo corregido F_λ^o , se obtiene de la imagen original F_λ tomada a una masa de aire $secz$ según la expresión

$$F_\lambda^o = F_\lambda 10^{-0.4 K(\lambda) secz}$$

Hay que hacer notar aquí que lo mejor sería disponer de una curva de extinción medida en cada observatorio si no ya cada noche de observación, si en el mismo año de las observaciones. Esto es un proyecto que lleva mucho tiempo de observaciones rigurosas, por lo que queda fuera de nuestras posibilidades. Aún así, observaciones repetidas de la misma estrella durante las campañas de Noviembre de 1989 en Calar Alto y Septiembre de 1994 en La Palma mostraron que la curva de extinción K_λ de ambos observatorios es similar a la utilizada.

4.2.4 Análisis astrofísico de los datos

Nos queda ahora el proceso de convertir nuestro espectro en parámetros astrofísicos que nos permitan determinar las propiedades físicas fundamentales, las condiciones físicas reinantes en las zonas de formación de las líneas de emisión y todo el resto de información posible sobre nuestras galaxias.

Identificación de líneas

Las líneas de emisión que aparecen en las galaxias son típicas y bien conocidas. Por ello el primer paso es identificarlas.

En la región por debajo de los 4000 Å, tenemos [OII] $\lambda 3727$ y [NeIII] $\lambda 3869$. Después hay una serie de líneas como H δ $\lambda 4101$, H γ $\lambda 4340$, [OIII] $\lambda 4363$, HeI $\lambda 4471$, HeII $\lambda 4686$ y las dominantes en el espectro H β , [OIII] $\lambda 4959$, y [OIII] $\lambda 5007$. La línea de HeI $\lambda 5876$, de estar presente, es muy importante para la determinación de la abundancia de Helio. Luego encontramos [OI] $\lambda 6300$, en alguna ocasión muy particular la línea [SIII] $\lambda 6312$ y también [OI] $\lambda 6363$. A continuación vienen un trío de líneas normalmente de las más intensas como son [NII] $\lambda 6548$, H α y [NII] $\lambda 6584$. Por último una posible línea de HeI $\lambda 6678$, y las líneas de azufre [SII] $\lambda 6716, 6731$. Se comenzó identificando visualmente las más llamativas para suponer un desplazamiento al rojo aproximado que diera la posición del resto de líneas.

Medida del desplazamiento al rojo

La posición de todas y cada una de las líneas de emisión de cada galaxia fue medida de manera interactiva ajustando a las mismas una gaussiana. El centroide de esta gaussiana fue tomado como el valor del centro de la línea. De este centroide, y conocida la longitud de onda de laboratorio se obtuvieron diferentes desplazamientos al rojo z_i para la galaxia. Una vez medidos se tomó como valor definitivo el promedio de los mismos utilizando como pesos las anchuras equivalentes EW_i de cada línea, de tal forma que se da más importancia a los valores de z arrojados por las líneas más intensas y por lo tanto con menor error en su posición. La expresión del z final queda como

$$z = \frac{\sum_i z_i EW_i}{\sum_i EW_i}$$

recorriendo el índice i las diferentes líneas presentes en cada espectro.

Finalmente los desplazamientos al rojo medidos fueron reducidos al valor corregido de movimiento solar en la galaxia según la expresión

$$\Delta z = 0.001 \sin l \cos b$$

suponiendo que el Sol tiene un movimiento en torno al centro galáctico que supone una componente de 300 km s^{-1} en la dirección de coordenadas galácticas $l^{II} = 90^\circ$ y $b^{II} = 0^\circ$ (Sandage 1975).

Son varias las fuentes de error en el cálculo del desplazamiento al rojo. Por un lado está la incertidumbre en la determinación del centroide de las líneas de emisión. Por otro, el error estadístico producto de utilizar varios z independientes para promediar luego. Si bien se estimó de manera particular el error para cada uno de los valores, siempre anduvo muy por debajo a $3 \cdot 10^{-5}$, acercándose a dicha cota solo en casos muy desfavorables. Al final para cada espectro se calculó un desplazamiento al rojo con cada línea. Como error se consideró la desviación estándar de esta distribución. Una comprobación independiente se obtuvo de comparar los desplazamientos al rojo obtenidos de las observaciones con los obtenidos de la literatura para las galaxias previamente conocidas. El acuerdo fue siempre bueno, considerados los márgenes de error. Por coherencia interna, se mantuvieron siempre que fue posible los valores obtenidos en este trabajo.

Medida de intensidades y anchuras equivalentes

Tanto la medida de la intensidad de cada línea como su anchura equivalente se llevó a cabo de forma interactiva, realizando varias tentativas, para promediar después. El continuo fue aproximado por cuatro puntos dados con cursor en la pantalla, uno en el continuo previo a la línea, otro marcando el comienzo de la misma, otro marcando el final y un último punto sobre el continuo pasada la línea. El continuo bajo la línea se ajustó por un polinomio de segundo grado. En algunos casos varias líneas (principalmente $H\alpha$ y las líneas de [NII]) se presentaban sin resolver por completo debido a la baja resolución espectral. En este caso se llevó a cabo un proceso de descomposición a base de perfiles gaussianos. Suponiendo perfiles gaussianos para las líneas (perfectamente correcto salvo en casos muy extremos de líneas de Balmer en galaxias Seyfert 1) la intensidad de la línea se puede expresar como

$$I_{lin} = 1.064 \text{ FWHM } I_{pic}$$

donde FWHM es la anchura a media altura de la línea e I_{pic} es la intensidad del punto de máxima altura de la línea. Con algunos objetos en los que se dispone de observaciones con alta resolución hemos comprobado que el error de este procedimiento es del orden del 15%.

El error en la medida de las intensidades es debido principalmente a la esti-

mación del continuo. De forma aproximada se puede obtener como

$$error = \sigma \text{ FWHM}$$

donde σ es la desviación estándar de la señal del continuo en una zona suficientemente pequeña tomada cerca de la línea. Los errores nunca fueron mayores que el 10% para anchuras equivalentes mayores a 75 Å, mientras que alcanzan el 20% en anchuras equivalentes menores.

Cálculo de la luminosidad $H\alpha$

Uno de los parámetros más importantes a determinar a partir de los datos espectroscópicos es la luminosidad total en $H\alpha$ que es emitida por cada una de las galaxias. Se pueden pensar dos formas de abordar este problema. Por un lado tenemos el flujo en $H\alpha$ medido directamente en el espectro. Este valor, corresponde únicamente a la parte de la galaxia abarcada por la rendija durante la observación. La regla general para situar la rendija era orientarla en la dirección del eje mayor de la galaxia de manera que quedase centrada en el punto de máximo brillo aparente. Con esta luminosidad estaríamos infravalorando el valor real total correspondiente a la galaxia pues no tendríamos en cuenta las contribuciones de las zonas que quedaron fuera de la rendija. Este método también presenta el inconveniente de que se depende de la calibración en flujos absolutos de los espectros, que ya hemos visto que no fue siempre muy precisa. Por otro lado tenemos la anchura equivalente de emisión que se puede obtener de forma muy precisa directamente del espectro. Esta anchura equivalente por definición nos relaciona el flujo en la línea con el flujo en el continuo subyacente y para determinarla con precisión no es necesario disponer de una calibración fotométrica absoluta. El flujo en el continuo podemos determinarlo con gran precisión a partir de la magnitud aparente en la banda r (Vitores 1995).

Así suponiendo que la anchura equivalente medida en el espectro es un promedio del valor en toda la galaxia, podríamos obtener una luminosidad $H\alpha$ que vendría dada por la calibración absoluta de las observaciones de fotometría, que es mucho más precisa. Con este segundo método estaríamos sobrevalorando el valor de la luminosidad total. En efecto, suponer que la anchura equivalente de la emisión en toda la galaxia alcanza el mismo valor medio que el determinado en las zonas más brillantes es válido sólo en primera aproximación. La anchura equivalente media

total de una galaxia corresponde a la media ponderada con los valores del continuo. En las imágenes en r (Vitores 1995) o en los perfiles espaciales de las fichas se puede comprobar que el flujo en el continuo cae de una manera muy abrupta en cuanto nos alejamos de la zona de emisión por lo que con respecto a la anchura equivalente la contribución de estas regiones exteriores es pequeña. Aún así, para reducir en lo posible este efecto, en las últimas campañas de observación se tomaron espectros de toda la muestra con una rendija suficientemente ancha en cada caso para incluir hasta la isofota 24 mag/□". Estos tamaños se obtuvieron del trabajo de Vitores (1995). Si tenemos en cuenta que el ancho de banda del filtro r de Gunn-Thuan es $\Delta = 900 \text{ \AA}$, la EW es directamente medible en los espectros, f_r es el flujo aparente medido en las observaciones fotométricas y F es el nivel del continuo en la zona de $H\alpha$, todos estos parámetros estarían relacionados como sigue

$$\begin{aligned} f_r &= F \Delta + f_{H\alpha} \\ EW &= f_{H\alpha}/F \\ f_r &= f_{H\alpha} + \frac{f_{H\alpha}}{EW} \\ f_{H\alpha} &= f_r \frac{1}{1 + \Delta/EW} \Delta \end{aligned}$$

En todo este desarrollo no se ha tenido en cuenta explícitamente la presencia de otras líneas de emisión dentro de la zona del espectro cubierta por la banda r. En concreto las líneas [NII] $\lambda\lambda 6548, 6584$ aunque tienen una contribución pequeña han de ser substraídas al flujo total medido en la banda y obtenido de la magnitud m_r . De esta forma un término análogo al que depende de la anchura equivalente de $H\alpha$ debería incluirse para la anchura equivalente de las líneas de NII. La relación entre el flujo medido en la banda r y la magnitud en dicha banda queda determinada por la constante de cero del sistema que alcanza el valor de

$$F_r = 3.02 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-0.4r} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ \AA}^{-1}$$

Las luminosidades $H\alpha$ que se han utilizado en este trabajo se obtuvieron por el segundo método. La razón es que la $L_{H\alpha}$ nos interesa con fines de comparación con otras luminosidades (por ejemplo en el infrarrojo) que corresponden no a la zona de emisión sino a la galaxia en general. La relación entre las luminosidades calculadas

de las dos maneras se estudió con el fin de localizar posibles puntos débiles del razonamiento. En general, los valores calculados con el flujo de la línea salen un factor dos menores, como se esperaba.

Calculada por este método es fácil comprobar que la expresión para el error absoluto en luminosidades solares sería

$$\Delta L = \sqrt{1.310^{12}(\Delta z)^2 + 1.910^{12}(\Delta m_r)^2 + 2.410^{12}(\Delta EW)^2}$$

Son tres las fuentes de error fundamentales. Una contribución muy pequeña al error final proviene de la incertidumbre en la distancia al objeto, otra fuente de error es la generada por la incertidumbre en la magnitud m_r y por último la contribución más importante está originada en la estimación de la anchura equivalente. En promedio el error relativo en la luminosidad $H\alpha$ es del 20%, si bien en algunos casos particulares llega al 40%.

Corrección por enrojecimiento

Todos los espectros para los que fue posible fueron corregidos de enrojecimiento. Este efecto tiene una repercusión muy grande en una considerable fracción de las galaxias de la muestra, por lo que antes de llevar a cabo ningún estudio de densidades, temperaturas electrónicas o abundancias, es necesario eliminar su efecto de las líneas de emisión observadas. El método que se utilizó es el común de medir el cociente observado de dos o más líneas de la serie de Balmer del Hidrógeno. En nuestro caso, el cociente más utilizado fue el de $H\alpha / H\beta$, aunque siempre que se pudo se utilizó también las líneas $H\gamma$ y $H\delta$. El método reside en que los cocientes de estas líneas dependen solo de una manera muy suave con la temperatura, por lo que el valor teórico es bien conocido aunque sólo dispongamos de una estimación muy burda de la temperatura (Osterbrock 1989).

Por conveniencia se utiliza una función de extinción $f(\lambda)$ normalizada con respecto al valor en $H\beta$. Con este convenio, el cociente intrínseco $I(H_n)/I(H_\beta)$ está relacionado con el cociente observado $F(H_n)/F(H_\beta)$ según

$$\frac{F(H_n)}{F(H_\beta)} = \frac{I(H_n)}{I(H_\beta)} 10^{-c(H_\beta)[f(H_n)-f(H_\beta)]}$$

donde $f(H_n) - f(H_\beta)$ es una parametrización de la ley estándar de enrojecimiento galáctico (Whitford 1958) y $c(H_\beta)$ es el coeficiente de enrojecimiento. Los valores de

c fueron calculados para cada galaxia asumiendo que los cocientes intrínsecos de las líneas de Balmer son iguales a los valores del caso B de recombinación (Osterbrock 1989) para $T_e = 10000$ K y $n_e = 100$ cm⁻³. En el caso de galaxias Seyfert, se tomó un valor de $H\alpha / H\beta = 3.1$. El procedimiento práctico utilizado fue el siguiente: primero colocar todas las intensidades de líneas en función de $H\beta$ de tal forma que la intensidad de $H\beta$ sea 100. Se calcula el coeficiente de enrojecimiento $c(H\beta)$ utilizando la expresión

$$\left. \frac{H\alpha}{H\beta} \right|_{obs} = \left. \frac{H\alpha}{H\beta} \right|_{teorico} 10^{-c(H\beta)[f(H\alpha)-f(H\beta)]}$$

Los cocientes de líneas respecto de $H\beta$ corregidos de extinción se calculan por la expresión ya vista antes de

$$\left. \frac{F(H_n)}{F(H\beta)} \right|_{obs} = \frac{I(H_n)}{I(H\beta)} 10^{-c(H\beta)[f(H_n)-f(H\beta)]}$$

Por último el valor del flujo en $H\beta$ observado corregido de extinción se calcula como

$$F(H\beta) = F(H\beta_{obs}) 10^{0.4 \left(\frac{A_{H\beta}}{E_{B-V}} \right) E_{B-V}}$$

donde $\left(\frac{A_{H\beta}}{E_{B-V}} \right) = 3.65$ y a continuación con ayuda de un cociente de líneas de Balmer se obtiene el exceso de color E_{B-V} con la expresión

$$\log \left(\frac{H\alpha}{H\beta} \right)_{obs} = \log 2.86 + 0.476 E_{B-V}$$

donde 2.86 es el valor teórico del cociente $H\alpha / H\beta$.

Hay que hacer notar aquí que una fracción importante de las galaxias presentes en la muestra UCM no presentan otra línea de la serie de Balmer que $H\alpha$. El origen de este fenómeno, que se analizará con mayor detalle más adelante, es la baja ionización o un enrojecimiento muy alto. Para estas galaxias no se realizó ninguna corrección de extinción por lo que las intensidades de líneas son las observadas. En las tablas generales de flujos de líneas se pueden reconocer por tener la columna E_{B-V} en blanco.

Cálculo de índices de color sintetizados

Para todos aquellos objetos en los que el rango espectral abarcado lo permitió se calcularon los flujos en el continuo y dos índices de color, el b-v y el v-r. Ambos

parámetros fueron calculados en función de las magnitudes monocromáticas m_ν definidas como

$$m_\nu = -2.5 \log(f_\nu) - 48.60$$
$$f_\nu = f_\lambda (\lambda^2/c)$$

Las magnitudes monocromáticas, m_ν , fueron calculadas en bandas de 100 Å de ancho centradas entre líneas espectrales intensas para determinar mejor las características del continuo. El cálculo se llevó a cabo en el sistema de referencia de la galaxia bajo estudio. Las magnitudes fueron corregidas de extinción galáctica pero, debido a la gran fuente de error subyacente en asumir que el continuo se origina en la misma región que las líneas de emisión, no se corrigió las magnitudes del continuo de extinción interna de los objetos. Así se calcularon las magnitudes b, v y r tomando como longitud de onda central 4200, 5300, y 7000 Å. En la tabla 5.1 se dan los índices de color resultantes para cada galaxia. Estos índices pueden diferir de los de la galaxia en conjunto ya que corresponden sólo al valor de la parte de la galaxia abarcada por la rendija. Debido a ello se toman como significativos los índices y no los valores de las magnitudes por separado.

4.3 Espectros Finales

Como resumen de todos los datos espectroscópicos se confeccionó para cada galaxia UCM una ficha en la que se presenta la información más relevante. Sólo se consideraron aquellas galaxias con datos de buena calidad. El conjunto completo de fichas queda recogido en el apéndice A. Dichas fichas se componen de: el espectro monodimensional integrado en flujos absolutos, en la parte superior. A la izquierda, en escala de grises, las dos zonas del espectro alrededor de H β y [OIII] λ 5007 y de H α . Les acompaña a cada zona, un perfil espacial tanto en la línea como en el continuo adyacente en el ángulo de posición en el que se tomó la exposición y que está indicado en la esquina superior derecha. La imagen bidimensional es de gran ayuda puesto que nos informa acerca de la distribución espacial de la emisión, pudiendo comprobarse si la emisión está situada en la región nuclear, si proviene de varios brotes o bien está localizada en una zona exterior de la galaxia. Las

imágenes pertenecientes a las campañas en las que el detector utilizado fue el IPCS (por ejemplo Junio de 1991) presentan una escala espacial con mayor detalle. Los perfiles espaciales se confeccionaron con la idea de dar una estimación directa de la variación de la anchura equivalente en dicha dirección espacial, puesto que ofrecen la variación del flujo en la línea y del flujo en el continuo adyacente. Esta información es muy útil para comprobar si la emisión es muy extendida o si por el contrario está muy concentrada. Completa la ficha una tabla con todos los flujos de líneas de emisión presentes en el espectro normalizados para $H\beta = 100$. En el caso de aquellas galaxias en las que la línea de $H\beta$ no se pudo medir o no se observó se ofrecen las intensidades respecto a $H\alpha = 100$. En la primera columna se ofrecen los valores observados, en la segunda los corregidos de enrojecimiento. Otra serie de parámetros como índices de color sintéticos, anchura equivalente del sistema $H\alpha + [NII]$ (referida como $EW_{H\alpha}$ por razones de espacio), desplazamiento al rojo, flujos observados en $H\beta$ y en $H\alpha$ y luminosidad en $H\alpha$ completan la información.

Se ofrecen en las tablas a continuación todos los datos espectroscópicos más relevantes. Por un lado en la 4.2 se ofrecen para cada galaxia UCM las intensidades de las líneas de emisión medidas y corregidas de extinción presentes en la región del espectro comprendida entre 3500 Å y 5000 Å. Todas están referidas a $H\beta = 100$, salvo en aquellas en las que la línea $H\beta$ no está presente o no se pudo medir. En ese caso se consideró $H\alpha = 100$. En la 4.3 se dan de manera análoga aquellas líneas comprendidas entre 5000 Å y 7200 Å. En la tabla 4.4 se ofrecen una serie de parámetros espectroscópicos que se utilizan a lo largo de todo este trabajo y que son propios de cada galaxia. Se trata del desplazamiento al rojo, las anchuras equivalentes en Å de las principales líneas de emisión, a saber, $[OII] \lambda 3727$, $H\beta$, $[OIII] \lambda 5007$ y $H\alpha$, el flujo observado en las líneas $H\beta$ y $H\alpha$ en $\text{ergios cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, el exceso de color, y por último la luminosidad $H\alpha$ en luminosidades solares. En las tres tablas, en el caso de aquellas galaxias con más de un nodo de emisión diferenciado se ofrece primero unos valores correspondientes a las galaxias como un todo y después los diferentes nodos identificados con una letra. La letra a corresponde al nodo situado más al Norte según el ángulo de posición con el que se tomó el espectro.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM0000+2140	159	0	0	0	27	0	0	0	100
	457	0	0	0	42	0	0	0	100
UCM0003+1955	0	0	0	32	51	2	0	0	100
	0	0	0	...	...	...	0	0	...
UCM0003+2200	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0003+2215	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0005+1802	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0006+2332	371	0	0	0	0	0	0	0	100
	720	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0013+1944	251	0	0	0	50	9	9	0	100
	334	0	0	0	56	10	10	0	100
UCM0014+1748	42	0	0	0	19	0	0	0	100
	96	0	0	0	27	0	0	0	100
UCM0014+1829	90	62	17	58	70	10	12	0	100
	411	228	53	152	134	19	20	0	100
UCM0015+2212	224	24	0	13	44	0	0	0	100
	280	29	0	15	48	0	0	0	100
UCM0017+1942	441	0	0	15	43	0	0	0	100
	637	0	0	19	50	0	0	0	100
b	269	0	0	0	0	0	0	0	100
	600	0	0	0	0	0	0	0	100
c	269	0	0	0	38	0	0	0	100
	382	0	0	0	44	0	0	0	100
UCM0017+2148	...	...	...	0	37	0	0	0	100
	...	...	...	0	48	0	0	0	100
UCM0018+2216	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0018+2218	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0019+2201	123	0	0	0	29	0	0	0	100
	193	0	0	0	35	0	0	0	100
UCM0022+2049	145	0	0	11	43	0	0	0	100
	367	0	0	20	64	0	0	0	100
UCM0023+1908	0	0	0	19	0	0	0	0	100
	0	0	0	25	0	0	0	0	100
UCM0034+2120	542	0	0	0	0	0	0	0	100
	1096	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0037+2226	158	0	0	0	0	0	0	0	100
	298	0	0	0	0	0	0	0	100
a	335	0	0	0	0	0	0	0	100
	622	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0038+2259	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM0000+2140	66	211	0	46	0	879	359	0	95	78
	62	191	0	18	0	286	115	0	27	23
UCM0003+1955	8	37	0	0	0	...	0	0	0	0
	...	...	0	0	0	...	0	0	0	0
UCM0003+2200	0	180	0	0	0	740	244	0	0	0
	0	165	0	0	0	286	93	0	0	0
UCM0003+2215	0	0	0	0	0	863	433	0	90	76
	0	0	0	0	0	286	141	0	27	22
UCM0005+1802	0	144	0	0	308	1118	724	0	303	333
	0	127	0	0	80	286	181	0	67	74
UCM0006+2332	76	245	0	0	0	579	99	0	0	0
	73	230	0	0	0	286	48	0	0	0
UCM0013+1944	79	241	17	13	0	387	49	8	44	36
	78	235	14	10	0	286	36	6	32	26
UCM0014+1748	0	0	0	27	89	692	323	0	71	99
	0	0	0	13	37	286	132	0	27	37
UCM0014+1829	180	349	90	28	60	1437	153	17	164	117
	163	302	33	7	12	286	30	3	28	20
UCM0015+2212	59	191	14	4	18	362	70	0	36	40
	58	187	12	3	14	286	55	0	28	31
UCM0017+1942	130	382	0	20	0	423	30	0	35	31
	127	369	0	14	0	286	20	0	23	20
b	107	424	0	0	0	671	76	0	60	52
	102	393	0	0	0	286	32	0	23	20
c	135	383	0	0	0	415	48	0	27	36
	132	370	0	0	0	286	33	0	18	24
UCM0017+2148	23	91	31	0	42	537	149	0	91	88
	22	86	21	0	22	286	79	0	45	44
UCM0018+2216	0	76	0	0	42	332	153	0	101	73
	0	75	0	0	36	286	132	0	86	62
UCM0018+2218	0	0	0	0	13	100	62	0	16	8
	0	0	0	0	...	...	...	0	...	...
UCM0019+2201	0	32	0	0	57	462	173	0	88	59
	0	31	0	0	35	286	106	0	52	35
UCM0022+2049	16	56	0	14	0	768	265	0	104	103
	15	51	0	6	0	286	97	0	35	35
UCM0023+1908	36	108	17	9	34	448	111	0	58	43
	35	104	13	6	22	286	70	0	35	26
UCM0034+2120	88	231	0	0	87	605	211	0	151	143
	84	216	0	0	41	286	99	0	66	63
UCM0037+2226	0	41	0	0	0	561	184	0	95	86
	0	39	0	0	0	286	93	0	45	41
a	0	71	0	0	0	552	187	0	97	53
	0	67	0	0	0	286	96	0	47	26
UCM0038+2259	0	0	0	0	0	695	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	0	0	0	0

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å. Cuando la línea H β no fue observable se ofrecen relativas a H α .

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM0039+0054	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0040—0023	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0040+0220	223	0	0	0	0	0	0	0	100
	329	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0040+2312	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0040+0257	28	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0043+0245	558	0	0	0	0	0	0	0	100
	1486	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0044+2246	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0045+2206	230	0	0	0	27	0	0	0	100
	382	0	0	0	34	0	0	0	100
UCM0047—0213	508	83	0	0	15	0	0	0	100
	1231	177	0	0	22	0	0	0	100
UCM0047+2051	153	0	0	0	0	0	0	0	100
	283	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0047+2413	65	0	0	0	18	0	0	0	100
	194	0	0	0	29	0	0	0	100
a	131	0	0	0	25	0	0	0	100
	219	0	0	0	31	0	0	0	100
c	277	0	0	0	0	0	0	0	100
	598	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0047+2414	131	0	0	0	25	0	0	0	100
	241	0	0	0	32	0	0	0	100
UCM0049—0045	162	21	0	0	23	0	0	0	100
	249	30	0	0	28	0	0	0	100
a	519	0	0	0	0	0	0	0	100
	994	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0049—0006	74	36	24	21	47	11	0	0	100
	74	36	24	21	47	11	0	0	100
UCM0049+0017	524	47	0	15	39	0	0	0	100
	574	51	0	16	41	0	0	0	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM0039+0054	0	0	0	0	0	100	60	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM0040—0023	0	0	0	0	0	100	24	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM0040+0220	35	108	10	0	20	433	103	7	0	0
	34	104	8	0	13	286	68	4	0	0
UCM0040+2312	0	0	0	0	0	100	35	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM0040+0257	0	10	0	0	0	100	10	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM0043+0245	134	516	0	0	0	810	127	0	0	0
	126	470	0	0	0	286	44	0	0	0
UCM0044+2246	263	636	66	117	229	1304	999	0	237	202
	240	555	25	32	51	286	214	0	44	38
UCM0045+2206	44	124	8	0	13	491	106	0	0	0
	43	118	6	0	8	286	61	0	0	0
UCM0047—0213	139	402	31	59	0	732	161	0	143	136
	131	370	17	27	0	286	62	0	51	48
UCM0047+2051	0	32	0	0	0	551	229	0	0	0
	0	30	0	0	0	286	118	0	0	0
UCM0047+2413	0	19	25	17	129	913	431	0	106	82
	0	17	12	6	41	286	133	0	29	23
a	25	63	18	0	56	493	163	0	80	57
	24	60	13	0	33	286	94	0	44	31
c	0	79	39	0	81	648	259	0	113	99
	0	73	23	0	36	286	113	0	46	40
UCM0047+2414	13	52	15	15	67	547	205	0	86	64
	13	49	10	9	35	286	106	0	42	31
UCM0049—0045	97	298	19	0	9	451	29	0	38	40
	94	286	14	0	6	286	18	0	23	24
a	120	310	0	0	18	571	74	0	81	85
	115	291	0	0	9	286	37	0	38	40
UCM0049—0006	168	480	12	3	0	288	4	3	12	8
	168	480	12	3	0	286	4	3	12	8
UCM0049+0017	115	324	21	10	0	315	25	3	42	39
	114	321	20	9	0	286	23	3	38	35

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM0050+0005	370	72	0	0	40	0	0	0	100
	632	114	0	0	50	0	0	0	100
UCM0050+2114	151	0	0	0	24	0	0	0	100
	349	0	0	0	34	0	0	0	100
UCM0051+2430	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0054—0133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0054+2337	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0056+0043	303	83	0	0	27	0	0	0	100
	426	111	0	0	31	0	0	0	100
UCM0056+0044	132	28	20	17	35	8	4	0	100
	143	30	21	18	36	8	4	0	100
UCM0119+2156	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0121+2137	0	0	0	0	37	0	0	0	100
	0	0	0	0	50	0	0	0	100
UCM0129+2109	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0134+2258	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0135+2242	258	0	0	0	29	2	4	2	100
	706	0	0	0	45	3	6	2	100
UCM0138+2216	423	0	0	0	0	0	0	0	100
	1295	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0141+2220	186	0	0	0	0	0	0	0	100
	400	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0142+2137	125	0	0	0	0	0	0	0	100
	217	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0145+2519	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0147+2309	254	0	0	0	50	17	0	0	100
	419	0	0	0	62	21	0	0	100
UCM0148+2124	30	0	0	0	0	0	0	0	100
	36	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0150+2032	173	31	23	26	47	3	3	0	100
	189	33	25	27	49	3	3	0	100
b	297	34	0	0	23	7	0	0	100
	429	47	0	0	27	8	0	0	100
UCM0156+2410	150	22	3	6	24	16	7	2	100
	309	41	5	9	33	22	9	2	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 \AA .

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM0050+0005	120	365	19	17	35	505	99	4	4	60
	116	347	13	10	20	286	56	2	2	32
UCM0050+2114	25	63	15	1	0	697	363	0	40	63
	24	58	9	0	0	286	147	0	15	24
UCM0051+2430	184	498	0	0	222	894	757	0	139	138
	172	450	0	0	72	286	238	0	39	39
UCM0054—0133	0	15	0	0	0	100	93	0	22	21
	0	...	0	0	0	...	...	0	...	...
UCM0054+2337	61	223	0	0	26	594	87	0	94	72
	58	209	0	0	13	286	41	0	42	32
UCM0056+0043	99	288	16	14	23	411	69	11	72	41
	97	279	13	10	16	286	48	7	48	27
UCM0056+0044	132	397	15	7	4	312	14	5	26	20
	131	394	14	7	4	286	13	5	24	18
UCM0119+2156	0	99	0	0	0	100	163	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM0121+2137	0	85	26	0	51	618	179	0	85	55
	0	79	16	0	24	286	82	0	36	23
UCM0129+2109	0	0	0	0	0	100	77	0	26	29
	0	0	0	0	0	...	...	0	...	...
UCM0134+2258	0	186	0	44	158	760	496	0	102	114
	0	170	0	19	60	286	184	0	35	39
UCM0135+2242	66	167	11	0	72	834	251	3	149	122
	62	152	6	0	25	286	85	1	46	37
UCM0138+2216	0	215	0	0	171	940	799	0	273	218
	0	193	0	0	53	286	239	0	73	59
UCM0141+2220	0	57	0	0	61	645	202	0	108	107
	0	53	0	0	27	286	88	0	44	44
UCM0142+2137	592	1481	35	72	210	515	524	0	111	153
	572	1405	24	44	117	286	288	0	58	80
UCM0145+2519	0	0	0	0	0	887	317	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	100	0	0	0
UCM0147+2309	70	226	13	18	17	487	53	0	68	61
	68	215	9	11	10	286	31	0	38	34
UCM0148+2124	93	280	14	7	10	346	34	0	0	0
	92	275	12	6	8	286	28	0	0	0
UCM0150+2032	134	387	16	5	9	314	30	3	28	23
	133	384	15	5	8	286	27	3	25	21
b	58	176	128	16	23	423	67	0	70	47
	57	170	100	11	16	286	45	0	45	31
UCM0156+2410	83	242	17	20	40	617	133	0	133	92
	79	226	10	10	19	286	61	0	57	39

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM0157+2102	386	79	0	0	0	0	0	0	100
	628	120	0	0	0	0	0	0	100
UCM0157+2413	107	0	0	0	0	0	0	0	100
	226	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM0158+2354	139	0	0	0	17	0	17	0	100
	249	0	0	0	22	0	21	0	100
UCM0159+2327	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1246+2727	683	0	0	0	0	0	0	0	100
	1519	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1247+2701	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1248+2911	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1253+2756	330	0	0	15	43	0	0	0	100
	...	0	0	...	...	0	0	0	...
UCM1254+2740	378	0	0	0	3	0	0	0	100
	735	0	0	0	4	0	0	0	100
UCM1254+2802	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1255+2734	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1255+2819	...	...	...	...	0	0	0	0	100
	...	...	...	...	0	0	0	0	100
UCM1255+3125	255	0	0	18	46	13	0	0	100
	389	0	0	24	55	15	0	0	100
UCM1256+2702	...	...	...	...	57	25	0	0	100
	...	...	...	...	63	27	0	0	100
UCM1256+2717	253	0	0	0	0	0	0	0	100
	401	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1256+2722	108	0	0	0	0	0	0	0	100
	281	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1256+2732	223	0	0	0	25	0	0	0	100
	...	0	0	0	...	0	0	0	...
UCM1256+2754	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1256+2823	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1257+2808	219	0	0	0	0	0	0	0	100
	875	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1258+2754	628	0	0	0	0	0	0	0	100
	1798	0	0	0	0	0	0	0	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 \AA .

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM0157+2102	137	364	17	19	0	481	54	0	56	57
	133	347	12	12	0	286	32	0	32	32
UCM0157+2413	242	553	0	0	0	633	638	0	111	162
	231	515	0	0	0	286	285	0	46	67
UCM0158+2354	57	170	9	0	38	531	90	0	94	66
	55	161	6	0	21	286	48	0	47	33
UCM0159+2327	0	0	0	0	14	100	47	0	11	9
	0	0	0	0	...	...	...	0	...	...
UCM1246+2727	86	333	0	0	0	669	113	0	0	0
	82	309	0	0	0	286	48	0	0	0
UCM1247+2701	41	111	0	0	11	503	82	0	53	44
	40	106	0	0	6	286	46	0	28	24
UCM1248+2911	0	0	0	0	71	626	303	0	96	37
	0	0	0	0	33	286	137	0	40	16
UCM1253+2756	37	125	0	12	17	273	80	0	54	44
	...	...	0	...	...	...	...	0	...	...
UCM1254+2740	48	123	0	45	0	580	19	0	0	0
	46	115	0	25	0	286	9	0	0	0
UCM1254+2802	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1255+2734	47	141	0	0	10	626	122	0	73	61
	45	131	0	0	5	286	55	0	31	26
UCM1255+2819	23	34	23	0	84	584	190	0	131	94
	22	32	15	0	41	286	92	0	60	43
UCM1255+3125	100	294	18	9	0	448	75	0	45	41
	97	282	14	6	0	286	48	0	27	25
UCM1256+2702	121	364	15	14	7	364	31	0	38	28
	119	356	13	11	6	286	24	0	29	21
UCM1256+2717	90	330	0	0	0	467	51	0	48	38
	87	316	0	0	0	286	31	0	28	22
UCM1256+2722	0	0	0	0	0	791	343	0	86	93
	0	0	0	0	0	286	122	0	28	30
UCM1256+2732	32	92	17	0	0	...	...	0	66	62
	...	...	...	0	0	...	...	0	...	...
UCM1256+2754	12	35	0	12	34	580	191	0	119	99
	12	33	0	7	17	286	93	0	55	45
UCM1256+2823	0	0	0	0	49	579	214	0	83	74
	0	0	0	0	24	286	105	0	38	34
UCM1257+2808	0	100	0	0	216	1248	592	0	219	229
	0	88	0	0	50	286	133	0	43	45
UCM1258+2754	0	96	0	0	0	875	205	0	95	84
	0	87	0	0	0	286	66	0	28	24

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM1259+2755	118	0	0	0	20	0	0	0	100
	302	0	0	0	30	0	0	0	100
UCM1259+2934	106	23	0	16	35	0	0	0	100
	292	55	0	30	54	0	0	0	100
UCM1259+3011	...	...	...	...	0	0	0	0	100
	...	...	...	...	0	0	0	0	100
UCM1301+2904	...	...	...	...	26	8	0	0	100
	...	...	...	...	28	9	0	0	100
UCM1302+2853	439	0	0	0	35	0	0	0	100
	833	0	0	0	46	0	0	0	100
UCM1302+3032	352	0	0	0	30	0	0	0	100
	650	0	0	0	39	0	0	0	100
UCM1303+2908	0	0	0	0	47	0	0	0	100
	0	0	0	0	...	0	0	0	...
UCM1304+2808	...	...	...	...	0	0	0	0	100
	...	...	...	...	0	0	0	0	100
UCM1304+2818	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1304+2830	348	0	0	0	0	0	0	0	100
	511	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1306+2938	353	0	0	0	28	0	0	0	100
	591	0	0	0	35	0	0	0	100
UCM1307+2910	345	0	0	0	0	0	0	0	100
	937	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1307+3111	328	0	0	0	0	0	0	0	100
	...	0	0	0	0	0	0	0	...
UCM1308+2950	129	0	0	0	0	0	0	0	100
	535	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1308+2958	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1310+3027	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1312+2954	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1312+3039	82	0	0	0	0	0	0	0	100
	134	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1313+2938	...	...	...	...	35	3	3	0	100
	...	...	...	...	...	...	...	0	...
UCM1314+2827	195	0	0	0	0	0	0	0	100
	422	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1320+2727	...	...	...	...	27	0	0	0	100
	...	...	...	...	30	0	0	0	100
UCM1324+2650	89	0	0	0	28	5	0	0	100
	170	0	0	0	37	7	0	0	100
UCM1324+2926	193	0	0	0	43	8	6	0	100
	197	0	0	0	43	8	6	0	100
UCM1331+2901	69	47	31	23	47	14	4	2	100
	70	48	31	23	47	14	4	2	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a H β =100 de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM1259+2755	0	27	0	0	0	778	310	0	24	47
	0	25	0	0	0	286	112	0	8	16
UCM1259+2934	100	300	13	66	0	841	579	0	0	0
	94	272	7	26	0	286	194	0	0	0
UCM1259+3011	96	244	29	35	99	604	371	0	150	135
	92	228	18	19	47	286	174	0	66	59
UCM1301+2904	51	146	15	11	16	359	62	4	65	50
	50	143	13	9	13	286	49	3	51	39
UCM1302+2853	67	174	24	28	0	565	125	0	72	66
	64	164	16	16	0	286	63	0	34	31
UCM1302+3032	115	327	0	0	0	549	64	0	102	61
	111	308	0	0	0	286	33	0	50	30
UCM1303+2908	75	226	21	8	0	285	17	0	19	18
	...	...	...	...	0	...	...	0	...	...
UCM1304+2808	0	71	42	0	35	324	133	0	0	0
	0	70	39	0	31	286	117	0	0	0
UCM1304+2818	0	0	0	0	0	323	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	0	0	0	0
UCM1304+2830	93	203	0	0	31	430	84	0	0	0
	91	196	0	0	21	286	56	0	0	0
UCM1306+2938	42	75	0	0	34	495	139	0	95	17
	41	71	0	0	20	286	80	0	52	9
UCM1307+2910	0	32	0	0	173	828	463	0	124	118
	0	29	0	0	60	286	157	0	38	36
UCM1307+3111	0	0	0	0	0	...	...	0	116	93
	0	0	0	0	0	...	...	0	...	...
UCM1308+2950	0	0	0	0	155	1299	725	0	0	0
	0	0	0	0	35	286	156	0	0	0
UCM1308+2958	0	0	0	0	0	1206	409	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	95	0	0	0
UCM1310+3027	0	0	0	0	0	100	35	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM1312+2954	0	115	0	273	113	941	424	0	0	0
	0	103	0	99	35	286	127	0	0	0
UCM1312+3039	0	0	0	0	0	481	222	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	131	0	0	0
UCM1313+2938	132	395	11	6	8	252	28	4	22	16

UCM1314+2827	45	99	0	0	0	650	212	0	69	57
	43	92	0	0	0	286	92	0	28	23
UCM1320+2727	74	288	21	20	21	358	63	0	67	59
	73	282	18	17	17	286	50	0	52	46
UCM1324+2650	25	110	20	0	0	569	171	0	17	18
	24	103	13	0	0	286	85	0	8	8
UCM1324+2926	136	410	13	6	4	293	17	3	24	18
	136	409	13	6	4	286	17	3	23	18
UCM1331+2901	214	646	10	0	0	290	0	0	0	0
	214	645	10	0	0	286	0	0	0	0

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII]	[NeIII]	[NII]	H δ	H γ	[OIII]	HeI	HeII	H β
	3727	3869	3968	4101	4340	4363	4471	4686	4861
UCM1428+2727	187	25	9	14	32	5	0	0	100
	218	29	10	15	34	5	0	0	100
UCM1429+2645	...	...	...	...	34	8	6	0	100
	...	...	...	...	36	8	6	0	100
UCM1430+2947	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1431+2702	258	0	0	0	30	0	0	0	100
	341	0	0	0	34	0	0	0	100
UCM1431+2814	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1431+2854	34	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1431+2947	...	...	...	...	39	0	0	0	100
	...	...	...	...	...	0	0	0	0
UCM1432+2645	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1440+2511	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1440+2521N	299	0	0	0	0	0	0	0	100
	663	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1440+2521S	183	0	0	0	50	0	0	0	100
	247	0	0	0	57	0	0	0	100
UCM1442+2845	141	0	0	0	0	0	0	0	100
	284	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1443+2548	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1443+2714	103	83	0	0	34	23	0	0	100
	291	202	0	0	53	35	0	0	100
UCM1443+2844	39	0	0	0	0	0	0	0	0
	...	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1444+2923	556	0	0	0	0	0	0	0	100
	1253	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1452+2754	308	0	0	0	0	0	0	0	100
	656	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1506+1924	272	0	0	0	0	0	0	0	100
	434	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1513+2012	185	0	0	0	28	0	0	0	100
	323	0	0	0	36	0	0	0	100
UCM1537+2506N	82	48	0	4	20	0	12	0	100
	118	66	0	5	23	0	14	0	100
UCM1537+2506S	396	48	0	16	25	0	0	0	100
	499	59	0	19	28	0	0	0	100
UCM1557+1423	...	...	...	...	29	0	0	0	100
	...	...	...	...	34	0	0	0	100
UCM1612+1309	253	45	0	27	55	10	0	0	100
	261	46	0	28	56	10	0	0	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM1428+2727	136	408	13	13	19	337	56	0	0	0
	135	402	12	11	16	286	47	0	0	0
UCM1429+2645	114	300	22	8	7	321	34	0	41	29
	113	297	20	7	6	286	30	0	36	26
UCM1430+2947	97	294	0	24	18	401	64	0	49	41
	95	285	0	18	13	286	45	0	34	28
UCM1431+2702	47	136	0	7	6	385	109	0	41	34
	46	132	0	5	4	286	81	0	30	24
UCM1431+2814	0	0	0	18	21	100	63	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1431+2854	0	0	0	0	0	100	19	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1431+2947	156	436	13	0	4	282	14	0	24	10
	...	...	...	0	...	...	...	0	...	...
UCM1432+2645	0	92	0	0	0	779	300	0	103	84
	0	84	0	0	0	286	109	0	34	28
UCM1440+2511	0	59	0	0	164	873	488	0	132	96
	0	53	0	0	54	286	157	0	38	28
UCM1440+2521	90	134	0	0	139	667	520	0	82	82
	86	124	0	0	60	286	220	0	32	32
UCM1440+2521	70	164	0	0	0	394	74	0	107	56
	69	159	0	0	0	286	53	0	75	39
UCM1442+2845	0	0	0	0	71	603	327	0	113	61
	0	0	0	0	34	286	153	0	50	27
UCM1443+2548	0	62	0	0	0	634	197	0	69	55
	0	58	0	0	0	286	88	0	29	23
UCM1443+2714	305	906	18	30	0	863	326	0	59	59
	286	821	9	12	0	286	106	0	17	17
UCM1443+2844	0	0	0	0	10	100	37	0	0	0
	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0
UCM1444+2923	0	0	0	0	111	676	246	0	0	0
	0	0	0	0	47	286	103	0	0	0
UCM1452+2754	0	86	0	39	74	639	400	0	79	162
	0	80	0	20	33	286	177	0	33	67
UCM1506+1924	0	206	0	0	114	470	310	0	83	32
	0	197	0	0	70	286	187	0	48	18
UCM1513+2012	46	123	0	26	39	517	161	0	60	60
	44	117	0	16	22	286	88	0	31	31
UCM1537+2506N	14	59	4	18	0	423	268	0	14	45
	14	57	3	13	0	286	180	0	9	29
UCM1537+2506S	108	310	32	25	0	366	97	0	14	7
	106	303	27	20	0	286	76	0	11	5
UCM1557+1423	25	52	28	18	41	431	150	0	77	55
	24	50	22	13	27	286	99	0	49	35
UCM1612+1309	153	549	16	10	0	296	19	0	19	15
	153	547	16	10	0	286	18	0	18	14

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM1646+2725	...	...	...	...	31	0	6	0	100
	...	...	...	...	35	0	7	0	100
UCM1647+2727	230	0	0	0	24	0	0	0	100
	462	0	0	0	32	0	0	0	100
UCM1647+2729	159	0	0	0	0	0	0	0	100
	400	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1647+2950	107	0	0	0	22	0	0	0	100
	229	0	0	0	30	0	0	0	100
UCM1648+2855	366	0	0	0	45	0	0	0	100
	472	0	0	0	50	0	0	0	100
UCM1653+2644	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM1654+2812	340	0	0	0	0	0	0	0	100
	469	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1655+2755	160	80	0	0	62	17	0	0	100
	292	134	0	0	80	22	0	0	100
UCM1656+2744	95	0	0	13	25	8	0	0	100
	172	0	0	19	32	10	0	0	100
UCM1657+2900	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1659+2928	245	0	0	0	0	0	0	0	100
	422	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM1701+3131	716	0	0	0	0	0	0	0	100
	5097	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2238+2308	129	0	0	0	0	0	0	0	100
	381	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2239+1959	159	45	0	0	30	0	0	0	100
	276	72	0	0	38	0	0	0	100
a	271	0	0	0	0	0	0	0	100
	576	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2239+2402	419	0	0	0	61	0	0	0	100
	691	0	0	0	76	0	0	0	100
UCM2250+2427	27	0	0	0	21	0	0	0	100
	60	0	0	0	30	0	0	0	100
a	183	0	0	0	0	0	0	0	100
	380	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2251+2352	104	0	0	8	28	1	9	1	100
	126	0	0	9	30	1	10	1	100
UCM2253+2219	0	0	0	0	35	0	0	0	100
	0	0	0	0	44	0	0	0	100
UCM2255+1654	688	0	0	81	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2255+1926	509	0	0	0	83	0	0	0	100
	742	0	0	0	98	0	0	0	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM1646+2725	146	422	15	8	0	392	19	0	33	29
	143	410	12	6	0	286	14	0	23	20
UCM1647+2727	41	108	23	0	51	601	216	0	98	91
	39	101	14	0	24	286	102	0	43	40
UCM1647+2729	0	71	0	0	48	763	237	0	0	0
	0	65	0	0	18	286	88	0	0	0
UCM1647+2950	31	111	0	0	0	641	258	0	298	283
	30	103	0	0	0	286	114	0	122	116
UCM1648+2855	106	142	0	0	0	375	0	0	0	0
	104	139	0	0	0	286	0	0	0	0
UCM1653+2644	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0
UCM1654+2812	121	278	0	0	0	403	0	0	136	65
	119	270	0	0	0	286	0	0	93	45
UCM1655+2755	382	1074	0	26	0	542	358	0	128	121
	368	1014	0	15	0	286	187	0	63	60
UCM1656+2744	38	100	31	0	84	539	259	0	52	54
	37	94	21	0	45	286	136	0	26	27
UCM1657+2900	19	57	0	22	26	529	166	0	82	68
	18	54	0	13	14	286	89	0	42	34
UCM1659+2928	0	109	0	0	205	510	169	0	0	0
	0	103	0	0	116	286	94	0	0	0
UCM1701+3131	0	355	0	270	1341	2306	3309	0	449	422
	0	294	0	46	169	286	398	0	45	42
UCM2238+2308	0	0	0	0	0	905	313	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	97	0	0	0
UCM2239+1959	135	444	15	0	0	515	194	0	38	42
	130	421	10	0	0	286	107	0	20	22
a	0	77	0	20	44	638	131	0	50	62
	0	72	0	10	20	286	58	0	21	26
UCM2239+2402	95	254	0	23	0	487	0	0	0	0
	92	242	0	15	0	286	0	0	0	0
UCM2250+2427	0	43	0	0	0	667	460	0	27	30
	0	40	0	0	0	286	195	0	11	12
a	39	73	0	0	58	622	179	0	91	72
	37	68	0	0	27	286	81	0	39	31
UCM2251+2352	57	146	12	11	24	350	75	6	46	39
	56	143	11	9	20	286	61	5	37	31
UCM2253+2219	24	75	17	21	52	515	169	7	63	62
	23	71	12	13	29	286	93	4	33	32
UCM2255+1654	0	163	9	44	225	1437	750	0	0	0
	0	141	3	11	45	286	146	0	0	0
UCM2255+1926	141	310	0	0	0	427	68	0	73	68
	138	299	0	0	0	286	45	0	47	44

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM2255+1930N	130	0	0	0	21	0	0	0	100
	267	0	0	0	29	0	0	0	100
UCM2255+1930S	279	0	0	0	32	0	0	0	100
	464	0	0	0	40	0	0	0	100
UCM2256+2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2257+1606	199	0	0	0	0	0	0	0	100
	457	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2257+2438	41	10	6	17	41	7	4	5	100
	67	15	9	23	52	9	5	6	100
UCM2258+1920	0	0	0	0	28	0	0	0	100
	0	0	0	0	33	0	0	0	100
UCM2300+2014	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2302+2053E	163	0	0	0	0	0	0	0	100
	623	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2302+2053W	123	14	0	10	40	0	0	0	100
	197	21	0	13	49	0	0	0	100
UCM2303+1702	273	150	0	0	19	38	0	20	100
	462	235	0	0	24	47	0	21	100
UCM2303+1856	79	0	0	0	0	0	0	0	100
	272	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2304+1640	237	33	0	13	42	7	0	0	100
	334	44	0	16	49	8	0	0	100
UCM2305+1621	292	0	0	0	18	0	0	0	100
	440	0	0	0	21	0	0	0	100
UCM2306+1947	64	6	0	4	39	13	0	3	100
	102	9	0	5	48	16	0	3	100
UCM2307+2118	...	...	...	...	0	0	17	0	100
	...	...	...	...	0	0	...	0	...
UCM2310+1800	0	0	0	0	36	0	0	0	100
	0	0	0	0	54	0	0	0	100
UCM2312+2204	189	0	0	0	29	0	0	0	100
	460	0	0	0	42	0	0	0	100
UCM2313+1842	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2313+2516	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2315+1923	56	9	0	13	28	0	0	0	100
	93	14	0	18	35	0	0	0	100
UCM2316+2028	259	0	0	133	40	16	3	3	100
	564	0	0	218	56	22	4	3	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 \AA .

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM2255+1930N	29	94	24	15	68	615	225	0	98	72
	28	88	15	8	32	286	103	0	42	31
UCM2255+1930S	49	201	20	13	36	491	144	0	87	53
	47	192	14	8	21	286	83	0	48	29
UCM2256+2002	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0
UCM2257+1606	127	276	0	0	0	693	421	0	117	124
	120	255	0	0	0	286	171	0	44	47
UCM2257+2438	37	118	11	7	8	540	25	0	17	15
	35	109	7	4	4	301	13	0	9	8
UCM2258+1920	33	78	0	12	19	419	111	0	89	22
	32	75	0	9	13	286	75	0	58	14
UCM2300+2014	147	462	0	0	4	409	16	0	32	24
	144	447	0	0	3	286	11	0	22	16
UCM2302+2053E	0	0	0	0	0	1190	511	0	0	0
	0	0	0	0	0	286	120	0	0	0
UCM2302+2053W	47	139	22	0	0	472	99	4	35	25
	46	133	16	0	0	286	60	2	20	14
UCM2303+1702	361	1012	19	257	497	542	1417	0	0	0
	350	963	14	160	286	310	803	0	0	0
UCM2303+1856	0	95	0	0	0	1064	629	0	123	144
	0	84	0	0	0	286	166	0	29	34
UCM2304+1640	147	468	13	7	4	412	15	4	34	22
	144	453	10	5	3	286	10	3	23	15
UCM2305+1621	0	46	10	0	73	442	135	9	0	0
	0	44	8	0	47	286	87	6	0	0
UCM2306+1947	71	160	24	8	90	470	242	0	62	64
	69	153	18	5	55	286	146	0	36	37
UCM2307+2118	0	0	14	0	0	179	0	20	0	0
	0	0	...	0	0	...	0	...	0	0
UCM2310+1800	0	35	0	0	118	770	377	0	124	101
	0	32	0	0	44	286	138	0	42	34
UCM2312+2204	37	81	0	19	0	737	237	0	125	95
	35	74	0	8	0	286	91	0	44	33
UCM2313+1842	0	48	0	29	42	779	256	0	126	103
	0	44	0	12	16	286	93	0	42	34
UCM2313+2516	9	26	0	0	0	100	100	0	0	0
	...	...	0	0	0	...	...	0	0	0
b	138	433	0	0	0	1382	999	0	81	171
	126	376	0	0	0	286	202	0	14	30
UCM2315+1923	83	222	19	7	21	492	67	6	58	46
	80	211	14	4	12	286	39	3	32	25
UCM2316+2028	96	218	27	20	0	654	126	18	67	56
	91	202	16	10	0	286	54	7	27	22

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM2316+2457	242	0	95	0	0	0	0	0	100
	999	0	332	0	0	0	0	0	100
a	163	0	0	0	42	0	0	0	100
	333	0	0	0	57	0	0	0	100
b	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	...
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2316+2459	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	...
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2317+2356	128	0	0	0	0	0	0	0	100
	...	0	0	0	0	0	0	0	...
a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2319+2234	126	0	0	0	23	0	0	0	100
	231	0	0	0	30	0	0	0	100
UCM2319+2243	57	0	0	0	0	0	0	0	0
	...	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2320+2428	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2321+2149	305	0	0	0	0	0	0	0	100
	543	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2321+2506	1033	0	0	0	0	0	0	0	100
	...	0	0	0	0	0	0	0	...
UCM2322+2218	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
UCM2324+2448	...	...	...	...	0	0	0	0	100
	...	...	...	...	0	0	0	0	100
a	...	...	...	...	0	0	0	0	100
	...	...	...	...	0	0	0	0	100
UCM2325+2318	325	0	0	0	0	0	0	0	100
	...	0	0	0	0	0	0	0	...
b	424	0	0	0	0	0	0	0	100
	...	0	0	0	0	0	0	0	...
c	235	0	15	22	34	0	0	0	100
	...	0	...	...	...	0	0	0	...

Tabla 4.2: Intensidades relativas a H β =100 de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OIII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM2316+2457	21	71	14	0	0	611	344	0	51	54
	20	66	9	0	0	286	159	0	22	23
a	0	0	0	0	0	1033	412	0	72	75
	0	0	0	0	0	286	112	0	17	18
b	0	0	0	0	0	100	91	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
c	17	35	14	0	139	746	423	0	60	78
	16	32	8	0	54	286	160	0	21	27
UCM2316+2459	0	0	0	0	0	100	54	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
b	0	0	0	0	0	100	68	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
c	32	48	0	0	0	533	180	0	0	0
	31	45	0	0	0	286	96	0	0	0
d	0	0	0	0	0	762	352	0	74	78
	0	0	0	0	0	286	130	0	25	26
UCM2317+2356	0	0	0	0	0	100	122	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
a	0	60	0	0	0	0	0	0	66	67
	0	...	0	0	0	0	0	0	...	...
UCM2319+2234	98	59	17	0	0	545	159	0	69	67
	94	56	11	0	0	286	83	0	34	33
UCM2319+2243	0	39	0	0	0	100	57	0	6	5
	0	...	0	0	0	...	...	0	...	...
UCM2320+2428	0	0	0	0	48	100	68	0	0	0
	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0
UCM2321+2149	47	78	0	0	0	528	143	0	96	77
	45	74	0	0	0	286	77	0	49	39
UCM2321+2506	0	153	0	0	0	...	...	0	0	0
	0	...	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM2322+2218	0	0	0	0	0	600	313	0	63	63
	0	0	0	0	0	286	148	0	28	28
UCM2324+2448	0	0	0	0	214	1250	643	0	0	0
	0	0	0	0	50	286	144	0	0	0
a	0	0	0	0	212	1189	712	0	191	238
	0	0	0	0	52	286	168	0	40	49
UCM2325+2318	77	235	19	15	0	0	0	0	0	0
	...	...	...	...	0	0	0	0	0	0
b	104	290	30	0	0	0	0	0	72	79
	...	...	...	0	0	0	0	0	...	...
c	63	208	14	8	0	0	0	6	0	0
	...	...	...	...	0	0	0	...	0	0

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	[OII] 3727	[NeIII] 3869	[NII] 3968	H δ 4101	H γ 4340	[OIII] 4363	HeI 4471	HeII 4686	H β 4861
UCM2325+2208	122	0	0	0	23	0	0	0	100
	...	0	0	0	...	0	0	0	...
b	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	0	0	0	0	0	0	0	0	100
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2326+2435	183	27	15	23	42	6	5	0	100
	244	35	19	28	47	7	6	0	100
UCM2327+2515N	184	21	0	15	37	0	0	0	100
	300	32	0	20	46	0	0	0	100
UCM2327+2515S	256	31	0	0	24	5	0	0	100
	372	43	0	0	28	6	0	0	100
UCM2329+2427	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCM2329+2500	13	7	0	0	0	0	5	0	100
	...	...	0	0	0	0	...	0	...
UCM2329+2511	329	0	0	31	30	0	0	0	100
	525	0	0	42	37	0	0	0	100
UCM2331+2214	266	0	0	0	47	0	0	0	100
	667	0	0	0	70	0	0	0	100
UCM2333+2248	...	...	...	...	46	8	8	0	100
	...	...	...	...	54	9	9	0	100
UCM2333+2359	...	...	...	...	50	0	0	3	100
	...	...	...	...	55	0	0	3	100
UCM2348+2407	195	0	0	0	59	0	0	0	100
	332	0	0	0	74	0	0	0	100
UCM2351+2321	...	...	...	...	50	6	7	4	100

Tabla 4.2: Intensidades relativas a $H\beta = 100$ de las líneas de emisión por debajo de 5000 Å.

UCM	[OII]	[OIII]	HeI	[OI]	[NII]	H α	[NII]	HeI	[SII]	[SII]
	4959	5007	5876	6300	6548	6563	6584	6678	6716	6731
UCM2325+2208	0	40	13	0	0	...	...	0	0	0
	0	...	...	0	0	...	...	0	0	0
b	0	0	0	33	0	960	0	0	407	380
	0	0	0	12	0	286	0	0	107	100
c	0	0	0	0	0	100	28	0	0	0
	0	0	0	0	0	...	...	0	0	0
UCM2326+2435	159	468	19	4	7	388	22	4	28	20
	156	455	16	3	5	286	16	3	20	14
UCM2327+2515N	125	397	14	11	0	481	50	5	35	28
	121	379	10	7	0	286	29	3	20	16
UCM2327+2515S	103	306	20	10	13	426	47	0	42	34
	101	295	16	7	9	286	31	0	27	22
UCM2329+2427	0	0	0	0	11	100	51	0	0	0
	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0
UCM2329+2500	7	65	3	9	0	...	...	0	6	7
	...	...	...	...	0	...	...	0	...	...
UCM2329+2511	155	465	16	0	0	470	33	0	44	39
	150	445	12	0	0	286	20	0	25	23
UCM2331+2214	37	118	22	17	0	760	223	0	105	88
	35	108	12	7	0	286	83	0	36	30
UCM2333+2248	108	327	15	10	15	435	50	8	48	31
	105	315	12	7	10	286	33	5	30	20
UCM2333+2359	27	46	0	0	0	355	355	0	7	7
	27	45	0	0	0	286	285	0	6	6
UCM2348+2407	0	61	0	0	42	504	137	0	85	78
	0	58	0	0	24	286	77	0	45	42
UCM2351+2321	74	219	15	4	21	223	52	0	12	14

Tabla 4.3: Intensidades relativas a H β de las líneas de emisión desde 5000 Å hasta los 7200 Å.

UCM	z	EW (Å)				F (erg cm ⁻² s ⁻¹)		E _{B-V}	L _{Hα} (L _⊙)
		[OII]3727	H β	[OIII]5007	H α	H β	H α		
UCM0000+2140	0.0238	0	15	0	109	0.37E-13	0.328E-12	1.024	1.21E+09
UCM0003+1955	0.0278	0	74	0	348	0.66E-12	0.276E-11	...	1.03E+10
UCM0003+2200	0.0224	0	5	0	38	0.25E-14	0.182E-13	0.867	2.78E+07
UCM0003+2215	0.0223	0	4	0	24	0.23E-14	0.201E-13	1.008	5.85E+07
UCM0005+1802	0.0187	0	1	0	10	0.60E-15	0.675E-14	1.244	0.00E+00
UCM0006+2332	0.0159	0	9	0	57	0.83E-14	0.482E-13	0.644	2.13E+08
UCM0013+1944	0.0272	0	30	0	126	0.11E-13	0.418E-13	0.276	8.58E+07
UCM0014+1748	0.0182	9	12	0	101	0.27E-14	0.189E-13	0.806	2.95E+08
UCM0014+1829	0.0182	27	6	22	128	0.13E-14	0.181E-13	1.473	5.58E+07
UCM0015+2212	0.0198	0	25	0	118	0.11E-13	0.402E-13	0.215	1.01E+08
UCM0017+1942	0.0281	0	25	0	169	0.54E-14	0.227E-13	0.357	2.96E+08
b	0.0281	0	7	0	58	0.26E-14	0.171E-13	0.778	...
c	0.0281	0	17	0	95	0.28E-14	0.115E-13	0.340	...
UCM0017+2148	0.0189	0	15	13	75	0.10E-13	0.564E-13	0.575	1.01E+08
UCM0018+2216	0.0169	0	3	2	12	0.17E-14	0.561E-14	0.136	8.93E+06
UCM0018+2218	0.0220	0	0	0	8	0.00E+00	0.725E-14	...	9.03E+06
UCM0019+2201	0.0191	0	8	0	30	0.33E-14	0.154E-13	0.438	3.23E+07
UCM0022+2049	0.0185	45	11	5	98	0.90E-14	0.693E-13	0.901	1.83E+08
UCM0023+1908	0.0251	0	24	0	119	0.80E-14	0.359E-13	0.409	0.00E+00
UCM0034+2120	0.0315	0	3	0	16	0.19E-14	0.115E-13	0.684	1.14E+08
UCM0037+2226	0.0204	0	7	0	43	0.33E-14	0.185E-13	0.615	2.75E+08
a	0.0208	0	8	0	50	0.18E-14	0.994E-14	0.600	3.33E+08
UCM0038+2259	0.0464	0	4	0	27	0.13E-14	0.883E-14	0.810	1.80E+08
UCM0039+0054	0.0191	0	0	0	14	0.00E+00	0.821E-14	...	3.85E+07
UCM0040—0023	0.0142	0	0	0	12	0.00E+00	0.528E-13	...	0.00E+00
UCM0040+0220	0.0173	48	18	18	75	0.73E-14	0.316E-13	0.378	2.48E+07
UCM0040+2312	0.0254	0	0	0	19	0.00E+00	0.230E-13	...	0.00E+00
UCM0040+0257	0.0367	45	0	11	174	0.00E+00	0.511E-13	...	1.46E+08
UCM0041+0135	0.0169	0	0	0	11	0.00E+00	0.929E-14	...	0.00E+00
UCM0043—0159	0.0161	0	0	0	80	0.00E+00	0.885E-14	...	0.00E+00
UCM0043+0245	0.0180	69	4	19	35	0.15E-14	0.124E-13	0.950	1.60E+07
UCM0044+2246	0.0253	0	3	0	23	0.97E-15	0.127E-13	1.384	1.07E+08
UCM0045+2206	0.0203	0	13	0	79	0.22E-13	0.106E-12	0.493	3.42E+08
UCM0047—0213	0.0144	35	5	21	39	0.99E-14	0.725E-13	0.857	3.79E+07
UCM0047+2051	0.0577	0	12	0	77	0.43E-14	0.239E-13	0.598	4.38E+08

Tabla 4.4: Parámetros espectroscópicos fundamentales de las galaxias UCM.

UCM	z	EW (Å)				F (erg cm ⁻² s ⁻¹)		E _{B-V}	L _{Hα} (L _⊙)
		[OII]3727	Hβ	[OIII]5007	Hα	Hβ	Hα		
UCM0047+2413	0.0347	0	7	0	49	0.35E-14	0.316E-13	1.059	3.96E+08
a	0.0343	0	20	0	92	0.34E-14	0.168E-13	0.497	...
c	0.0349	0	8	0	52	0.77E-15	0.498E-14	0.746	...
UCM0047+2414	0.0347	0	14	0	75	0.94E-14	0.515E-13	0.592	8.52E+08
UCM0049—0045	0.0048	69	48	120	226	0.13E-13	0.582E-13	0.416	0.00E+00
a	0.0049	35	5	13	32	0.58E-14	0.331E-13	0.631	...
UCM0049—0006	0.0377	62	95	418	344	0.90E-14	0.260E-13	0.006	7.67E+07
UCM0049+0017	0.0140	122	23	75	315	0.14E-13	0.428E-13	0.088	4.21E+07
UCM0050+0005	0.0346	51	19	57	97	0.13E-14	0.601E-14	0.438	2.14E+08
UCM0050+2114	0.0245	20	11	7	72	0.18E-13	0.124E-12	0.813	2.76E+08
UCM0051+2430	0.0173	0	5	0	32	0.33E-14	0.294E-13	1.040	1.45E+08
UCM0054—0133	0.0512	0	0	2	11	0.00E+00	0.119E-13	...	3.03E+08
UCM0054+2337	0.0164	0	9	0	59	0.24E-14	0.145E-13	0.667	1.38E+08
UCM0056+0043	0.0189	33	21	27	50	0.10E-13	0.411E-13	0.331	2.59E+07
UCM0056+0044	0.0183	0	82	0	398	0.69E-14	0.214E-13	0.079	7.61E+07
UCM0119+2156	0.0583	0	0	0	6	0.00E+00	0.328E-14	...	1.21E+08
UCM0121+2137	0.0345	0	9	0	64	0.22E-14	0.136E-13	0.703	2.20E+08
UCM0129+2109	0.0344	0	0	0	18	0.00E+00	0.159E-13	...	3.75E+08
UCM0134+2258	0.0353	0	4	0	23	0.15E-14	0.117E-13	0.892	6.92E+07
UCM0135+2242	0.0363	88	9	13	43	0.40E-15	0.336E-14	0.976	9.58E+07
UCM0138+2216	0.0591	0	1	0	8	0.33E-15	0.313E-14	1.086	0.00E+00
UCM0141+2220	0.0174	0	6	0	35	0.53E-14	0.341E-13	0.742	2.53E+07
UCM0142+2137	0.0362	0	6	0	25	0.41E-14	0.212E-13	0.537	5.37E+08
UCM0145+2519	0.0414	0	4	0	28	0.11E-14	0.967E-14	1.033	2.60E+08
UCM0147+2309	0.0194	0	20	0	115	0.96E-14	0.470E-13	0.486	6.45E+07
UCM0148+2124	0.0169	86	35	103	133	0.36E-13	0.126E-12	0.174	3.70E+07
UCM0150+2032	0.0323	0	89	0	354	0.11E-13	0.342E-13	0.085	3.02E+08
b	0.0322	0	16	0	72	0.32E-14	0.137E-13	0.357	...
UCM0156+2410	0.0134	6	6	12	37	0.12E-14	0.740E-14	0.702	4.13E+07
UCM0157+2102	0.0106	0	10	0	60	0.29E-13	0.140E-12	0.474	4.18E+07
UCM0157+2413	0.0177	0	7	0	26	0.19E-14	0.119E-13	0.725	1.82E+08
UCM0158+2354	0.0170	31	9	15	48	0.26E-14	0.137E-13	0.565	2.65E+07
UCM0159+2327	0.0178	0	0	0	25	0.00E+00	0.175E-13	...	5.34E+07
UCM1246+2727	0.0199	0	7	0	67	0.51E-14	0.344E-13	0.775	1.53E+08

Tabla 4.4: Parámetros espectroscópicos fundamentales de las galaxias UCM.

UCM	z	EW (Å)				F (erg cm ⁻² s ⁻¹)		E_{B-V}	$L_{H\alpha}$ (L_{\odot})
		[OII]3727	H β	[OIII]5007	H α	H β	H α		
UCM1247+2701	0.0231	0	4	4	29	0.13E-14	0.644E-14	0.515	2.23E+07
UCM1248+2911	0.0217	0	4	0	27	0.12E-14	0.739E-14	0.715	1.04E+08
UCM1253+2756	0.0165	57	22	27	104	0.34E-13	0.925E-13	...	1.13E+08
UCM1254+2740	0.0172	0	7	0	38	0.61E-14	0.356E-13	0.645	8.09E+07
UCM1254+2802	0.0253	0	0	0	15	0.00E+00	0.981E-14	...	1.70E+07
UCM1255+2734	0.0234	0	16	22	110	0.38E-14	0.236E-13	0.715	7.98E+07
UCM1255+2819	0.0273	0	6	2	41	0.32E-14	0.187E-13	0.651	1.48E+08
UCM1255+3125	0.0258	0	15	0	63	0.15E-13	0.690E-13	0.409	1.45E+08
UCM1256+2702	0.0247	0	37	63	108	0.41E-14	0.151E-13	0.220	6.42E+07
UCM1256+2717	0.0273	0	11	0	61	0.19E-14	0.892E-14	0.447	2.32E+07
UCM1256+2722	0.0287	0	4	0	26	0.48E-14	0.378E-13	0.928	3.78E+08
UCM1256+2732	0.0234	0	14	0	101	0.13E-13	0.790E-13	...	1.30E+08
UCM1256+2754	0.0172	0	6	2	4	0.51E-14	0.296E-13	0.645	8.16E+07
UCM1256+2823	0.0307	0	12	0	75	0.67E-14	0.386E-13	0.644	2.82E+08
UCM1257+2808	0.0181	0	2	0	26	0.11E-14	0.141E-13	1.344	2.95E+07
UCM1258+2754	0.0253	27	6	6	101	0.34E-14	0.294E-13	1.020	1.73E+08
UCM1259+2755	0.0235	0	5	0	44	0.81E-14	0.632E-13	0.913	1.81E+08
UCM1259+2934	0.0239	68	28	75	246	0.11E-13	0.942E-13	0.984	8.76E+08
UCM1259+3011	0.0307	0	3	7	19	0.28E-14	0.168E-13	0.682	7.54E+07
UCM1301+2904	0.0266	0	15	19	46	0.12E-13	0.442E-13	0.207	1.51E+08
UCM1302+2853	0.0237	0	6	0	39	0.56E-14	0.314E-13	0.621	4.28E+07
UCM1302+3032	0.0342	0	7	0	47	0.76E-14	0.415E-13	0.595	1.26E+08
UCM1303+2908	0.0261	86	29	131	152	0.18E-13	0.515E-13	...	1.20E+08
UCM1304+2808	0.0210	0	7	5	24	0.61E-14	0.198E-13	0.114	5.48E+07
UCM1304+2818	0.0244	0	23	0	85	0.41E-14	0.133E-13	0.111	2.31E+08
UCM1304+2830	0.0217	58	11	22	46	0.16E-14	0.697E-14	0.372	8.15E+06
UCM1306+2938	0.0211	32	10	8	76	0.13E-13	0.653E-13	0.501	2.11E+08
UCM1307+2910	0.0183	0	3	0	22	0.27E-14	0.222E-13	0.970	2.56E+08
UCM1307+3111	0.0168	0	9	29	68	0.48E-14	0.397E-13	...	5.31E+07
UCM1308+2950	0.0246	0	5	0	35	0.29E-14	0.378E-13	1.381	3.08E+08
UCM1308+2958	0.0223	0	2	0	19	0.10E-14	0.123E-13	1.313	7.03E+08
UCM1310+3027	0.0234	0	0	0	51	0.00E+00	0.236E-13	...	6.35E+07
UCM1312+2954	0.0230	0	7	8	46	0.24E-14	0.224E-13	1.087	9.59E+07
UCM1312+3039	0.0210	0	9	9	45	0.54E-14	0.260E-13	0.474	1.51E+08
UCM1313+2938	0.0380	0	54	212	327	0.32E-13	0.816E-13	...	4.36E+08
UCM1314+2827	0.0253	0	6	0	49	0.41E-14	0.267E-13	0.749	8.02E+07

Tabla 4.4: Parámetros espectroscópicos fundamentales de las galaxias UCM.

UCM	z	EW (Å)				F (erg cm ⁻² s ⁻¹)		E _{B-V}	L _{Hα} (L _⊙)
		[OII]3727	Hβ	[OIII]5007	Hα	Hβ	Hα		
UCM1320+2727	0.0247	0	11	30	55	0.13E-14	0.465E-14	0.205	2.28E+07
UCM1324+2650	0.0249	0	12	0	78	0.20E-13	0.115E-12	0.628	3.75E+08
UCM1324+2926	0.0172	132	50	320	236	0.20E-13	0.589E-13	0.022	3.59E+07
UCM1331+2901	0.0356	74	136	1144	573	0.11E-13	0.328E-13	0.013	6.06E+07
UCM1428+2727	0.0149	95	39	159	201	0.51E-13	0.172E-12	0.150	2.35E+08
UCM1429+2645	0.0328	0	20	56	85	0.68E-14	0.218E-13	0.105	5.47E+07
UCM1430+2947	0.0290	0	27	72	114	0.18E-13	0.742E-13	0.308	1.59E+08
UCM1431+2702	0.0384	52	24	35	134	0.12E-13	0.466E-13	0.271	2.05E+08
UCM1431+2814	0.0320	0	0	0	9	0.00E+00	0.850E-14	...	2.66E+07
UCM1431+2854	0.0310	5	0	0	18	0.00E+00	0.971E-14	...	8.94E+07
UCM1431+2947	0.0219	87	29	286	121	0.69E-14	0.194E-13	...	2.11E+07
UCM1432+2645	0.0307	0	4	0	34	0.32E-14	0.250E-13	0.914	2.09E+08
UCM1440+2511	0.0333	0	3	0	20	0.99E-15	0.867E-14	1.018	5.70E+07
UCM1440+2521N	0.0315	53	9	14	59	0.38E-14	0.254E-13	0.773	1.59E+08
UCM1440+2521S	0.0314	40	17	28	90	0.71E-14	0.278E-13	0.292	1.04E+08
UCM1442+2845	0.0110	22	10	0	73	0.10E-13	0.615E-13	0.681	6.61E+07
UCM1443+2548	0.0351	0	9	0	54	0.62E-14	0.392E-13	0.726	2.63E+08
UCM1443+2714	0.0290	0	13	0	105	0.12E-13	0.101E-12	1.008	4.60E+08
UCM1443+2844	0.0279	27	0	0	49	0.00E+00	0.686E-13	...	1.99E+08
UCM1444+2923	0.0281	24	3	0	21	0.14E-14	0.913E-14	0.785	3.71E+07
UCM1452+2754	0.0339	18	4	3	86	0.48E-14	0.305E-13	0.733	3.09E+08
UCM1506+1924	0.0205	52	12	23	75	0.69E-14	0.326E-13	0.453	1.95E+08
UCM1513+2012	0.0369	37	18	21	107	0.23E-13	0.119E-12	0.540	6.18E+08
UCM1537+2506	0.0231	17	26	15	123	0.31E-13	0.131E-12	0.357	1.88E+08
a	0.0231	137	38	120	163	0.18E-13	0.677E-13	0.225	...
UCM1557+1423	0.0275	0	10	5	39	0.65E-14	0.282E-13	0.374	6.39E+07
UCM1612+1309	0.0114	110	94	464	496	0.16E-13	0.480E-13	0.031	1.54E+07
UCM1646+2725	0.0339	0	41	155	202	0.81E-14	0.319E-13	0.288	5.00E+07
UCM1647+2727	0.0369	0	9	0	55	0.39E-14	0.236E-13	0.678	1.03E+08
UCM1647+2729	0.0366	0	6	0	43	0.50E-14	0.380E-13	0.895	2.06E+08
UCM1647+2950	0.0290	14	11	12	79	0.11E-13	0.686E-13	0.736	3.76E+08
UCM1648+2855	0.0308	88	24	35	172	0.92E-14	0.346E-13	0.247	6.23E+08
UCM1653+2644	0.0393	0	0	0	5	0.00E+00	0.180E-13	...	8.65E+07
UCM1654+2812	0.0348	54	15	43	66	0.15E-14	0.608E-14	0.313	3.34E+07
UCM1655+2755	0.0349	0	11	0	49	0.76E-14	0.410E-13	0.583	4.66E+08
UCM1656+2744	0.0330	0	12	0	66	0.64E-14	0.342E-13	0.578	1.08E+08
UCM1657+2900	0.0317	0	10	5	61	0.49E-14	0.257E-13	0.561	6.79E+07

Tabla 4.4: Parámetros espectroscópicos fundamentales de las galaxias UCM.

UCM	z	EW (Å)				F (erg cm ⁻² s ⁻¹)		E _{B-V}	L _{Hα} (L _⊙)
		[OII]3727	Hβ	[OIII]5007	Hα	Hβ	Hα		
UCM1659+2928	0.0369	0	13	16	112	0.47E-14	0.241E-13	0.528	8.80E+08
UCM1701+3131	0.0345	0	2	0	87	0.41E-14	0.941E-13	1.904	7.23E+08
UCM2238+2308	0.0240	0	6	0	51	0.17E-13	0.152E-12	1.051	3.15E+08
UCM2239+1959	0.0258	0	22	0	123	0.52E-13	0.268E-12	0.537	5.00E+08
a	0.0258	0	12	0	91	0.53E-14	0.336E-13	0.732	...
UCM2249+2149	0.0462	0	0	0	4	0.00E+00	0.426E-14	...	0.00E+00
UCM2250+2427	0.0429	0	10	0	96	0.16E-13	0.108E-12	0.773	1.07E+09
a	0.0427	0	15	0	126	0.28E-14	0.173E-13	0.709	...
UCM2251+2352	0.0267	28	15	20	66	0.28E-14	0.980E-14	0.184	9.69E+07
UCM2253+2219	0.0242	0	11	8	60	0.13E-14	0.670E-14	0.537	1.07E+08
UCM2255+1654	0.0388	19	1	2	28	0.16E-15	0.230E-14	1.473	1.39E+08
UCM2255+1926	0.0193	27	6	19	32	0.52E-14	0.224E-13	0.366	1.62E+07
UCM2255+1930N	0.0198	0	14	0	66	0.74E-14	0.453E-13	0.699	1.36E+08
UCM2255+1930S	0.0203	0	9	0	45	0.85E-14	0.419E-13	0.493	5.19E+07
UCM2256+2002	0.0242	0	0	0	14	0.00E+00	0.140E-13	...	4.25E+07
UCM2257+1606	0.0339	0	3	0	20	0.34E-14	0.237E-13	0.807	0.00E+00
UCM2257+2438	0.0345	20	66	88	254	0.76E-14	0.155E-12	0.540	4.67E+08
UCM2258+1920	0.0220	0	12	20	176	0.11E-13	0.461E-13	0.348	1.75E+08
UCM2300+2014	0.0346	0	27	0	152	0.47E-14	0.193E-13	0.326	3.17E+08
UCM2302+2053E	0.0328	0	3	0	25	0.27E-14	0.319E-13	1.301	1.68E+08
UCM2302+2053W	0.0328	0	42	0	215	0.83E-14	0.392E-13	0.457	1.38E+08
UCM2303+1702	0.0428	23	6	58	62	0.49E-15	0.172E-13	0.416	3.19E+08
UCM2303+1856	0.0276	0	7	0	50	0.50E-14	0.531E-13	1.199	2.41E+08
UCM2304+1640	0.0179	0	27	0	149	0.47E-14	0.193E-13	0.333	1.99E+07
UCM2305+1621	0.0384	0	12	5	42	0.26E-15	0.115E-13	0.397	2.04E+08
UCM2306+1947	0.0271	7	6	9	26	0.98E-15	0.461E-14	0.453	6.39E+07
UCM2307+2118	...	0	91	0	74	0.27E-13	0.485E-13	...	0.00E+00
UCM2310+1800	0.0363	0	7	0	38	0.24E-14	0.184E-13	0.904	1.46E+08
UCM2312+2204	0.0327	20	7	6	48	0.37E-14	0.269E-13	0.864	1.35E+08
UCM2313+1842	0.0300	0	9	4	61	0.61E-14	0.476E-13	0.914	7.21E+07
UCM2313+2516	0.0273	0	0	7	25	0.00E+00	0.109E-12	...	4.11E+08
a	0.0273	0	2	9	34	0.57E-14	0.788E-13	1.437	...
UCM2315+1923	0.0385	0	35	0	161	0.59E-14	0.291E-13	0.495	1.49E+08
UCM2316+2028	0.0263	73	14	25	87	0.55E-14	0.360E-13	0.755	4.94E+07
UCM2316+2457	0.0277	14	4	0	42	0.30E-13	0.E-	1.626	5.15E+08
a	0.0277	20	13	9	70	0.11E-13	0.672E-13	0.693	...
b	0.0277	0	4	0	41	0.18E-13	0.190E-12	1.172	...
c	0.0277	0	0	0	36	0.00E+00	0.505E-13	...	...

Tabla 4.4: Parámetros espectroscópicos fundamentales de las galaxias UCM.

UCM	z	EW (Å)				F (erg cm ⁻² s ⁻¹)		E _{B-V}	L _{Hα} (L _⊙)
		[OII]3727	Hβ	[OIII]5007	Hα	Hβ	Hα		
UCM2316+2459	0.0274	0	7	0	46	0.50E-14	0.381E-13	0.894	1.05E+09
a	0.0274	0	0	0	27	0.00E+00	0.333E-14	...	...
b	0.0274	0	0	0	42	0.00E+00	0.632E-14	...	...
c	0.0274	0	0	0	36	0.00E+00	0.164E-13	...	...
d	0.0274	0	16	7	52	0.24E-14	0.128E-13	0.568	...
UCM2317+2356	0.0334	0	0	0	22	0.00E+00	0.198E-12	...	5.59E+08
a	0.0334	0	0	0	5	0.00E+00	0.178E-13	...	...
b	0.0334	20	20	8	96	0.11E-13	0.700E-13	...	...
UCM2319+2234	0.0364	24	18	8	82	0.79E-14	0.431E-13	0.588	1.91E+08
UCM2319+2243	0.0313	30	0	9	21	0.00E+00	0.397E-13	...	1.34E+08
UCM2320+2428	0.0328	0	0	0	4	0.00E+00	0.115E-13	...	4.22E+07
UCM2321+2149	0.0374	38	9	6	49	0.52E-14	0.275E-13	0.559	1.38E+08
UCM2321+2506	0.0331	32	2	3	52	0.36E-14	0.800E-13	...	1.65E+08
UCM2322+2218	0.0249	0	22	1	42	0.15E-14	0.090E-13	0.676	3.25E+07
UCM2324+2448	0.0120	0	2	0	29	0.28E-14	0.035E-12	1.346	1.20E+08
UCM2325+2318	0.0122	49	13	31	90	0.90E-13	0.451E-12	...	3.18E+08
b	0.0105	31	8	26	72	0.23E-13	0.897E-14	...	...
c	0.0108	89	53	120	426	0.11E-12	0.432E-12	...	...
UCM2325+2208	0.0130	30	27	11	186	0.47E-13	0.220E-12	...	1.57E+09
b	0.0130	0	4	0	34	0.13E-13	0.121E-12	1.105	...
c	0.0145	0	0	0	53	0.00E+00	0.185E-13	...	...
UCM2326+2435	0.0174	0	40	0	208	0.14E-13	0.539E-13	0.278	8.29E+07
UCM2327+2515N	0.0206	0	44	0	262	0.48E-13	0.233E-12	0.474	1.83E+08
UCM2327+2515S	0.0206	0	16	0	91	0.18E-13	0.771E-13	0.364	1.07E+08
UCM2329+2427	0.0200	0	0	0	11	0.00E+00	0.137E-13	...	2.99E+07
UCM2329+2500	0.0305	6	46	32	162	0.21E-13	0.770E-13	...	5.00E+08
UCM2329+2511	0.0133	0	10	48	56	0.89E-14	0.418E-13	0.453	1.32E+07
UCM2331+2214	0.0352	29	8	9	60	0.30E-14	0.228E-13	0.892	8.12E+07
UCM2333+2248	0.0399	0	35	103	165	0.21E-13	0.922E-13	0.383	2.52E+08
UCM2333+2359	0.0395	0	32	18	102	0.31E-13	0.111E-12	0.197	2.42E+08
UCM2348+2407	0.0359	0	10	0	54	0.57E-14	0.286E-13	0.517	8.91E+07
UCM2351+2321	0.0273	0	22	48	89	0.15E-13	0.332E-13	...	7.30E+07

Tabla 4.4: Parámetros espectroscópicos fundamentales de las galaxias UCM.

Capítulo 5

Tipos de galaxias con emisión

5.1 Clasificación espectroscópica

Una vez con los espectros de todos los candidatos UCM analizados se impone una clasificación a partir de sus parámetros espectroscópicos. Esta nos ayudará a conocer mejor el tipo de objetos que constituyen la muestra. Después de analizar todos los intentos de clasificación hasta ahora presentes en la literatura, había dos posibilidades. La primera era idear otra nueva que se ajustase a las necesidades de la muestra UCM. La segunda era asumir como válida una de las actuales y utilizarla según nuestra conveniencia. En este trabajo se optó por la segunda solución. Puesto que el trabajo más cercano a este es el llevado a cabo por Salzer *et al.* (1989) con la muestra de la Universidad de Michigan, fue ésta la clasificación que se adoptó haciéndole unas pequeñas modificaciones para simplificarla un poco.

Una primera clasificación fundamental sería dividir las galaxias que forman parte de la muestra UCM en galaxias normales, galaxias activas y galaxias en las que el proceso de formación estelar es global. En este trabajo hemos querido ir más allá y considerar una clasificación más espectroscópica. Se consideraron varias categorías posibles en función de los cocientes de líneas de emisión, la luminosidad $H\alpha$, la localización del fenómeno de formación estelar y su importancia relativa en la galaxia. Conviene recordar la naturaleza de las observaciones espectroscópicas en las que se basa esta clasificación. Todos los datos están obtenidos a partir de espectroscopía de rendija estrecha, por lo que la información se refiere sólo a las regiones emisoras, no a la galaxia en conjunto (Kennicutt 1992). Aún así la información

espacial está presente en la dirección espacial en forma de los perfiles de emisión. Comprobaremos que estas categorías definidas según el espectro van a tener una confirmación en magnitudes físicas como la extinción, la magnitud absoluta y los índices de color. Se observará que las propiedades físicas van variando de manera gradual de unas categorías a otras.

De las categorías utilizadas por Salzer *et al.* (1989) se decidió prescindir de las denominadas *galaxias irregulares magallánicas*, *galaxias irregulares gigantes y pares en interacción* debido a que no son categorías de naturaleza espectroscópica. Puede haber por ejemplo dos galaxias en interacción entre sí, y tener cada una un espectro completamente diferente. El resto de tipos espectroscópicos se mantuvieron sin variar el nombre por aclarar el trabajo de comparación. A continuación sigue una breve descripción de los tipos de galaxias que se han considerado y de los parámetros observacionales que se han utilizado para incluir a una galaxia UCM en una u otra categoría a partir de sus espectros. Sólo en casos muy concretos y para aclarar alguna duda se hizo uso de información no espectroscópica tomada de la literatura.

Galaxias sin emisión o estrellas

Comprende todos aquellos candidatos que fueron observados espectroscópicamente por haber presentado una posible línea en la placa prisma objetivo pero que luego su espectro ha resultado no tener ningún tipo de emisión. La mayor parte son estrellas que por error se consideraron como candidatos pero hay algunas galaxias cuyo espectro está privado de líneas de emisión. Se obtuvieron cuarenta y tres galaxias que no presentaron emisión y veintinueve candidatos que resultaron ser estrellas. En total los objetos sin emisión, suman 70 pues a los anteriores hay que restarles la nebulosa planetaria y la estrella simbiótica. Esto supone el 26% del total. Las causas posibles de estas identificaciones erróneas son muy variadas (ver capítulo 9), en parte debido a que la inspección de las placas se hizo visualmente. Esta selección subjetiva y otros factores imprevisibles influyen en que un objeto sea o no seleccionado. El factor fundamental para tantos candidatos no confirmados hay que atribuirlo a un interés especial en no dejar sin considerar ningún posible candidato. Esta voluntad fue la que llevó a que se incluyeran un número de objetos dudosos.

Seyfert 1

El espectro de estas galaxias está dominado por una alta ionización de manera que si el espectro es de relación señal-ruido suficiente se detectan líneas de emisión de elementos en elevados estados de ionización. La luminosidad $H\alpha$ es siempre mayor que $10^8 L_{\odot}$. Se observa también la presencia de componentes anchas en las líneas de Balmer. En algunos casos las líneas permitidas presentan FWHM de más de 5000 km s^{-1} , mientras las prohibidas no superan los 1000 km s^{-1} . En la lista UCM el objeto más representativo es UCM2329+2500.

Seyfert 2

Se caracterizan por líneas de emisión especialmente intensas pero son ciertos cocientes de líneas los que revelan este tipo de galaxias. La línea de [OIII] $\lambda 5007$ es mucho más brillante que la línea de $H\beta$. Generalmente $[OIII]/H\beta \geq 3$. La línea de [NII] $\lambda 6584$ también es mucho más intensa que en las galaxias tipo HII. En las Seyfert 2 es del orden de $H\alpha$, a veces bastante mayor. Presentan un núcleo dominante con líneas tanto permitidas como prohibidas con FWHM parecidas. Por último salvo casos excepcionales, son galaxias luminosas por lo que su luminosidad $H\alpha$ es siempre mayor que $10^8 L_{\odot}$. Suelen estar presentes líneas de emisión de elementos de elevados estados de ionización. Un ejemplo lo tenemos en UCM2303+1702.

LINER

Espectroscópicamente se trata de galaxias con espectro formado por un continuo con líneas de absorción importantes al que se superponen una serie de líneas de emisión de baja ionización. La línea [OII] $\lambda 3727$ es del orden o mayor que [OIII] $\lambda 5007$. La línea [OI] $\lambda 6300$ es especialmente intensa y [NII] $\lambda 6584$ es del orden de $H\alpha$. Tanto esta categoría como las dos anteriores son galaxias que se deberían clasificar dentro del grupo de las galaxias activas.

SBN

Esta categoría toma su nombre del inglés *StarBurst Nuclei*. Se trata de una galaxia espiral que alberga un núcleo en el que se observan las líneas de emisión. Este núcleo es el que predomina en el espectro de prisma objetivo. Las líneas de absorción son

frecuentes y presentan unas extinciones muy fuertes por lo que todas las líneas en el azul de aparecer, lo hacen de manera muy débil. Las líneas de OIII, de observarse, son más débiles que $H\beta$. La línea más prominente es siempre $H\alpha$ mientras que las de NII se presentan bastante más débiles respecto a $H\alpha$. A veces se da el caso de que se observan regiones HII en las zonas exteriores de la galaxia, éstas ya con menos extinción. Es el caso de UCM2307+2118 o UCM2312+2204. Su luminosidad $H\alpha$ es siempre mayor que $10^8 L_{\odot}$. Han resultado ser, con mucho, las más frecuentes en la muestra UCM.

DANS

Esta clase introducida por Salzer *et al.* 1989 se refiere a los SBN de pequeño tamaño (del inglés *Dwarf Amorphous Nuclear StarBurst*). Contiene aquellas galaxias que presentan un fenómeno de tipo SBN pero a una escala más pequeña. Espectroscópicamente son indistinguibles de éstos, pero sus luminosidades $H\alpha$ nunca sobrepasan los $5 \cdot 10^7 L_{\odot}$. Como ejemplos podemos citar UCM0141+2220 o UCM2256+2002.

HHH

Categoría tomada (del inglés *HII Hot*) también de Salzer *et al.* (1989), en este trabajo se le ha dado una dimensión diferente. Engloba todas aquellas galaxias con un fenómeno de formación estelar que domina el espectro de la galaxia y con líneas de emisión en el azul intensas. En luminosidad $H\alpha$, son parecidas no a los DANS sino a los SBN, sobrepasando los $10^8 L_{\odot}$. Espectroscópicamente presentan líneas de emisión intensas tanto en el azul como en el rojo. Se cumple que $[OIII] \lambda 5007 \geq H\beta$ y $H\alpha \gg [NII] \lambda 6584$. Un buen ejemplo lo tenemos en UCM0150+2032.

DHHH

Se trata de aquellos objetos que se deberían incluir en la categoría anterior pero presentan luminosidades menores a $5 \cdot 10^7 L_{\odot}$. De ahí la D por enana (del inglés *Dwarf*). Su espectro está dominado por las estrellas jóvenes y masivas que se han producido en un brote de formación estelar violenta que es el que domina el espectro.

SS

Los objetos de menor luminosidad y mayor excitación han recibido el mismo nombre que les dan Salzer *et al.* (1989). El acrónimo SS se refiere a Sargent y Searle que en 1970, descubrieron lo que ellos llamaban regiones HII extragalácticas aisladas. Su aspecto es siempre compacto y sin resolver. Se sitúan a poca distancia, con luminosidades $H\alpha$ menores a $5 \cdot 10^7 L_{\odot}$. Todas las líneas de emisión típicas de condiciones físicas de alta excitación como la serie de Balmer completa, [OIII] $\lambda 4363$, o las líneas de Helio están presentes. Las anchuras equivalentes son de varios cientos de Å. El espectro presenta cocientes [OIII] $\lambda 5007/H\beta$ altos, líneas [NII] $\lambda\lambda 6548, 6584$ débiles o ausentes, y a menudo [OII] $\lambda 3727$ débil. Las temperaturas electrónicas calculadas sobrepasan los 10^4 K. Esta clase espectroscópica se corresponde con objetos débiles que se hacen visibles sólo por albergar un brote de formación estelar que abarca todo el objeto y que domina por completo el espectro. Una buena parte de las galaxias compactas azules presentan este tipo de espectro. El objeto SS más representativo presente en la muestra UCM es UCM1612+1309.

Otros

Se recogen aquí cuatro objetos que no se pudo clasificar bajo ninguna de las categorías anteriores. UCM1304+2848 se trata de una galaxia con emisión del que se pudo obtener el desplazamiento al rojo, pero el único espectro de que se dispone es de extremadamente baja calidad por lo que esta galaxia se dejó sin clasificar. UCM1257+2754 es una nebulosa planetaria que presenta unas líneas de emisión muy intensas y UCM2307+2118 es una estrella simbiótica con líneas de Hidrógeno y de Helio en emisión. Debemos citar por último la galaxia UCM1304+2907, de la que no se pudo obtener un espectro a lo largo de las varias campañas que se intentó, pero de la que se conoce que es una irregular en interacción de varios kiloparsec de tamaño con varias condensaciones. También recibe el nombre de VV841.

Salzer *et al.* (1989) utilizan otras categorías, basándose en aspectos morfológicos secundarios u otras consideraciones que no resultaron ser relevantes para la muestra UCM. Con el ánimo de mantener la información espectroscópica como la fundamental en este trabajo, todos los objetos UCM han sido clasificados como pertenecientes a alguna de las categorías relacionadas más arriba. En la tabla 5.1 se ofrecen para cada UCM su denominación, su identificación en las placas de prisma

objetivo, su desplazamiento al rojo y su error asociado, la anchura equivalente del sistema $H\alpha+[NII]$, la luminosidad $H\alpha$, el exceso de color, los índices de color $b-v$ y $v-r$ sintetizados y por último una columna en la que se ofrece el tipo espectroscópico bajo el que se ha clasificado cada galaxia.

5.2 Algunos casos interesantes

Tanto la información dada en las tablas como la ficha de cada objeto proporcionan datos suficientes como para dejar claras las características de las galaxias que forman parte de la muestra UCM. En este trabajo solo dedicaremos una atención especial a aquellos candidatos que bien por su espectro, su morfología u otras características resulten de un interés especial. En este apartado haremos un pequeño estudio de estos objetos especialmente interesantes.

5.2.1 Seyfert 1

Un total de cinco galaxias Seyfert 1 y nueve galaxias Seyfert 2 fueron descubiertas en la muestra UCM. Esto corresponde a un 5% del total. Como se comprueba a través de estos comentarios detallados, muy pocas galaxias Sy 1 o Sy 2 han sido descubiertas por la exploración UCM, ya que normalmente son galaxias muy luminosas y que por lo tanto han sido detectadas ya con anterioridad por otras exploraciones. Las exploraciones de la Universidad de Michigan y de Markarian presentan un 11% (Salzer *et al.* 1989), valor más cercano a lo comunmente admitido. Las galaxias Seyfert 1 son:

UCM0003+1955

Esta UCM es una galaxia también hallada por Markarian y denominada Mk335. Está contemplada en varios catálogos y exploraciones de entre los que destacan el RC3, KUG e IRAS PSC, siendo también una fuente en rayos X conocida. Es una galaxia extremadamente luminosa con una $L_{H\alpha}$ de más de $10^{10} L_{\odot}$ y un espectro típico de radiogalaxia con núcleo Seyfert 1.

UCM	N. placa	z	Δz	EW (Å) H α + [NII]	$L_{H\alpha}$ ($10^8 L_{\odot}$)	E_{B-V}	b-v	v-r	Tipo
UCM0000+2140	197#06	0.02170	0.0003	154		1.024	0.10	0.42	HIH
UCM0001+2024	210#17								ESTRELLA
UCM0003+1955	210#36	0.02560	0.0001	379			-0.41	0.17	Sy 1
UCM0003+2200	197#17	0.02450	0.0002	50	0.33	0.867	0.22	0.28	DANS
UCM0003+2215	197#23	0.02230	0.0002	36		1.008	0.48	0.71	SBN
UCM0005+1802	210#37	0.01870	0.0001	19		1.244	0.63	0.59	SBN
UCM0006+2332	197#18	0.01510	0.0001	67		0.644	0.04	0.19	HIH
UCM0009+2024	210#16								sin emisión
UCM0012+2109	210#11								sin emisión
UCM0013+1944	210#23	0.02720	0.0003	142	0.86	0.276	-0.06	0.09	HIH
UCM0014+1829	210#33	0.01820	0.0001	147	0.56	1.473	-0.07		HIH
UCM0014+1748	210#32	0.01820	0.0001	135	2.95	0.806	0.54	0.03	SBN
UCM0015+2212	210#09	0.01990	0.0008	150	1.01	0.215	0.15	0.72	HIH
UCM0017+1942	210#24	0.02589	0.0005	65	1.01	0.778	-0.01	0.04	HIH
UCM0017+2148	210#06	0.01890	0.0001	97		0.575			SBN
UCM0018+2216	210#04	0.01690	0.0001	17	0.08	0.136		-0.20	DANS
UCM0018+2218	210#03	0.02200	0.0001	14			0.67	0.84	SBN
UCM0019+2201	210#05	0.01910	0.0004	45	0.32	0.438	0.32	0.41	DANS
UCM0009+2045	210#15								sin emisión
UCM0022+2049	210#01	0.01850	0.0002	106	1.83	0.901	0.62	0.10	HIH
UCM0023+1908	210#34	0.02510	0.0001	157		0.409	0.02	0.09	HIH
UCM0034+2120	198#05	0.03150	0.0004	24		0.684	0.32	0.46	SBN
UCM0036+2007	198#02								sin emisión
UCM0037+2226	198#07	0.01959	0.0001	57		0.615	0.15	0.22	SBN
UCM0038+0235	195#07								sin emisión
UCM0038+2259	198#09						0.35	0.32	SBN
UCM0038+2302	198#10								ESTRELLA
UCM0039+0054	195#10	0.01910	0.0001	22			0.17	0.31	SBN
UCM0040+0257	195#08	0.03670	0.0001	196	1.46	0.225	0.29	0.09	SBN
UCM0040+2312	198#30	0.02442	0.0001	26			0.46	0.61	SBN
UCM0040+0220	195#22	0.01730	0.0002	97	0.25	0.378	0.04	0.26	DANS
UCM0040-0023	195#13	0.01420	0.0001	15			0.32	0.41	LINER
UCM0041+0135	195#06	0.01690	0.0001	13			-0.17	-0.07	SBN
UCM0043+0245	195#23	0.01800	0.0003	38		0.950	0.28	0.13	HIH
UCM0043+2440	198#11								sin emisión
UCM0043-0159	195#05	0.01610	0.0001	86			0.36	0.12	SBN
UCM0044+2246	198#13	0.02530	0.0001	44	1.07	1.384	0.65	0.69	SBN
UCM0045+2256	198#12								sin emisión
UCM0045-0157	195#25								sin emisión
UCM0045+2206	198#14	0.01940	0.0003	99		0.493	-0.11	0.10	HIH
UCM0047+2051	198#15	0.05770	0.0005	109	4.38	0.598	0.13	0.55	SBN
UCM0047+2413	198#19	0.03368	0.0001	133	5.95	0.497	0.16	0.35	SBN
UCM0047-0213	195#04	0.01440	0.0002	48	0.38	0.857	0.11	0.22	DHIH
UCM0047+2414	198#20	0.03379	0.0001	112		0.592	0.06	0.35	SBN
UCM0049-0006	195#27	0.03770	0.0001	349	0.63	0.006	-0.36	0.20	SS
UCM0049+0017	195#03	0.01400	0.0002	340	0.42	0.038	-0.21		DHIH
UCM0049-0045	195#30	0.00490	0.0001	37		0.631	0.05	-0.10	HIH
UCM0049+0013	195#28								sin emisión

Tabla 5.1: Categoría y otros datos espectroscópicos de las galaxias de la muestra UCM.

UCM	N. placa	z	Δz	EW (Å) H α + [NII]	$L_{H\alpha}$ ($10^8 L_{\odot}$)	E_{B-V}	b-v	v-r	Tipo
UCM0050+0005	195#02	0.03460	0.0001	110	2.06	0.519	-0.17	0.20	IIIIH
UCM0050+2114	198#17	0.02450	0.0003	111	2.76	0.813	0.09	0.30	SBN
UCM0051+2430	198#21	0.01730	0.0001	67		1.040	0.62	0.59	SBN
UCM0053+2352	198#22								sin emisión
UCM0053-0049	195#32	0.02610	0.0001	2			0.12	0.09	sin emisión ?
UCM0054-0133	195#16	0.05120	0.0001	22			0.43	0.33	SBN
UCM0054+2337	198#23	0.01640	0.0004	71		0.667	0.09	0.10	IIIIH
UCM0056+0044	195#33	0.01830	0.0001	420	0.76	0.079	-0.32	-0.04	IIIIH
UCM0056+0043	195#01	0.01890	0.0003	61	0.26	0.331	-0.01	0.08	DHIIIH
UCM0119+2156	208#01	0.05830	0.0002	16	1.21		0.87	0.55	Sy 2
UCM0121+2137	208#02	0.03389	0.0001	87	2.12	0.703	0.12	0.26	SBN
UCM0129+2109	208#12	0.03440	0.0005	32			-0.01	0.71	LINER
UCM0130+2505	208#04								sin emisión
UCM0134+2258	208#06	0.03530	0.0001	43		0.892	0.53	0.59	SBN
UCM0135+2242	208#09	0.03630	0.0005	60	0.96	0.976	0.64		DANS
UCM0138+2016	206#01								sin emisión
UCM0138+2047	206#02								ESTRELLA
UCM0138+2216	206#04	0.05910	0.0001	15		1.086	0.84	0.43	sin emisión
UCM0139+2226	201#03	0.04436	0.0001	4			0.95	0.69	sin emisión ?
UCM0141+2220	201#05	0.01740	0.0002	48	0.25	0.742	0.17	0.33	DANS
UCM0142+2137	206#25	0.03503	0.0001	61	5.03	0.537			Sy 2
UCM0142+2137	201#07	0.03503	0.0002	61	5.03	0.537	0.61	0.70	Sy 2
UCM0142+2441	201#18								sin emisión
UCM0145+2519	206#28	0.04086	0.0001	38	2.54	1.033	0.30	0.58	SBN
UCM0147+2309	206#10	0.01960	0.0001	115	0.63	0.374	0.03		DHIIIH
UCM0148+2124	206#06	0.01690	0.0001	150	0.37	0.174	0.16	-0.54	SS DHIIIH
UCM0150+2032	206#12	0.03230	0.0001	400	3.02	0.085	-0.32	-0.17	IIIIH
UCM0150+2056	206#15								sin emisión
UCM0152+2039	206#13								sin emisión
UCM0155+2507	201#20	0.01642	0.0001						sin emisión
UCM0155+2223	206#16	0.02110	0.0005	74	0.39				DANS
UCM0156+2410	206#34	0.01300	0.0001	48	0.40				DANS
UCM0156+2410	201#24	0.01340	0.0002	48	0.42	0.702	0.03		DANS
UCM0157+2324	201#27	0.01640	0.0001						sin emisión
UCM0157+2413	201#23	0.01770	0.0004	52	1.82	0.725	0.54	0.81	Sy 2
UCM0157+2102	206#38	0.01017	0.0002	67	0.38	0.474	-0.17	0.08	IIIIH
UCM0158+2354	206#20	0.01700	0.0001	74	0.25	0.565	0.63	-0.28	IIIIH
UCM0159+2327	206#19	0.01780	0.0001	40	0.53		0.47	0.42	DANS
UCM1246+2727	228#44	0.02003	0.0003	78		0.775	-0.14	-0.11	IIIIH
UCM1247+2701	228#43	0.02420	0.0005	31	0.24	0.515			DANS
UCM1248+2911	228#22	0.02153	0.0001	43		0.715	0.12	0.17	SBN
UCM1253+2926	228#42								sin emisión
UCM1253+2756	228#30	0.01654	0.0001	155	1.13		-0.10	-0.29	IIIIH
UCM1254+2932	228#41								sin emisión
UCM1254+2741	228#46								sin emisión
UCM1254+2853	228#15								sin emisión
UCM1254+2802	228#45	0.02530	0.0001	16	0.17		0.33	0.28	DANS
UCM1254+2740	228#03	0.01637	0.0001	57	0.31	0.645	0.21	0.28	SBN
UCM1255+2819	228#18	0.02722	0.0002	63	1.47	0.651		0.05	SBN

Tabla 5.1: Categoría y otros datos espectroscópicos de las galaxias de la muestra UCM.

UCM	N. placa	z	Δz	EW (Å) H α + [NII]	$L_{H\alpha}$ ($10^8 L_{\odot}$)	E_{B-V}	b-v	v-r	Tipo
UCM1255+2734	228#23	0.02489	0.0003	121	0.90	0.715	0.32	0.34	SBN
UCM1255+3125	228#29	0.02517	0.0003	74	1.38	0.409	0.29	0.42	HIH
UCM1256+2717	228#25	0.02730	0.0002	68		0.447	0.02	0.08	DHIIH
UCM1256+2732	228#24	0.02456	0.0003	114	1.44		-0.06	0.10	SBN
UCM1256+2702	228#27	0.02470	0.0001	94	0.52	0.220		-0.45	HIH
UCM1256+2910	228#37	0.02510	0.0002				0.53	0.44	SBN
UCM1256+2823	228#17	0.03152	0.0004	109	2.97	0.644	-0.04	0.28	SBN
UCM1256+2754	228#21	0.01851	0.0004	66	0.94	0.645	0.50	0.10	SBN
UCM1256+2722	228#26	0.02770	0.0001	37	0.35	0.928	0.39	0.64	DANS
UCM1257+2754	228#28								Nebulosa
UCM1257+2825	228#16								sin emisión
UCM1257+2808	228#31	0.01709	0.0002	42	0.26	1.344	0.07	0.24	SBN
UCM1258+2754	228#20	0.02492	0.0001	129	1.68	1.020	-0.11	-0.25	SBN
UCM1259+2934	228#02	0.02357	0.0004	93	3.39	0.984		0.36	Sy 2
UCM1259+3011	228#32	0.03070	0.0002	34	0.75	0.682		0.01	SBN
UCM1259+2755	228#19	0.02396	0.0003	62	1.88	0.913	0.09	0.25	SBN
UCM1300+2907	228#38	0.02298	0.0001						HIH
UCM1300+3136	228#34								sin emisión
UCM1300+2959	228#01								sin emisión
UCM1301+2904	228#14	0.02682	0.0001	81	1.54	0.207		-0.31	HIH
UCM1302+2853	228#13	0.02370	0.0003	48	0.43	0.621	-0.05	0.01	DHIIH
UCM1302+3032	228#33	0.03328	0.0002	53		0.595	-0.11	0.12	HIH
UCM1303+2908	228#39	0.02598	0.0001	175	1.05			-0.31	HIH
UCM1304+2808	228#12	0.02046	0.0002	33	0.52	0.114		0.02	DANS
UCM1304+2830	228#40	0.02170	0.0002	40	0.05	0.372	0.20	0.09	DHIIH
UCM1304+2848	228#10	0.01587	0.0001						sin clasificar
UCM1304+2818	228#11	0.02431	0.0001	115	2.29	0.111	0.27	-0.09	SBN
UCM1306+3100	228#05								sin emisión
UCM1306+2938	228#08	0.02086	0.0001	133	2.06	0.501		-0.12	SBN
UCM1307+3111	228#04	0.01680	0.0005	81	0.53		0.29	0.01	DANS
UCM1307+2910	228#09	0.01869	0.0001	39	2.68	0.970	0.31	0.52	SBN
UCM1308+2958	228#06	0.02121	0.0001	26	0.64	1.313	0.28	0.40	SBN
UCM1308+2950	228#07	0.02421	0.0001	59	2.98	1.381	0.66	0.85	SBN
UCM1309+2936	228#36								ESTRELLA
UCM1310+2737	232#09								sin emisión
UCM1310+3027	228#35	0.02340	0.0001	70	0.63		0.70	0.48	DANS
UCM1312+3039	232#01	0.02098	0.0001	81	1.51	0.474	0.42	0.16	SBN
UCM1312+2954	232#04	0.02300	0.0003	65	0.96	1.087	0.53	0.21	SBN
UCM1313+2938	232#03	0.03710	0.0001	353	4.15			-0.06	HIH
UCM1314+2827	232#08	0.02530	0.0003	65	0.80	0.749	0.07	0.03	SBN
UCM1320+2727	232#10	0.02470	0.0001	61	0.23	0.205		-0.31	DHIIH
UCM1321+2648	232#11								sin emisión
UCM1324+2926	232#07	0.01720	0.0001	251	0.36	0.022	0.19	0.07	SS
UCM1324+2650	232#12	0.02338	0.0004	101	3.31	0.628	-0.12	0.19	SBN
UCM1325+2955	232#05								ESTRELLA
UCM1330+3011	232#06								ESTRELLA
UCM1331+2901	232#13	0.03560	0.0002	464	0.53	0.013		0.05	SS
UCM1428+2727	234#15	0.01488	0.0002	131	1.52	0.150		-0.21	HIH
UCM1429+2645	234#17	0.03280	0.0001	96	0.55	0.105		-0.29	DHIIH

Tabla 5.1: Categoría y otros datos espectroscópicos de las galaxias de la muestra UCM.

UCM	N. placa	z	Δz	EW (Å) H α + [NII]	L _{Hα} (10 ⁸ L _⊙)	E _{B-v}	b-v	v-r	Tipo
UCM1430+2947	234#01	0.02900	0.0003	156	1.59	0.308	0.18	0.21	IIII
UCM1431+2854	234#11	0.02898	0.0001	24	0.78		0.46	0.17	SBN
UCM1431+2702	234#16	0.03840	0.0001	180	2.05	0.271	0.01	0.08	IIII
UCM1431+2947	234#02	0.02190	0.0001	136	0.21		0.07	-0.16	SS
UCM1431+2814	234#12	0.03200	0.0001	21	0.33		0.60	0.28	DANS
UCM1432+2645	234#18	0.03072	0.0002	47	2.09	0.914	0.14	0.28	SBN
UCM1439+2439	234#20								sin emisión
UCM1440+2521S	234#22	0.03140	0.0001	104	1.07	0.292	0.23	-0.02	SBN
UCM1440+2521N	234#21	0.03150	0.0001	100	1.54	0.773	0.66	0.09	SBN
UCM1440+2511	234#23	0.03330	0.0001	35	0.57	1.018	0.49	0.47	SBN
UCM1441+2918	234#04								sin emisión
UCM1442+2845	234#10	0.01099	0.0001	135	0.66	0.681	0.36	-0.01	SBN
UCM1443+2714	234#14	0.02938	0.0002	108	3.56	0.665	0.37	0.41	Sy 2
UCM1443+2844	234#09	0.02798	0.0005	75	2.00		0.29	0.15	SBN
UCM1443+2548	234#24	0.03510	0.0005	76	2.63	0.726	0.19	0.35	SBN
UCM1444+2923	234#05	0.02810	0.0002	29	0.37	0.785	0.36	0.16	DANS
UCM1445+2855	234#08								sin emisión
UCM1447+2535	234#19	0.03393	0.0001						sin emisión
UCM1449+2847	234#06	0.01600	0.0001						sin emisión
UCM1449+2844	234#07								sin emisión
UCM1451+2954	234#03								sin emisión
UCM1452+2754	234#13	0.03390	0.0002	41	1.03	0.733	0.45	0.36	SBN
UCM1506+1924	236#02	0.02050	0.0001	140	1.95	0.453	0.26	0.03	IIII
UCM1513+2012	236#01	0.03690	0.0001	150	6.18	0.540	0.21	0.36	SBN
UCM1536+2338	225#02								ESTRELLA
UCM1537+2506	225#01	0.02310	0.0001	200	5.35	0.225	0.05	0.17	IIII
UCM1557+1423	230#02	0.02750	0.0001	54	0.62	0.374		0.22	SBN
UCM1604+1642	230#01								sin emisión
UCM1608+1335	230#03								ESTRELLA
UCM1612+1309	230#04	0.01140	0.0002	550	0.15	0.031	-0.31	-0.22	SS
UCM1646+2725	231#01	0.03390	0.0002	225	0.50	0.288		-0.05	DHIII
UCM1647+2950	229#02	0.02898	0.0001	110	3.76	0.736	0.18	0.17	SBN
UCM1647+2950	231#03	0.03250	0.0001	110	4.73	0.736			SBN
UCM1647+2727	231#06	0.03690	0.0001	79	1.02	0.678	0.08	0.35	SBN
UCM1647+2729	229#10	0.03660	0.0002	59	2.06	0.895	0.15	0.41	SBN
UCM1648+2855	229#03	0.03078	0.0001	240	6.22	0.247	-0.13	-0.11	IIII
UCM1648+2855	231#04	0.03078	0.0001	240	6.22	0.247			IIII
UCM1651+2721	231#05								ESTRELLA
UCM1651+3017	231#02								sin emisión
UCM1653+2644	229#11	0.03453	0.0001	5			0.41	0.44	SBN
UCM1654+2812	229#07	0.03480	0.0002	70	0.33	0.313	0.28	0.25	DHIII
UCM1655+2755	229#08	0.03380	0.0001	81	4.37	0.583	0.59	0.73	Sy 2
UCM1656+2845	229#06								IIII
UCM1656+2744	229#01	0.03300	0.0002	108	1.01	0.578	0.13	0.38	SBN
UCM1657+2900	229#05	0.03170	0.0001	80	0.68	0.561			DANS
UCM1659+2928	229#04	0.03690	0.0004	217	8.80	0.528	0.25	0.40	Sy 1
UCM1701+3131	229#09	0.03270	0.0001	121	6.50	1.904	0.10	0.36	Sy 2
UCM2238+2308	200#03	0.02383	0.0002	69	3.11	1.051	0.14	0.33	SBN
UCM2239+2402	200#02						0.26	0.15	ESTRELLA

Tabla 5.1: Categoría y otros datos espectroscópicos de las galaxias de la muestra UCM.

UCM	N. placa	z	Δz	EW (Å) H α + [NII]	L _{Hα} (10 ⁸ L _⊙)	E _{B-V}	b-v	v-r	Tipo
UCM2239+1959	200#04	0.02420	0.0003	253	8.45	0.537	-0.01	0.23	HIH
UCM2241+2431	200#01	0.01800	0.0001						sin emisión
UCM2244+2049	200#06								sin emisión
UCM2249+2149	200#07	0.04620	0.0001	4	0.32		0.64	0.61	SBN
UCM2250+2427	200#08	0.04211	0.0003	200	12.08	0.773	-0.19	0.10	SBN
UCM2251+2352	200#09	0.02670	0.0001	84	0.97	0.184	-0.01		DANS
UCM2251+2405	200#10								ESTRELLA
UCM2253+2219	200#12	0.02420	0.0002	86	1.07	0.537	0.05		SBN
UCM2253+2453	200#11								ESTRELLA
UCM2255+1930S	205#01	0.01894	0.0001	61	0.47	0.493	0.08	0.17	SBN
UCM2255+1930N	205#02	0.01894	0.0001	97	1.42	0.699	0.31	0.38	SBN
UCM2255+1926	205#03	0.01930	0.0001	37	0.16	0.366	-0.07	-0.10	DHIII
UCM2255+1654	205#10	0.03880	0.0001	40	1.39	1.473	0.52		SBN
UCM2256+2002	205#52	0.02420	0.0002	18	0.51		0.64	0.35	DANS
UCM2257+2438	200#13	0.03450	0.0001	365	4.67	0.540	0.03	0.26	Sy 1
UCM2257+1606	205#60	0.03230	0.0001	32		0.807	0.33	0.42	SBN
UCM2258+1920	205#12	0.02200	0.0003	190	1.75	0.348	0.70	0.11	DANS
UCM2300+2014	205#30	0.03460	0.0001	159	3.17	0.326	0.41	0.46	SBN
UCM2302+2053W	205#31	0.03280	0.0001	260	1.32	0.457	0.46	0.47	SBN
UCM2302+2053E	205#32	0.03280	0.0001	36	1.68	1.301	0.02	0.31	HIH
UCM2303+1856	205#26	0.02760	0.0003	79	2.41	1.199	0.43	0.53	SBN
UCM2303+1702	205#17	0.04211	0.0001	185	3.09	0.416	0.18		Sy 2
UCM2304+1640	205#19	0.01790	0.0001	155	0.20	0.333	-0.16	-0.05	SS
UCM2305+1621	205#20	0.03840	0.0001	63	2.04	0.397	0.40		DANS
UCM2306+1703	205#22								sin emisión
UCM2306+1947	205#34	0.02710	0.0001	45	0.64	0.453	0.25		DANS
UCM2307+2118	205#33			75				0.92	Estrella emisión
UCM2310+1800	205#35	0.03630	0.0001	63	1.46	0.904	0.62	0.62	SBN
UCM2312+2204	194#01	0.03270	0.0001	63	1.35	0.864	0.32	0.24	SBN
UCM2312+2500	194#76	0.02662	0.0001						sin emisión
UCM2313+1842	205#46	0.03000	0.0001	82	0.72	0.914	0.63		SBN
UCM2313+2516	194#77	0.02730	0.0005	48	4.19	1.437	0.54	0.42	SBN
UCM2315+1923	205#51	0.03850	0.0001	190	1.49	0.495	0.57	0.65	HIH
UCM2315+1658	205#36								ESTRELLA
UCM2316+2457	194#12	0.02770	0.0002	50	5.15	1.626	0.19	0.33	SBN
UCM2316+2459	194#13	0.02740	0.0002	52	1.26	0.894	0.36	0.31	SBN
UCM2316+2028	194#16	0.02630	0.0004	99	0.49	0.755			DANS
UCM2317+2356	194#14	0.03340	0.0002	29	5.59		0.26	0.30	LINER
UCM2319+2234	194#26	0.03640	0.0003	108	1.91	0.588	0.21	0.41	SBN
UCM2319+2243	194#65	0.03130	0.0001	33	1.34		0.39	0.20	SBN
UCM2320+2036	194#24								ESTRELLA
UCM2320+2428	194#66	0.03280	0.0001	7	0.42		0.63	0.47	DANS
UCM2321+2149	194#30	0.03740	0.0004	68	1.37	0.559	0.08	0.21	DANS
UCM2321+2506	194#28	0.03310	0.0001	60	1.65		0.14	0.13	SBN
UCM2322+2204	194#32								ESTRELLA
UCM2322+2218	194#33	0.02580	0.0001	43	0.24	0.676	0.48	0.34	SBN
UCM2323+2047	194#70								ESTRELLA

Tabla 5.1: Categoría y otros datos espectroscópicos de las galaxias de la muestra UCM.

UCM	N. placa	z	Δz	EW (\AA) H α + [NII]	L _{Hα} ($10^8 L_{\odot}$)	E _{B-V}	b-v	v-r	Tipo
UCM2323+2252	194#37								ESTRELLA
UCM2324+2448	194#67	0.01230	0.0003	10	0.40	1.300	0.50	0.43	SBN
UCM2325+2318	194#38	0.01220	0.0004	101	3.18		-0.29	-0.33	HIH
UCM2325+2208	194#40	0.01300	0.0002	237	15.73	1.105	0.39	0.31	SBN
UCM2326+2435	194#42	0.01740	0.0001	224	0.83	0.278	-0.04	0.12	DHIIH
UCM2327+2154	194#49								ESTRELLA
UCM2327+2515	194#45	0.02060	0.0001	289	5.10	0.474	-0.15	0.03	HIH
UCM2327+1956	194#54								ESTRELLA
UCM2328+2109	194#71								sin emisión
UCM2329+2447	194#47								ESTRELLA
UCM2329+2427	194#69	0.02000	0.0005	17	0.30		0.66	0.51	DANS
UCM2329+2500	194#68	0.03050	0.0001	230	5.00	0.588	0.51	0.33	Sy 1
UCM2329+2511	194#46	0.01330	0.0004	60	0.13	0.453	0.06	0.04	DHIIH
UCM2331+2214	194#60	0.03520	0.0002	79	0.81	0.228	0.34	0.27	SBN
UCM2333+2248	194#64	0.03990	0.0002	201	2.52	0.383		0.24	HIH
UCM2333+2241	194#75								sin emisión
UCM2333+2359	194#63	0.03950	0.0001	111	2.42	0.197		0.14	Sy 1
UCM2334+2134	194#59								ESTRELLA
UCM2344+2157	197#01								ESTRELLA
UCM2346+2011	197#02								sin emisión
UCM2348+2407	197#13	0.03590	0.0002	72	0.89	0.517	0.07	0.42	SBN
UCM2351+2321	197#12	0.02730	0.0002	117	0.73				HIH
UCM2352+2040	197#03								sin emisión
UCM2352+2230	197#11								ESTRELLA
UCM2353+2027	197#04								ESTRELLA
UCM2354+2232	197#10								ESTRELLA
UCM2357+2440	197#14								ESTRELLA
UCM2357+2241	197#07								ESTRELLA
UCM2358+2327	197#09								sin emisión

Tabla 5.1: Categoría y otros datos espectroscópicos de las galaxias de la muestra UCM.

UCM1659+2928

Otra galaxia Seyfert conocida. Este objeto, también Mk504 y presente en el RC3 es una galaxia muy luminosa con núcleo Sy 1.

UCM2257+2438

Es una galaxia no conocida previamente, de tipo Sa y con un núcleo Sy 1. Su espectro en el óptico presenta líneas prohibidas estrechas correspondientes a elementos de altos grados de ionización y líneas permitidas anormalmente estrechas. Esta peculiaridad dió lugar a un trabajo independiente (Zamorano *et al.* 1992) en el que se detectan asimetrías hacia el azul en las líneas de OIII y se ofrecen imágenes de baja resolución espacial en las cuatro bandas IRAS en las que se hace patente la localización de la radiación no térmica en el núcleo de la galaxia. La presencia de una región de líneas estrechas extendida ENLR (del inglés *Extended Narrow Line Region*) queda sugerida.

UCM2329+2500

No es un objeto que fuese previamente conocido, pero es extremadamente peculiar. Se le realizó un seguimiento espectroscópico que incluye un total de cinco espectros tomados en diferentes épocas. De los resultados se generó otro estudio independiente (Gallego *et al.* 1994). Se detectó una variabilidad marginal en una componente descentrada de la línea H β . Las líneas de Balmer aparecen con dos picos, todo ello atribuible a un disco de acreción relativista. Por otro lado la morfología del objeto es complicada. Un núcleo Sy 1 rodeado por un anillo casi circular situado a 8 kpc del mismo. Se ha detectado emisión de varias zonas del anillo, si bien su contribución al total de la galaxia tanto en el óptico como en el infrarrojo es despreciable. Un proceso de fusión de dos galaxias parece ser el más plausible como origen de este sistema. Se están llevado a cabo estudios espectroscópicos más detallados tanto espacial como espectralmente.

UCM2333+2359

Como última galaxia Sy 1 nos queda UCM2333+2359, tampoco conocida en los trabajos previos a la exploración UCM. Su naturaleza es muy parecida a UCM2329+-

2500, si bien no se ha llevado a cabo un estudio tan extenso como para la anterior. Las componentes anchas de las líneas de Balmer son claramente visibles y dominan el espectro junto con otras líneas de elementos en un alto grado de ionización. Su aspecto es puntual y su luminosidad $H\alpha$ es un poco baja ($2.42 \cdot 10^8 L_{\odot}$) para lo que se debería esperar de un objeto de este tipo. Análisis posteriores podrían revelar un objeto muy interesante.

5.2.2 Seyfert 2

Con respecto a las galaxias Seyfert 2 presentes en la muestra UCM y de las cuales se poseen datos espectroscópicos se proporciona a continuación un resumen de sus principales características:

UCM0119+2156

La observación de esta galaxia corresponde a la campaña de Julio del 94. Se pueden apreciar las líneas de [OIII] $\lambda 5007$ y [NII] $\lambda 6584$ intensas. A pesar de observarse una línea de OIII intensa, no hay trazas de la línea $H\beta$. Este cociente [OIII] $\lambda 5007/H\beta$ necesariamente grande y [NII] $\lambda 6584/H\alpha = 1.63$ (salvo que se especifique lo contrario estos cocientes se referirán de aquí en adelante como [OIII]/ $H\beta$ y [NII]/ $H\alpha$) posicionan esta galaxia como una Seyfert 2. Su alta luminosidad $H\alpha$ ($1.2 \cdot 10^8 L_{\odot}$), confirma la clasificación.

UCM0142+2137

Se trata de IC1725. De nuevo una galaxia para la que los cocientes de líneas son concluyentes. [OIII]/ $H\beta = 14.1$, [NII]/ $H\alpha = 1.0$ y [OI] $\lambda 6300/H\alpha = 0.15$ añadidos a una luminosidad $H\alpha$ de más de $10^8 L_{\odot}$ la clasifican como una Seyfert 2 estándar.

UCM0157+2413

También conocida como UGC01479. Es una galaxia cercana muy extensa (50 segundos de arco) y difusa. Presenta una pequeña región HII externa pero el núcleo tiene cocientes de flujos de líneas y luminosidad de una Seyfert 2.

UCM1259+2934

Se trata de la componente B de la galaxia NGC4922. Véron-Cetty & Véron (1989) ya la clasificaron como Sy 2.

UCM1443+2714

Los perfiles de las líneas de Balmer de esta galaxia sugieren diversas clasificaciones posibles. Conocida como fuente IRAS intensa, de Grijp *et al.* 1992 la clasifican como Seyfert 2. Sin embargo la espectroscopía por ellos realizada es de resolución moderada y posiblemente no les permitió apreciar unas anchas pero débiles alas en las líneas $H\beta$ y $H\alpha$. Si seguimos el criterio de clasificación ofrecido por Osterbrock (1989) esta galaxia debería clasificarse como Seyfert 1.8 debido a que presenta componentes estrechas intensas superpuestas a una débil pero aún visible componente ancha tanto en $H\alpha$ como en $H\beta$.

UCM1655+2755

Corresponde a NGC6264. Es una galaxia con un núcleo Seyfert 2 muy intenso, si bien la emisión es extendida. Los valores de los cocientes de los flujos de líneas son de Sy 2 sin lugar a ninguna duda.

UCM1701+3131

Corresponde a UGC10675 o Mk700. Se trata de un caso algo peculiar en el que se observa una extinción muy grande. La región en el azul no presenta más que líneas muy débiles, siendo la zona de $H\alpha$ la que certifica la naturaleza Seyfert. El núcleo domina por completo en esta galaxia. Debido a que $[NII] \lambda 6584$ y $H\alpha$ aparecen parcialmente superpuestas es más fiable el cociente $[OI] \lambda 6300/H\alpha = 0.16$, de Seyfert 2 típica.

UCM2303+1702

Esta galaxia se trata de una Seyfert 2 que no era conocida antes del trabajo de la exploración UCM y que se ha revelado lo suficientemente interesante como para generar un estudio dedicado sólo a ella y que se encuentra en Rego *et al.* (1994). El espectro en el óptico presenta una asimetría hacia el azul en la mayor parte de las

líneas de emisión. Las líneas de OIII presentan una FWHM de 800 km s^{-1} , lo cual es un valor anormalmente grande observado solamente en número escaso de objetos. El núcleo Seyfert está albergado por una espiral Sbc-Sc⁺ en la que los cocientes de líneas presentan en la dirección radial una evolución desde Seyfert puro a espectro de región HII normal.

5.2.3 Candidatos a LINER

Observacionalmente un LINER se define como una galaxia que presenta en su espectro líneas de emisión de baja ionización con [OI] $\lambda 6300$, [NII] $\lambda\lambda 6548, 6584$ y [SII] $\lambda\lambda 6716, 6731$ más intensas que las de una región HII o un SBN normal. En la muestra UCM se presentan como candidatos sólo tres galaxias:

UCM0040-0023

Se trata de NGC0237, objeto del que sólo se dispone un espectro de Noviembre del 93 de baja calidad. No se aprecian líneas de emisión salvo H α y [NII] $\lambda 6584$. La emisión se encuentra concentrada en el núcleo. Observaciones más detalladas son necesarias para confirmar su naturaleza.

UCM0129+2109

Esta galaxia (UGC01098) también presenta la emisión centrada en el núcleo. Su espectro es de baja ionización. Presenta líneas de [NII] $\lambda 6584$, [SII] $\lambda\lambda 6716, 6731$ y la línea de H α . Son los cocientes de [NII]/H α = 0.8 y ([SII] $\lambda 6716$ + $\lambda 6731$) / H α = 0.6 los que nos llevaron a clasificar este objeto como un LINER.

UCM2317+2356

Previamente conocida como NGC7620 y Mk321. El único espectro que se tiene de esta galaxia es de la campaña de Noviembre del 93 y es de poca calidad. Se presenta como un núcleo con emisión con una región HII externa. El núcleo presenta solo emisión en H α y [NII], con una extinción muy alta y sin trazas de [OIII] $\lambda 5007$ o H β . La presencia de algunas líneas de absorción apunta a un posible fenómeno LINER, si bien la última palabra vendrá dada por observaciones de mayor calidad.

5.2.4 Galaxias en interacción

Vamos a tratar en este apartado aquellos casos de galaxias UCM en las que se presentan dos o más componentes con indicios de interacción. Para confirmar que dos galaxias están en interacción se utilizaron los desplazamientos al rojo respectivos. También se buscó la existencia de una posible conexión luminosa entre los componentes.

UCM1440+2521N y UCM1440+2521S

Dos galaxias situadas a la misma distancia y con evidencias de interacción. Las dos presentan espectro de SBN, por lo que la formación estelar parece ya evolucionada. Los espectros son de Junio del 91 y tienen una calidad media.

UCM2255+1930N y UCM2255+1930S

Se trata de dos galaxias separadas por menos de un minuto, que no aparentan conexión física. Una está a $z=0.0203$ y la otra a $z=0.0198$. Ambas presentan espectro tipo SBN, con absorciones superpuestas a la emisión en $H\beta$. La diferencia en z se corresponde con una velocidad de 150 km s^{-1} por lo que lo más probable es que sean un sistema binario ligado, en el que la formación estelar se ha visto inducida por las fuerzas de marea del sistema.

UCM2325+2318

Galaxia que presenta tres componentes con líneas de emisión intensas. Un núcleo conectado con otro brote y un pequeño brote en el camino. El proceso de formación estelar es intenso pues la anchura equivalente de $H\alpha$ es de 440 \AA .

UCM2327+2515N y UCM2327+2515S

Dos galaxias en interacción situadas separadas en sentido Norte-Sur al Sur de una estrella brillante. Las dos presentan evidencias de interacción y espectro clasificado como HIII.

5.2.5 Galaxias con espectro de alta excitación

Esta sección incluye las galaxias con líneas de emisión intensas, que dominan el espectro en conjunto y con anchuras equivalentes importantes. Son los objetos con formación estelar más reciente y de mayor magnitud. Son candidatos a galaxias de baja metalicidad por lo que en el capítulo dedicado a abundancias se les someterá a un análisis más detallado. Algunos de ellos se han clasificado por su morfología como Compactas Azules (Vitores 1995).

UCM0049–0006

Galaxia de aspecto muy concentrado situada a una gran distancia (225 Mpc con $H_0=50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$). Presenta líneas de NII muy débiles y OIII muy intensas. La extinción observada es muy pequeña, con $E_{B-V}=0.006$. La ionización es tan intensa que se aprecian todas las líneas de la serie de Balmer. Este objeto ya se conocía como UM282.

UCM1304+2830

Galaxia de luminosidad extremadamente baja, presenta el espectro típico de un objeto que ha sufrido un brote de formación estelar que domina la emisión global pero que ya está evolucionado. En estos objetos las estrellas más jóvenes ya han abandonado la secuencia principal. Esto se traduce en anchuras equivalentes menores de las líneas de Balmer en emisión, una luminosidad menor y unas abundancias más altas. La debilidad del objeto no permite más detalles pues haría falta una observación más detallada.

UCM1324+2926

Luminosidad $H\alpha$ del orden de $10^7 L_{\odot}$, líneas de OII, OIII y Balmer intensas, $EW(H\alpha)$ de más de 150 \AA , son características todas de objetos con un brote de formación estelar intenso y baja metalicidad. UCM1324+2926 es un buen ejemplo, ya descubierto previamente por Wasilewski (Was70). Destacar que la luminosidad de estos objetos está dominada por el brote, lo que hace que sean muy azules y de aspecto puntual.

UCM1331+2901

Conocido previamente como Was74, este objeto de magnitud aparente m_r 18.5 es uno de los más débiles de la muestra. Presenta una anchura equivalente de $H\alpha$ de 464 Å. Buen candidato a baja metalicidad por lo que será analizado más adelante.

UCM1429+2645

Objeto no conocido con anterioridad, está clasificado como DIIIH. Presenta un índice de color $v-r$ muy azul ($v-r=-0.29$) y líneas de emisión intensas. De aspecto puntual, la emisión está muy concentrada.

UCM1612+1309

Se trata del objeto que menos metálico aparenta ser por lo que un análisis más detallado se hará más adelante. Su $z=0.0114$ le sitúa a 68 Mpc. Su aspecto es puntual por lo que solo estamos viendo el brote de formación estelar. Este es muy intenso y reciente, con $EW(H\alpha)=550$ Å y $EW(H\beta)=94$ Å. Se observan todo tipo de líneas de OII, OIII, HeI, HeII y otras especies típicas de alta ionización. Los índices de color son muy azules ($b-v=-0.31$ y $v-r=-0.22$).

UCM2304+1640

Galaxia de luminosidad $H\alpha$ muy baja ($2.0 \cdot 10^7 L_{\odot}$). No se observan líneas de NII, pero [OII] $\lambda 3727$ es intensa. Con índices de color muy azules pero una extinción relativamente importante ($E_{B-v}=0.33$), se trata de una pequeña galaxia cuyo proceso de formación estelar ya está en un estado evolucionado.

5.2.6 Otros casos

Recogemos en esta sección los casos de algunos objetos UCM que bien por sus propiedades espectroscópicas, bien por las morfológicas o bien por una mezcla de ambas son dignas de destacar y no se corresponden a ninguna de las categorías previamente analizadas.

UCM0056+0044

Este objeto ha sido seleccionado por su baja luminosidad, su cercanía ($z=0.0183$) y porque presenta emisión centrada en un nodo descentrado. Se observa emisión en casi todo el objeto. Los índices de color sintéticos ($b-v=-0.32$ y $v-r=-0.04$) son muy azules, valor confirmado por las anchuras equivalentes de $H\alpha$ (420 Å) y de $H\beta$ (82 Å). Todo indica a una pequeña galaxia de tipo irregular con formación estelar reciente y baja metalicidad ($E_{B-V}=0.079$). La clasificación como irregular está confirmada por su morfología (Vitores 1995).

UCM0148+2124

Galaxia que presenta dos núdulos principales. Uno parece ser el núcleo y otro un brote de formación estelar más intenso que el propio núcleo. La $EW(H\alpha)$ es de 150 Å. Se trata de una pequeña galaxia irregular.

UCM1257+2754

Se trata de la nebulosa planetaria PG1257+279 o H4-1, objeto que presenta unas líneas de Balmer intensas y de OIII muy intensas. Aparece en la placa prisma objetivo como una emisión puntual saturada, sin continuo, por lo que hasta que no se tuvo un espectro no se demostró que no presentaba desplazamiento al rojo. Se sitúa en la dirección del cúmulo de Coma.

UCM1303+2908

Galaxia de aspecto irregular con un brote muy intenso de formación estelar situado fuera del núcleo. La extinción debe ser muy baja pues el cociente $H\alpha/H\beta$ es menor que el factor 2.86 aceptado para el caso B de recombinación. Las líneas de NII son muy débiles, observándose prácticamente solo líneas de Hidrógeno y Helio. Para un análisis detallado de esta galaxia ver Gallego *et al.* 1991.

UCM2324+2448

Esta galaxia UCM se trata de un SBN que pasaría como uno de los muchos encontrados en la exploración si no fuera por una región HII externa observable justo

47" al Norte del núcleo. Se trata de una región HII que en la placa prisma objetivo aparece como un punto en $H\alpha$. Su distancia hizo que en un principio la supusiésemos como un objeto independiente. Un espectro, tomado en Noviembre del 93 y otro aún mejor de Julio del 94 lo confirman como un objeto de muy alta excitación. La $EW(H\alpha+[NII])$ es de 1141 Å, con una $EW(H\beta)$ de 243 Å. Los índices de color sintéticos son de $b-v=-0.69$ y $v-r=-0.25$. Estos datos obligan a considerar este objeto como una región HII en la que el brote de formación estelar es prácticamente actual, con una edad de unos 4 millones de años según el modelo considerado (González-Riestra 1984). El espectro de Julio del 94 permitió tomar a la vez la galaxia y la región HII. Aunque no se observa conexión luminosa entre ambos objetos los dos están a un $z = 0.0123$, lo que indica que la región HII posiblemente forma parte de la galaxia.

5.3 Relevancia física de los diferentes tipos

Una vez que hemos decidido las categorías con las que clasificar las galaxias encontradas, se impone una labor que comprende dos fases. La primera consistirá en comprobar la consistencia de dichas definiciones. La segunda nos llevará más lejos: se trata de ver hasta qué punto tiene fundamento físico la clasificación que hemos realizado. Todos los parámetros físicos que se han deducido de las observaciones nos van a servir para ello.

5.3.1 Cocientes medios de líneas

Hemos definido cada uno de los diferentes tipos de galaxias de ELGs en función de sus luminosidades $H\alpha$ y de las diferentes intensidades relativas de las líneas de emisión presentes en el espectro. El promedio de estos valores se presenta en la tabla 5.2. Como se puede apreciar, estos valores son coherentes con la definición que hemos realizado y nos permitirían clasificar cualquier galaxia por sus cocientes de líneas. En algunos casos se observan grandes dispersiones debido bien al pequeño número de objetos involucrados o bien al hecho de que algunas líneas casi no se presentan en ciertas categorías. Baste como ejemplo que la línea $[OIII] \lambda 5007$ está presente en sólo 57 de las 83 galaxias de la categoría SBN.

Tipo ELG	[OIII]/H β	σ	[NII]/H α	σ	[OII]/H β	σ	[OI]/H α	σ	N
Sy 1	1.1	0.3	0.3	0.2	1.7	1.8	0.01	0.00	5 (3%)
Sy 2	11.4	5.3	1.5	1.1	11.0	7.9	0.2	0.2	8 (4%)
SBN	1.5	1.1	0.5	0.2	4.8	3.5	0.1	0.1	83 (44%)
DANS	1.6	1.1	0.4	0.1	4.4	2.9	0.03	0.01	28 (15%)
HHH	3.3	1.3	0.2	0.1	4.5	3.5	0.03	0.02	40 (22%)
DHHH	4.0	1.0	0.2	0.05	5.3	2.8	0.04	0.02	14 (8%)
SS	6.6	1.0	0.05	0.02	1.9	0.9	0.02	0.01	7 (4%)

Tabla 5.2: Cocientes de líneas promedio para los diferentes tipos de galaxias con líneas de emisión presentes en la muestra UCM.

Si nos fijamos con un poco más de detalle en las categorías SBN y DANS, dijimos que de un primer vistazo sus espectros eran indistinguibles. Sin embargo hay ciertos detalles que las distinguen. El más relevante es la diferente intensidad de la línea [OI] $\lambda 6300$ en uno y otro tipo. En los SBN la línea se presenta el doble de intensa. Aún así, la única forma de discernir entre ambas categorías de una manera inequívoca es utilizar la luminosidad H α . Con respecto a los HHH y DHHH, queda confirmado que ambos tipos son prácticamente indistinguibles espectroscópicamente. Los DHHH tienen propiedades que se explicarían suponiéndoles unas condiciones de ionización ligeramente superiores y abundancias un poco menores. Las más fundamentales son [OII] un poco mayor para DHHH y [NII] un poco menor.

Una vez más la categoría de los SS se diferencia claramente del resto. [OIII]/H β de casi 7, [NII]/H α extremadamente bajo, [OII] bajo y [OI]/H α también menor a los otros tipos. Todas estas propiedades son comprensibles en el escenario de alta ionización y baja metalicidad supuesto para estas galaxias.

5.3.2 Parámetros físicos medios

En la tabla 5.3 se ofrecen los valores medios de una serie de magnitudes físicas importantes para cada uno de los tipos de galaxias con líneas de emisión que se han definido más arriba. Se listan los valores promedio de magnitud absoluta en la banda r de Gunn-Thuan (M_r), luminosidad H α en $10^8 L_\odot$, desplazamiento al rojo, anchuras equivalentes de H α + [NII], H β , [OII] $\lambda 3727$, y [OIII] $\lambda 5007$ en \AA , exceso de color E_{B-V} , índices de color sintetizados del espectro b-v y v-r, y por último el número de galaxias que pertenecen a ese tipo en la muestra UCM.

Tipo	M_r	$L_{H\alpha}$ ($10^8 L_{\odot}$)	z	anchura equivalente (Å)				E_{B-V}	b-v	v-r	N
				H α	H β	[OII]	[OIII]				
Sy 1	-21.3	5.22	0.0334	260	51	13	38	0.463	0.10	0.26	5
Sy 2	-22.0	3.78	0.0342	86	9	26	90	0.794	0.47	0.56	8
SBN	-21.1	2.24	0.0281	77	9	27	11	0.789	0.30	0.30	83
DANS	-20.3	0.58	0.0243	54	9	38	13	0.547	0.38	0.28	28
IIIIH	-20.4	2.32	0.0240	150	24	63	74	0.514	0.04	0.06	40
DIIIIH	-19.1	0.38	0.0226	107	17	64	78	0.360	0.03	0.01	14
SS	-18.1	0.35	0.0226	294	72	89	458	0.096	-0.07	-0.09	7

Tabla 5.3: Parámetros físicos medios para los diferentes tipos de galaxias con líneas de emisión.

No se han incluido en esta tabla ni los LINER ni cinco objetos de los que no poseemos datos espectroscópicos de calidad suficiente. Como se puede apreciar en la tabla, los tipos utilizados tienen una sólida base física. Los más luminosos son las galaxias Seyfert. Entre ambos tipos de Seyfert se aprecia que las de tipo 2 presentan extinciones más altas. Este efecto es lógico si consideramos que se trata de fenómenos de actividad en los que hay presente una gran cantidad de polvo. Ambos tipos de Seyfert presentan unas anchuras equivalentes de líneas propias de su categoría que los distinguen de las demás. Las Sy 1 presentan una línea H β muy importante debido a la contribución de una componente ancha mientras las Sy 2 presentan una línea de [OIII] λ 5007 muy intensa. También se puede apreciar que las galaxias Seyfert, debido a alta luminosidad intrínseca, presentan un desplazamiento al rojo medio bastante mayor al de otras categorías.

Las frecuencias con las que aparecen cada tipo de ELG están recogidas en la tabla 5.2 en forma de tantos por ciento. Estos porcentajes se pueden resumir como un 9% de galaxias activas, un 59% de galaxias de baja ionización (categorías SBN y DANS) y un 32% de galaxias de alta ionización (categorías IIIIH, DIIIIH y SS). Con diferencia, los objetos más numerosos son los SBN, con un 44% del total (Figura 5.1). Esta población de galaxias de baja ionización, en la que hay que incluir también los DANS, recordemos que no es detectada por las exploraciones que utilizan las líneas de emisión en la zona azul del espectro pues en esta categoría estas líneas no alcanzan anchuras equivalentes mayores a unos pocos Å. Las pocas galaxias de este tipo detectadas por cualquier exploración en el azul se deben a que algunas presentan una línea de [OII] destacada. Estas exploraciones están por tanto

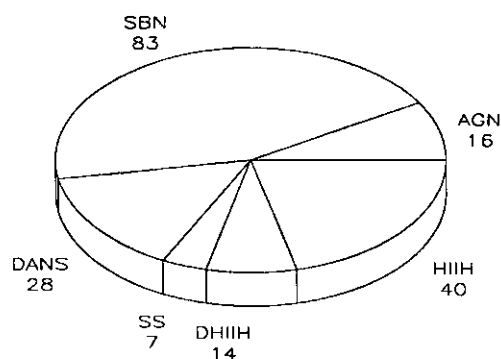


Figura 5.1 Diagrama de tarta con el número de galaxias UCM según tipos.

perdiendo una buena parte de los fenómenos de formación estelar presentes en el Universo Local. Por otro lado se comprueba que los SBN son espectroscópicamente similares a los DANS pero una magnitud más luminosos en el filtro r y un factor cuatro en luminosidad $H\alpha$, lo cual justifica el considerarlos como dos tipos diferentes en los que tenemos el mismo escenario general pero a diferente escala. En ambos casos el espectro está dominado por la población estelar subyacente.

Un caso análogo al que se da entre SBN y DANS ocurre entre los tipos HIIIH y DHIIIH. En este caso los últimos son una versión a escala reducida de los primeros resultando un orden de magnitud menos luminosos en $H\alpha$ y una magnitud más débiles en el r . Las anchuras equivalentes son un poco inferiores en los DHIIIH, si bien la diferencia no es suficientemente significativa. Ambos tipos presentan anchuras equivalentes mayores y colores más azules que DANS y SBN, de lo que se deduce que el proceso de formación estelar es más reciente y domina una mayor parte de la galaxia.

Como ya era de esperar los siete objetos que se clasifican bajo el tipo SS se diferencian del resto en casi todas sus propiedades. Presentan un E_{B-V} de sólo 0.096, lo que indica extinciones muy bajas. Los índices de color sintéticos son muy azules, cercanos a -0.1. Las magnitudes absolutas son las más débiles, con un valor medio

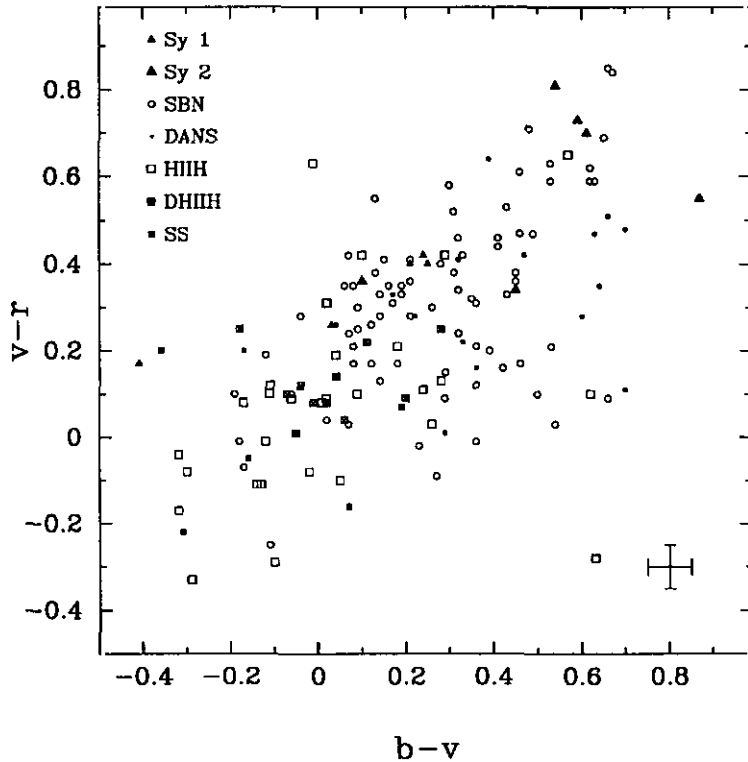


Figura 5.2 Diagrama color-color para las galaxias UCM representadas según su tipo espectroscópico. Es apreciable una segregación de cada tipo según los colores.

de -18.1 , y lo mismo ocurre con las luminosidades $H\alpha$ totales. Sin embargo, como medida de lo importante que es el proceso de formación estelar presentan anchuras equivalentes de $H\alpha+[NII]$ del orden de los 300 \AA , las de $H\beta$ son de 72 \AA y las de $OIII$ nada menos que de 458 \AA .

En la figura 5.2 se han representado los índices de color sintetizados a partir de las magnitudes monocromáticas para cada galaxia UCM. El símbolo es diferente según sea el tipo de galaxia. En la esquina inferior derecha se han representado las barras de error en cada eje (de ahora en adelante se representará el error siempre de esta forma). En esta figura queda de manifiesto lo ya reflejado en los valores medios de los índices de color. Las galaxias Seyfert 2 son los objetos más rojos. Le siguen luego los SBN y los DANS, que ocupan una zona centrada en $b-v = 0.3$ y $v-r = 0.3$. Según nos vamos a los tipos de galaxia con líneas de emisión de mayores anchuras equivalentes en $H\beta$ y $OIII$, la extinción es menor y por lo tanto los colores se hacen más azules. Es el caso de los HIII y los DHIII. El caso más extremo lo constituyen

alguno de los clasificados como objetos SS. La excepción de este grupo la constituye UCM1324+2926, situado en el punto (0.2,0.1). Este es un objeto un poco peculiar puesto que alterna propiedades atribuibles a un fenómeno de formación estelar muy reciente con otras que significarían que el brote ya está en un estadio avanzado. Esta última posibilidad parece que es la que mejor explica lo observado.

En esta figura se observa una cierta dispersión. Para un mismo tipo hay varias posiciones posibles. Esto es debido a que son varios los parámetros físicos que están influyendo. Por un lado la evolución de los colores debido al desarrollo del brote de formación estelar en el tiempo. Por otro lado el efecto de la extinción interna de cada galaxia. Por último la contribución de la población estelar subyacente que si bien en algunos objetos como los SS es despreciable, en otros (los SBN por ejemplo) juega un papel importante.

5.3.3 Diagramas de diagnóstico

Los diagramas de diagnóstico, introducidos por Baldwin, Phillips & Terlevich (1981) y perfeccionados por Veilleux & Osterbrock (1987) son una herramienta muy útil que basándose en los cocientes de las intensidades de las líneas de emisión es capaz de arrojar mucha información sobre la naturaleza de un objeto. Como ventaja adicional los cocientes utilizados son de líneas muy próximas, gracias a lo cual el efecto de la extinción es muy pequeño. En la literatura se encuentran varios análisis teóricos (Dopita & Evans 1986; Stasinska 1990), según los cuales los diferentes tipos de galaxias con líneas de emisión se situarían en una banda estrecha que discurre de la parte inferior derecha a la superior derecha de cada diagrama. El parámetro que nos desplaza sobre esta secuencia sería tanto la importancia relativa del brote respecto de la galaxia como el parámetro de ionización y la metalicidad, de tal forma que los objetos de la esquina superior izquierda son los menos metálicos y de mayor ionización. En este trabajo vamos a comparar por primera vez los modelos teóricos para regiones HII a una muestra de galaxias con emisión en $H\alpha$.

Hemos utilizado tres diagramas de diagnóstico, centrándonos en este capítulo solamente en el comportamiento de los diferentes tipos de galaxias. Un análisis comparativo de los comportamientos globales de las diferentes muestras de galaxias queda reservado al capítulo siguiente. El primero compara el cociente entre las intensidades de las líneas $[OIII] \lambda 5007/H\beta$ y el cociente $[NII] \lambda 6584/H\alpha$.

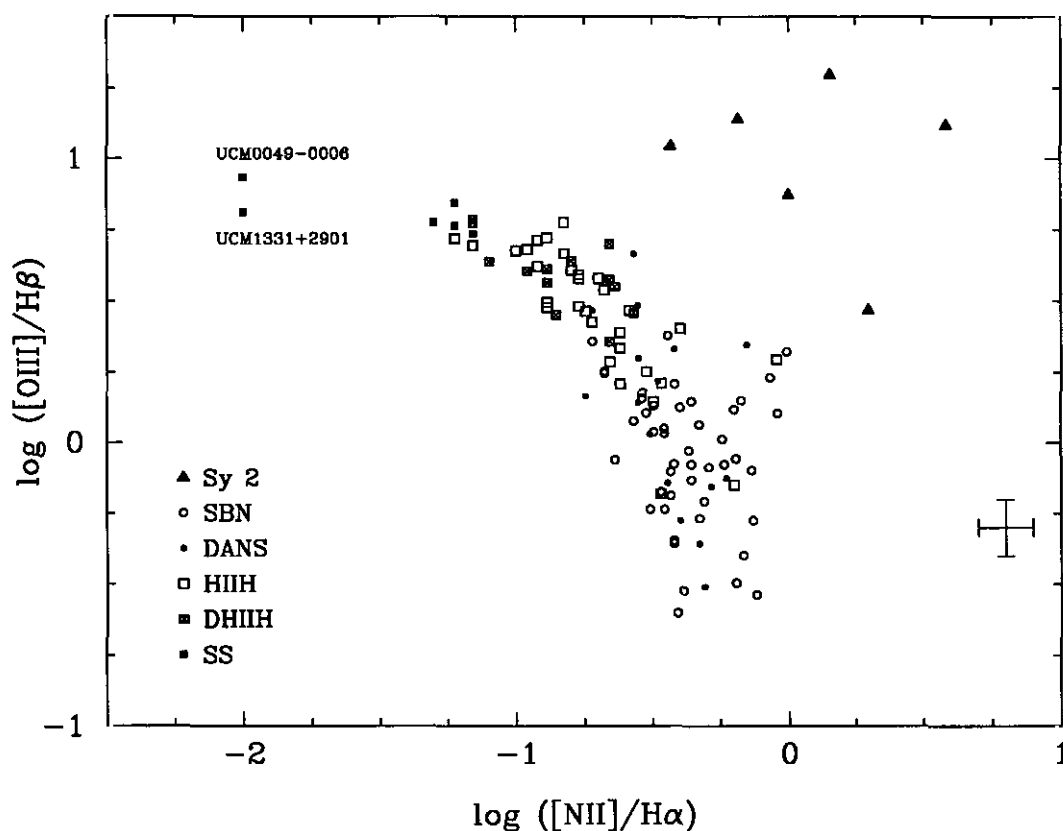


Figura 5.3 Diagrama de diagnóstico en el que se representa $\log([\text{OIII}] \lambda 5007/\text{H}\beta)$ frente al $\log([\text{NII}] \lambda 6584/\text{H}\alpha)$. Los diferentes símbolos indican el tipo de galaxia con línea de emisión para cada objeto dibujado.

En la figura 5.3 se ha representado la posición en este diagrama de todas aquellas galaxias UCM que tienen las cuatro líneas medidas. Los diferentes tipos de galaxias con líneas de emisión se han representado con diversos símbolos según la leyenda. Varios son los resultados que se extraen. Las galaxias tipo Seyfert 2 quedan en una zona de $\log([\text{NII}]/\text{H}\alpha) > -0.1$ y $\log([\text{OIII}]/\text{H}\beta) > 0.5$. Todos los tipos con generación de energía de tipo térmico quedan confinados a una estrecha franja por la que discurren los modelos de regiones HII. Pero el fenómeno más importante, es que los diferentes tipos se sitúan en diversas zonas contiguas del diagrama. La posición más baja y más a la derecha corresponde a los SBN y DANS. Les siguen luego las categorías HIII y DHIII. Una serie de objetos constituyen la región de transición. Por último los SS, ocupan la zona que se corresponde con los modelos de menor metalicidad y mayor ionización, en la esquina superior del diagrama. Dos galaxias,

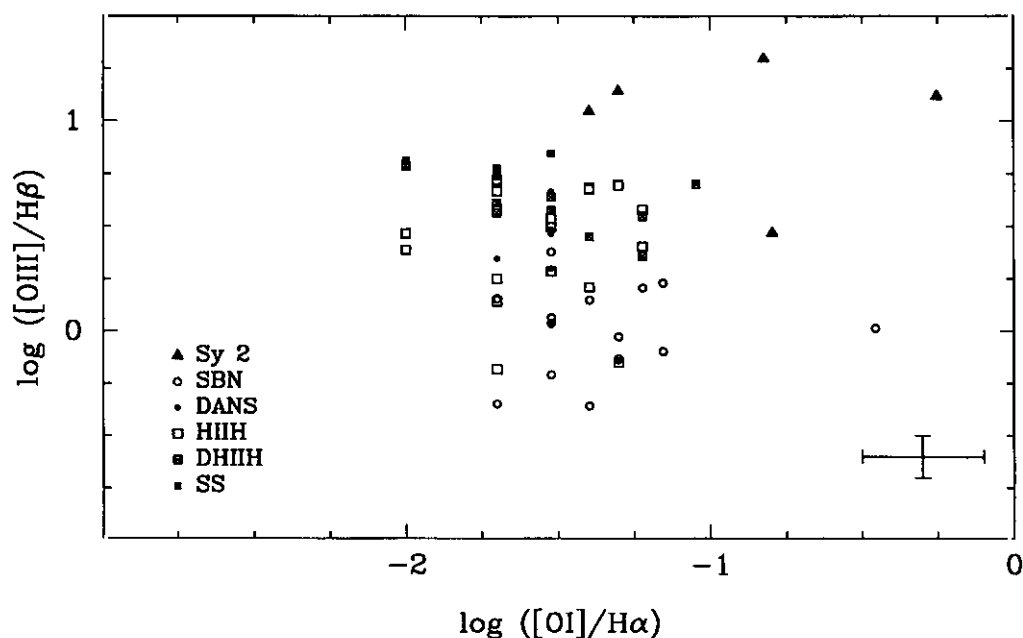


Figura 5.4 Diagrama de diagnóstico en el que se representa $\log([\text{OIII}] \lambda 5007/\text{H}\beta)$ frente al $\log([\text{OI}] \lambda 6300/\text{H}\alpha)$. Los diferentes símbolos indican el tipo de galaxia con línea de emisión para cada objeto dibujado.

UCM0049-0006 y UCM1331+2901, se sitúan en $\log([\text{NII}] \lambda 6584/\text{H}\alpha) \approx -2.0$. Son los mejores candidatos a baja metalicidad.

El segundo diagrama de diagnóstico es el que enfrenta el logaritmo del cociente $[\text{OI}] \lambda 6300/\text{H}\alpha$ con el logaritmo de $[\text{OIII}] \lambda 5007/\text{H}\beta$. Es un diagrama completamente análogo al anterior, en el que el aspecto general es el mismo. Las Seyfert 2 confinadas a la región superior derecha, con líneas OI y OIII más intensas que en ningún otro tipo. El resto de tipos, con origen térmico, se sitúan a lo largo de una secuencia paralela a los modelos de diferente excitación.

Aquellas galaxias UCM con todas las líneas implicadas bien medidas se representan en la figura 5.4. La línea $[\text{OI}] \lambda 6300$ es una línea débil cuya medición es más problemática. Esto ha influido para que esta figura presente unas dispersiones mayores. Sin embargo hemos decidido no eliminarla por su valor como confirmación de lo comentado para el primer diagrama. Otra vez los SBN se sitúan en la zona inferior derecha, con los HIII y DHIII a continuación. Las Sy 2 quedan una vez más confinadas a la esquina superior derecha.

El tercer diagrama utilizado es el $[\text{OIII}]/\text{H}\beta$ versus $[\text{OII}] \lambda 3727/[\text{OIII}] \lambda 5007$

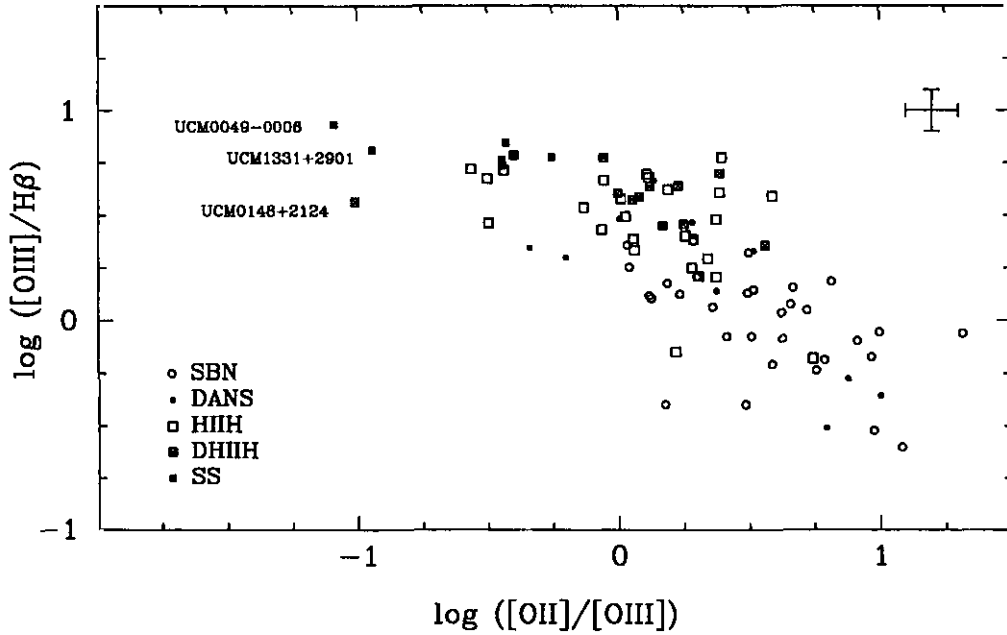


Figura 5.5 Diagrama de diagnóstico en el que se representa $\log([\text{OIII}] \lambda 5007/\text{H}\beta)$ frente al $\log([\text{OII}] \lambda 3727/[\text{OIII}] \lambda 5007)$.

(de ahora en adelante este cociente se referirá como $[\text{OII}]/[\text{OIII}]$), representado en la figura 5.5. Este cociente da una idea más directa de la ionización del medio pues es proporcional a las poblaciones relativas de ambos estados de ionización del Hidrógeno. Los símbolos para las diferentes categorías tienen el mismo significado que en los dos anteriores, habiéndose eliminado las de tipo Sy 2. Todos los objetos se sitúan una vez más a lo largo de una estrecha banda y están repartidos de manera análoga a la comentada en las dos figuras anteriores. UCM0049-0006 y UCM1331+2901 se siguen situando separadas del resto. Por último, un objeto DHIII, UCM0148+2124, presenta un valor de $\log([\text{OII}]/[\text{OIII}]) = -1.0$, lo que le destaca del resto de objetos y lo acerca a los dos antes citados. Recordemos que esta galaxia presenta dos condensaciones, una de ellas constituida por un brote de formación estelar muy grande. Si la localización en este diagrama es interpretada una vez más como una indicación de la abundancia e ionización, entonces estas tres galaxias han de tener una abundancia metálica extremadamente baja. Es digno de mención la dispersión que presentan en el eje Y las galaxias de tipo SBN. La explicación a esto es la posible variación de metalicidad e ionización en cada objeto en particular.

Con respecto a la misma figura para la muestra de la Universidad de Michigan (ver figura 6.4) encontramos un panorama completamente análogo, sin embargo, con respecto a la frecuencia relativa de los diferentes tipos espectroscópicos la muestra UCM presenta la zona de baja ionización mucho más poblada. Esto es resultado de una máxima que subyace a lo largo de todo este trabajo. Una exploración en $H\alpha$ es igual de sensible a los objetos de alta ionización pero recoge una fracción importante de objetos con baja ionización que no son recogidos por una exploración en el azul. Estos objetos son los SBN y DANS definidos más arriba. Un objeto de la Universidad de Michigan, UM570, queda situado en la zona de $\log([OII]/[OIII]) = -1.70$. Este objeto no tiene gemelo en la muestra UCM. Su situación podría deberse a una muy baja metalicidad pero Salzer *et al.* lo atribuyen más a una situación denominada por ellos de gas confinado por densidad. En este escenario la región de especies de menor ionización que rodea la zona central de ionización alta es muy pequeña o completamente inexistente, proporcionando valores de $[OII]/[OIII]$ muy bajos para cualquier valor de $[OIII]/H\beta$. Esta segunda explicación parece la más aceptable pues espectrofotometría de este objeto ($EW(H\beta)=493 \text{ \AA}$, $EW([OIII])=3209 \text{ \AA}$) ha sido ya publicada (Terlevich *et al.* 1991). Su abundancia parece ser muy baja pero no tanto para la posición que presenta en el diagrama. La línea $[OIII] \lambda 4363$ no pudo ser medida, tampoco $H\alpha$, por lo que un buen cálculo de abundancias no les fué posible a estos autores.

Capítulo 6

Comportamiento global de la muestra UCM

Los resultados más interesantes de nuestro trabajo son aquellos que se obtienen cuando analizamos la muestra UCM como un grupo de galaxias cuyo denominador común es la presencia de la línea $H\alpha$ en emisión. En todo el resto de esta memoria, salvo que se indique lo contrario, vamos a considerar como muestra UCM el conjunto de galaxias con emisión $H\alpha$ que han resultado de las listas originales de la UCM una vez eliminadas estrellas, galaxias sin emisión y otros objetos peculiares. En total 195 galaxias, lo que corresponde a una galaxia con emisión $H\alpha$ cada poco más de tres grados cuadrados. En este capítulo, haciendo uso de los parámetros espectroscópicos calculados para cada una de las galaxias, vamos a demostrar que una muestra como la obtenida de la exploración UCM tiene un comportamiento propio y bien diferenciado de otros tipos de muestras de galaxias obtenidas de diferente forma. La comparación de propiedades globales de las galaxias UCM con las de otras muestras obtenidas con técnicas parecidas nos va a permitir una mejor caracterización de nuestra muestra. Como referencia de muestra obtenida con prisma objetivo en el azul utilizaremos en todo este capítulo la muestra de la Universidad de Michigan analizada por Salzer *et al.* (1989). Como referencia de técnica complementaria utilizaremos la muestra de galaxias KUG estudiada por Comte *et al.* (1994). Este grupo de galaxias es una submuestra que comprende sólo las galaxias más compactas de las listas originales del Observatorio de Kiso, obtenidas mediante la búsqueda de galaxias con exceso de color. Por último otros grupos de galaxias

como Markarian u otros catálogos se utilizarán para comparaciones más generales.

6.1 Distribución en desplazamiento al rojo

Como un primer paso para situar la muestra UCM en su contexto se presenta en la figura 6.1 la distribución en velocidades de recesión para las galaxias de la muestra UCM de las que se conoce el z en comparación con aquellas publicadas por Comte *et al.* (1994) de la submuestra KUG.

La muestra UCM comprende 201 galaxias con z conocido. El desplazamiento al rojo medio es de 0.0265 (desviación media de 0.009) correspondiente a una distancia de 159 Mpc, si bien hay catorce objetos (7% del total) con z menor que 0.015, es decir, situados a menos de 90 Mpc de nuestra galaxia. El objeto con menor desplazamiento al rojo es UCM0049-0045, a 0.0049. Un total de 57 galaxias (28% del total) tienen un z menor a 0.020, lo que quiere decir que se encuentran a menos de 120 Mpc. La imagen general es que se han detectado galaxias en su mayor parte normales, con una componente de ellas situadas muy cerca y que como comprobaremos más adelante, representan una fracción de galaxias de baja luminosidad también detectadas por otras muestras. De la muestra, la galaxia a mayor desplazamiento al rojo es UCM0119+2156, una Sy 2 situada a $z=0.0583$. Es digno de mencionar que en la exploración UCM no se ha encontrado ningún cuasar. Esto es debido a que los desplazamientos al rojo típicos de estos objetos no sitúan ninguna línea de emisión importante en la ventana de longitudes de onda permitidas por la combinación instrumental adoptada. Ya vimos que hay varias galaxias con z mayor al límite teórico posible impuesto por el corte de la emulsión fotográfica fijado en 0.045. UCM2249+2149 ($z=0.0462$) se clasificó como A1 pero presenta una $EW(H\alpha + [NII])$ de sólo 4 Å. La conclusión es que este objeto no debería estar presente en la muestra UCM (no es lógico que se seleccionase en PO), atribuyendo su presencia al azar de que encontremos una emisión en una galaxia cualquiera del campo. El caso de UCM0054-0133 ($z=0.0512$) es de más difícil explicación pues la anchura equivalente en este caso es de 22 Å. Una alternativa es que su morfología es un tanto extraña ya que Vitores (1995) lo describe como "con forma de coma". El tener un tamaño aparente apreciable podría haber hecho posible el que se viera la emisión aun siendo débil. UCM0047+2051 ($z=0.0583$) presenta una anchura equivalente de

109 Å, que a pesar de ser alta no justifica la detección. Debemos considerarlo un nuevo caso de azar. UCM0119+2156 ($z=0.0583$) es un caso especial pues se trata de una Seyfert 2 con EW de 16 Å. El aspecto del espectro en prisma objetivo es mucho más concentrado por lo que llama más la atención del observador. Esto explicaría que fuese seleccionado. El último caso, UCM0138+2216, con $z=0.0591$, se clasificó en la placa como A1 pero resultó ser una galaxia que no presenta emisión. El aspecto difuso en la placa lo identificó como una galaxia, lo que llevó a su pre-selección. Estos últimos casos mencionados de alto desplazamiento al rojo son los que hacen que aparezcan en el histograma de la figura 6.1 algunos puntos más allá del $z=0.045$. Por el contrario la muestra KUG tiene varias galaxias con z mayor de 0.1, lo que corresponde a más de 600 Mpc. Aquí claramente está influyendo el que KUG sólo selecciona galaxias por su color, mientras que el proceso para la UCM es completamente espectroscópico. De esta forma la información que arroje la UCM se restringe a una zona de Universo más pequeña.

En ambas muestras se ve el máximo en una velocidad de recesión ~ 7000 km s⁻¹ correspondiente a una gran estructura extremadamente rica en galaxias que comprende el cúmulo de Coma y sus alrededores y que también se detecta en otras muestras como por ejemplo las galaxias IRAS (Strauss & Davis 1988), el proyecto del *Center for Astrophysics CfA* (de Lapparent, Geller, & Huchra 1986) u otros proyectos dedicados a obtener el desplazamiento al rojo de gran cantidad de galaxias. De aquí se desprende la idea de que las galaxias de ambas muestras siguen al menos de una manera general la estructura a gran escala del Universo Local.

El porcentaje de galaxias de bajo desplazamiento al rojo es mayor en la muestra KUG. Esto es debido a que Comte y colaboradores (1994) eligieron una submuestra del catálogo general de Kiso buscando las galaxias compactas. Es sabido que una gran fracción de las galaxias clasificadas como compactas morfológicamente resultan ser pequeñas galaxias, con brotes de formación estelar importantes y que dominan la emisión total de la galaxia y que si no se encuentran relativamente cerca no llegan a ser detectadas debido a su baja luminosidad intrínseca. Sin embargo, el número de objetos a desplazamiento al rojo bajo encontrados por la exploración UCM es menor que el encontrado por la exploración de la Universidad de Michigan. Las causas hay que buscarlas en que estos objetos se hacen visibles sólo cuando están experimentando un proceso de formación estelar intenso. En esos casos el objeto se

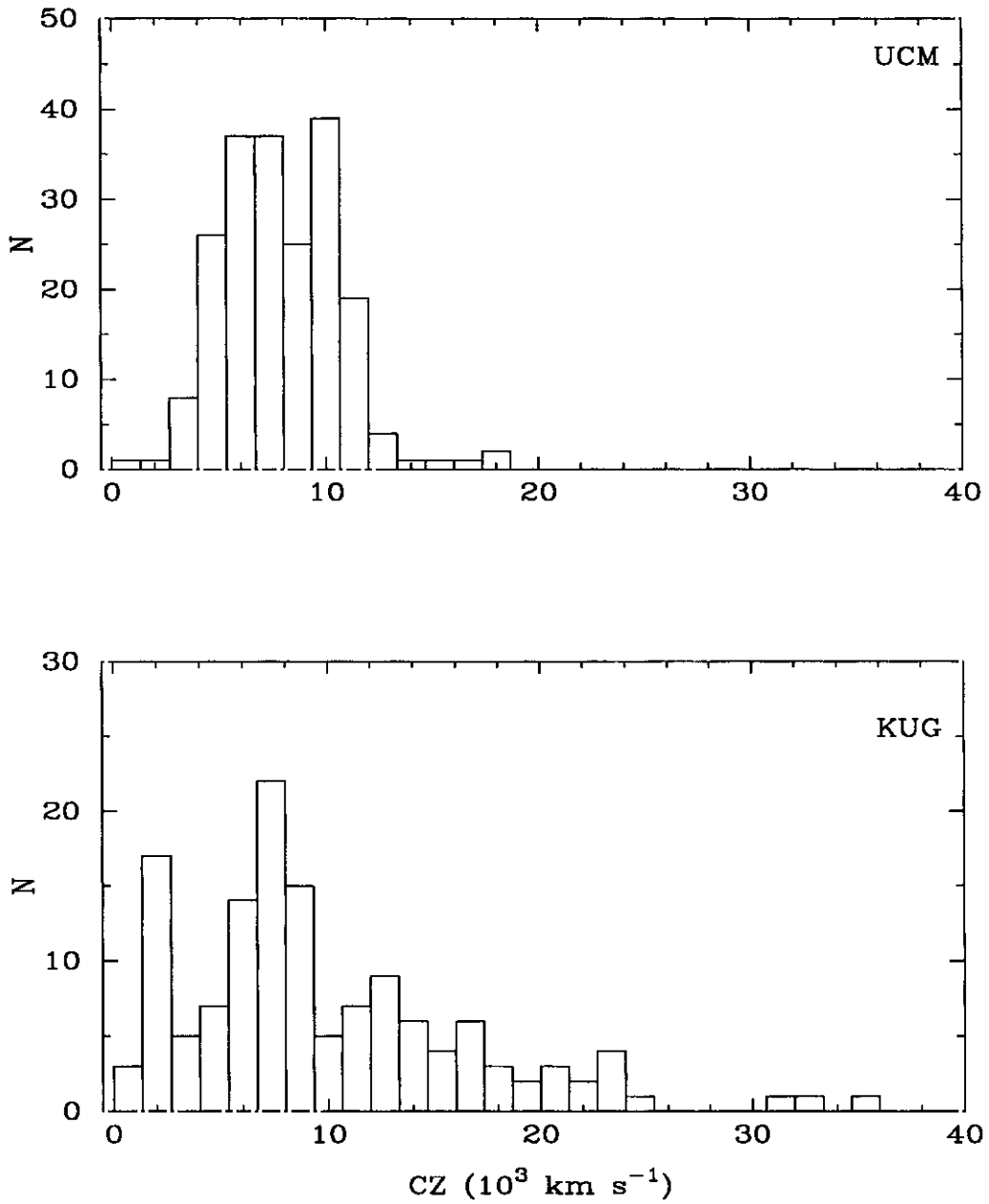


Figura 6.1 Distribución de las galaxias UCM en velocidad de recesión, comparadas con la muestra de KUG.

vuelve muy azul, lo que hace su continuo más fácilmente detectable en la región del azul que en la región de la línea $H\alpha$.

6.2 Distribución en magnitudes absolutas

La distribución de magnitudes absolutas en la banda r de Gunn-Thuan (Vitores, 1995) para todas aquellas galaxias de la muestra UCM con el desplazamiento al rojo conocido se muestra en la figura 6.2. En la misma figura se han representado para que sirva de comparación los histogramas para una muestra de más de quince mil galaxias tomadas del Catálogo Principal de Galaxias PGC (Paturel *et al.* 1989), para las mil doscientos ventiocho galaxias Markarian (Mk) recopiladas por Mazzarella & Balzano (1986), para las galaxias de la Universidad de Michigan de las listas III y IV (UM, Salzer MacAlpine & Boroson, 1989), las galaxias de la exploración de Byurakan (SBSS, Izotov 1993), y por último para las galaxias de la exploración de Kiso (KUG, publicadas por Comte *et al.* 1994). Todas estas muestras tomadas para comparación son histogramas en magnitud absoluta en la banda B.

Antes de analizar el histograma de la muestra en sí, fijémonos en el rango cubierto y en el aspecto del resto de histogramas. Hay dos tipos diferenciados: el primero sería el de la muestra PGC o la muestra Mk, histogramas con un rango muy amplio en magnitudes, con un máximo diferenciado en magnitud -20 o -21, con una caída brusca para magnitudes más brillantes y una cola suave de galaxias que se extiende hasta magnitudes de hasta -13. Esta disposición también la comparte la muestra KUG. En esta última la cola hacia magnitudes débiles está sesgada, si bien eso es un efecto debido a ser un número más pequeño de objetos. En porcentajes, el número de galaxias en ese extremo es mucho menor al del máximo. Si tenemos un número bajo de galaxias puede ocurrir que no haya casi ningún representante. Este efecto, podría explicar parcialmente la falta de galaxias débiles para la muestra KUG, pero el énfasis de Comte y colaboradores en estudiar las galaxias compactas apunta a que esa ausencia de galaxias debe ser real. El segundo tipo de histograma sería del tipo de Michigan o el SBSS. Con un máximo poco pronunciado en magnitud -18, un rango de magnitudes muy amplio y un alto número de galaxias en la zona de magnitudes débiles.

Para cuantificar mejor lo que se ha comentado hasta ahora sólo de manera

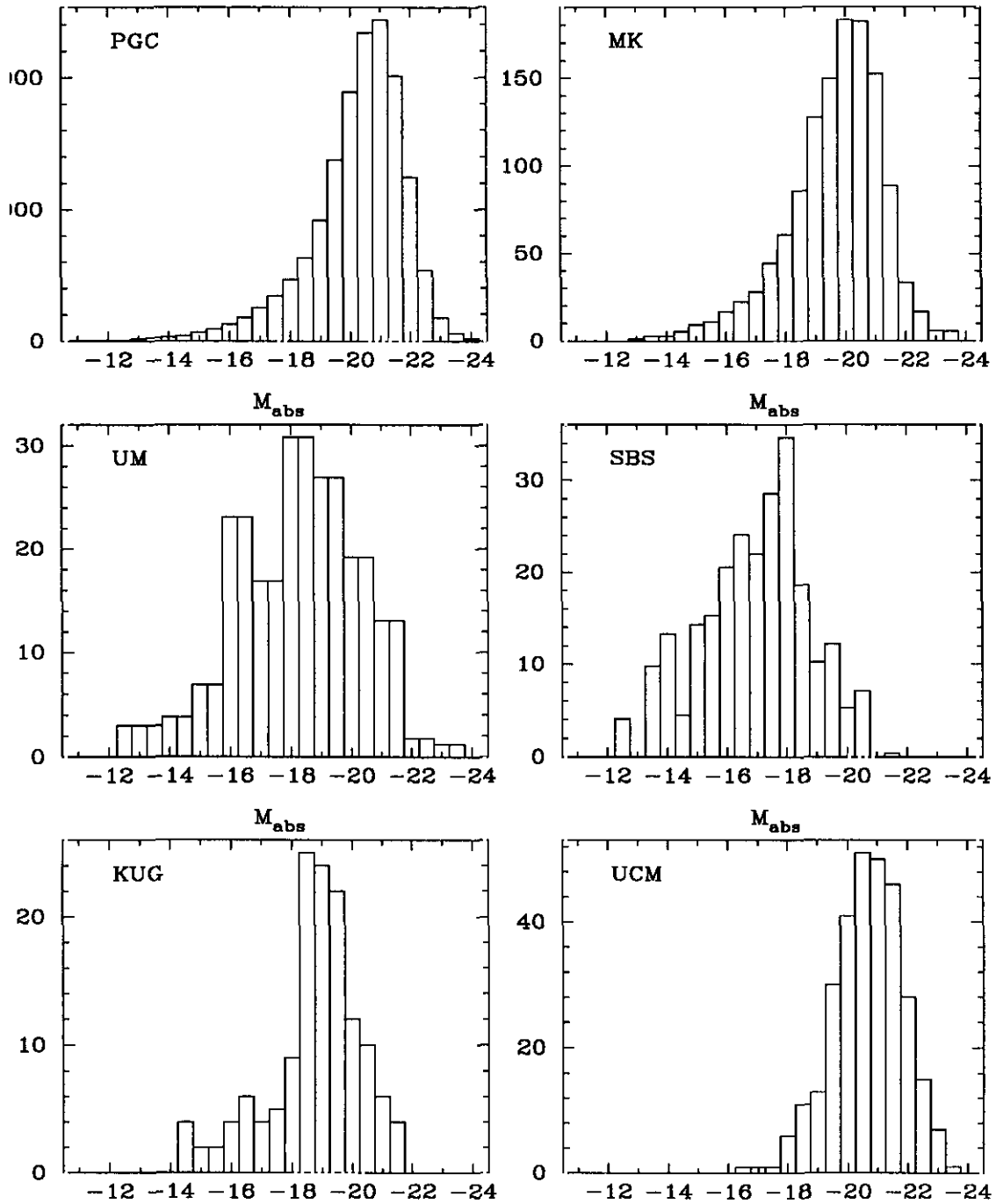


Figura 6.2 Histograma en magnitudes absolutas para las muestras del PGC, de Markarian, de las listas de UM, SBSS, KUG, y UCM. Todas son con magnitudes en la banda B salvo las de la UCM que lo son en la banda r de Gunn-Thuan.

muestra	rango	media	mediana	moda	Q_1	Q_3	g_1	g_2	s
PGC	13.0	-20.2	-20.0	-21.0	-19.0	-21.0	-1.2	5.6	1.6
MK	10.5	-19.6	-19.5	-20.0	-18.5	-20.0	-0.9	4.2	1.6
UM	11.0	-18.2	-18.0	-18.0	-16.0	-19.0	-0.3	2.9	2.1
SBSS	9.0	-16.9	-16.5	-18.0	-15.5	-17.5	-0.3	2.6	1.8
KUG	7.0	-18.7	-18.5	-18.5	-17.5	-19.0	-0.8	3.6	1.5
UCM	7.0	-20.7	-20.0	-20.5	-19.5	-21.0	-0.4	3.2	1.2

Tabla 6.1: Parámetros estadísticos de cada uno de los histogramas en magnitud absoluta para las diferentes muestras estudiadas. Recuérdese que los datos para la muestra UCM corresponden a la banda r.

cuantitativa se dan en la tabla 6.1 una serie de parámetros estadísticos para definir mejor cada uno de los histogramas. Para cada una de las muestras especificadas en la columna 1 se dan, el rango abarcado en magnitudes, a continuación se da la magnitud absoluta media del total de galaxias, la mediana, definida como el valor que se encuentra tal que el 50% de las galaxias son más débiles y el 50% son más brillantes (columna 4), el intervalo de magnitudes absolutas en el que se encuentra la mayor parte de las galaxias (moda, columna 5). En las columnas 6 y 7 se dan el primer cuartil Q_1 (valor que agrupa al 25% de las galaxias de magnitud más débil) y el tercer cuartil Q_3 (valor que agrupa al 75% de galaxias con magnitud más débil). En la columna 8 se da el *coeficiente estadístico de asimetría*, definido como la falta de simetría de la distribución con respecto a la vertical que pasa por la abcisa correspondiente a la media aritmética y que matemáticamente viene dado por

$$g_1 = \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3 n_i$$

donde x_i son los valores posibles, s es la desviación típica y n_i las frecuencias normalizadas de cada uno de los valores posibles. Cuando g_1 es cero la distribución es simétrica, cuando g_1 es mayor que cero tenemos asimetría positiva y cuando g_1 es menor que cero tenemos asimetría negativa. En la columna 9 se da el parámetro de *apuntamiento o curtosis* g_2 , definido de tal forma que para dos distribuciones aquella de mayor apuntamiento es la que para valores de la variable alejados de la

media posee mayores frecuencias. La expresión matemática del apuntamiento es

$$\frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{s^4} n_i$$

Esta expresión alcanza el valor 3 para una distribución normal y que se toma como término de comparación. Lo que se llama coeficiente de curtosis o exceso es

$$g_2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{s^4} n_i - 3$$

el cual nos habla de un mayor apuntamiento o aplastamiento de la distribución en estudio con respecto a una distribución normal de la misma media y desviación típica. Como dato final para caracterizar la muestra se da también la desviación típica, que da una idea de la dispersión que tiene la muestra en torno a la media. Su expresión matemática corresponde a

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

De comparar todas estas magnitudes las conclusiones que se obtienen es que la muestra de mayor rango es la del PGC, mientras que las de menor rango son KUG y UCM. Llama la atención el que la magnitud media de la muestra SBSS sea de solo -16.9, lo cual da una idea de su riqueza en galaxias de bajo brillo intrínseco. Todas las muestras son asimétricas negativas, sobre todo las PGC, MK, y KUG. A distancia y con igual valor se encuentran UM, SBSS y la UCM. El parámetro de curtosis confirma lo apuntado por la asimetría, con la mayor curtosis para el PGC, con valores parecidos para MK y KUG, un valor intermedio es el de la UCM, con los valores menores (muestras de aspecto más plano) otra vez para la UM y el SBSS. Por último la desviación típica da el máximo valor a la UM con 2.1 magnitudes, y el menor a la UCM, con solo 1.2 magnitudes.

Pasemos ahora a analizar en detalle cada una de las muestras.

- **Muestra PGC.** Como sería esperable, es la de mayor rango, extendiéndose a un total de 13 magnitudes. La media es de -20.2, con moda de -21.0. Es la muestra de mayor asimetría con un g_1 de -1.2, y la de mayor curtosis, con 5.6. Es una muestra de referencia para lo que sería una muestra de galaxias solo limitadas por la magnitud límite aparente.

- **Muestra Mk.** Presenta también características de ser solo limitada por magnitud límite aparente. Alta asimetría y curtosis, media de -19.6.
- **Muestra UM.** El comportamiento de la muestra UM es completamente diferente. Posee un rango amplio (11 magnitudes), pero hay que hacer notar que el primer cuartil corresponde a una magnitud muy débil, de sólo -16.0. Esto, unido a la escasa asimetría de la muestra (-0.3) y escaso curtosis (2.9), con una desviación típica que es la más alta de todas, apoya esa idea que habíamos apuntado más arriba de que se están descubriendo un tipo de galaxias con una influencia muy alta por la técnica de selección.
- **Muestra SBSS.** Es el Second Byurakan Sky Survey el que presenta los rasgos más pronunciados. El primer cuartil está en la magnitud -15.5. La magnitud absoluta media es de solo -16.9, más de una magnitud por debajo de la Universidad de Michigan y dos magnitudes por debajo del resto. El parámetro de asimetría es el mismo que UM y el curtosis, el menor de todos, es de solo 2.6. El rango de magnitudes es de 9. Esta muestra tiene una alta tendencia a detectar galaxias intrínsecamente débiles. Hay que comentar sin embargo que no existen todavía datos completos publicados sobre la muestra SBSS. Los utilizados en este trabajo provienen de una notificación personal hecha por Izotov al autor durante un congreso. No corresponden a la muestra completa sino solo a una pequeña selección realizada de antemano en busca de galaxias enanas. Por este motivo este comportamiento se debe considerar sólo como orientativo.
- **Muestra KUG.** Esta muestra que como ya se ha mencionado, es representativa de las galaxias más compactas detectadas por la exploración de Kiso, va a quedar determinada por sus parámetros estadísticos. El rango es de 7 magnitudes. Un rango bajo explicable por el bajo número de galaxias consideradas. Magnitud media de -18.7, con el primer cuartil situado en -17.5, un parámetro de asimetría de -0.8, muy cercano al de MK y por último curtosis de 3.6 y desviación típica de 1.5 magnitudes. La muestra KUG es una muestra del tipo de MK, prolongada a magnitudes más débiles. Su comportamiento es también del tipo del PGC o MK, muy diferente al de SBSS o UM.

- **Muestra UCM.** Una premisa hay que hacer antes de interpretar los datos correspondientes a la muestra UCM. Son magnitudes en la banda r . El color $m_B - m_r$ típico de una galaxia es cercano a una magnitud si bien puede que menor con galaxias de formación estelar importante (Vitores 1995). Hay que hacer notar que es el índice de color de la galaxia completa lo que se utiliza aquí y no el de la zona emisora. Esta es la causa de que no se hayan utilizado los índices de color sintetizados del espectro. Esto explica los valores tan altos de media, moda, mediana y cuartiles. El rango de la muestra es de 7.0 magnitudes, igual que KUG. Este efecto es explicable también por el escaso número de galaxias. Con respecto al resto de parámetros, esta muestra tiene un comportamiento intermedio. Coeficientes de asimetría y curtosis tipo UM y SBSS, pero con desviación típica del tipo PGC o MK. Es de notar que la s de la muestra UCM es la menor de todas. Todas estas evidencias confirman lo ya expuesto antes y es que la muestra UCM es un compendio de galaxias normales como las que forman los catálogos normales, y galaxias con brotes de formación estelar, cuya presencia hace que exista esa cola hacia las magnitudes débiles que llega incluso a dominar el comportamiento global en la muestra SBSS.

6.3 Diagrama de ionización

Hemos visto en el análisis espectroscópico que la muestra UCM alberga galaxias de muy diferentes tipos. La principal característica común es la presencia de fenómenos de formación estelar.

Ya hemos visto que uno de los diagramas que arrojan mayor información es el llamado diagrama de excitación en el que se representa el $\log [OIII]/H\beta$ frente al $\log [OII]/[OIII]$. Unas condiciones físicas de mayor poder ionizante se alcanzan según ocupamos posiciones más altas del diagrama, mientras que aquellas situaciones de más baja ionización llevan a una galaxia a la esquina inferior derecha. Como referencia para lo observado en las diferentes muestras se consideró la red de modelos de Stasinska (1990) para regiones HII de diferentes metalicidades para diferentes condiciones de ionización. Estos modelos están representados en la figura 6.3. Se

puede apreciar que para una metalicidad dada, los modelos se distribuyen según una secuencia que comienza en la esquina inferior derecha con los de menor ionización, y que se dirige con una dispersión menor cuanto menor es la metalicidad, hacia la esquina superior izquierda. La secuencia se repite para cada metalicidad pero con un pequeño desplazamiento hacia abajo a metalicidades cada vez menores. Hay que reseñar que así como los modelos de la B (Z_{\odot}) a la E ($1/10 Z_{\odot}$) están bien contrastados con las observaciones, la red de modelos correspondientes a la G, es decir $1/50 Z_{\odot}$, se corresponden con una cantidad muy pequeña de galaxias.

Representemos ahora en un diagrama análogo (figura 6.4 las galaxias de la muestra UCM de las que se dispone de flujos para las líneas H β , [OII] y [OIII]. Como comparación, se han representado en el mismo diagrama las galaxias de las que Comte *et al.* (1994) han publicado espectrofotometría y que están extraídas de las listas de galaxias con exceso en el azul de la exploración del Observatorio de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe 1984, 1991, 1993 y referencias allí citadas) y las galaxias de la Universidad de Michigan. Es interesante hacer hincapié en dos factores: el primero, a nivel de representación, es que se observa que los valores para la muestra de Kiso muestran sólo unos determinados valores permitidos debido a que se han publicado redondeados; la segunda es que esta muestra utiliza como técnica para encontrar las galaxias el exceso en el azul. Como veremos más adelante esto último va a tener importantes consecuencias en el aspecto general del diagrama.

Comencemos situando a la muestra UCM en el marco de los modelos de Stasinska y resumiendo brevemente lo ya expuesto en el capítulo anterior. Está claro que la muestra ocupa una posición natural dentro de los rangos posibles de ionización y metalicidad previstos por los modelos. La nube de puntos se extiende desde la parte de menor ionización hasta la de mayor, con una menor cantidad de objetos en esta última.

El ancho de la banda que ocupan las galaxias es mayor que ninguno de los modelos a una metalicidad dada. La explicación natural es que para todo el rango posible de ionizaciones, se encuentran galaxias de prácticamente todas las metalicidades posibles. Con respecto a la parte superior izquierda, se sitúan aquí los objetos de más alta ionización, galaxias compactas en los que el brote de formación estelar es muy joven y domina por completo el espectro. Estos objetos, cuyo mejor representante en nuestra muestra es UCM1331+2901 presentan el brote prácticamente

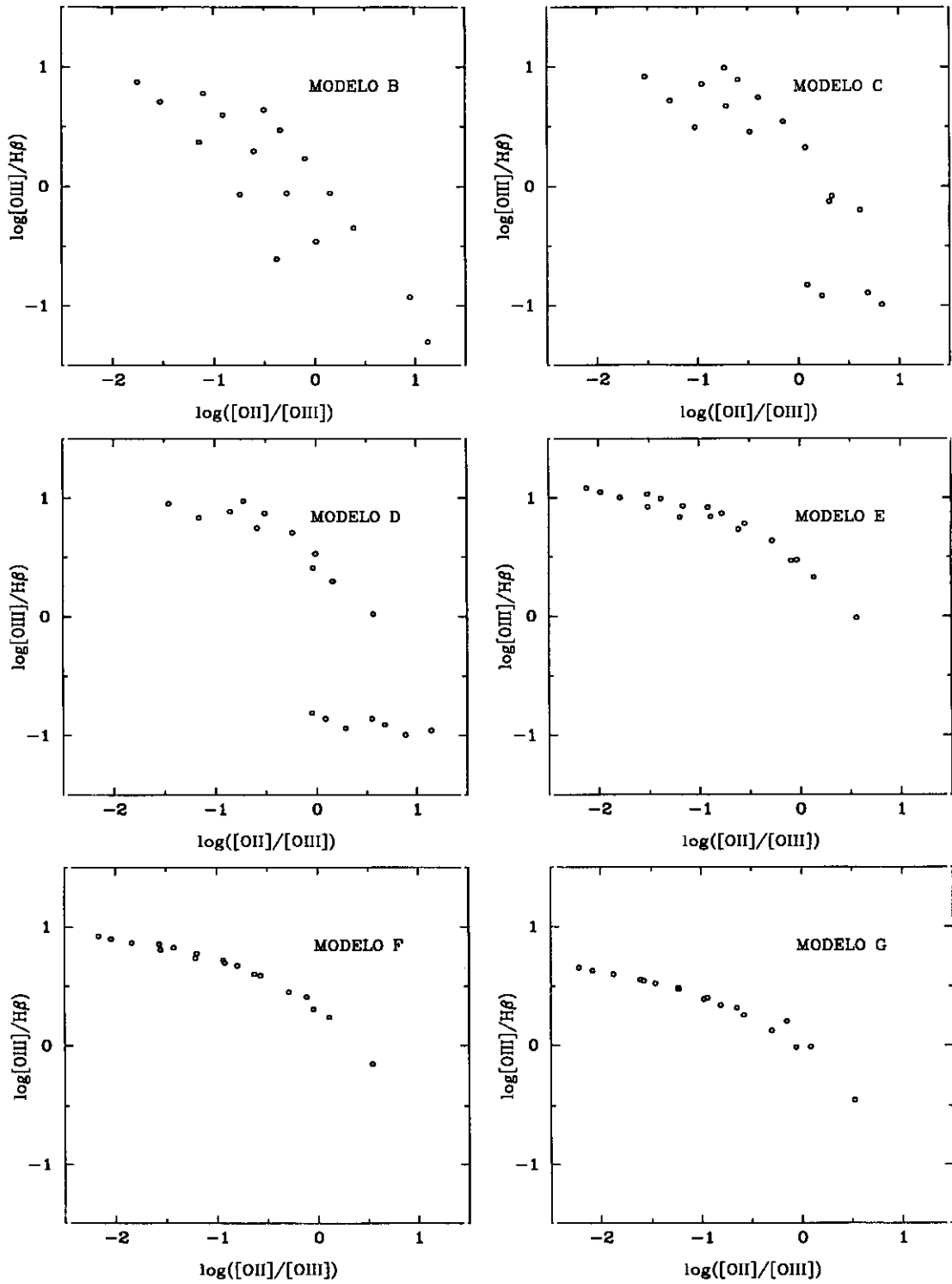


Figura 6.3 Diagrama de ionización para los modelos de Stasinska. Los modelos B son para metalicidad Z_{\odot} , los C para $Z_{\odot}/2$, los D para $Z_{\odot}/5$, los E para $Z_{\odot}/10$, los F para $1/20$ y por último los G para $1/50$.

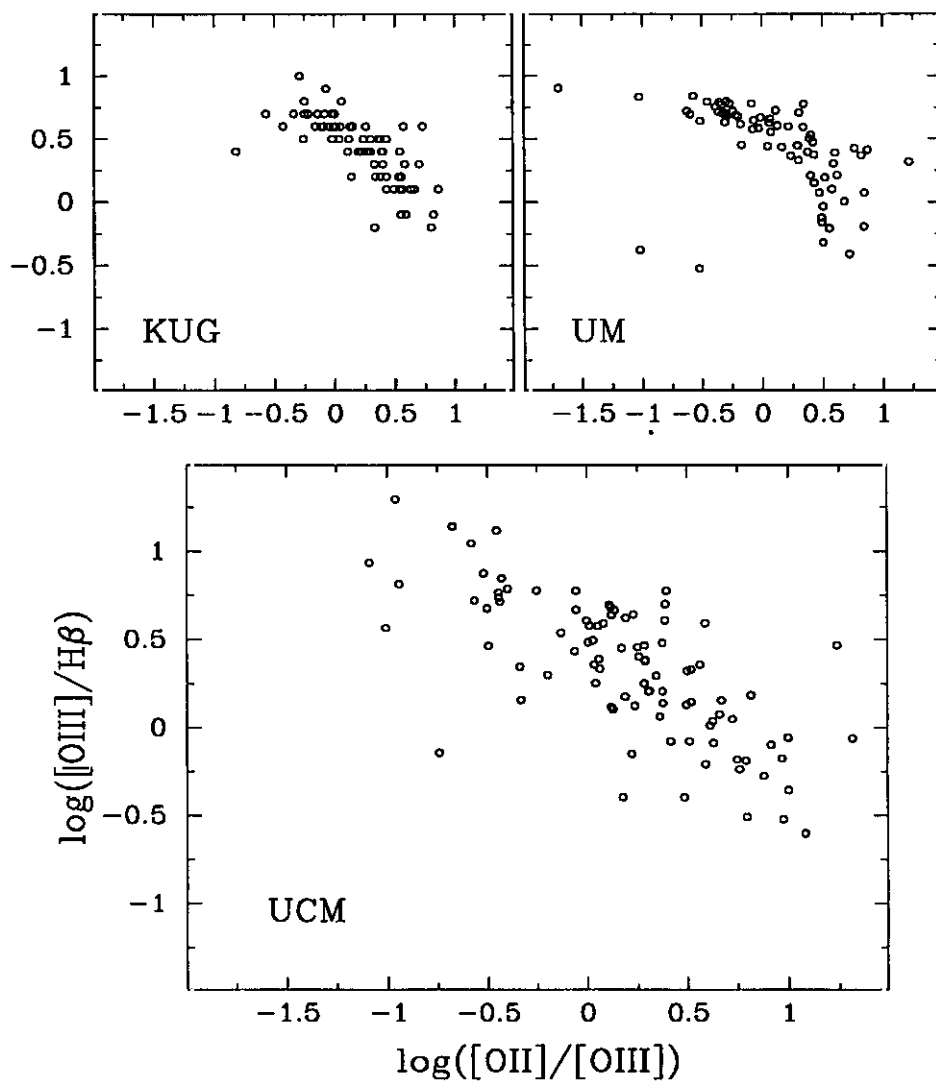


Figura 6.4 Diagrama de excitación para las muestras de KUG (arriba izquierda), de la UM (arriba derecha) y de la UCM (abajo).

recién formado. De esta forma, las estrellas O y B que proporcionan los fotones ionizantes todavía se encuentran en la secuencia principal y no han contaminado el gas nebuloso circundante con los resultados de los procesos nucleares que se están produciendo en su interior. Esta contaminación tiene su mayor causa en las explosiones tipo supernova que resultan de la rápida evolución de estos objetos. Los fuertes vientos que suelen presentar no se pueden despreciar pero tienen un efecto mucho más sutil. Estos objetos son galaxias de luminosidad intrínseca muy baja, lo que hace que estadísticamente formen una parte muy pequeña del total y por lo tanto en una muestra limitada en número sean muy pocos.

Comparemos ahora el comportamiento de las muestras UCM, UM y KUG (gráfico 6.4). Con ello ilustraremos las diferencias que surgen de las diversas técnicas de selección. Recordemos que las galaxias KUG son seleccionadas por su exceso en el azul y las galaxias UM se seleccionan por prisma objetivo en la zona del azul, es decir, emisión en OII, $H\beta$ u OIII. Por último las galaxias de la muestra UCM están seleccionadas mediante prisma objetivo en el rojo, o sea, emisión en $H\alpha$. Estas diferentes técnicas van a tener su reflejo en los diagramas de ionización. En primer lugar la serie de objetos que la UCM presenta en la esquina de menor ionización, no están presentes en el diagrama KUG. Esto se entiende si nos damos cuenta que en estas galaxias el espectro no tiene por que estar dominado por la formación estelar, pudiendo ser el color de estas galaxias incluso predominantemente rojo. Como es normal, la exploración de Kiso no los recupera. Esta ausencia de objetos también se puede apreciar que ocurre en la muestra de la Universidad de Michigan.

Si nos fijamos en el extremo opuesto, la Universidad de Michigan presenta una gran cantidad de objetos de muy alta ionización. Lógico pues estos objetos tienen líneas de OIII muy intensas, lo que los hace claramente visibles en un prisma objetivo en la zona del azul. Todo objeto con emisión en OIII la tiene en $H\alpha$, de ahí que también la UCM detecte estos objetos. Ya hemos dicho que normalmente son galaxias de baja luminosidad intrínseca, de aquí que a veces sólo la línea se vea en la placa fotográfica. Si hiciera falta que apareciera el continuo seguramente pasarían sin ser detectados. Cuando utilizamos el exceso de color para intentar detectar los objetos debemos irnos a magnitudes muy débiles o de otra forma la sensibilidad de nuestro instrumental no será la suficiente como para recuperar esta subclase. Esto último es lo que ha debido ocurrir con la exploración de Kiso, puesto que a pesar de

que el trabajo de Comte *et al.* (1994) está dirigido especialmente a las galaxias de aspecto compacto, no hay ninguna que caiga en esa zona tan concreta del diagrama.

La conclusión de todo lo anterior es que exploraciones tipo Universidad de Michigan están optimizadas para objetos de alta ionización, bajando mucho su rendimiento en lo que respecta a las de baja, de las que pierden una fracción importante. La exploración de Kiso reproduce los resultados de una exploración tipo Markarian ampliándolo a magnitudes más débiles, pero tienen que ser galaxias con procesos en general de muy gran amplitud. Fenómenos a pequeña escala en la galaxia albergadora pasarán desapercibidos. Este tipo de trabajo no sería apropiado por ejemplo para cuantificar la SFR del Universo Local pues se pierde toda la fracción de procesos de baja o moderada intensidad que se puedan estar dando actualmente. Una exploración tipo UCM es mucho más general. No está optimizada para galaxias de alta ionización puesto que las, por decirlo de alguna manera, confunde con un gran número de objetos que no lo son, aunque sí que las recupera. Por otro lado recupera toda esa gama de galaxias de baja ionización o alto enrojecimiento en las que hay contribución importante por parte del continuo estelar subyacente. La exploración UCM está optimizada para hacer un análisis completo del Universo Local en fenómenos de formación estelar, pues su único límite es la sensibilidad al mínimo de señal en la línea más el continuo en $H\alpha$ (de hecho en $H\alpha + [NII]$) que sea capaz de detectar.

6.4 Anchuras equivalentes de las líneas de emisión

En la figura 6.5 se representa en escala logarítmica la anchura equivalente total de Oxígeno definida como

$$EW([OII] + [OIII]) = EW([OII] \lambda 3727) + EW([OIII] \lambda 5007)$$

frente a la anchura equivalente de la línea $H\beta$ en emisión. La anchura equivalente de $H\beta$ es una medida de la edad y fuerza del brote de formación estelar en la galaxia (por ejemplo González-Riestra 1984, Mas-Hesse 1990) mientras que la suma de las anchuras equivalentes de las líneas normalmente más brillantes originadas en el gas nebuloso debería estar correlacionado de alguna manera con la cantidad anterior, considerando que la emisión del Oxígeno es el mecanismo enfriador de

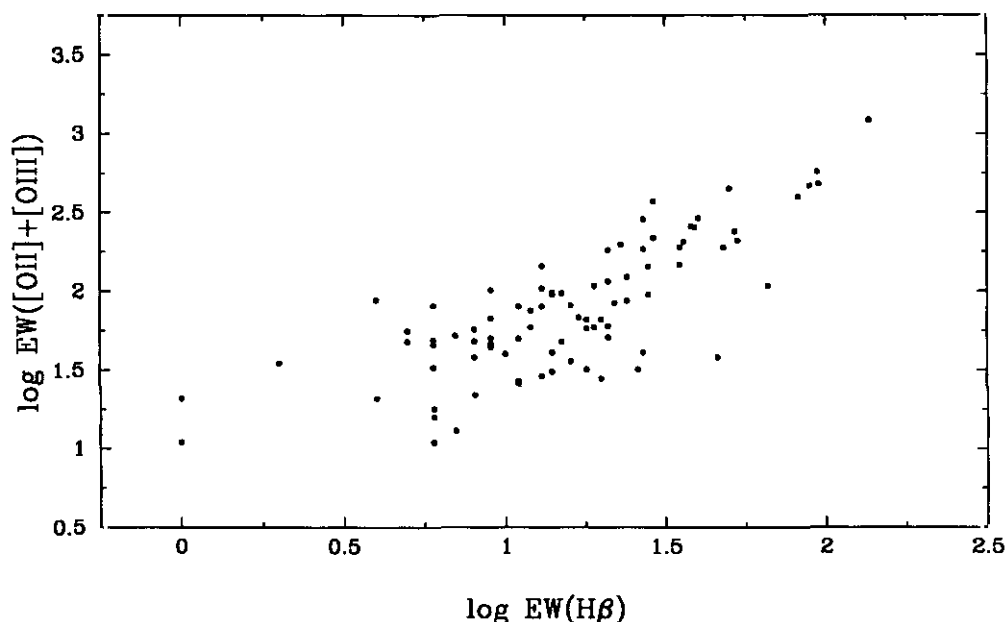


Figura 6.5 Relación entre la anchura equivalente total de Oxígeno y la anchura equivalente de $H\beta$ para las galaxias de la muestra UCM.

mayor efectividad en la nebulosa. La correlación existe y se puede apreciar en la figura. Hemos comprobado que esta correlación también se da en las muestras KUG y UM (Comte *et al.* 1994), si bien al contrario que estos autores, no se observa que los objetos con baja abundancia de Oxígeno se salgan de la tendencia general. Esto se cumpliría sólo para abundancias extremadamente bajas, es decir, I Zw18 y muy pocos casos más.

Más información acerca de los resultados obtenidos por cada una de las técnicas de selección se obtienen de los histogramas del número de galaxias en función de la anchura equivalente (Figura 6.6) de $H\beta$ y de la anchura equivalente en [OIII] (Figura 6.7). Histogramas parecidos para la muestra de la Universidad de Michigan se han incorporado a partir de los datos originales de Salzer *et al.* (1989).

Antes de entrar en la comparación con los resultados de las otras muestras hay una serie de características inherentes al histograma de la muestra UCM que hay que enunciar aquí. Como ya se mencionó la anchura equivalente de $H\beta$ es una medida de la fuerza del brote en la galaxia. En la muestra UCM un 16% del total de galaxias no presentan $H\beta$ en emisión, pero si consideramos qué porcentaje de galaxias presentan

	UCM		KUG		UM	
Total	218		117		139	
No H β	35	(16%)	...	...	6	(4%)
< 10 Å	120	(55%)	57	(49%)	31	(22%)
> 40 Å	22	(10%)	2	(2%)	41	(29%)
> 50 Å	15	(7%)	1	(1%)	33	(24%)

Tabla 6.2: Distribución del número de objetos de las muestras UCM, KUG y UM en EW(H β).

una H β con anchura equivalente menor a 10 Å el guarismo se dispara al 55%. La frontera de los 10 Å es la admitida como contraste límite para que un objeto pueda ser detectado en una exploración de prisma objetivo (ver capítulo 9). Así la línea H β difícilmente puede servir de trazador de formación estelar con una configuración instrumental de prisma objetivo. De las que sí presentan H β , su valor se distribuye a lo largo de un rango muy amplio de valores. El mayor porcentaje se da en torno a los 19 Å de anchura equivalente, con una cola importante de objetos entre los que hay un 10% con valor mayor a los 40 Å y un 7% con valor mayor a los 50 Å. De nuevo se reafirma la idea de que la exploración UCM está recuperando tanto los objetos con baja ionización o alto enrojecimiento como aquellos en los que el brote domina por completo la energía total emitida por la galaxia. La técnica es muy completa, pues recoge galaxias con todo tipo de ionización y es efectiva para recoger galaxias de ionización alta o muy alta. Los números reflejan lo dicho. Del total de galaxias con emisión en H α tenemos un 44% que no presentan la línea de [OIII] λ 5007. Salzer *et al.* argumentan que estas galaxias son de baja ionización y se detectarían a través de la línea [OII] λ 3727. El porcentaje de galaxias con H α pero sin [OIII] λ 5007 u [OII] λ 3727 en la muestra UCM asciende al 41%. Ya hemos visto que la línea H β no mejoraría su detectabilidad en el azul. Concluimos que nada menos que un 41% de las galaxias UCM no serían detectables por cualquier exploración en el azul.

Comparemos estos resultados con las muestras KUG y UM. En la tabla 6.2 se refleja la distribución del número de galaxias según diferentes valores de la anchura equivalente de la línea H β para las muestras de la UCM, KUG y UM. Si vemos

	UCM	KUG	UM
Total	145	105	139
No [OIII]	64 (44%)	36 (34%)	6 (4%)
< 10 Å	47 (32%)	35 (33%)	21 (15%)
> 50 Å	42 (29%)	23 (22%)	81 (58%)
> 100 Å	26 (19%)	5 (5%)	61 (44%)
> 400 Å	5 (3%)	0 (0%)	23 (16%)

Tabla 6.3: Distribución del número de objetos de las muestras UCM, KUG y UM en $EW([OIII] \lambda 5007)$.

lo que ocurre con la muestra de galaxias KUG, sólo una galaxia (1%) presentan anchura equivalente de $H\beta$ mayor a 50 Å. En este caso lo que se está perdiendo es una fracción de las galaxias de alta ionización y baja metalicidad. Sólo la técnica en $H\alpha$ mantiene una alta efectividad en recuperar galaxias tanto de baja ionización como de alta o de extinción importante. Es la muestra de Michigan la que está optimizada para este tipo de galaxias, con un alto porcentaje de ellas con anchuras equivalentes grandes.

La diferencia entre las tres muestras es muy similar cuando se analizan los histogramas en anchura equivalente en $[OIII] \lambda 5007$ (a la que nos referiremos de ahora en adelante simplemente como $[OIII]$). Esta idea queda reflejada en la tabla 6.3.

En el caso de las galaxias UCM un 44% no presentan emisión en $[OIII]$, mientras un 19% presentan anchuras equivalentes mayores a 100 Å. La muestra KUG comparte esa alta fracción (34%) de galaxias sin emisión en $[OIII]$ pero presenta solo un 5% de objetos con anchuras equivalentes mayores a 100 Å. La muestra de Michigan es también rica en galaxias con altos valores para $[OIII]$, hasta el extremo de que alcanza un valor promedio de ~ 100 Å. El porcentaje de galaxias sin línea (4%) es muy bajo, pues es la presencia de la misma la que hace que el objeto pueda ser detectado. Es una técnica especializada en encontrar este tipo de objetos con línea de $[OIII]$ intensa, siendo sin embargo ciega a la hora de detectar esas galaxias sin emisión en esta zona del espectro que llegan a alcanzar casi una de cada dos

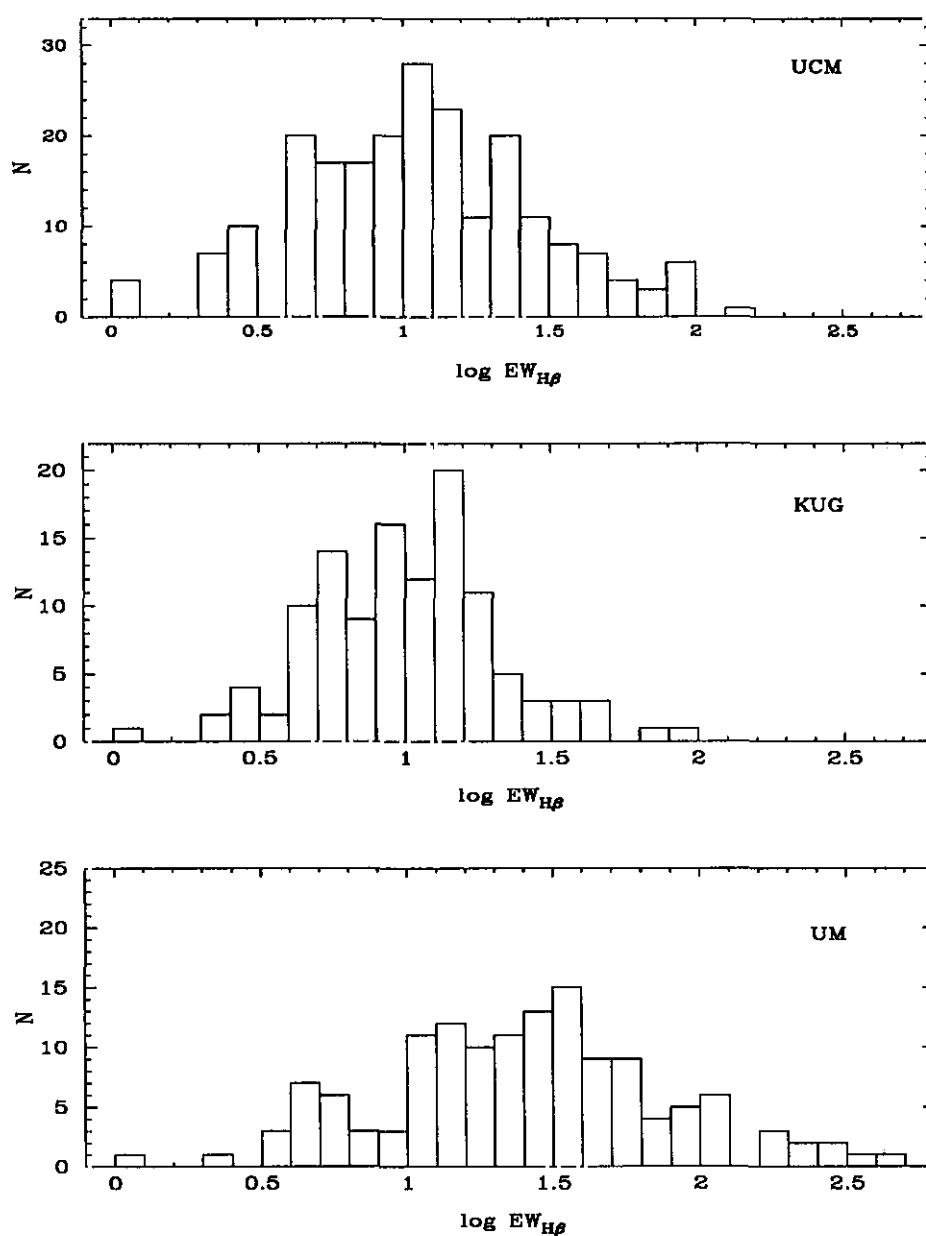


Figura 6.6 Histogramas del logaritmo de la anchura equivalente de $H\beta$ en \AA para las muestras de la UCM, KUG y UM.

galaxias que encuentra la exploración UCM (la confirmación vino del propio Salzer que lo reconoció en comunicación privada al autor, Septiembre de 1993). Sin duda una parte a tener en cuenta de la Formación Estelar en el Universo Local.

La causa de que la exploración KUG tenga una sensibilidad tan baja a aquellos objetos con anchuras equivalentes muy altas de las líneas de emisión en el azul hay que buscarlas en la técnica observacional. Estos objetos en general son intrínsecamente débiles y se hacen visible por la línea intensa. Sin embargo, la contribución de una línea de emisión al flujo total en una banda a su alrededor es pequeña. Así para que KUG detectase estos objetos deberían tener un continuo no solo muy azul (que en general lo presentan) sino que además ha de ser intenso para que sea detectado en las placas. En la muestra UCM varios de estos objetos se han detectado como un único punto en la placa que corresponde a la línea sin continuo. Podemos concluir que la exploración UM está optimizada para este tipo tan especial de galaxias, la UCM las encuentra junto con otros tipos muy diferentes y KUG es poco sensible a ellas. Hay una tercera forma de ilustrar la idea central que se ha venido plasmando aquí con respecto a la capacidad de la muestra UCM de recuperar una fracción importante de galaxias con presencia de emisión sólo en $H\alpha$ y sin ningún vestigio de la misma en la zona azul del espectro. Uno de los diagramas fundamentales para caracterizar la muestra UCM es el histograma del número de galaxias en función del logaritmo de la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ observado. Podemos encontrarlo en la figura 6.8. El valor medio observado es de 102 Å, con el 35% de los objetos por encima de este valor. Entre estos hay 21 galaxias (11%) con valor mayor a 200 Å, y un 2% (tres objetos: UCM0056+0044, UCM1331+2901 y UCM1612+1309) con valor mayor a los 400 Å. Por el otro extremo de la distribución el 3% (cinco objetos) posee un valor menor a los 10 Å, y un total de quince (el 8%) presentan valores menores de 20 Å. Nuevamente se reproduce el resultado de que se recuperan tanto galaxias en las que la emisión no domina en absoluto en el espectro como aquellas de anchuras equivalentes mayores a 200 Å en las que el brote de formación estelar es la fuente dominante de energía en la emisión total de la galaxia. Hay que reseñar que estos objetos tienen un cociente $[NII]/H\alpha$ bajo, por lo que prácticamente toda la emisión medida se debe a $H\alpha$.

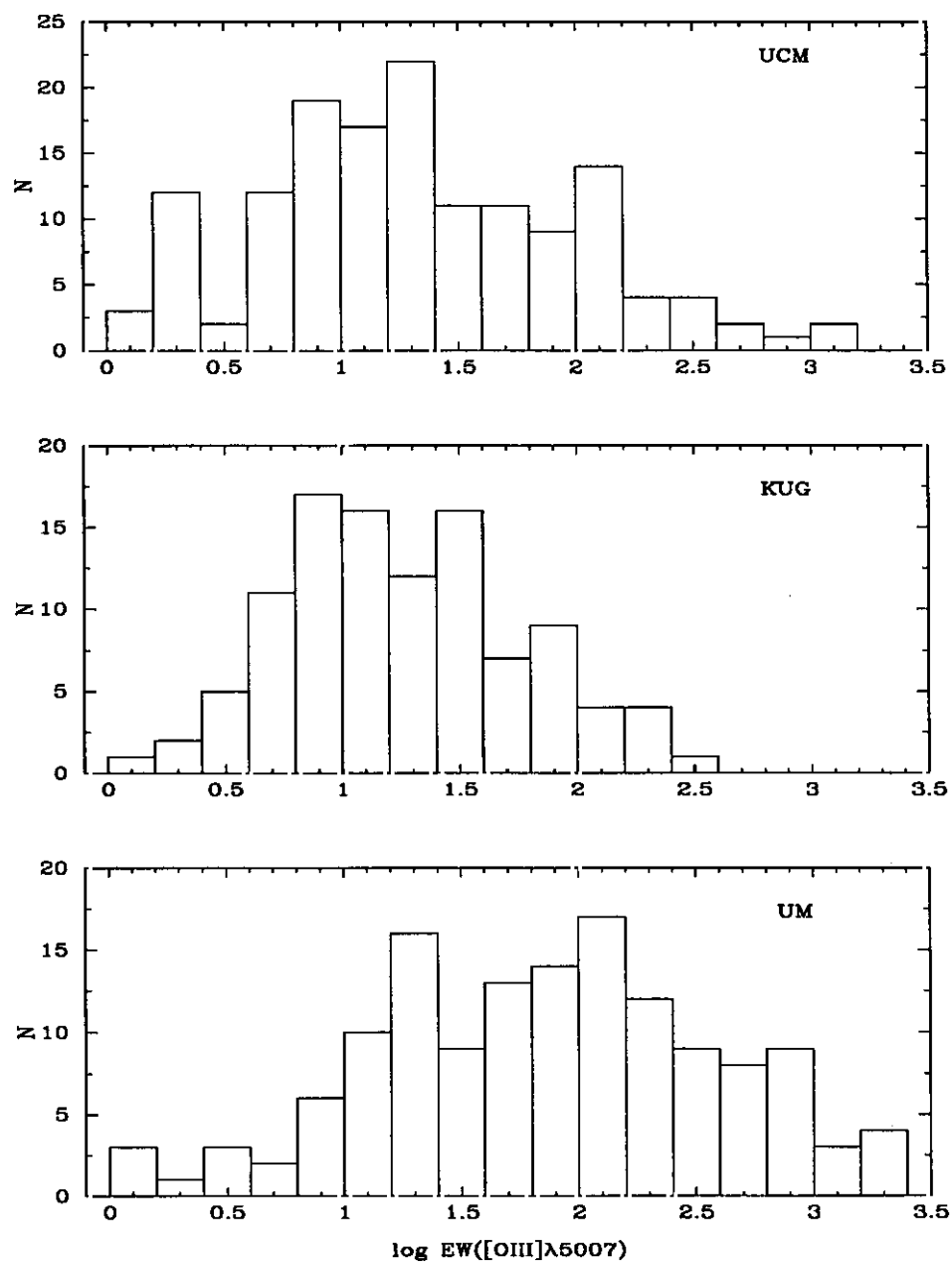


Figura 6.7 Histogramas del logaritmo de la anchura equivalente de [OIII] en Å para las muestras de la UCM, KUG y UM.

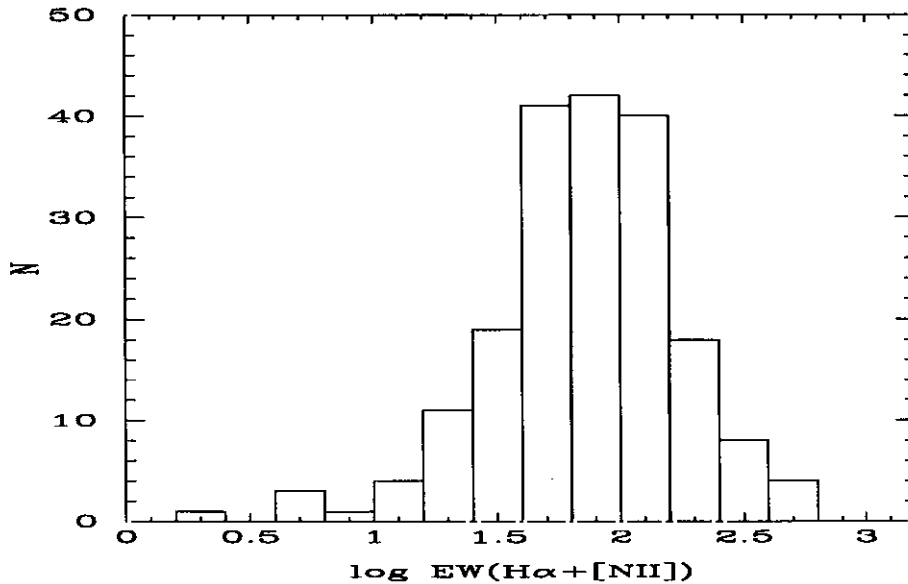


Figura 6.8 Histograma de las galaxias UCM en función del logaritmo de la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ en Å.

6.5 Relación entre anchura equivalente y magnitud absoluta

Tanto la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ como la magnitud absoluta de las galaxias en la banda r son dos parámetros íntimamente ligados a la naturaleza de cada objeto. Por ello, es de esperar una correlación entre ellos. Ambas cantidades están representadas en el gráfico 6.9, donde se aprecia que existe una tendencia, más fuerte para galaxias intrínsecamente débiles. Los objetos con anchuras equivalentes pequeñas de las líneas de emisión tienden a tener mayores luminosidades. En este gráfico sin embargo se aprecia una fuerte dispersión debido a la diferente naturaleza de cada objeto.

Varios resultados se pueden extraer de esta gráfica. Primero, las anchuras equivalentes de los objetos de alta luminosidad cubren un gran rango de valores, llegando a haberlos de muy pocos Å. Hay cinco objetos en la muestra UCM que presentan anchuras equivalentes menores a 10 Å. De ellos sólo UCM2320+2428 (7 Å), UCM0159+2327 (2 Å) y UCM1256+2910 (4 Å) tienen magnitud m_r conocida

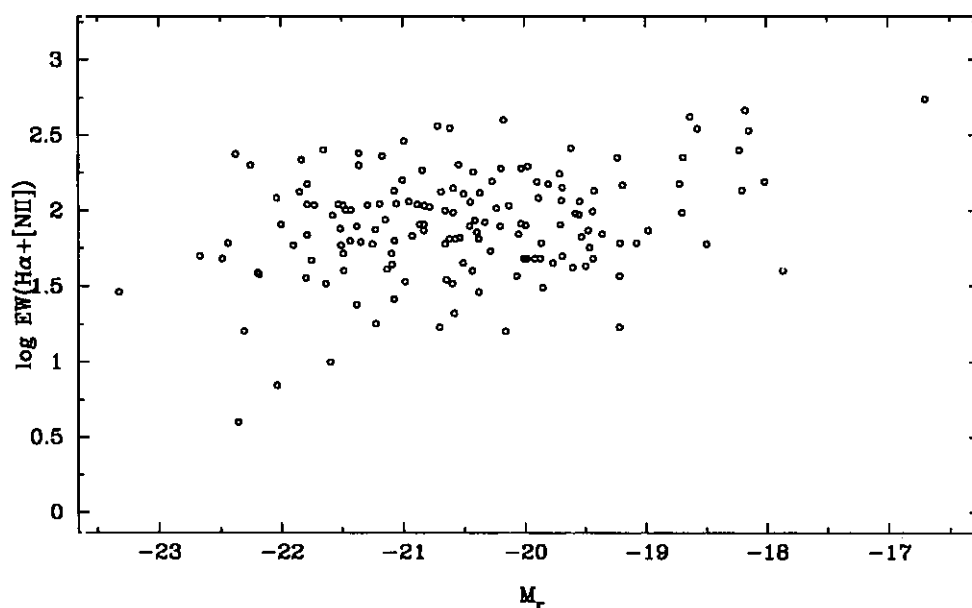


Figura 6.9 Logaritmo de la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ en \AA frente a la magnitud absoluta M_r .

y son los únicos objetos que figuran en la gráfica situados por debajo de los 10\AA , por lo que es un valor seguro tomar esos 10\AA como el límite inferior de anchuras equivalentes detectables por la exploración UCM (véase 9.2.1).

Un segundo punto está relacionado con las regiones del diagrama que no están ocupadas por ninguna galaxia. La falta de puntos en la esquina inferior derecha de la figura 6.9, correspondiente a galaxias de baja luminosidad y baja anchura equivalente es un efecto de selección. Como se verá en el capítulo 9 en el que se analiza la completitud de una muestra como la de la UCM, es necesario un flujo mínimo en el continuo+línea para la detección. Esta región del diagrama estaría ocupada por aquellas galaxias de baja luminosidad en las que el brote de formación estelar está ya en una fase tardía. En el curso de la exploración UCM tenemos UCM1304+2830 cuyas propiedades se ajustan perfectamente a esta situación. Las dos galaxias de magnitud absoluta más débil resultan ser UCM1612+1309 y UCM2324+2448, ambas con $M_r < -17.0$. En el siguiente capítulo veremos que ambas galaxias son muy buenos candidatos a galaxias de baja metalicidad.

Capítulo 7

La muestra UCM en el infrarrojo lejano

7.1 Motivación

El satélite IRAS fue lanzado en el mes de Enero de 1983 con el propósito de observar todo el cielo en la región del infrarrojo lejano. Las reservas de Helio líquido con el que mantener a baja temperatura los detectores determinaron que la vida del satélite fuera de sólo poco más de un año. El objetivo fue cartografiar todo el cielo en cuatro bandas del infrarrojo lejano centradas en las siguientes longitudes de onda: 12μ , 25μ , 60μ y 100μ . El satélite realizó las observaciones en dos modalidades principales. En una se le dedicó una atención especial a una serie de fuentes determinadas. La otra fue una exploración de prácticamente todo el cielo que proporcionó como resultado los flujos emitidos en las cuatro bandas por unas doscientos cincuenta mil fuentes infrarrojas (Catálogo IRAS de fuentes puntuales PSC). Una gran fracción de estas fuentes corresponden a objetos extragalácticos que no estaban previamente catalogados. Es tal el volumen de datos que produjo la misión que aún no se ha terminado el análisis completo de toda esta información.

La emisión en el infrarrojo lejano se produce cuando la radiación UV de las estrellas calienta el polvo presente en el medio interestelar. El diferente comportamiento emisivo del polvo depende de su tamaño, composición y de la energía de la radiación incidente (Mouri & Taniguchi 1992). La forma en la que cada tipo de estrella contribuye a la emisión en la zona del infrarrojo lejano es muy diferente.

Las estrellas con alto poder de ionización producen fotones energéticos que son absorbidos por los granos de polvo de gran tamaño, que reemiten esa energía en forma de radiación en el infrarrojo lejano, principalmente en torno a las 12 y 25 μ . A estas frecuencias también contribuyen los granos de tamaño pequeño que reemiten parte de la energía en forma de fotones con bajo poder de ionización. La emisión en torno a las 60 y 100 μ está originada en la interacción de la radiación poco ionizante con los granos de polvo de gran tamaño. Una consecuencia que se desprende de este escenario es que a bajas metalicidades la emisión en el infrarrojo queda disminuida por la escasa presencia de polvo y por lo tanto pierde utilidad como trazador de la formación estelar.

Por lo visto más arriba y dejando aparte los fenómenos de naturaleza no térmica, el origen de la radiación infrarroja se puede resumir como asociado a dos procesos posibles (Thuan 1983). El primero ocurre cuando la radiación electromagnética baña los granos de polvo. Los fotones de alta energía de un campo de radiación incidente se convierten en fotones de longitud de onda en el infrarrojo lejano que son radiados por el polvo como un cuerpo negro. El segundo comprende el efecto del campo general de radiación presente en el medio interestelar de todas las galaxias. La radiación infrarroja está relacionada con la intensidad y el espectro del campo de radiación en el que está inmerso el polvo. Un estudio en el infrarrojo nos ofrecerá información tanto sobre la abundancia del polvo como sobre las condiciones físicas en las que se encuentra. Durante los principios de los años ochenta, hubo una tendencia a pensar que, especialmente a 60 μ y 100 μ , IRAS medía directamente la Tasa de Formación Estelar actual en las galaxias (Wynn-Williams, 1982, de Jong *et al.* 1984, Soifer *et al.* 1984). Esta creencia fue desapareciendo con trabajos posteriores (Helou 1986, Sekiguchi 1987) y nuestros resultados aquí vendrán a confirmarlo, al menos para galaxias de las características del tipo de las detectadas en la exploración UCM.

Por otro lado, el alto porcentaje de cielo cubierto (98%) y la uniformidad de la muestra obtenida por el IRAS lo hacen idóneo para llevar a cabo estudios estadísticos de las propiedades infrarrojas de los diferentes tipos de galaxias. Estos análisis, aplicados a muestras de galaxias con líneas de emisión obtenidas con métodos ópticos son útiles para una mejor comprensión de los procesos físicos que están teniendo lugar en estos objetos y para la determinación de posibles efectos de

selección presentes.

En este capítulo nos centraremos en la información obtenible de los flujos infrarrojos para la lista de candidatos a galaxias con emisión en $H\alpha$ resultado de la exploración UCM.

7.2 Obtención de los datos en el infrarrojo

Como una primera aproximación al estudio de las características en el infrarrojo lejano FIR (del inglés *Far Infrared*) de la muestra, se realizó una búsqueda de posibles contrapartidas de cada objeto en el Catálogo de fuentes puntuales (IRAS PSC). Un total de 75 fuentes IRAS fueron encontradas dentro de las 272 áreas de búsqueda fijadas por las posiciones de las UCM en el óptico (estas cifras corresponden a un 28% del total). La mayor parte solo tenían flujo medido en alguna de las cuatro bandas. Un histograma con las magnitudes aparentes en la banda m_r para todas las galaxias UCM se muestra en la Figura 7.1. Se puede ver que la mayor parte de las galaxias más brillantes que $m_r = 14.5$ fueron encontradas en el PSC (línea gruesa del diagrama). Este hecho sugirió que tal vez sumando los diferentes barridos originales de IRAS en las posiciones ópticas de cada galaxia en nuestra muestra tal vez consiguiéramos una tasa mucho mayor de detecciones.

Para llevar a cabo este trabajo fueron utilizadas las facilidades proporcionadas por el Centro de proceso y análisis de datos infrarrojos (*Infrared Processing and Analysis Center, IPAC*) del Rutherford and Appleton Laboratory (Oxford, Inglaterra). Haciendo uso de una serie de librerías especiales se extrajo de las cintas originales de datos el flujo medido en la posición de cada objeto en los diferentes barridos del satélite. Estos fueron luego sumados para mejorar la relación señal-ruido. Puesto que para los detectores del satélite los objetos eran puntuales los datos fueron sumados en una sola dirección espacial. Por último, con un procedimiento de búsqueda de perfiles gaussianos se midieron los flujos correspondientes a aquellas fuentes puntuales que cayeran dentro de una ventana de 2 minutos de arco (resolución máxima de IRAS) en torno a la posición en el óptico. Un criterio adicional haciendo uso del cociente $F_{25}/F_{60} < 0.4$ fue usado para eliminar la presencia de posibles estrellas en la ventana de búsqueda. Después de este segundo intento la muestra final de objetos

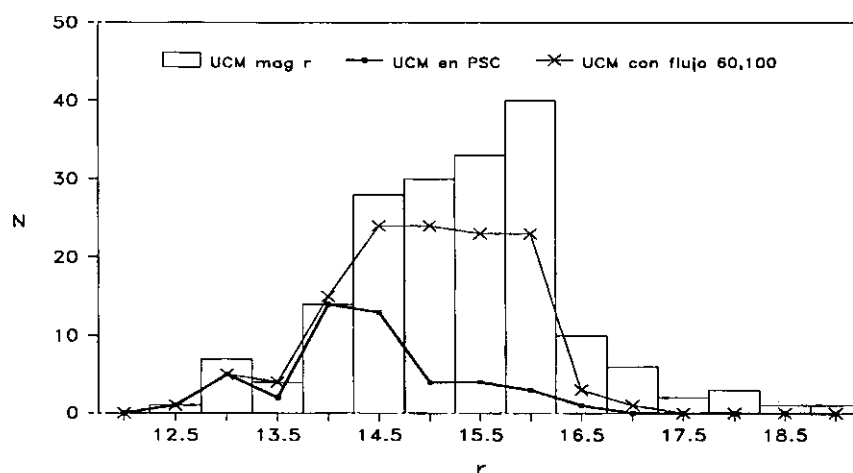


Figura 7.1 Histograma en magnitud m_r del número de galaxias por intervalo de magnitud. Se han superpuesto el número de galaxias presentes en el PSC (línea gruesa) y el número de galaxias de las que al final se pudo disponer de flujos (línea fina).

UCM detectados por IRAS contiene 262 entradas, lo cual supone un 96% del total y una ganancia respecto a la información disponible con el PSC de un factor 3 en cuanto a número. De ellas 123 (47%) fueron detectadas a 60μ y a 100μ (línea delgada de la figura), 73 (28%) fueron detectadas a 25μ , 60μ y 100μ , mientras que hasta 84 (32%) tienen flujo bien medido en las cuatro bandas.

A continuación se tabulan los flujos IRAS para cada uno de los candidatos. En las dos primeras columnas se dan el nombre UCM y el número de orden en la placa prisma objetivo. Las columnas 3, 4, 5 y 6 dan las densidades de flujo en Janskys. En el caso de no ser detectado el objeto en una determinada banda lo que se da es un límite superior igual a 3σ seguido de una 'L' de "menor que" (del inglés *lower than*). Aquellos flujos cuyo error es igual o superior al 25% van seguidos de un signo ':'. En la columna 7 se dan las magnitudes fotográficas de catálogo y por último en la 8 se dan los desplazamientos al rojo obtenidos de la literatura o de nuestras propias observaciones espectroscópicas.

UCM	N. placa	F _{12μ}	F _{25μ}	F _{60μ}	F _{100μ}	m _{pg}	z	IRAS
UCM0000+2140	197#06	0.21	1.18	4.42	4.61	14.3	0.02170	IRAS00005+2140
UCM0001+2024	210#17	0.06:	0.06L	0.05L	14.12			
UCM0003+2200	197#17	0.05L	0.08L	0.10L	0.55:	16.5	0.02450	
UCM0003+2215	197#23	0.05L	0.13:	1.31	2.22	16.0	0.02230	IRAS00033+2215
UCM0003+1955	210#36	0.32	0.47	0.45	1.00	13.8	0.02560	IRAS00037+1955
UCM0005+1802	210#37	0.04L	0.05L	0.09:	0.19L		0.01870	
UCM0006+2332	197#18	0.08:	0.09:	0.57	1.54	14.5	0.01510	IRAS00063+2322
UCM0009+2024	210#16	0.05L	0.09L	0.12:	0.21:			
UCM0012+2109	210#11	0.05L	0.08L	0.05L	0.16L			
UCM0013+1944	210#23	0.04L	0.05L	0.15	0.41		0.02700	
UCM0014+1829	210#33	0.04L	0.08L	0.24	0.43		0.01820	
UCM0014+1748	210#32	0.10	0.21	1.10	1.72	14.9	0.01820	IRAS00148+1748
UCM0015+2212	210#09	0.03L	0.04L	0.16	0.26L	16.0	0.01990	
UCM0017+1942	210#24	0.03L	0.07:	0.06L	0.91	15.7	0.02589	
UCM0017+2148	210#06	0.05L	0.09L	0.13L	0.58L		0.01890	
UCM0018+2216	210#04	0.08:	0.49	0.72	1.51		0.01690	
UCM0018+2218	210#03	0.04L	0.05L	0.99	2.23	17.0	0.02200	IRAS00189+2218
UCM0019+2201	210#05	0.04L	0.24	0.30	0.66:		0.01910	
UCM0009+2045	210#15							
UCM0022+2049	210#01	0.16	0.26	2.08	4.26	15.5	0.01850	IRAS00221+2049
UCM0023+1908	210#34	0.04L	0.12:	0.29	0.75:		0.02510	
UCM0034+2120	198#05	0.05L	0.16:	1.22	3.25	15.6	0.03150	
UCM0036+2007	198#02	0.05L	0.10L	0.06L	0.27:			
UCM0037+2226	198#07	0.06	0.21	0.89	2.42	14.6	0.01959	IRAS00375+2226
UCM0038+0235	195#07	0.13	0.13:	0.36	0.72	15.8		
UCM0038+2259	198#09	0.12	0.16:	0.25	0.86			
UCM0038+2302	198#10	0.06L	0.17:	0.08L	0.19L			
UCM0039+0054	195#10	0.08L	0.09L	0.06L	0.19L	15.6	0.01910	
UCM0040+0257	195#08	0.10:	0.21:	0.53	0.80	17.0	0.03670	
UCM0040+2312	198#30	0.09:	0.08	0.75	2.23	15.8	0.02442	IRAS00401+2313
UCM0040+0220	195#22	0.04L	0.18:	0.20	0.33:	17.0	0.01730	
UCM0040-0023	195#13	0.26L	0.38L	1.78:	4.55	13.6	0.01420	IRAS00408-0023
UCM0041+0135	195#06	0.11:	0.15:	0.27	0.74	14.2	0.01690	
UCM0043+0245	195#23	0.07:	0.12:	0.05L	0.30:	17.0	0.01800	
UCM0043+2440	198#11	0.05L	0.10:	0.17	0.19L			
UCM0043-0159	195#05	0.25	0.59	4.04	8.85	13.1	0.01610	IRAS00435-0159
UCM0044+2246	198#13	0.04L	0.08:	0.45	0.60	16.9	0.02530	
UCM0045+2256	198#12	0.05L	0.06L	0.08L	0.18:			
UCM0045-0157	195#25							
UCM0045+2206	198#14	0.09:	0.22	0.96	1.79	14.9	0.01940	IRAS00452+2205
UCM0047+2051	198#15	0.05:	0.09	0.61	1.41		0.05770	IRAS00472+2051
UCM0047+2413	198#19	0.10:	0.30	2.06	3.38	15.5	0.03368	
UCM0047-0213	195#04	0.04L	0.10L	0.37	0.67	15.5	0.01440	
UCM0047+2414	198#20	0.06L	0.24	2.44	3.63	15.2	0.03379	IRAS00477+2414
UCM0049-0006	195#27	0.04L	0.24:	0.12:	0.16L	18.0	0.03770	
UCM0049+0017	195#03	0.05L	0.07L	0.20	0.45	17.0	0.01400	
UCM0049-0045	195#30					15.3	0.00490	
UCM0049-0152	195#31	0.06L	0.18	0.08L	0.22:			

Tabla 7.1: Flujos en el infrarrojo lejano de los objetos de la lista UCM.

UCM	N. placa	F _{12μ}	F _{25μ}	F _{60μ}	F _{100μ}	m _{pg}	z	IRAS
UCM0049+0013	195#28	0.11	0.13:	0.06L	0.46:			
UCM0050+0005	195#02	0.06L	0.23	0.30	0.33	16.0	0.03460	
UCM0050+2114	198#17	0.10	0.38	1.99	2.64	14.5	0.02450	IRAS00509+2114
UCM0051+2430	198#21	0.09	0.13	1.11	1.59	15.1	0.01730	IRAS00512+2430
UCM0053+2352	198#22	0.05L	0.06L	0.06L	0.16L	15.5		
UCM0053-0049	195#32					16.0	0.02610	
UCM0054-0133	195#16	0.12:	0.73	0.82	1.30	15.5	0.05120	IRAS00540-0133
UCM0054+2337	198#23	0.05L	0.19	0.16	0.42	15.1	0.01640	
UCM0056+0044	195#33	0.04L	0.09L	0.26	0.22:	17.0	0.01830	
UCM0056+0043	195#01	0.09:	0.15L	0.34	0.23L	16.6	0.01890	
UCM0119+2156	208#01	0.05:	0.08:	0.47	1.29		0.05830	IRAS01196+2156
UCM0121+2137	208#02	0.04L	0.06L	0.30	1.35	15.9	0.03389	IRAS01203+2154
UCM0129+2109	208#12	0.05L	0.23	1.30	2.46	14.8	0.03440	IRAS01295+2109
UCM0130+2505	208#04	0.05L	0.06L	0.08L	0.38:			
UCM0134+2258	208#06	0.04:	0.35	0.47	1.20	17.0	0.03530	IRAS01344+2258
UCM0135+2242	208#09	0.05:	0.05L	0.11	0.90:		0.03630	
UCM0138+2016	206#01	0.06:	0.06L	0.06L	0.13L			
UCM0138+2047	206#02	0.05L	0.12:	0.12	1.13			
UCM0138+2216	206#04	0.12	0.14:	0.44	1.72		0.05910	IRAS01382+2216
UCM0139+2226	201#03	0.11	0.07L	0.10L	0.57	15.5	0.04436	
UCM0141+2220	201#05	0.05L	0.06L	0.38	0.66		0.01740	
UCM0142+2137	201#07	0.05L	0.23	0.58	0.94	15.2	0.03503	IRAS01421+2138
UCM0142+2441	201#18	0.05L	0.10L	0.77	1.51			IRAS01424+2441
UCM0145+2519	206#28	0.06L	0.08L	0.48	1.32	15.2	0.04086	IRAS01450+2519
UCM0147+2309	206#10	0.05:	0.13	0.21	0.33:		0.01960	
UCM0148+2124	206#06	0.06:	0.06L	0.25	0.19L		0.01690	
UCM0150+2032	206#12	0.05L	0.06:	0.10	0.34		0.03230	
UCM0150+2056	206#15	0.05L	0.16:	0.08L	0.30:			
UCM0152+2039	206#13	0.05:	0.05L	0.07:	0.24:			
UCM0155+2507	201#20	0.21	0.67	5.86	9.46	14.3	0.01642	IRAS01556+2507
UCM0155+2223	206#16	0.05L	0.07L	0.06L	0.16L		0.02110	
UCM0156+2410	206#34	0.04:	0.07L	0.23	0.23L	14.8	0.01300	
UCM0156+2410	201#24	0.05L	0.08L	0.21	0.19L	14.8	0.01340	
UCM0157+2324	201#27	0.13	0.25	1.34	3.38	13.3	0.01640	IRAS01570+2323
UCM0157+2413	201#23	0.08	0.20	1.43	2.61	14.9	0.01770	IRAS01574+2413
UCM0157+2102	206#38	0.04L	0.07L	0.60	0.98	14.3	0.01017	IRAS01577+2102
UCM0158+2354	206#20	0.04L	0.06L	0.18	0.16L		0.01700	
UCM0159+2327	206#19	0.04L	0.13	0.42	0.81	15.5	0.01780	
UCM1246+2727	228#44	0.04L	0.09:	0.13	0.25:	15.5	0.02003	
UCM1247+2701	228#43	0.04L	0.04L	0.10:	0.31:	16.0	0.02310	
UCM1248+2911	228#22	0.04L	0.05L	0.42	1.43	15.5	0.02153	IRAS12485+2911
UCM1253+2926	228#42	0.03L	0.08:	0.06:	0.30:			
UCM1253+2756	228#30	0.07:	0.08L	0.70	0.99	16.2	0.01654	
UCM1254+2932	228#41	0.05L	0.08L	0.06L	0.16L			
UCM1254+2741	228#46	0.03L	0.05L	0.05L	0.13L			
UCM1254+2853	228#15	0.08	0.06L	0.06L	0.32			
UCM1254+2802	228#45	0.08L	0.12:	0.15:	0.31:		0.02530	
UCM1254+2740	228#03	0.07:	0.17:	0.22	0.62	15.9	0.01637	
UCM1255+2819	228#18	0.05L	0.37	0.31	0.41	15.9	0.02722	
UCM1255+2734	228#23	0.07:	0.10:	0.39	0.61	16.5	0.02489	
UCM1255+3125	228#29	0.04L	0.12	0.26:	0.48	15.5	0.02517	

Tabla 7.1: Flujos en el infrarrojo lejano de los objetos de la lista UCM.

UCM	N. placa	F _{12μ}	F _{25μ}	F _{60μ}	F _{100μ}	m _{pg}	z	IRAS
UCM1256+2717	228#25	0.06:	0.16	0.12:	0.23L		0.02730	
UCM1256+2732	228#24	0.08:	0.05L	0.34	0.36:	15.6	0.02456	
UCM1256+2702	228#27	0.07:	0.07L	0.08L	0.23L		0.02470	
UCM1256+2910	228#37	0.04L	0.07L	0.08L	0.38		0.02510	
UCM1256+2823	228#17	0.06:	0.18	0.44	1.02	15.7	0.03152	IRAS12566+2823
UCM1256+2754	228#21	0.06:	0.15:	0.40	0.65	15.1	0.01851	
UCM1256+2722	228#26	0.03L	0.08L	0.23	0.84		0.02770	
UCM1257+2754	228#28	0.06:	0.22	0.13	0.29:	14.9		
UCM1257+2825	228#16	0.04L	0.14	0.11:	0.36:			
UCM1257+2808	228#31	0.04L	0.06L	0.35	0.36:	16.1	0.01709	
UCM1258+2754	228#20	0.04L	0.12	0.23	0.23:	15.7	0.02492	
UCM1259+2934	228#02	0.26	1.31	6.61	7.10	13.9	0.02357	IRAS12590+2934
UCM1259+3011	228#32	0.05:	0.05L	0.25	0.53		0.03070	
UCM1259+2755	228#19	0.09:	0.16	0.64	1.09	15.2	0.02396	IRAS12596+2755
UCM1300+2907	228#38	0.05L	0.05L	0.06L	0.13L	16.9	0.02298	
UCM1300+3136	228#34	0.52	0.41	0.06L	0.24:			
UCM1301+3000	228#01	0.06:	0.07L	0.09:	0.19:			
UCM1301+2904	228#14	0.04L	0.09:	0.17	0.54	15.3	0.02682	
UCM1302+2853	228#13	0.05L	0.07:	0.20	0.55	16.0	0.02370	
UCM1302+3032	228#33	0.04L	0.04L	0.07:	0.13L	16.5	0.03328	
UCM1303+2908	228#39	0.05:	0.06:	0.12	0.16L	16.2	0.02598	
UCM1304+2808	228#12	0.31	0.09L	0.98	1.87	15.0	0.02046	IRAS13042+2808
UCM1304+2830	228#40	0.03L	0.05L	0.03L	0.19L		0.02170	
UCM1304+2848	228#10	0.03L	0.06:	0.10:	0.13L	14.5	0.01587	
UCM1304+2818	228#11	0.03L	0.05L	0.08L	0.64	15.7	0.02431	
UCM1306+3100	228#05	0.04L	0.03L	0.06L	0.32			
UCM1306+2938	228#08	0.03L	0.14	0.61	1.30	15.1	0.02086	IRAS13068+2938
UCM1307+3111	228#04	0.05L	0.08L	0.16	0.39		0.01680	
UCM1307+2910	228#09	0.12	0.10:	0.90	2.47	13.9	0.01869	IRAS13073+2910
UCM1308+2958	228#06	0.06L	0.08:	0.21	0.79	15.2	0.02121	
UCM1308+2950	228#07	0.08	0.23	2.12	3.64	14.6	0.02421	IRAS13086+2950
UCM1309+2936	228#36	0.04L	0.06L	0.06L	0.16L			
UCM1310+2737	232#09	0.04:	0.07L	0.08:	0.16L			
UCM1310+3027	228#35	0.05L	0.25	0.17:	0.33:		0.02340	
UCM1312+3039	232#01	0.10	0.19	1.02	1.99	15.4	0.02098	IRAS13127+3040
UCM1312+2954	232#04	0.09:	0.10	0.40	0.68		0.02300	
UCM1313+2938	232#03	0.08	0.07:	0.31	0.25:	16.0	0.03710	
UCM1314+2827	232#08	0.03L	0.04L	0.15	0.19L	16.3	0.02530	
UCM1320+2727	232#10	0.04L	0.05L	0.12	0.19:	17.0	0.02470	
UCM1321+2648	232#11	0.04L	0.06L	0.16	0.46	15.6		
UCM1324+2926	232#07	0.05L	0.08	0.08L	0.18:	16.4	0.01720	
UCM1324+2650	232#12	0.08:	0.18	0.66	1.01	15.2	0.02338	IRAS13244+2651
UCM1325+2955	232#05	0.02L	0.04L	0.05L	0.13L			
UCM1330+3011	232#06	0.06L	0.15	0.34	0.20:			
UCM1331+2901	232#13	0.04L	0.04L	0.05L	0.16L	17.4	0.03560	
UCM1428+2727	234#15	0.03L	0.09	0.76	1.24	15.5	0.01488	IRAS14289+2727
UCM1429+2645	234#17	0.03L	0.04L	0.06L	0.33:		0.03280	
UCM1430+2947	234#01	0.05:	0.19	0.49	1.09	17.0	0.02900	IRAS14307+2947
UCM1431+2854	234#11	0.07	0.03L	0.26	0.61	15.4	0.02898	
UCM1431+2702	234#16	0.10:	0.13:	0.19	0.36		0.03840	

Tabla 7.1: Flujo en el infrarrojo lejano de los objetos de la lista UCM.

UCM	N. placa	F _{12μ}	F _{25μ}	F _{60μ}	F _{100μ}	m _{pg}	z	IRAS
UCM1431+2947	234#02	0.05:	0.04L	0.05L	0.13L	18.0	0.02190	
UCM1431+2814	234#12	0.03L	0.05L	0.09:	0.21:		0.03200	
UCM1432+2645	234#18	0.22	0.13:	0.53	1.33	15.2	0.030720	IRAS14328+2645
UCM1439+2439	234#20	0.10:	0.08	0.13:	0.29:			
UCM1440+2521S	234#22	0.06	0.07:	0.43	1.12	16.0	0.03140	IRAS14408+2521
UCM1440+2521N	234#21	0.06	0.07:	0.43	1.12	15.9	0.03150	IRAS14408+2521
UCM1440+2511	234#23	0.17	0.17L	0.14L	0.20:		0.03330	
UCM1441+2918	234#04	0.04:	0.04L	0.08:	0.23:	14.9		
UCM1442+2845	234#10	0.02L	0.12	0.46	0.68	14.8	0.01099	
UCM1443+2714	234#14	0.16	0.34	0.78	1.22	15.3	0.02938	IRAS14434+2714
UCM1443+2844	234#09	0.04L	0.05:	0.55	1.29	15.6	0.02798	IRAS14437+2844
UCM1443+2548	234#24	0.07:	0.07:	0.65	0.90	15.4	0.03510	IRAS14438+2548
UCM1444+2923	234#05	0.03L	0.03L	0.05L	0.10L		0.02810	
UCM1445+2855	234#08	0.05:	0.03L	0.05:	0.13L			
UCM1447+2535	234#19	0.03L	0.08:	0.29	0.67	14.3	0.03393	
UCM1449+2847	234#06	0.05	0.03L	0.05L	0.33		0.01600	
UCM1449+2843	234#07	0.05L	0.10	0.06L	0.45	15.7		
UCM1451+2954	234#03	0.05:	0.04L	0.05L	0.10L			
UCM1452+2754	234#13	0.03L	0.06:	0.25	0.59		0.03390	
UCM1506+1924	236#02	0.06	0.14	1.00	1.51	14.6	0.02050	IRAS15062+1922
UCM1513+2012	236#01	0.08	0.48	3.01	3.81	15.6	0.03690	IRAS15135+2012
UCM1536+2338	225#02	0.03L	0.03L	0.08:	0.13L			
UCM1537+2506	225#01	0.20	0.51	2.37	3.11	15.5	0.02310	IRAS15373+2506
UCM1557+1423	230#02	0.05:	0.08	0.16	0.40		0.02750	
UCM1604+1642	230#01	0.13:	0.06L	0.16:	0.79			
UCM1608+1335	230#03	0.03L	0.04L	0.06L	0.23L			
UCM1612+1309	230#04	0.04	0.12	0.09:	0.32:		0.01140	
UCM1646+2725	231#01	0.04L	0.06L	0.08L	1.02:		0.03390	
UCM1647+2950	229#02	0.10	0.13	0.79	1.57	15.2	0.02898	IRAS16471+2950
UCM1647+2950	231#03	0.10	0.13	0.79	1.57	15.2	0.03250	IRAS16471+2950
UCM1647+2727	231#06	0.03L	0.04L	0.25	1.04		0.03690	
UCM1647+2729	229#10	0.06:	0.06L	0.23	0.58L	15.6	0.03660	
UCM1648+2855	229#03	0.04:	0.18	0.66	1.70	15.0	0.03078	IRAS16488+2855
UCM1651+2721	231#05	0.04L	0.04L	0.06L	0.36:			
UCM1651+3017	231#02	0.04:	0.02L	0.05L	0.16L			
UCM1653+2644	229#11	0.49	0.74	0.65	6.59	14.7	0.03453	IRAS16531+2642
UCM1654+2812	229#07	0.03L	0.03L	0.05L	0.30:		0.03480	
UCM1655+2755	229#08	0.03L	0.08	0.13	0.52:	15.4	0.03380	
UCM1656+2845	229#06	0.09	0.04L	0.11	0.31:			
UCM1656+2744	229#01	0.10	0.09	0.25	1.57		0.03300	
UCM1657+2900	229#05	0.02L	0.05L	0.21	0.56	17.0	0.03170	
UCM1659+2928	229#04	0.07	0.04:	0.12	0.77	16.1	0.03690	
UCM1701+3131	229#09	0.08	0.25	2.12	3.54	15.4	0.03270	IRAS17013+3131
UCM2238+2308	200#03	0.05L	0.15	1.08	2.15	14.7	0.02383	IRAS22388+2308
UCM2239+2402	200#02	0.05L	0.05L	0.06L	0.43			
UCM2239+1959	200#04	0.12	0.87	2.39	2.95	14.9	0.02420	IRAS22395+2000
UCM2241+2431	200#01	0.05L	0.05L	0.13	0.33:		0.01800	
UCM2244+2049	200#06	0.05L	0.05L	0.06L	0.77	14.9		
UCM2249+2149	200#07	0.05L	0.19	0.32	0.36L		0.04620	

Tabla 7.1: Flujos en el infrarrojo lejano de los objetos de la lista UCM.

UCM	N. placa	F _{12μ}	F _{25μ}	F _{60μ}	F _{100μ}	m _{pg}	z	IRAS
UCM2250+2427	200#08	0.19	0.81	3.46	4.91	15.4	0.04211	IRAS22501+2427
UCM2251+2352	200#09	0.06L	0.09L	0.25	0.61		0.02670	
UCM2251+2405	200#10	0.08:	0.07L	0.11L	0.51L			
UCM2253+2219	200#12	0.05L	0.15	0.51	0.59		0.02420	
UCM2253+2453	200#11	0.04L	0.07L	0.06L	1.14:			
UCM2255+1930S	205#01	0.09	0.11	1.65	2.53	14.5	0.01894	IRAS22551+1931
UCM2255+1930N	205#02	0.09	0.11:	1.65	2.53	14.5	0.01894	IRAS22551+1931
UCM2255+1926	205#03	0.04L	0.07:	0.06L	0.23L		0.01930	
UCM2255+1654	205#10	0.12	0.07L	0.70	1.67		0.03880	IRAS22554+1654
UCM2256+2002	205#52					15.2	0.02420	
UCM2257+2438	200#13	0.05L	0.13:	0.45	2.12	16.8	0.03450	
UCM2257+1606	205#60					17.0	0.03230	
UCM2258+1920	205#12	0.04L	0.05L	0.32	0.32L	15.2	0.02200	
UCM2300+2014	205#30	0.03L	0.14	0.42	0.36:		0.03460	IRAS23008+2014
UCM2302+2053W	205#31	0.11	0.04L	0.75	0.64L		0.03280	
UCM2302+2053E	205#32					15.0	0.03280	
UCM2303+1856	205#26	0.10	0.49	2.29	2.18	15.7	0.02760	
UCM2303+1702	205#17	0.05L	0.10:	0.38	0.66:		0.04211	
UCM2304+1640	205#19	0.04L	0.07L	0.10L	0.45L		0.01790	
UCM2305+1621	205#20	0.04:	0.05:	0.22	0.35L		0.03840	
UCM2306+1703	205#22	0.06:	0.08:	0.13:	1.28			
UCM2306+1947	205#34	0.23	0.10	0.08L	2.50	15.8	0.02710	
UCM2307+2118	205#33	0.11	0.05L	0.06L	1.42			
UCM2310+1800	205#35	0.04L	0.11:	0.44	1.37		0.03630	IRAS23101+1800
UCM2312+2204	194#01	0.06	0.08:	0.20	0.66:		0.03270	
UCM2312+2500	194#76	0.27	0.13	0.13:	1.65	14.4	0.02662	IRAS23127+2459
UCM2313+1842	205#46	0.07L	0.10:	0.24	2.56		0.03000	
UCM2313+2516	194#77	0.24	2.00	10.41	11.16	15.0	0.02730	IRAS23135+2516
UCM2315+1923	205#51	0.12:	0.11:	0.22	0.48L		0.03850	
UCM2315+1658	205#36	0.05L	0.28	0.06L	0.26L			
UCM2316+2457	194#12	0.24	0.62	4.22	7.05	14.1	0.02770	IRAS23161+2457
UCM2316+2459	194#13	0.05L	0.06L	2.44	6.14	15.7	0.02740	
UCM2316+2028	194#16	0.07L	0.12	0.43	1.05		0.02630	IRAS23170+2028
UCM2317+2356	194#14	0.18	0.31	2.72	5.85	13.6	0.03340	IRAS23176+2356
UCM2319+2234	194#26	0.04L	0.08:	0.31	0.56		0.03640	
UCM2319+2243	194#65	0.09:	0.07:	0.13	0.53		0.03130	
UCM2320+2036	194#24	0.15	0.04L	0.06L	0.35L			
UCM2320+2428	194#66	0.17	0.18	0.56	1.43	15.7	0.03280	IRAS23209+2428
UCM2321+2149	194#30	0.03L	0.05L	0.16	0.41:		0.03740	
UCM2321+2506	194#28	0.05L	0.26	0.41	0.67	15.1	0.03310	
UCM2322+2204	194#32	0.04L	0.05L	0.05L	0.87			
UCM2322+2218	194#33	0.09:	0.06L	0.27	0.19L		0.02580	
UCM2323+2047	194#70	0.04L	0.07L	0.21	0.42:			
UCM2323+2252	194#37	0.08:	0.08:	0.05L	0.16L			
UCM2324+2448	194#67	0.21	0.21	1.74	5.04	13.4	0.01230	IRAS23241+2448
UCM2325+2318	194#38	0.10	0.61	4.97	6.79	13.2	0.01220	IRAS23252+2318
UCM2325+2208	194#40	0.42	0.88	7.16	14.8	12.5	0.01300	IRAS23259+2208
UCM2326+2435	194#42	0.05L	0.16	1.00	2.08		0.01740	
UCM2327+2154	194#49	0.05:	0.06L	0.08L	0.35:			
UCM2327+2515	194#45	0.06:	0.36	1.52	1.68	15.0	0.02060	IRAS23276+2515

Tabla 7.1: Flujos en el infrarrojo lejano de los objetos de la lista UCM.

UCM	N. placa	F _{12μ}	F _{25μ}	F _{60μ}	F _{100μ}	m _{pg}	z	IRAS
UCM2327+1956	194#54	0.09:	0.04L	0.11:	0.37:			
UCM2328+2109	194#71	0.04L	0.06:	0.14	0.80	15.7		
UCM2329+2447	194#47	0.04:	0.05L	0.10L	0.46:			
UCM2329+2427	194#69	0.08:	0.05L	0.19	0.43:	15.7	0.02000	
UCM2329+2500	194#68	0.07:	0.06:	0.10:	0.79	15.6	0.03050	
UCM2329+2511	194#46	0.05L	0.12	0.11:	1.01		0.01330	
UCM2331+2214	194#60	0.08	0.06:	0.10:	0.44:		0.03520	
UCM2333+2248	194#64	0.07L	0.14L	0.13	0.36:	0.0	0.03990	
UCM2333+2241	194#75	0.04:	0.09:	0.10:	0.40:			
UCM2333+2359	194#63	0.05L	0.05L	0.08L	0.48:		0.03950	
UCM2334+2134	194#59	0.07L	0.07L	0.08:	0.32:			
UCM2344+2157	197#01	0.23	0.06L	0.06L	0.35L			
UCM2346+2011	197#02	0.13	0.14:	0.22:	0.49:			
UCM2348+2407	197#13	0.12	0.07L	0.06L	0.65		0.03590	
UCM2351+2321	197#12	0.12:	0.08:	0.15	0.34:		0.02730	
UCM2352+2040	197#03	0.23	0.14	0.10:	0.56			
UCM2352+2230	197#11	0.06L	0.07L	0.06L	0.58			
UCM2353+2027	197#04	0.05L	0.06L	0.06L	0.62			
UCM2354+2232	197#10	0.03L	0.08L	0.06L	0.23L			
UCM2357+2440	197#14	0.05L	0.15	0.06L	0.26:			
UCM2357+2241	197#07	0.07:	0.07:	0.07L	0.42L			
UCM2358+2327	197#09	0.05L	0.06L	0.06L	0.50:			

Tabla 7.1: Flujos en el infrarrojo lejano de los objetos de la lista UCM.

7.3 Colores infrarrojos

Poco después de publicarse en 1984 los primeros resultados de la misión IRAS, se llevaron a cabo varias investigaciones utilizando los colores IRAS como criterio para clasificar las galaxias detectadas por IRAS según el origen de la radiación, ya fuese térmico o no térmico (ver por ejemplo Miller, Neugebauer & Soifer, 1985). Estos colores se han revelado como una forma de discriminar entre diferentes tipos de actividad galáctica con un porcentaje aceptable de acierto ($\sim 70\%$, Sekiguchi 1987).

Los colores en general dan una idea de la distribución espectral de energía de un objeto. Estos se calculan tomando el logaritmo de los cocientes de las densidades de flujo en dos bandas IRAS

$$-\alpha(\lambda_1, \lambda_2) = \frac{\log(S_{\lambda_1}/S_{\lambda_2})}{\log(\lambda_1/\lambda_2)}$$

donde S_λ es la densidad de flujo en Janskys a la longitud de onda λ , y $\lambda_1 > \lambda_2$. Se asume para la densidad de flujo detectada una distribución del tipo $f_\nu \propto \nu^\alpha$.

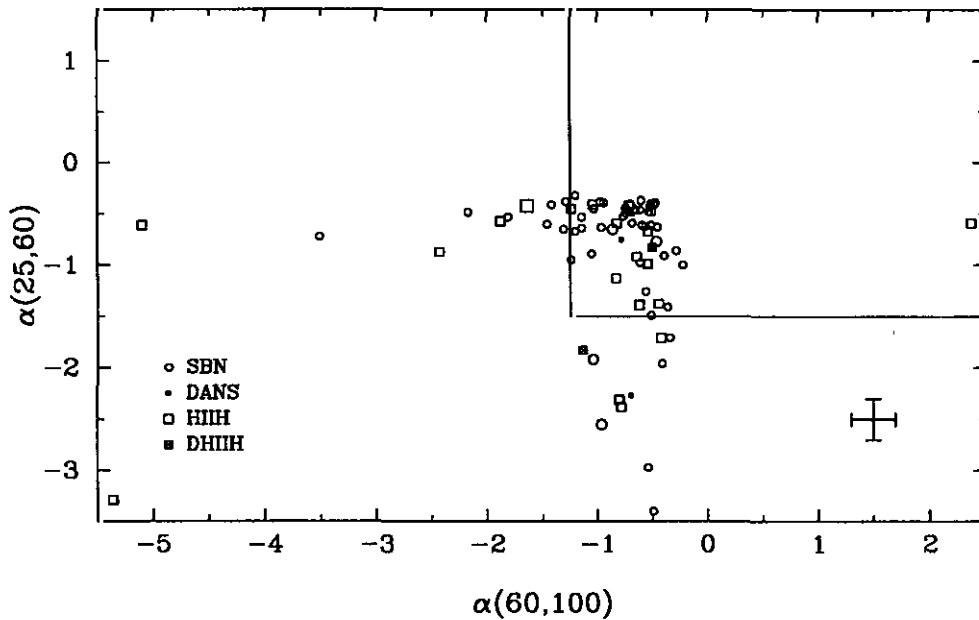


Figura 7.2 Diagrama color-color $\alpha(25, 60)$ frente a $\alpha(60, 100)$ para los candidatos de la muestra UCM.

Los valores de dichos índices para cada objeto UCM se dan en la tabla 7.2. En esta misma tabla se ofrecen los valores para las masas de polvo estimadas según procedimiento descrito más adelante. De trabajos anteriores (Dennefeld *et al.* 1985) aparecidos muy poco después de que empezaran a estar disponibles los datos IRAS quedó fijada la idea de que todos los objetos que cumplen

$$\alpha(25, 60) > -1.50$$

$$\alpha(60, 100) > -1.25$$

deberían tener una componente no térmica importante en su emisión y por lo tanto serían candidatos a galaxias Seyfert. Dado que un sistema sencillo para descubrir galaxias Seyfert tendría una gran importancia para el estudio del Universo a gran escala.

En la figura 7.2 se muestra un diagrama color-color en el infrarrojo para las galaxias detectadas en las tres bandas de longitudes de onda más largas y cuyos flujos se conocen con precisión, es decir, ninguno tiene un error mayor al 20% y no cabe ninguna duda con respecto a su correcta identificación. Se ha representado

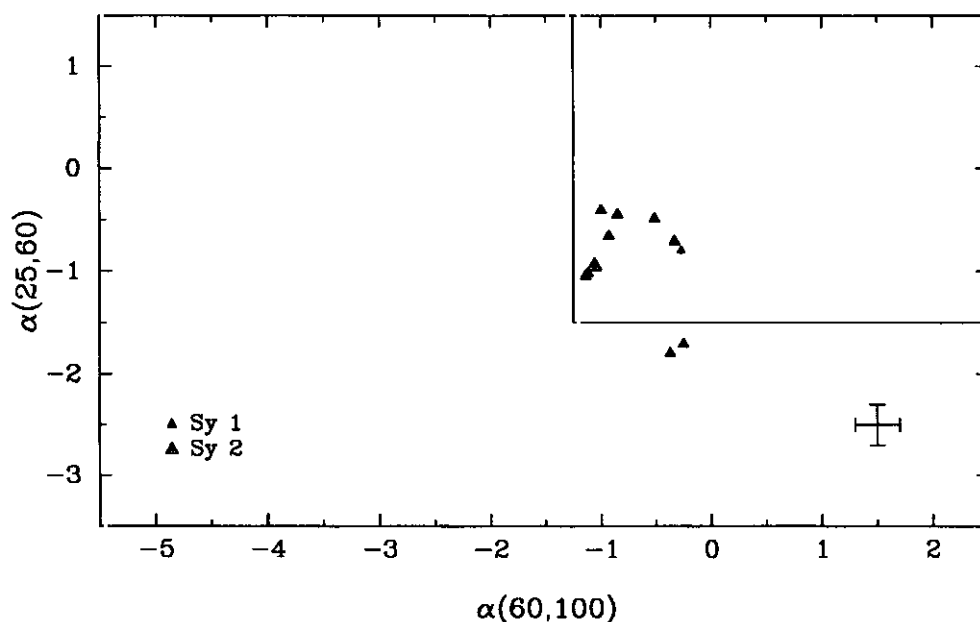


Figura 7.3 Diagrama color-color $\alpha(25,60)$ frente a $\alpha(60,100)$ para las Seyfert de la muestra UCM.

$\alpha(25,60)$ frente a $\alpha(60,100)$. Se delimitaron mediante un trazo horizontal y otro trazo vertical los límites antes citados para las galaxias Seyfert. Los varios tipos de Galaxias con líneas de emisión tienden a ocupar diferentes zonas de este diagrama. Las espirales cercanas con regiones HII brillantes ocupan con preferencia la parte más baja del mismo. Esta posición es consistente con un flujo FIR originado en polvo iluminado por las estrellas presentes en el disco de la galaxia. Sin embargo, mientras que sólo hay en nuestra lista catorce objetos de los que se haya confirmado espectroscópicamente su naturaleza Seyfert (representadas por separado en la figura 7.3), se observan nada menos que 25 objetos que por sus colores FIR deberían ser también de naturaleza activa. La mayor parte de estas galaxias que se encuentran en la zona Seyfert pero no lo son, resultan ser galaxias con brotes de formación estelar en el núcleo. El resto de galaxias se sitúan en una secuencia ocupando diferentes posiciones en función de las temperaturas de brillo asociadas al polvo y predicha por los modelos (Sekiguchi 1987). Las Seyfert sí que cumplen las premisas.

A la vista de los resultados, este tipo de diagramas de diagnóstico no son una herramienta lo suficientemente fiable a la hora de detectar galaxias Seyfert en una

muestra de galaxias como la de la UCM. Hay que hacer notar que la capacidad de predicción está basada en estudios de galaxias intrínsecamente brillantes. Este tipo de objetos tienen unas componentes de disco y bulbo bien representadas. El polvo, se encuentra sobretodo en regiones de ionización intermedia siendo bien explicado su comportamiento con unas temperaturas de brillo del orden de 80 - 90 K. En el caso de la muestra UCM, las morfologías presentes son muchas y variadas. Es comprensible que una espiral evolucionada no tenga un comportamiento parecido al de una compacta azul. En la última es el brote de formación estelar el que domina por completo la emisión del objeto en todas las longitudes de onda, siendo su comportamiento más extremo. Este tipo de conclusiones son parecidas a las obtenidas por Salzer & MacAlpine (1988) para la muestra de galaxias de la Universidad de Michigan. Es digno de reseñar por último la alta concentración de objetos en la zona de $\alpha(60, 100) \sim -1.0$ y $\alpha(25, 60) \sim -2.0$. Esta posición es la ocupada por las galaxias con fenómenos de formación estelar en el núcleo, categoría con diferencia más frecuente en la muestra, como veremos en el siguiente capítulo. En este caso la componente dominante es la correspondiente al disco bien formado presente y que se manifiesta principalmente en las 60μ .

La figura (Fig 7.4) muestra el diagrama de color-color con el índice $\alpha(60, 100)$ frente al $\alpha(12, 25)$ para todas la galaxias UCM cuyos colores se pudieron determinar de una forma precisa. La importancia de esta figura reside en la comparación de los datos con los modelos de dos componentes (Helou 1986) que quedarían confinados a una banda que discurriría desde la esquina inferior derecha a la esquina superior izquierda y que está representado por la línea continua. Un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos al aplicar este modelo de dos componentes a las galaxias UCM se puede ver en Rego *et al.* (1993). Según este modelo la emisión proviene tanto de una componente fría de polvo, presente en forma de cirros en todas las galaxias, y otra componente de polvo caliente, más ligada a los procesos de formación estelar. Así, en nuestro gráfico, los cirros galácticos se encuentran en la zona más baja de la parte derecha del diagrama (Low *et al.* 1984, Gautier 1986) junto con las espirales tipo M31 y M81 (Walterbos 1986) sin ninguna traza de actividad. Por contra, en la esquina superior izquierda estarían las galaxias con grandes brotes de formación estelar como NGC6240 y las compactas azules (Kunth & Sèvre 1986). La luminosidad total en el infrarrojo crece hacia la zona de la esquina superior

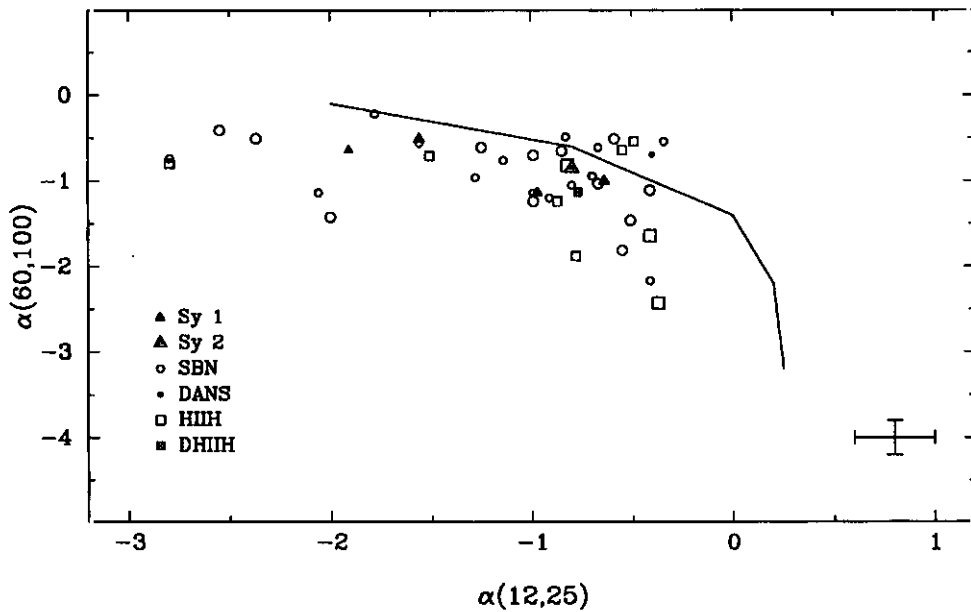


Figura 7.4 Diagrama color-color $\alpha(60,100)$ versus $\alpha(12,25)$ para los candidatos de la muestra UCM.

izquierda.

Las galaxias con línea de emisión de la lista de la UCM se distribuyen a lo largo de una banda que corre envolviendo la traza predicha por los modelos. Este resultado sería el esperable si la muestra se compusiera de una serie de galaxias con fenómenos de formación estelar que ocupan todo el rango de magnitud posibles, desde la simple región HII hasta los fenómenos en los que se ve implicada toda la galaxia. Este resultado viene a confirmar la composición esperada para la muestra de la exploración de la Universidad Complutense.

7.4 La luminosidad FIR como trazador de la formación estelar

Se ha calculado la L_{FIR} para cada una de las galaxias UCM con emisión $H\alpha$ según la expresión (Allen *et al.* 1991)

$$FIR = (1330 F_{60} + 515 F_{100})$$

$$L_{10} = 16 \text{ FIR} (1 + z - \sqrt{1 + z})^2 (1 + z)$$

donde L_{10} es la luminosidad en unidades de $10^{10} L_{\odot}$, z es el desplazamiento al rojo, y F_n es el flujo observado en Janskys en la banda n . En esta expresión se ha asumido $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

Desde la publicación de los primeros datos del satélite IRAS, se han realizado varios intentos de usar la luminosidad en el infrarrojo lejano L_{FIR} de una galaxia para derivar su Tasa de Formación Estelar. Sin embargo la relación entre la emisión en el infrarrojo lejano y la formación estelar es todavía controvertida. Algunos autores (Helou 1986) favorecen un modelo de dos componentes en el que como ya hemos visto la emisión FIR proviene de 1) las regiones de formación estelar y 2) regiones frías no asociadas a la formación estelar. Otros autores (Devereux & Young 1991) prefieren un modelo de una componente única en la que toda la emisión proviene de las regiones de formación estelar. En este apartado usaremos la muestra UCM en un intento de arrojar nueva luz a esta controversia.

Para verificar la validez de la emisión FIR como trazador vamos a utilizar otro trazador independiente como es la emisión $H\alpha$, propiedad determinante de nuestra muestra de galaxias. Si las luminosidades $H\alpha$ y FIR tienen un origen común, es decir, las regiones de formación estelar, se debería esperar una correlación entre $L_{H\alpha}$ y L_{FIR} (Devereux & Young 1990). En la figura 7.5 se han representado ambas magnitudes para la muestra UCM, obtenidas según procedimientos explicados en otra parte de este trabajo.

En el caso de las galaxias UCM, la correlación existe, pero no es la unidad. De hecho la pendiente resulta ser 0.64 con una incertidumbre de 0.11. Una posible razón para la no linealidad es que una fracción significativa de la emisión infrarroja realmente no provenga de las regiones de formación estelar, siendo por lo tanto correcto el modelo de dos componentes. Sin embargo, se ha demostrado que esta relación varía con el tipo morfológico de las galaxias (Sauvage & Thuan 1992) de tal forma que el cociente $L_{FIR}/L_{H\alpha}$ crece de manera sistemática según vamos hacia tipos más tempranos, desde las Sdm a las Sa. Esto se interpreta como debido a una componente tipo cirros, en las espirales de tipos tempranos, tal y como la define Helou (1986). Observaciones de espirales cercanas, en las que la resolución espacial es mucho mayor sostienen esta hipótesis, con casos extremos en los que la

UCM	N. placa	$\alpha(12,25)$	$\alpha(25,60)$	$\alpha(60,100)$	M_d	
					$10^{10} L_{\odot}$	$10^3 M_{\odot}$
UCM0000+2140	197#06	-0.43	-0.66	-12.1	16.05	502
UCM0003+2215	197#23		-0.38	-0.97	5.93	18
UCM0003+1955	210#36	-1.91	20.13	-0.64	3.03	95
UCM0006+2332	197#18	-6.23	-0.47	-0.51	1.45	45
UCM0013+1944	210#23			-0.51	1.27	40
UCM0014+1829	210#33			-0.88	0.74	23
UCM0014+1748	210#32	-0.99	-0.53	-1.14	3.20	100
UCM0018+2216	210#04	-0.40	-2.27	-0.69	2.03	64
UCM0018+2218	210#03			-0.63	4.93	154
UCM0019+2201	210#05		-3.92	-0.65	1.11	35
UCM0022+2049	210#01	-1.51	-0.42	-0.71	6.98	218
UCM0023+1908	210#34		-0.99	-0.54	2.02	63
UCM0034+2120	198#05		-0.43	-0.52	13.71	428
UCM0037+2226	198#07	-0.59	-0.61	-0.51	3.84	120
UCM0040+0257	195#08	-0.99	-0.95	-1.24	6.35	198
UCM0040+2312	198#30	6.23	-0.39	-0.47	5.31	166
UCM0040+0220	195#22		-8.31	-1.02	0.54	17
UCM0040-0023	195#13			-0.54	3.88	121
UCM0041+0135	195#06	-2.37	-1.49	-0.51	0.87	27
UCM0043-0159	195#05	-0.85	-0.46	-0.65	10.55	330
UCM0044+2246	198#13		-0.51	-1.78	2.41	75
UCM0045+2206	198#14	-0.82	-0.59	-0.82	3.41	106
UCM0047+2051	198#15	-1.25	-0.46	-0.61	22.27	696
UCM0047+2413	198#19	-0.67	-0.45	-1.03	21.36	668
UCM0047-0213	195#04			-0.86	0.71	22
UCM0047+2414	198#20		-0.38	-1.29	24.55	767
UCM0049+0017	195#03			-0.63	0.40	12
UCM0050+0005	195#02		-3.29	-5.36	2.87	90
UCM0050+2114	198#17	-0.55	-0.53	-1.81	9.97	312
UCM0051+2430	198#21	-2.00	-0.41	-1.42	2.82	88
UCM0054-0133	195#16	-0.41	-7.53	-1.11	19.89	622
UCM0054+2337	198#23		5.09	-0.53	0.47	15
UCM0056+0044	195#33			3.06	0.63	20
UCM0119+2156	208#01	-1.56	-0.49	-0.51	19.08	596
UCM0121+2137	208#02			-0.34	5.28	165
UCM0129+2109	208#12		-0.51	-0.80	14.92	466
UCM0134+2258	208#06	-0.34	-2.97	-0.54	6.53	204
UCM0135+2242	208#09			-0.24	3.39	106
UCM0138+2216	206#04	-4.76	-0.76	-0.37	22.40	700
UCM0141+2220	201#05			-0.93	1.05	33
UCM0142+2137	206#25		-1.02	-1.12	6.53	204
UCM0145+2519	206#28			-0.50	9.35	292
UCM0147+2309	206#10	-0.77	-1.83	-1.13	0.71	22
UCM0150+2032	206#12		-1.71	-0.42	1.35	42
UCM0155+2507	201#20	-0.63	-0.40	-1.07	14.00	437
UCM0157+2324	201#27	-1.12	-0.52	-0.55	3.88	121
UCM0157+2413	201#23	-0.80	-0.45	-0.85	4.18	131
UCM0157+2102	206#38			-1.04	0.55	17

Tabla 7.2: Índices de color, luminosidad infrarroja integrada, y masa de polvo involucrada para las galaxias de la muestra UCM.

UCM	N. placa	$\alpha(12, 25)$	$\alpha(25, 60)$	$\alpha(60, 100)$	L_{FIR}	M_d
					$10^{10} L_{\odot}$	$10^3 M_{\odot}$
UCM0159+2327	206#19		-0.75	-0.78	1.27	40
UCM1246+2727	228#44		-2.38	-0.78	0.50	16
UCM1247+2701	228#43			-0.45	0.71	22
UCM1248+2911	228#22			-0.42	2.48	77
UCM1253+2756	228#30			-1.47	1.62	50
UCM1254+2802	228#45		-3.92	-0.70	0.95	30
UCM1254+2740	228#03	-0.83	-3.40	-0.49	0.67	21
UCM1255+2819	228#18		4.95	-1.83	1.92	60
UCM1255+2734	228#23	-2.06	-0.64	-1.14	2.14	67
UCM1255+3125	228#29		-1.13	-0.83	1.56	49
UCM1256+2732	228#24			-8.94	1.60	50
UCM1256+2823	228#17	-0.67	-0.98	-0.61	4.62	144
UCM1256+2754	228#21	-0.80	-0.89	-1.05	1.22	38
UCM1256+2722	228#26			-0.39	2.36	74
UCM1257+2808	228#31			-18.1	0.78	24
UCM1258+2754	228#20		-1.35		1.09	34
UCM1259+2934	228#02	-0.45	-0.54	-7.14	28.64	895
UCM1259+3011	228#32			-0.68	2.39	75
UCM1259+2755	228#19	-1.28	-0.63	-0.96	3.36	105
UCM1301+2904	228#14		-1.38	-0.44	1.51	47
UCM1302+2853	228#13		-0.83	-0.50	1.28	40
UCM1304+2808	228#12			-0.79	3.91	122
UCM1306+2938	228#08		-0.59	-0.68	2.66	83
UCM1307+3111	228#04			-0.57	0.48	15
UCM1307+2910	228#09	4.03	-0.40	-0.51	3.55	111
UCM1308+2958	228#06		-0.91	-0.39	1.27	40
UCM1308+2950	228#07	-0.70	-0.39	-0.94	11.41	356
UCM1310+3027	228#35		2.27	-0.77	0.90	28
UCM1312+3039	232#01	-1.14	-0.52	-0.76	4.33	135
UCM1312+2954	232#04	-6.97	-0.63	-0.96	1.93	60
UCM1313+2938	232#03	5.50	-0.59	2.37	3.15	98
UCM1320+2727	232#10			-1.11	0.65	20
UCM1324+2650	232#12	-0.91	-0.67	-1.20	3.16	99
UCM1428+2727	234#15		-0.41	-1.04	1.49	47
UCM1430+2947	234#01	-0.55	-0.92	-0.64	4.26	133
UCM1431+2854	234#11			-0.60	2.31	72
UCM1431+2702	234#16	-2.80	-2.31	-0.80	2.73	85
UCM1431+2814	234#12			-0.60	0.98	31
UCM1432+2645	234#18	1.40	-0.62	-0.56	5.49	172
UCM1440+2521N	234#21	-4.76	-0.48	-0.53	4.78	149
UCM1440+2521S	234#22	-4.76	-0.48	-0.53	4.75	148
UCM1442+2845	234#10		-0.65	-1.31	0.47	15
UCM1443+2714	234#14	-0.97	-1.05	-1.14	6.01	188
UCM1443+2844	234#09		-0.37	-0.60	4.56	142
UCM1443+2548	234#24		-0.39	-1.57	6.89	215
UCM1447+2535	234#19		-0.68	-0.61	3.54	111
UCM1452+2754	234#13		-0.61	-0.59	3.07	96
UCM1506+1924	236#02	-0.87	-0.45	-1.24	3.65	114
UCM1513+2012	236#01	-0.41	-0.48	-2.17	34.30	1072
UCM1537+2506	225#01	-0.78	-0.57	-1.88	10.50	328

Tabla 7.2: Índices de color, luminosidad infrarroja integrada, y masa de polvo involucrada.

UCM	N. placa	$\alpha(12, 25)$	$\alpha(25, 60)$	$\alpha(60, 100)$	M_d	
					$10^{10} L_{\odot}$	$10^3 M_{\odot}$
UCM1557+1423	230#02	-1.56	-1.26	-0.56	1.32	41
UCM1612+1309	230#04	-0.67	3.04	-0.40	0.15	5
UCM1647+2950	231#03	-2.80	-0.49	-0.74	8.24	258
UCM1647+2727	231#06			-0.36	4.99	156
UCM1648+2855	231#04	-0.49	-0.67	-0.54	6.95	217
UCM1653+2644	229#11	-1.78	6.75	-0.22	21.37	668
UCM1655+2755	229#08		-1.80	-0.37	2.12	66
UCM1656+2744	229#01	6.97	-0.86	-0.28	5.22	163
UCM1657+2900	229#05			-0.52	2.39	75
UCM1659+2928	229#04	1.31	-0.80	-0.27	3.20	100
UCM1701+3131	229#09	-0.64	-0.41	-1.00	20.84	651
UCM2238+2308	200#03		-0.44	-0.74	5.99	187
UCM2239+1959	200#04	-0.37	-0.87	-2.43	11.41	356
UCM2241+2431	200#01			-0.55	0.46	14
UCM2250+2427	200#08	-0.51	-0.60	-1.46	53.80	1681
UCM2251+2352	200#09			-0.57	1.92	60
UCM2253+2219	200#12		-0.72	-3.51	2.38	75
UCM2255+1930S	205#01	-3.66	-0.32	-1.20	5.16	161
UCM2255+1930N	205#02	-3.66	-0.32	-1.20	5.16	161
UCM2255+1654	205#10			-0.59	11.42	357
UCM2257+2438	200#13		-0.71	-0.33	8.47	265
UCM2300+2014	205#30		-0.80	3.31	3.75	117
UCM2303+1856	205#26	-0.46	-0.57	10.38	13.23	413
UCM2303+1702	205#17		-0.66	-0.93	6.38	199
UCM2310+1800	205#35		-0.63	-0.45	7.18	224
UCM2312+2204	194#01	-2.55	-0.96	-0.43	2.72	85
UCM2312+2500	194#76	1.00		-0.20	3.02	94
UCM2313+1842	205#46		-1.00	-0.22	6.16	193
UCM2313+2516	194#77	-0.35	-0.53	-7.34	60.81	1900
UCM2316+2457	194#12	-0.77	-0.46	-1.00	29.55	924
UCM2316+2459	194#13			-0.55	20.04	626
UCM2316+2028	194#16		-0.69	-0.57	3.20	100
UCM2317+2356	194#14	-1.35	-0.40	-0.67	31.08	971
UCM2319+2234	194#26		-0.65	-0.86	3.92	122
UCM2319+2243	194#65	2.92	-1.41	-0.36	1.83	57
UCM2320+2428	194#66	-12.8	-0.77	-0.54	6.69	209
UCM2321+2149	194#30			-0.54	2.51	78
UCM2321+2506	194#28		-1.92	-1.04	4.10	128
UCM2324+2448	194#67		-0.41	-0.48	3.03	95
UCM2325+2318	194#38	-0.41	-0.42	-1.64	6.13	191
UCM2325+2208	194#40	-0.99	-0.42	-0.70	11.82	369
UCM2326+2435	194#42		-0.48	-0.70	2.98	93
UCM2327+2515	194#45	-0.41	-0.61	-5.10	5.05	158
UCM2329+2427	194#69			-0.63	0.78	24
UCM2329+2500	194#68	4.76	-1.71	-0.25	2.10	66
UCM2329+2511	194#46		10.06	-0.23	0.48	15
UCM2331+2214	194#60	2.55	-1.71	-0.34	1.88	59
UCM2333+2248	194#64			-0.50	2.42	76
UCM2351+2321	197#12	1.81	-1.39	-0.62	1.16	36

Tabla 7.2: Índices de color, luminosidad infrarroja integrada, y masa de polvo involucrada.

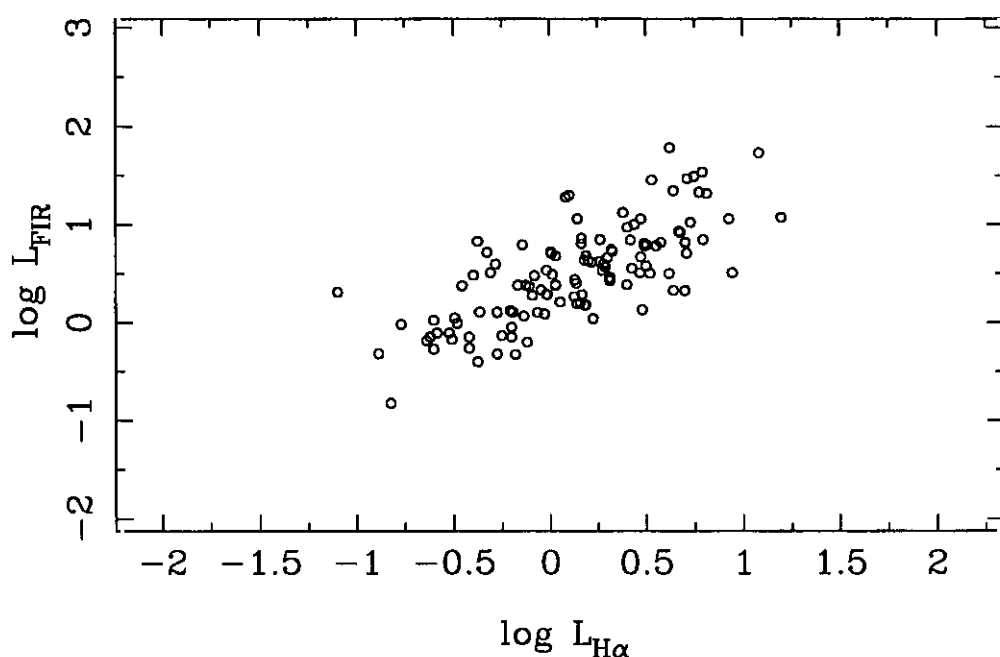


Figura 7.5 Representación de la $L_{H\alpha}$ frente a la L_{FIR} de las galaxias de la muestra UCM.

componente debida a cirros es de incluso el 85% de la emisión en M31 (Walterbos & Schwing 1987). Trabajos más recientes sin embargo (Kwan & Xie 1992), concluyen que aunque los datos observacionales se pueden explicar con el modelo de dos componentes, ajustan mejor cuando se supone un predominio de polvo frío que presentase una determinada distribución de temperaturas.

Esta no-linealidad en la relación

$$L_{H\alpha} \propto L_{FIR}^n$$

conlleva la idea de que si queremos medir la Tasa de Formación Estelar de una galaxia, el mejor estimador sigue siendo la emisión en $H\alpha$, por lo que una exploración en el infrarrojo lejano no haría de ningún modo inútil la que se pudiese llevar a cabo con prisma objetivo en $H\alpha$. Esta situación podría cambiar si se consiguiera de alguna manera normalizar la luminosidad infrarroja dependiendo del tipo morfológico pero esto aún no se ha logrado de una manera totalmente satisfactoria.

7.5 Estimación de la masa en forma de polvo

Debido a que los granos de polvo de tamaño pequeño presentan una alta sección eficaz de absorción tanto en el óptico como en el ultravioleta, son extremadamente eficientes absorbiendo los fotones de mayor energía y convirtiéndolos en fotones de radiación infrarroja. La alta luminosidad infrarroja resultante hace de la emisión en esa banda, un trazador muy eficiente para la materia fría en las galaxias. De hecho, la tasa entre opacidad y masa es muy alta, lo que quiere decir que incluso masas pequeñas se hacen fácilmente detectables a grandes distancias. Como ejemplo, citar que se han detectado galaxias en el cúmulo de Virgo con temperaturas de 40 K para el polvo y masas de polvo de $\sim 5 \cdot 10^4 M_{\odot}$.

Teniendo en cuenta estas premisas, se ha llevado a cabo un intento sencillo de estimar la masa de polvo que sería necesaria para explicar la luminosidad infrarroja observada en las galaxias UCM. Aunque algunos trabajos recientes ponen en duda la existencia de una relación directa entre ambos parámetros (Schmidt & Bolter 1992) atribuyéndolo a la diferente evolución química que tendría lugar en cada galaxia (Bettens, Brown *et al.* 1993), cuando se trata de analizar el comportamiento estadístico de una muestra numerosa, podemos tomar por convenio una relación sencilla entre masa y luminosidad de tal forma que aunque para cada galaxia concreta se pueda poner en duda, estadísticamente sigue siendo significativa.

En primera aproximación la masa de polvo M_d necesaria para producir una luminosidad L (Draine & Lee 1984, Hildebrand 1983) es del orden de

$$M_d = 10^4 \left(\frac{L}{10^8 L_{\odot}} \right) \left(\frac{T_d}{40K} \right)^{-6} M_{\odot}$$

donde se suponen parámetros normales para definir el tipo de grano y donde T_d es la temperatura del polvo. Para las galaxias UCM se supuso un valor de 90 K, valor ligeramente alto apoyado en el hecho de que hay una tendencia a ocupar las zonas de los diagramas color-color en las que la componente caliente es dominante. Con ayuda de esta expresión se han computado las masas de polvo correspondientes a las luminosidades infrarrojas observadas en las galaxias UCM. Los valores se dan en la tabla 7.2, en la que, junto a la denominación UCM y número de placa de cada objeto, se proporcionan la luminosidad infrarroja integrada en unidades de $10^{10} L_{\odot}$, los índices de color, y la masa de polvo (en unidades de $10^3 M_{\odot}$) responsable de esa luminosidad.

Si bien un análisis más detallado de las consecuencias se llevará a cabo más adelante con la ayuda de los datos espectroscópicos, se debe resaltar que de los 201 objetos con desplazamiento al rojo conocido hay un total de 52 (26% de la muestra) que no disponen de L_{FIR} ni de masa de polvo calculada. Esto implica que la masa de polvo debe ser muy pequeña para que no hayan sido detectados en alguna de las bandas IRAS utilizadas para el cómputo de estos parámetros. La galaxia UCM1612+1309, con una masa de polvo de solo $5 \cdot 10^3 M_{\odot}$ constituye el límite inferior de masa detectable. Este dato adelanta para esta galaxia y otras que posiblemente se hayan quedado fuera por no presentar una emisión IRAS suficiente, unos valores bajos de contenido de polvo y por lo tanto de metalicidad. El valor promedio de masa de polvo para las 149 galaxias con datos es de $2 \cdot 10^5 M_{\odot}$. Hay que tener muy presente que los valores aquí calculados son solo a título de estimación. Un cálculo detallado queda fuera de los objetivos de este trabajo. Hay pocas fuentes que den valores para muestras de un gran número de galaxias. Para una muestra de tantas galaxias elegidas tal que su luminosidad IRAS es mayor en un factor tres o más a la luminosidad en el azul (van den Broek 1993), obtiene un rango de valores desde $10^5 M_{\odot}$ hasta $10^7 M_{\odot}$, excepto para una galaxia enana, para la cual obtiene un valor de $5 \cdot 10^4 M_{\odot}$. En conjunto, las galaxias UCM son fuentes mucho más débiles en el infrarrojo lejano que cualquier muestra de galaxias IRAS. Esto apoya la idea de que una exploración en el infrarrojo lejano no arrojaría resultados equivalentes a una exploración en el óptico como la de la UCM.

7.6 Comparación con otras muestras

En décadas pasadas se produjo una explosión de estudios encaminados a las galaxias con líneas de emisión. Como ya hemos visto, la fuente observacional para el descubrimiento de este tipo de objetos eran exploraciones en las que se detectaban este tipo de galaxias o bien por medio de los colores o bien por la presencia de líneas de emisión en una placa de prisma objetivo. En la década de los ochenta, el satélite IRAS proporcionó un método alternativo para seleccionar galaxias con líneas de emisión. Varios investigadores demostraron que la frecuencia con la que se presentaban líneas de emisión moderadas o intensas en galaxias seleccionadas con los datos en el infrarrojo lejano era bastante alta (Lawrence *et al.* 1986) e incluso

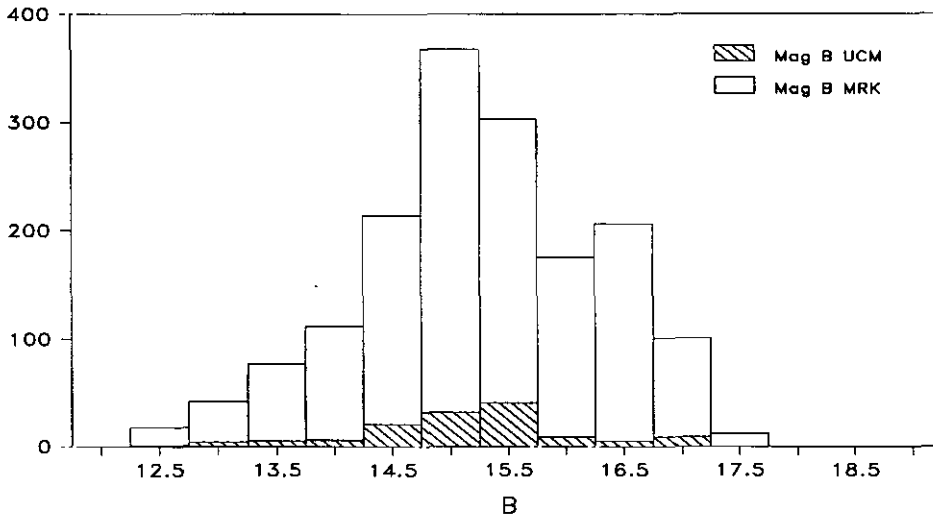


Figura 7.6 Histograma acumulativo en magnitud aparente B para la muestra UCM y para 1500 galaxias Markarian.

se sugirió que la exploración del satélite IRAS sería equivalente a una exploración con prisma objetivo en la zona de $H\alpha$. Habiendo derivado un cierto número de parámetros FIR y discutido su significado, será útil comparar las propiedades globales de la muestra UCM con aquellas de otras muestras que sean representativas de las diferentes técnicas de selección.

7.6.1 Muestra de galaxias Markarian

Como ya se indicó en el capítulo 2 la muestra de Markarian constituye una de las más completas debido al gran número de objetos que contiene y a la gran superficie de cielo cubierta. Para caracterizar su comportamiento en el infrarrojo lejano se tomaron los flujos en 60μ dados por Mazzarella & Balzano (1986) para 1500 galaxias Markarian. Las figuras 7.6 y 7.7 muestran histogramas acumulativos de la magnitud aparente en el azul y el flujo aparente en 60μ para las exploraciones de la UCM (barras más oscuras) y las 1500 galaxias de Markarian consideradas (barras más claras). No se pudo utilizar las magnitudes absolutas debido a que no se disponían de desplazamientos al rojo para una fracción importante de las galaxias Markarian.

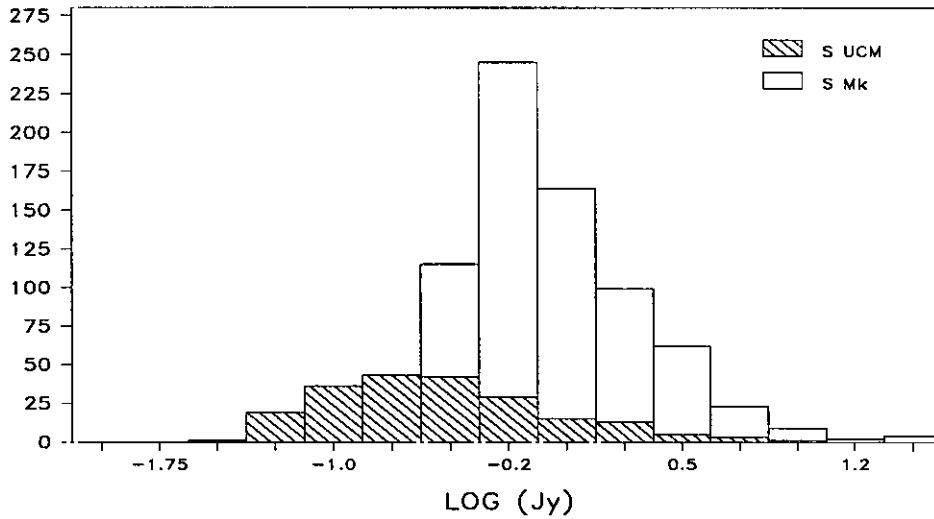


Figura 7.7 Histograma acumulativo en flujo aparente a 60μ para la muestra UCM y para 1500 galaxias Markarian. Nótese que no hay objetos Markarian con densidades de flujos menores a -0.6 .

Mientras que la distribución en el azul es muy similar con un pico alrededor de magnitud 15, las galaxias Markarian son claramente más luminosas a 60μ por al menos un factor tres. Podría inferirse de este resultado que la exploración de la UCM es más sensible a menores contenidos de polvo que la exploración de Markarian, pero no es la única posibilidad. Un estudio en magnitudes absolutas arrojaría más luz sobre este punto.

7.6.2 La muestra de la exploración de Wasilewski

Como ya se vió antes, esta muestra está optimizada para detectar galaxias con emisión en el azul aunque ésta sea muy débil. Sufre la desventaja de que sólo es completa para $m_{pg} = 15.5$ (Wasilewski 1982) en magnitud aparente. En total 132 galaxias seleccionadas por presentar emisión en la zona azul del espectro.

En la figura 7.8 se presenta la distribución en luminosidades de la muestra UCM, la muestra de Wasilewski y el IRAS minisurvey (Carico *et al.* 1986). Este último representa el tipo de galaxias detectadas en el infrarrojo lejano. De esta

comparación es claro que las galaxias UCM son en el infrarrojo análogas a las de Wasilewski, y ambas muestras se presentan como emisores mucho más débiles que las galaxias IRAS. Las diferencias en luminosidad media es de un factor del orden de 3. La muestra de Wasilewski muestra una fracción de 30% de los objetos con luminosidades menores a la luminosidad más baja del IRAS minisurvey. Esta fracción es del 15% en el caso de la muestra UCM. La diferencia entre ambas muestras de prisma-objetivo es atribuible al hecho de que la UCM es más sensible a galaxias de baja excitación, lo que hace que la fracción sobre el total que corresponde a las de menor contenido en polvo resulte menor.

7.6.3 Muestra de galaxias IRAS del Hemisferio Sur

Esta muestra corresponde a 527 galaxias IRAS situadas en el Hemisferio Sur cuyo análisis fue llevado a cabo por un equipo australiano (Allen, Norris *et al.* 1991). Esta muestra no está limitada más que por la capacidad de detección del satélite. Aparte de conclusiones respecto a la localización a gran escala de las galaxias el resultado más importante es que al menos el 90% de las galaxias no son Seyfert, si no que están sufriendo procesos de formación estelar violenta. Este porcentaje en la muestra UCM es mayor, del orden del 95%, como se verá más adelante.

7.6.4 Muestra de galaxias extremas en el infrarrojo

Corresponde esta muestra a un grupo de 58 galaxias con una razón $L_{FIR}/L_B \geq 3$ como criterio de selección y detectados en las cuatro bandas IRAS y en la banda radio del CO (van den Broek, van Driel *et al.* 1991; van Driel, van den Broek & de Jong 1991; van Driel & van den Broek 1991 y van den Broek 1993). Sus luminosidades en el infrarrojo L_{FIR} oscilan entre $10^9 L_\odot$ y $10^{12} L_\odot$. Muestran en promedio una formación estelar extremadamente activa, de ahí el nombre de la muestra.

Las galaxias que forman esta muestra no presentan correlación entre los colores infrarrojos y la extinción obtenida a través de los decrementos de Balmer. Esto puede explicarse por el hecho de que los colores presentan una contribución importante debida a la polvo frío presente en el disco de la galaxia, mientras que en el óptico se está midiendo la extinción propia de la región de formación estelar en sí. En la figura 7.9 se ha representado para las galaxias UCM el exceso de color E_{B-V} medido

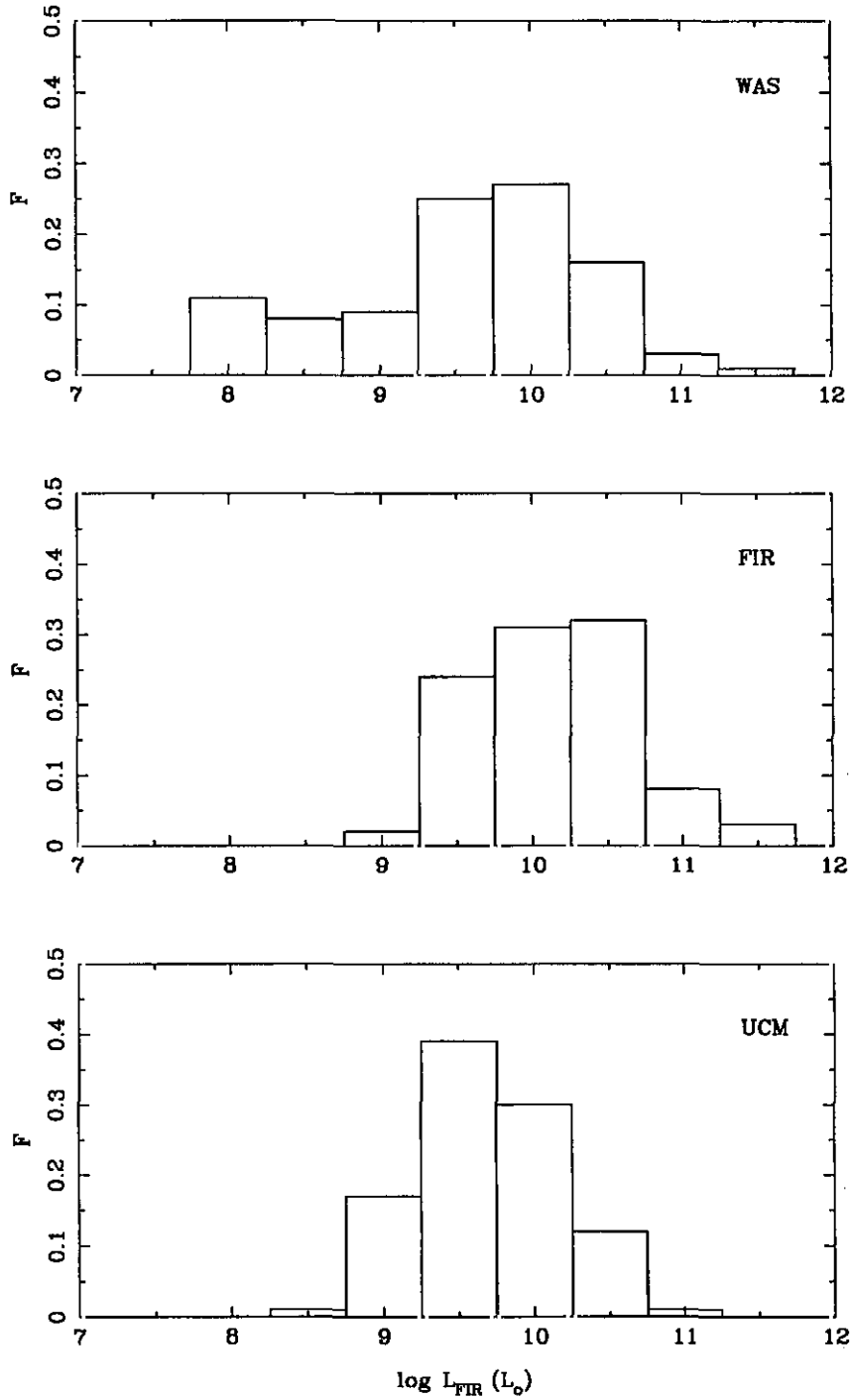


Figura 7.8 Distribución fraccional de la luminosidad en el infrarrojo lejano, medida en L_{\odot} para la muestra de Wasilewski y el IRAS minisurvey y la muestra UCM. Para permitir la comparación se ha reescalado la L_{FIR} de las galaxias UCM suponiendo para este cálculo una constante de Hubble de $100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

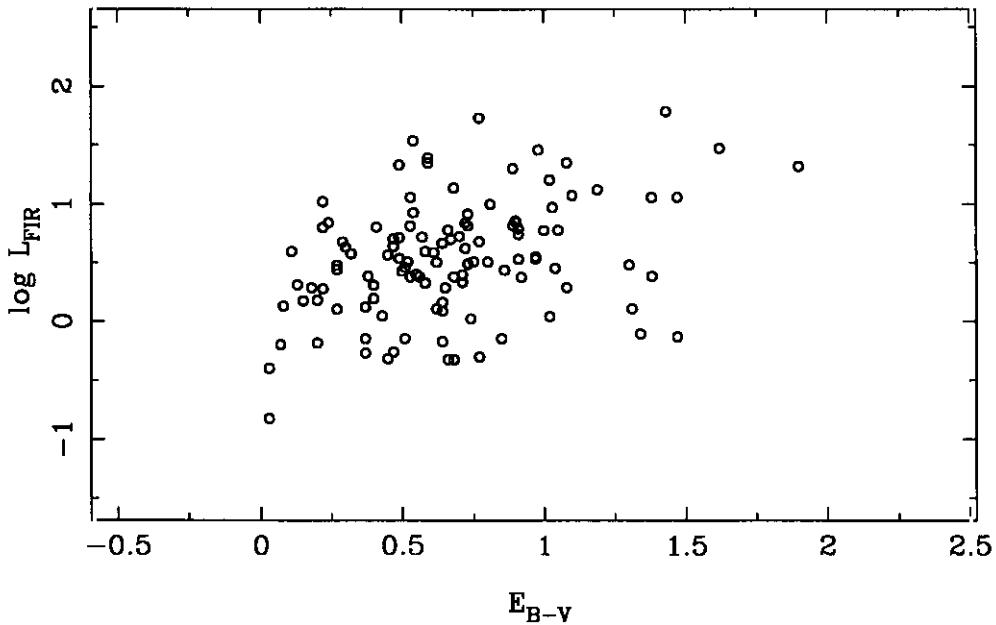


Figura 7.9 Relación entre el exceso de color E_{B-V} medido en el óptico y la luminosidad en el infrarrojo lejano.

en este trabajo y la L_{FIR} . Tampoco se encuentra correlación. La emisión en el infrarrojo lejano no es un buen parámetro para estudiar las regiones de formación estelar al detalle.

El fenómeno LINER se presenta en un 25% del total de galaxias. Como se verá en el siguiente capítulo, en la muestra UCM sólo se observan tres LINER, lo que no supone más que el 1% del total.

Todas estas ideas vienen a apoyar el que el tipo de galaxias obtenido con una exploración en el infrarrojo lejano no es el mismo que el obtenido con una exploración de prisma objetivo cuya criterio de selección sea la presencia de líneas de emisión, ya sea en el rojo, ya sea en el azul.

7.6.5 La muestra de la Universidad de Michigan

El estudio más completo que se puede encontrar en la bibliografía sobre el comportamiento en el infrarrojo lejano de una muestra de galaxias seleccionadas con la técnica de prisma objetivo es el realizado por Salzer & MacAlpine (1988). Estos autores toman como muestra las listas III y IV de la exploración de la Universidad

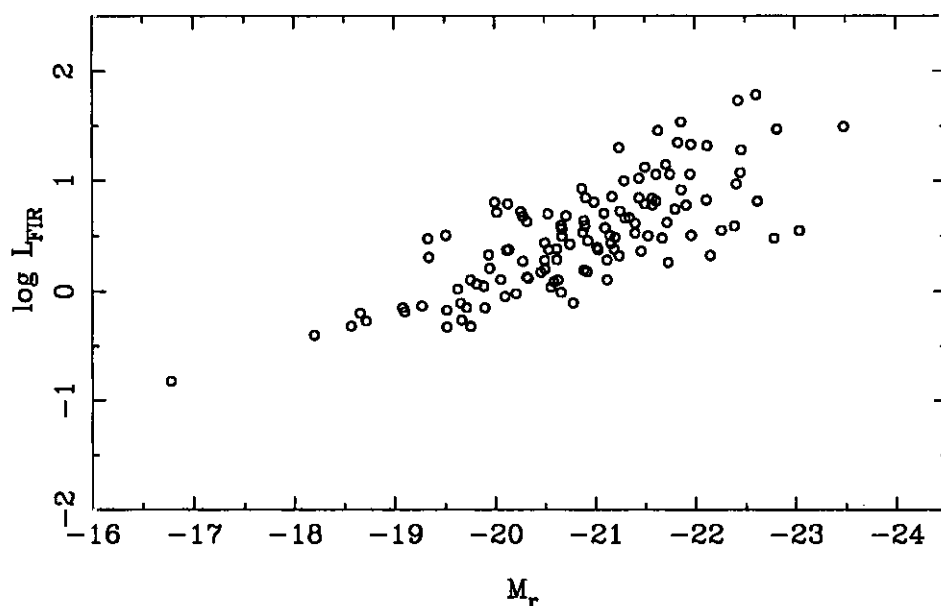


Figura 7.10 Representación de la magnitud absoluta M_r frente al logaritmo de la luminosidad en el infrarrojo lejano calculada a partir de los flujos en 60 y 100μ para las galaxias UCM.

de Michigan, como ya se comentó en un capítulo anterior. También es el trabajo en el que se hace un estudio más detallado del comportamiento global de la muestra.

Como ya se ha citado previamente, estos autores coinciden con la conclusión alcanzada en este trabajo de que los diagramas de diagnóstico basados en los colores IRAS no son determinantes para descubrir la naturaleza Seyfert. Tampoco encuentran una correlación clara entre extinción en el óptico y cociente entre luminosidades infrarroja y en el azul. Entre las posibles causas que analizan se inclinan por aquella en la que cada galaxia presentaría diferentes tipos de tamaño, distribución espacial y composición química del polvo que contuviese.

Con respecto a las posibles correlaciones entre las luminosidades en $H\alpha$, magnitud m_r y en el infrarrojo lejano, desarrollan estos autores un hilo de razonamientos perfectamente aplicable a la situación que nos encontramos con la muestra UCM. Si sustituimos la luminosidad $H\beta$ por la luminosidad $H\alpha$ como representante de la SFR actual de la galaxia, y sustituimos la luminosidad en la banda B por aquella en la banda r como representante del resultado de la formación estelar habida en la galaxia en tiempos anteriores, llegamos a conclusiones muy similares. Como se

puede comprobar en las figuras 7.5 y 7.10 para la muestra UCM también se cumple el resultado alcanzado por varios autores previamente (Dennefeld Karoji & Belfort 1985; Lonsdale & Helou 1987; Salzer & MacAlpine 1988) por el que hay correlación entre la luminosidad en el infrarrojo lejano, L_{FIR} , y las luminosidades en el óptico y en las líneas de emisión de Balmer. En general, ésto se interpreta como un indicativo de que la L_{FIR} global está influenciada de un modo muy fuerte por la población estelar subyacente de la galaxia. Por otro lado, el hecho de que la luminosidad en las líneas de Balmer esté correlacionada apunta a que una fuente importante de calentamiento del polvo la constituyen las estrellas masivas resultado de las regiones de formación estelar. Estos resultados vuelven a apoyar la idea de que la muestra UCM contiene una mezcla de galaxias en las que la formación estelar tiene una importancia que varía apreciablemente de unas a otras.

Salzer & MacAlpine (1988) llegan a otro resultado también aplicable a la muestra UCM. La correlación entre la luminosidad total en la banda r y la luminosidad en $H\alpha$ con la L_{FIR} , también implica que ambas magnitudes tienen que estar correlacionadas entre sí. Si como dijimos antes, la luminosidad total en la banda r (Vitores 1995) da una indicación del efecto conjunto de la SFR integrada a lo largo de la vida de la galaxia, este resultado indica que la SFR actual de una galaxia depende de la SFR en el pasado. Dicho de otra manera, tendríamos solo tres historias posibles para la SFR en las galaxias. La primera correspondería a aquellas que nunca han sufrido un brote hasta que, bruscamente, sufren uno que engloba toda la galaxia. Su contenido de polvo sería muy bajo y quedarían fuera del grupo de galaxias considerado ahora pues no habrían sido detectadas por IRAS. La segunda sería aquella en la que tras una formación estelar importante en sus orígenes, en la actualidad no presentan signos asociables a dicho fenómeno. Quedarían fuera pues no habrían sido detectadas por la exploración UCM (por ejemplo una galaxia elíptica). La otra posibilidad que le quedaría a una galaxia es que si tuvo una formación estelar importante a lo largo de su pasado no muy lejano, ahora la sigue teniendo. Estas galaxias presentarían una correlación entre luminosidad total en la banda r y luminosidad $H\alpha$. Constituyen las galaxias de la muestra UCM o de la muestra detectada por la Universidad de Michigan.

Como consecuencia, estadísticamente, en la muestra considerada deberían observarse menos galaxias con SFR altas que cuando consumen gas para dar estrellas

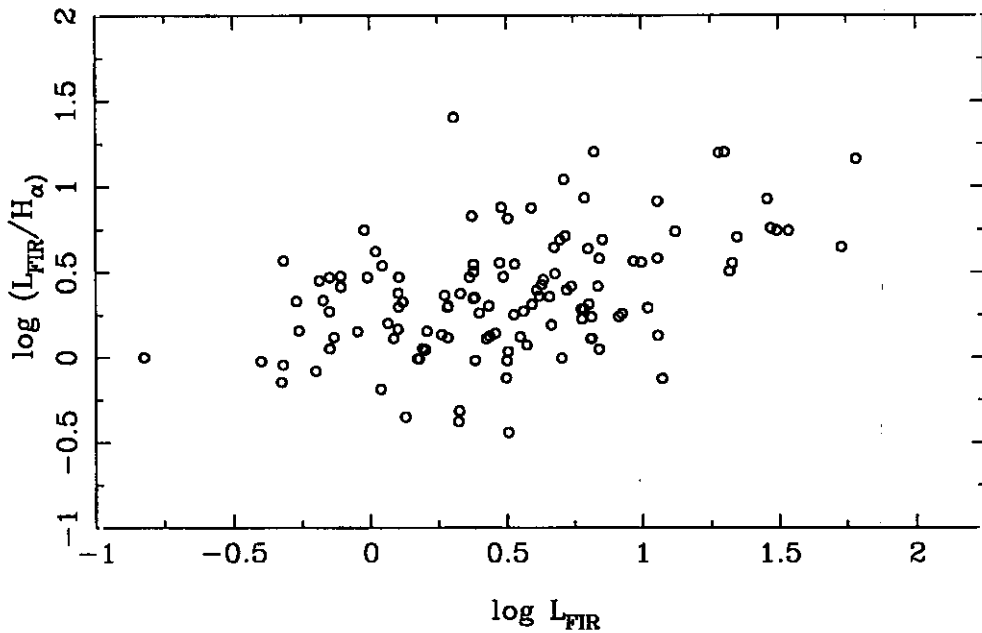


Figura 7.11 Logaritmo de la luminosidad infrarroja frente al cociente entre las luminosidades en $H\alpha$ y en el infrarrojo.

lo hacen a lo grande. Una galaxia de este tipo no puede permitirse más de unos pocos fenómenos de formación estelar antes de acabar con sus reservas de gas, por lo que la probabilidad de observarlas en uno de esos escasos brotes, es menor que para aquellas que producen estrellas de manera menos violenta, pues estas últimas pueden permitirse un número mucho mayor de fenómenos moderados de formación estelar antes de acabar con sus existencias. Para explicar por qué una galaxia puede inclinarse hacia uno u otro comportamiento, debemos considerar el papel de equilibrio que se produce entre los mecanismos que por un lado favorecen la retroalimentación de la formación estelar y los que por otro lado favorecen la autorregulación en las galaxias.

Un último fenómeno que se produce tanto en la muestra UCM como en la de la Universidad de Michigan es una ligera correlación comprobada entre el cociente de la luminosidad infrarroja y la luminosidad en $H\alpha$, $L_{FIR}/L_{H\alpha}$, con la L_{FIR} (ver figura 7.11).

Esta correlación se puede interpretar como un efecto de metalicidad si admitimos que la presencia de más polvo implica una mayor metalicidad. Si el contenido

relativo de polvo fuera el mismo para todas las galaxias la tasa entre las luminosidades en el FIR y en $H\alpha$ sería esperable que aumentase a medida que disminuye la luminosidad en nuestras galaxias pues en estas últimas la proporción de estrellas masivas capaces de producir fotones energéticos es mayor y por tanto más energía sería redirigida al infrarrojo. El hecho es que por el contrario, la tasa disminuye según disminuimos de luminosidad infrarroja lo que indica que en las galaxias menos luminosas la cantidad relativa de polvo es menor. Debido a la complejidad de la historia de formación estelar en cada galaxia, se observa sin embargo una gran dispersión, por lo que evidentemente hay que suponer que están presentes otros fenómenos como localización espacial del polvo, composición y estructura de cada galaxia.

Capítulo 8

Metalicidades

8.1 Introducción.

Los procesos físicos que tienen lugar en las regiones HII son bien conocidos a nivel teórico. Son varios los trabajos (Dopita & Evans 1986; Stasinska 1990) en los que se analiza con todo detalle la estructura y comportamiento de las regiones en las que una masa de gas es fotoionizada por estrellas. Las dependencias de los parámetros físicos del medio, los parámetros observacionales y la evolución de estos sistemas se pueden determinar y predecir con un alto grado de fiabilidad. Esta circunstancia ha convertido el estudio de las regiones HII en un instrumento muy útil para conocer las propiedades tanto de las estrellas como del medio interestelar. Gracias a esto es relativamente fácil abordar el estudio y la determinación de abundancias metálicas en el Universo. La frecuencia y distribución de los diferentes elementos juegan un papel fundamental en el marco de los modelos cosmológicos estándar.

La exploración UCM ya hemos visto que constituye un buen trazador de los procesos de formación estelar en el Universo local. Es lógico entonces intentar utilizarla para estudiar el problema de la metalicidad en el mismo volumen de Universo. El cálculo de abundancias metálicas a partir de las líneas de emisión originadas en el gas es un procedimiento seguro pero que requiere una alta relación señal-ruido en el espectro. La espectroscopía obtenida en el curso de esta tesis doctoral está dirigida a la observación de todos los candidatos por lo que en general las relaciones señal-ruido no son suficientemente buenas para realizar un estudio de abundancias con precisión. Se decidió entonces abordar el problema desde dos ángulos. Para

los objetos que se fueron considerando más interesantes se fue reservando una parte del tiempo de observación con el fin de disponer de espectrofotometría de calidad. Con estos, una pequeña fracción del total, se llevó a cabo un análisis minucioso. Para el resto de objetos se utilizó el método ya apuntado en el capítulo anterior. Comparando lo previsto por las redes de modelos en los diagramas de diagnóstico y los valores observados se hizo una estimación de la abundancia para una fracción mucho mayor de objetos de los que sí se disponía de valores fiables de los cocientes de las líneas de emisión más importantes.

8.2 Abundancias según tipos.

Se dispone de valores fiables de al menos dos cocientes de líneas involucrados en los diagramas de diagnóstico sensibles a la metalicidad para un total de 125 galaxias. Con el fin de conseguir una estimación de la metalicidad de estos objetos se tomaron como modelos de referencia las redes de modelos publicadas por Stasinska (1990). Esta autora publica los valores esperados de los cocientes de líneas para diferentes condiciones físicas y abundancias que pueden ser 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 y 0.01 la abundancia solar. Cada abundancia queda determinada por una letra que va desde la A para $2 Z_{\odot}$ hasta la H para $1/100 Z_{\odot}$.

Para cada una de las galaxias se compararon los valores observados de los cocientes de líneas con los tabulados para los modelos. El cociente al que se le dió mayor prioridad fue $[\text{OIII}] \lambda 5007 / \text{H}\beta$, complementado por $[\text{NII}] \lambda 6584 / \text{H}\alpha$, afectado por la baja resolución espectral, y por $[\text{OII}] \lambda 3727 / \text{H}\beta$ afectado por los problemas en la corrección de extinción. Información adicional se obtuvo del cociente $[\text{OI}] \lambda 6300 / \text{H}\alpha$ que pocas veces estuvo disponible por la debilidad de la línea de Oxígeno neutro. En la tabla 8.1 se han resumido los resultados de este procedimiento. Para cada tipo definido se dan el número de galaxias con las diferentes metalicidades consideradas, el número total y la metalicidad media de cada grupo. El valor de la metalicidad se da en diferentes escalas. Como fracción de la solar y en escala logarítmica. En esta última el valor para abundancia solar es de 8.82, lo que corresponde a un cociente de abundancias en peso del Oxígeno respecto del Hidrógeno de $[\text{O}/\text{H}] = 6.6069 \cdot 10^{-4}$.

Si bien los errores pueden llegar a ser del 25%, de la tabla 8.1 se derivan varias consecuencias. En buena parte del desarrollo de este trabajo se ha manejado la idea

Tipo	B	C	D	E	F	Num	Z/Z_{\odot}	Z_{\odot}/Z	$\log([O/H])+12$
	Z_{\odot}	$Z_{\odot}/2$	$Z_{\odot}/5$	$Z_{\odot}/10$	$Z_{\odot}/20$	total	medio	medio	medio
SBN	23	35	3	0	0	61	0.67	1.5	8.65
DANS	6	11	0	2	0	19	0.62	1.6	8.61
HIII	5	8	19	3	0	35	0.37	2.7	8.39
DHIII	0	0	2	11	1	14	0.11	9.0	7.87
SS	0	0	0	3	3	6	0.075	13.0	7.71

Tabla 8.1: Distribución de los diferentes tipos según abundancias y valores medios.

de que la segregación de los objetos en diferentes tipos tal y como se han definido podría tener como fundamento metalicidades diferentes. Ahora encontramos la confirmación. Dejando aparte las galaxias Seyfert, en las que el cálculo de abundancias es más complejo, se observa que tanto los SBN como DANS son galaxias con metalicidad del orden de la solar o parecida. Se confirma la idea de que constituyen galaxias con poblaciones estelares bien desarrolladas en las que se sigue observando formación estelar más o menos intensa. Cuando nos fijamos en las categorías HIII y DHIII estamos hablando de metalicidades menores a la solar con un rango de variación desde $Z_{\odot}/3$ hasta los $Z_{\odot}/9$. En estas galaxias el brote que se observa ahora domina en el objeto. En el extremo de la secuencia de abundancias nos encontramos la categoría de los SS, con tres objetos en $Z_{\odot}/10$ y otros tres en $Z_{\odot}/20$. Como veníamos suponiendo hasta ahora, es en esta categoría donde nos encontramos las galaxias de menor metalicidad. Estas galaxias presentan su espectro dominado por completo por un fenómeno de formación estelar violenta reciente que es el que los hace visibles.

La categoría de modelos de menor metalicidad, denotada como F y que se corresponde con $Z = Z_{\odot}/20$, comprende solamente cuatro objetos. Tres (UCM0049-0006, UCM1324+2926 y UCM1331+2901) son SS y uno (UCM0148+2124) es DHIII. El escenario en estos objetos sería aproximadamente el siguiente. Tenemos pequeños sistemas en los que no hay una dinámica general bien establecida. Los fenómenos de formación estelar son rápidos y se producen intermitentemente. En aquellos objetos en los que sea el observado uno de los primeros brotes la población estelar subyacente será escasa o nula y toda la energía emitida por el sistema estará dominada por el brote actual. En estas condiciones tenemos un grupo de estrellas muy jóvenes y calientes que ioniza el gas circundante. La metalicidad observada

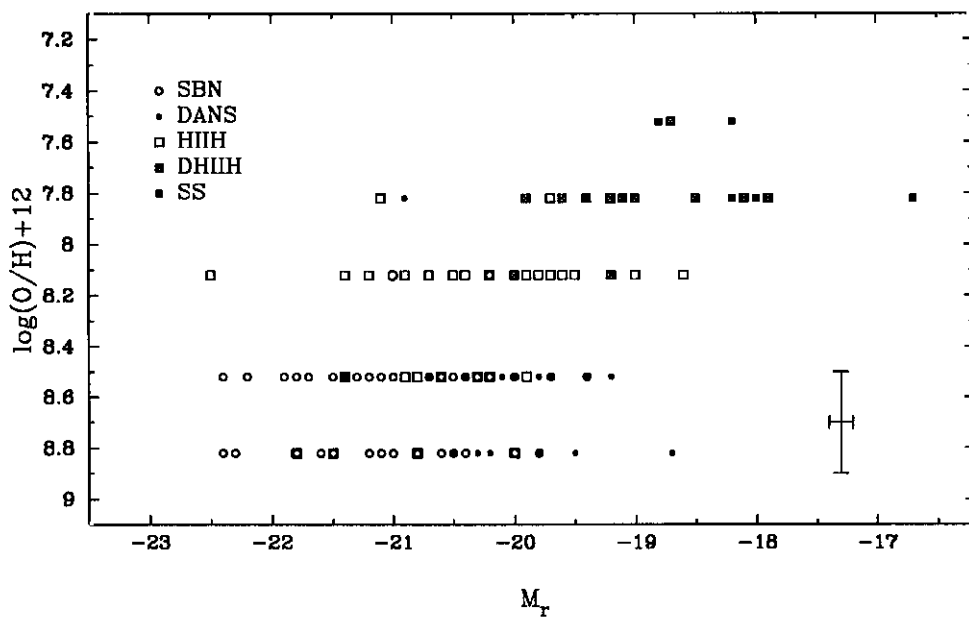


Figura 8.1 Abundancia de Oxígeno como función de la magnitud absoluta en la banda r. Como en figuras anteriores cada tipo de galaxia está representado con un símbolo diferente. Se observa una tendencia a metalicidades mayores para mayor luminosidad.

en el gas será la que tuviera antes del brote más la pequeña contribución debida a los vientos estelares de las estrellas masivas. Si hubiese habido muchos fenómenos de formación estelar anteriormente el gas se habría consumido y no observaríamos líneas de emisión nebulares intensas. Forzosamente la metalicidad de este tipo de galaxias ha de ser baja. Estos cuatro objetos serán analizados con mayor detalle junto con otros en la siguiente sección.

Se intentó encontrar diversas relaciones entre la metalicidad y algún parámetro observacional. Para las anchuras equivalentes de las líneas de Balmer la relación existe pero con una dispersión muy grande. Mejor perfilada se encuentra la relación entre magnitud absoluta y abundancia representada en la figura 8.1. Los diferentes tipos de galaxias con líneas de emisión se han representado con los símbolos utilizados en figuras anteriores. Es clara una tendencia de metalicidades mayores para luminosidades mayores. El hecho de que cada galaxia haya tenido su historia propia de formación estelar hace que se observe una gran dispersión.

8.3 Cálculo detallado de abundancias.

Para aquellas galaxias cuyos espectros eran de calidad media acabamos de ver un método útil para obtener una estimación de su metalicidad. Sin embargo, hay cierto número de galaxias para los que se pudo realizar con éxito un análisis detallado. Este análisis comprende varios pasos: El primero nos proporciona las condiciones físicas del gas a través de la densidad electrónica y la temperatura electrónica. Ambas magnitudes son función de cocientes de líneas de emisión. En un segundo paso, se calculan las abundancias metálicas de cada elemento referidas al hidrógeno. En este caso las abundancias son función del cociente respecto a $H\beta$ de la línea de emisión de la especie considerada. La abundancia final de un elemento se toma como la suma de las abundancias de cada uno de los estados de ionización (especies) en los que se encuentra.

Ya que las intensidades de las líneas son proporcionales a las poblaciones de los niveles de origen y como estas poblaciones dependen a su vez fuertemente de la temperatura y de una manera más suave de la densidad electrónica, el cálculo de aquellas para diferentes valores de los parámetros físicos nos permiten, por comparación, establecer las condiciones físicas de las regiones de gas emisoras.

El modelo atómico que se ha seguido en este trabajo para el cálculo de las condiciones físicas del gas y las abundancias de cada elemento es básicamente el utilizado por Zamorano (1985). Un método similar con valores atómicos actualizados se encuentra en Pagel *et al.* (1992). Este algoritmo fue el utilizado en este trabajo de tesis doctoral sobre todo por razones prácticas de comparación con otros trabajos sobre galaxias deficientes en metales. Se consideran dos temperaturas electrónicas principales asociables a dos regiones físicas diferentes. Una temperatura t para el OIII y otra t_2 para OII, NII y SII. Considerando t en unidades de 10^4 K, y con $x = 10^{-4} n_e t_2^{-1/2}$ donde n_e es la densidad electrónica en cm^{-3} reproducimos a continuación el algoritmo. En esta notación las líneas de emisión [OIII] $\lambda 4363$, [OIII] $\lambda 4959$, [OIII] $\lambda 5007$ y otras correspondientes cada una al ión cuya abundancia está involucrada en la expresión se han representado por el símbolo I seguido de su longitud de onda en Å.

$$t(OIII) = 1.432 \left\{ \log R - 0.85 + 0.03 \log t + \log(1 + 0.0433 x t^{0.06}) \right\}^{-1}$$

donde

$$R = (I4959 + I5007)/I4363$$

$$t_2^{-1} = 0.5 \{t^{-1} + 0.8\}$$

La densidad electrónica se obtiene del cociente de las líneas de [SII] interpolando en los datos tabulados por Zamorano (1985). Las abundancias de cada elemento vienen dadas por

$$12 + \log(O^{++}/H^+) = \log \frac{I4959 + I5007}{H\beta} + 6.174 + \frac{1.251}{t} - 0.55 \log t$$

$$12 + \log(O^+/H^+) = \log \frac{I3727}{H\beta} + 5.890 + \frac{1.676}{t_2} - 0.40 \log t_2 + \log(1 + 1.35x)$$

$$12 + \log(O^+/N^+) = \log \frac{I3727}{I6548 + I6584} - 0.307 + \frac{0.726}{t_2} + 0.02 \log t_2 + \log \frac{1 + 1.35x}{1 + 0.116x}$$

$$12 + \log(O^{++}/Ne^{++}) = \log \frac{I4959 + I5007}{I3869} - 0.215 - \frac{0.355}{t} - 0.13 \log t$$

$$12 + \log(S^+/H^+) = \log \frac{I6716 + I6731}{H\beta} + 5.423 + \frac{0.929}{t_2} - 0.28 \log t_2 + \log(1 + 1.39x)$$

Las abundancias totales de Oxígeno se obtienen de sumar el O^+ y el O^{++} mientras que para el N se asume $N/O = N^+/O^+$. Con respecto a la abundancia de Helio ha sido obtenida de manera independiente con cada una de las líneas de emisión según las expresiones siguientes en las que una vez más la intensidad de una línea de emisión se denota como su longitud de onda en Å y y^+ , y^{++} son las abundancias en número del Helio una y dos veces ionizado.

$$y^+ = 2.040 t^{0.13} (I4471/H\beta)$$

$$y^+ = 0.738 t^{0.23} (I5876/H\beta)$$

$$y^+ = 2.580 t^{0.25} (I6678/H\beta)$$

$$y^{++} = 0.084 t^{0.14} (I4686/H\beta)$$

Las abundancias iónicas obtenidas de esta forma se corrigieron del efecto debido a la naturaleza metaestable del nivel He I 2 3S según las expresiones de Clegg (1987)

y que suponen una pequeña corrección al valor final. Finalmente la fracción total de Helio en masa viene dada por

$$Y = 4y \frac{1 - 20(O/H)}{1 + 4y}$$

Los resultados se resumen en la tabla 8.2, en la cual se recogen para aquellas galaxias UCM con espectroscopía de suficiente calidad la densidad electrónica, la temperatura electrónica del OIII, y las abundancias de O, N, Ne, y S relativas al Hidrógeno. Por último sólo en un pequeño número de galaxias en las que la temperatura electrónica es suficientemente alta como para despreciar el posible Helio neutro presente se da una cota inferior de la fracción en masa de Helio. No se consideraron correcciones por intensificación colisional o posibles absorciones subyacentes. En el caso de la abundancia relativa entre Oxígeno e Hidrógeno lo que se ofrece en la tabla es la magnitud $12 + \log(O/H)$, frecuentemente utilizada. Las abundancias aquí calculadas, a parte de arrojar una información sobre cada galaxia en particular han confirmado la corrección del método por comparación con los modelos puesto que las diferencias obtenidas son del orden de un 20% como máximo.

8.4 Relación de galaxias deficientes en metales.

Actualmente se conocen bastante bien las proporciones según las cuales los diferentes elementos químicos se presentan en el Universo. En especial, se han podido medir con precisión las abundancias metálicas de los elementos ligeros y del Hidrógeno. Todos estos valores han sido bien explicados o incluso predichos por el modelo de Big Bang estándar. La nucleosíntesis basada en los modelos homogéneos de Universo de Friedman, la física nuclear estándar y la física de partículas (Peebles 1966, Wagoner, Fowler y Hoyle 1967, Schramm & Wagoner 1979, Kolb & Turner 1990, Wagoner 1990) que conocemos hoy en día, es capaz de predecir con una precisión de nueve órdenes de magnitud los valores relativos de D, ^3He , ^4He , y ^7Li (Lynden-Bell 1982, Yang *et al.* 1984, Boesgaard & Steigman 1985, Olive *et al.* 1990, Walker *et al.* 1991). Se puede hablar por tanto de unas abundancias universales de cada elemento. Dejado a un lado el Hidrógeno, el elemento más abundante en el Universo es el Helio. Para este elemento, una fracción importante de la cantidad que observamos actualmente tenemos la certeza de que se originó durante los primeros estadios de la evolución

UCM	N_e cm^{-3}	T_e K	$12+\log(\text{O}/\text{H})$	O/N	$\text{O}^{++}/\text{Ne}^{++}$	S^+/H^+	Y
UCM0049-0006	100	15500	7.76	0.60	0.79	5.36	0.265
UCM0049+0017	100	16100	7.59	0.60	0.79	5.83	0.271
UCM0050+0005	30	13100	8.10	1.25	0.58	5.86	0.254
UCM0056+0044	75	14700	7.79	1.16	0.77	5.70	0.310
UCM0150+2032	200	10000	8.22	1.08	0.63	5.90	0.248
UCM0156+2410	100	10000	7.97	0.66	0.30	5.80	
UCM1324+2926	120	14500	7.86	1.21	0.70	5.70	0.295
UCM1331+2901	100	15200	7.88	1.21	0.78	5.07	0.252
UCM1429+2645	30	16500	7.80	0.83	0.75	5.83	
UCM1612+1309	110	14300	7.99	0.04	0.70	5.60	0.333
UCM2251+2405	200	9900	7.94	0.55	0.77	6.10	
UCM2304+1640	100	13900	8.01	1.66	0.64	5.68	0.244
UCM2316+2028	100	10000	8.01		0.85		
UCM2326+2435	10	13100	8.03	1.33	0.74	5.65	0.308
UCM2327+2515	180	14700	7.90	1.21	0.49	5.77	

Tabla 8.2: Abundancias metálicas de las galaxias UCM con T_e calculable.

del Universo. Esta función de masa de Helio primordial Y_p es predecible a partir de los modelos.

Una determinación precisa de Y_p al mismo tiempo proporciona un importante test de consistencia para la nucleosíntesis del Big Bang Estándar SBBN (del inglés *Standard Big Bang Nucleosynthesis*) así como impone fuertes restricciones a los valores posibles de estos dos parámetros físicos (Hoyle & Tayler 1964, Tayler 1968, 1982, 1990, Shvartsman 1969, Steigman, Schramm & Gunn 1977, Yang *et al.* 1984, Pagel 1987a, 1988, 1991a, Olive *et al.* 1990). Sería especialmente interesante si pudiera ser establecido sin ninguna duda que $Y_p < 0.236$ (ver por ejemplo Fuller *et al.* 1991), teniendo en cuenta que 0.256 es el menor valor permitido por el SBBN para Y_p . De todo esto se desprende que es de gran importancia derivar con la mayor precisión posible un valor observacional para la abundancia primordial de Helio.

UCM	Nplaca	$12+\log(\text{O}/\text{H})$	Tipo	z	Mr	EW(H β)	EW([OIII])
UCM0049-0006	195#27	7.76	SS	0.0377	-18.8	95	418
UCM0049+0017	195#03	7.59	DHIIIH	0.0140	-18.1	23	75
UCM0148+2124	206#06		DHIIIH	0.0169	-18.7	35	103
UCM1304+2830	228#40		DHIIIH	0.0217	-17.9	11	22
UCM1324+2926	232#07	7.86	SS	0.0172	-18.2	50	320
UCM1331+2901	232#13	7.88	SS	0.0356	-18.2	136	1144
UCM1431+2947	234#02		SS	0.0219	-18.2	29	286
UCM1612+1309	230#04	7.99	SS	0.0114	-16.7	94	464
UCM2304+1640	205#19	8.01	SS	0.0179	-18.0	27	117

Tabla 8.3: Propiedades físicas de las galaxias UCM elegidas como candidatos a baja metalicidad.

Sin lugar a dudas la contribución de la exploración de la Universidad Complutense de Madrid a esta línea de investigación consiste en aportar nuevas galaxias con baja metalicidad. Un estudio detallado de su metalicidad y sobre todo de su contenido en Helio queda fuera de las posibilidades de esta tesis doctoral. Sin embargo, con los espectros de que se dispone sí que se pudo realizar una buena estimación de dichos parámetros con el fin de limitar a una pequeña lista las galaxias en las que se debería realizar la búsqueda de un valor de Helio cercano al primordial. Las galaxias postuladas por Kunth & Sargent (1986) con metalicidades de $1/100 Z_{\odot}$ no se han encontrado. Según estos autores la ausencia de metales convertiría la emisión del Hidrógeno en el principal mecanismo enfriador del gas, amplificando las líneas de Balmer y convirtiendo estas líneas en la única manera de que estas galaxias fuesen detectadas. La causa hay que buscarla en el efecto de autocontaminación a través de los propios vientos estelares que hace que la metalicidad mínima del gas ionizado sea suficiente para que los metales cumplan con su papel de enfriadores de la nube. La menor metalicidad encontrada corresponde a UCM0049+0017 con $Z = Z_{\odot}/20$.

Hemos reunido en la tabla 8.3 las propiedades físicas fundamentales de los objetos más prometedores. Pasemos ahora a hacer un breve comentario de los especialmente interesantes. El resto ya han sido reseñados en el capítulo 6.

UCM0049–0006

También detectada por la exploración UM, allí figura como UM282. Con abundancia del orden de $Z_{\odot}/10$, presenta un espectro con líneas de muy alta ionización. Presenta un brote de formación estelar muy intenso y muy reciente.

UCM0049+0017

También conocido como UM283, presenta una abundancia de Oxígeno de $Z_{\odot}/20$, pero los datos espectroscópicos no son de una calidad muy alta por lo que esta galaxia debe quedar a la espera de unas observaciones más detalladas. Destaca por presentar una extinción muy baja.

UCM1324+2926

Galaxia previamente conocida como Was70, destaca por un [OIII] especialmente intenso.

UCM1331+2901

Se trata de Was74. Se caracteriza por el [OIII] más intenso de los observados. Colores muy azules. Abundancia de $Z_{\odot}/10$.

UCM1612+1309

Galaxia no conocida previamente a la exploración de la UCM. Presenta un Oxígeno de $Z_{\odot}/7$. Es la galaxia de $H\alpha+[NII]$ más intenso y con magnitud absoluta más débil.

UCM2304+1640

Es un caso muy parecido al anterior. Galaxia con $Z_{\odot}/7$ y no conocida previamente. Los dos son galaxias dignas de un análisis más detallado de abundancias.

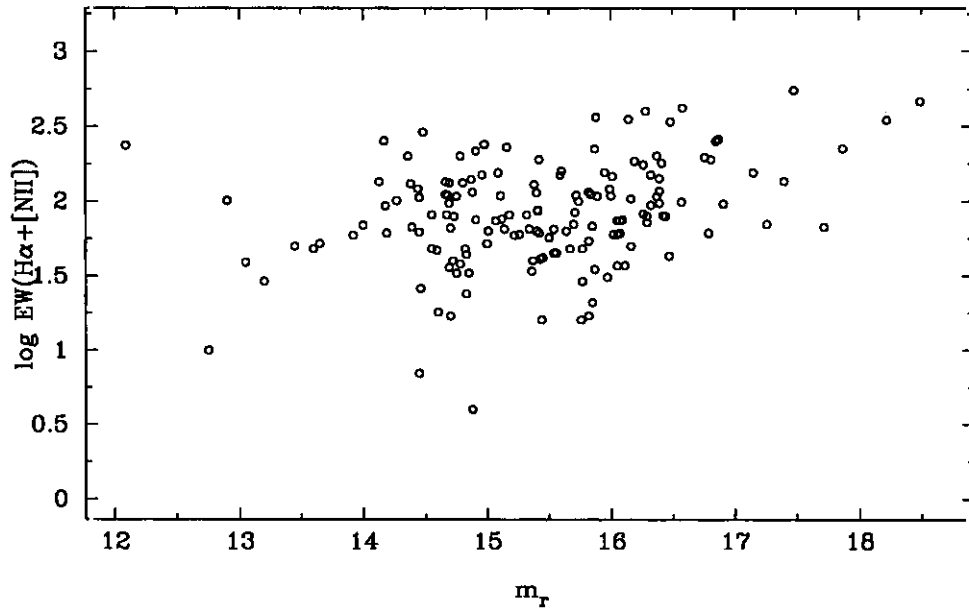


Figura 9.1 Logaritmo de la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ en función de la magnitud m_r aparente. Hay una clara ausencia de galaxias en la región inferior derecha del diagrama (véase texto).

1. Flujo total en la línea. Una galaxia ha de tener un flujo suficiente en la región de longitudes de onda de interés para ser detectado sobre el fondo de placa.

El flujo en la línea y la anchura equivalente son dos cantidades que dada su naturaleza deberían aparecer como fundamentales para definir el criterio de selección de la exploración UCM. El que estas dos magnitudes están ligadas se puede ver en la figura 9.1 en la que se ha representado el logaritmo de la anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ frente a la magnitud aparente en la banda r (Vitores 1995), que incluye la línea de emisión. Se observa una tendencia de mayores anchuras equivalentes cuanto más débiles son las galaxias. Este resultado indica que según el flujo en el continuo disminuye (magnitud aparente más débil) el flujo en la línea debe incrementarse para mantener el flujo total de línea más continuo por encima del umbral de detección. De aquí se obtiene la evidencia de que el parámetro relevante que determina la detectabilidad de un objeto en una exploración prisma objetivo como la de la UCM es la combinación de los flujos de la línea y del continuo bajo la misma.

En la ya citada figura 9.1 hay varias regiones que no están pobladas por ninguna galaxia. La esquina inferior izquierda correspondería a aquellas galaxias muy brillantes y línea poco destacada frente al continuo. En estas condiciones, con el continuo cercano de saturar en la placa, es normal que se pierdan aquellos objetos de anchura equivalente pequeña. Un ejemplo de este caso es la galaxia NGC7677. Esta es una galaxia de magnitud 13.9 en la banda r y morfología anular que denota claramente efectos importantes de interacción entre galaxias. La emisión debería estar presente. La galaxia, situada en la placa A194, no aparece en las listas UCM pues sería clasificada como C0d, es decir, objeto difuso de continuo muy intenso pero sin línea destacable respecto del continuo. Un espectro de la galaxia tomado en Noviembre de 1993 refleja la presencia de multitud de líneas de emisión, con un continuo muy importante y una anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ de 51 Å. La línea aún existiendo, no fue vista por falta de contraste sobre el continuo. Por otro lado, alguna galaxia puede aparecer en esa zona del diagrama. La causa es la intención original que se tuvo cuando se revisaron las placas de no dejarse ningún objeto dudoso sin considerar.

También faltan las galaxias en la esquina inferior derecha, que corresponden a objetos débiles y flujo en la línea pequeño. Un ejemplo es el objeto a8.196 (Boroson *et al.* 1993), que con $m_r = 18.01$ no fue detectado a pesar de tener una anchura equivalente de $H\alpha + [NII]$ de 84 Å. Como ya se ha dicho, se hace necesario una línea mayor para que el flujo total de línea más continuo esté por encima del umbral. Un ejemplo de estos objetos son aquellos en los que solo se vió un punto en la emulsión correspondiente a la línea y ningún continuo adyacente. Todos ellos demostraron tener luego anchuras equivalentes muy grandes.

2. Contraste de las líneas de emisión. Un primer análisis de esta cuestión se llevó a cabo en el capítulo 3 cuando se habló de las galaxias Markarian. En resumen, cuanto mayor sea la anchura equivalente que presente una línea en el espectro, más fácilmente detectable será la galaxia. Fijándonos en la gráfica 9.2 se deduce que hace falta (salvo casos puntuales) un mínimo valor de $EW \sim 10$ Å, para que el objeto sea clasificado como con emisión. En la figura hay dos galaxias por debajo de este límite. UCM2320+2428 presenta una anchura

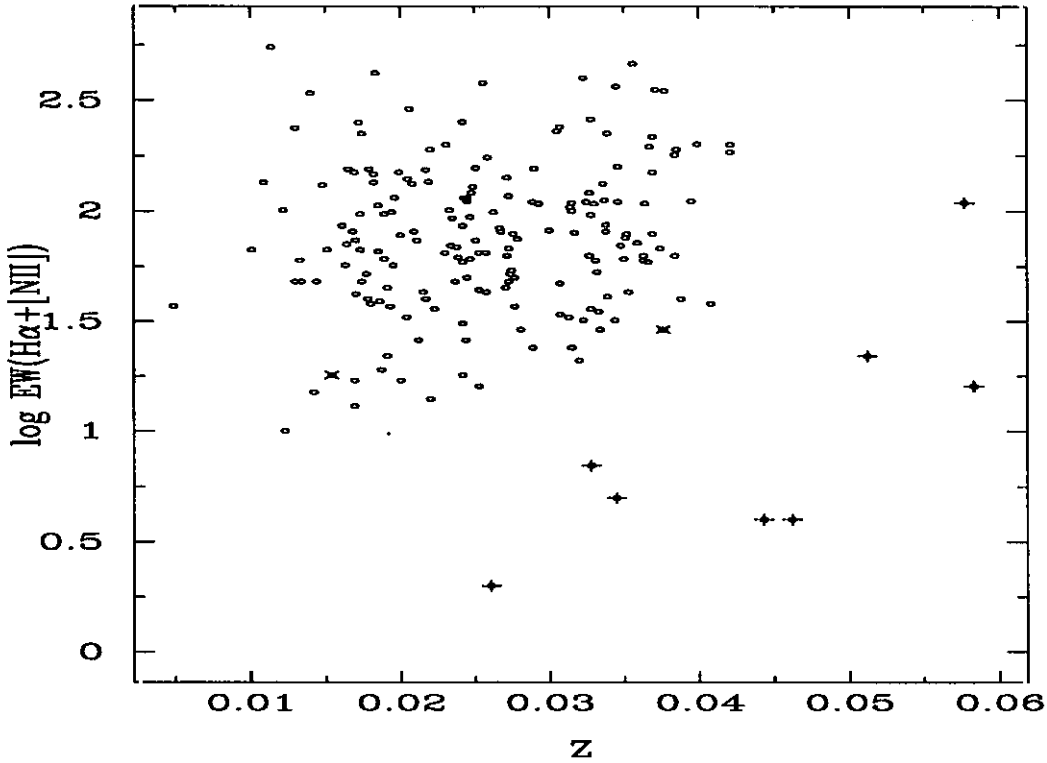


Figura 9.2 Logaritmo de la $EW(H\alpha + [NII])$ como una función del desplazamiento al rojo. Hay una clara escasez de objetos con valores bajos de EW a z cercanos al valor de corte de la emulsión IIIaF.

equivalente de 7 \AA , pero se trata de una espiral de canto con una estrella superpuesta. Lo más factible es pensar que el objeto se seleccionó equivocadamente debido a la superposición del espectro de la galaxia al de la estrella. UCM2249+2149 es una galaxia débil y difusa con anchura equivalente de 4 \AA que solo puede ser justificada diciendo que no debería haberse encontrado. Se puede apreciar que no hay galaxias con anchuras equivalentes mayores a 1500 \AA . Este resultado está asociado a la naturaleza térmica de la emisión, que hace que esta no pueda existir sin un continuo asociado.

3. Brillo superficial. Este parámetro es muy importante para aquellas galaxias cuyo espectro está cercano a la saturación, es decir, las situadas en la esquina

inferior izquierda de nuestra figura. En esa zona tenemos a UCM2324+2448, que con se detectó cuna anchura equivalente de sólo 10 Å. Esto es posible debido a que esta galaxia tiene un tamaño aparente de varios minutos de arco, por lo que su brillo superficial es bajo y en consecuencia su espectro no quedó saturado. Con una magnitud m_r aún más brillante tenemos a UCM2325+2208. Este caso se trata de una región HII en una espiral cercana. Recordemos que la magnitud aparente representada corresponde al total de la galaxia mientras que la anchura equivalente es la medida en la zona concreta de emisión.

4. Distancia del objeto. No se detectan galaxias con desplazamiento al rojo mayor que un cierto límite impuesto por el corte de la emulsión en el extremo de longitudes de onda mayores. Este valor corresponde a $z = 0.045 \pm 0.005$. Si hubiésemos representado todo tipo de galaxias conocidas, éstas hubieran ocupado todas las zonas tanto de la figura 9.1 como de la 9.2 donde hemos presentado la anchura equivalente de emisión frente a la magnitud aparente en la primera y frente al desplazamiento al rojo en la segunda. El hecho de que el corte en la sensibilidad de la emulsión tenga una cierta amplitud hace que se de un efecto de selección interesante. Como se puede comprobar en la gráfica 9.2 hay una anchura equivalente mínima cercana a los 10 Å por debajo de la cual prácticamente no se detectan objetos. Sin embargo, esta EW mínima crece cuando nos vamos a z mayores (a $z=0.04$ la EW se sitúa en un valor cercano a los 30 Å), debido a que allí la sensibilidad de la emulsión disminuye progresivamente. En consecuencia es necesario una anchura equivalente mayor para que el objeto pueda seguir siendo detectable. La dispersión es un efecto de naturaleza un poco más sutil y afecta más cuando se trabaja con la región azul del espectro. Está relacionado con el desplazamiento al rojo del objeto. Debido a que la dispersión del prisma es variable y que el sistema emulsión-filtro tiene una función respuesta espectral, la intensidad del continuo del espectro en la placa original varía como una función de la longitud de onda. Este efecto es poco importante en el caso particular de nuestro trabajo, pues el valor de la dispersión permanece siempre muy cercano a los 1950 Å mm^{-1} y la curva de respuesta es bastante suave.

De todo esto se concluye que los criterios primarios de selección de la exploración de la UCM son el desplazamiento al rojo, la combinación del flujo de la línea de emisión

con el flujo del continuo bajo ella y un parámetro que cuantifique el contraste de la línea sobre el continuo.

9.2.2 Parámetros de completitud

Vamos a utilizar la muestra UCM de galaxias para estudiar algunas propiedades estadísticas de la población y función de luminosidad que se esperaría obtener en una exploración de este tipo. El primer requisito es conseguir una muestra que sea completa y representativa del comportamiento a gran escala de nuestras galaxias.

El parámetro fundamental del cual depende que un objeto sea capaz de ennegrecer la emulsión es la suma del flujo total de la línea F_L más el flujo total del continuo que está bajo ella F_C . Esta magnitud está íntimamente ligada a la luminosidad del objeto y para todos los efectos es comparable a un flujo observado.

$$F_{L+C} = F_L + F_C$$

En esta expresión F_L es directamente medible en el espectro y F_C se puede medir directamente o estimar de múltiples formas. Debido a las incertidumbres existentes en la calibración absoluta de los espectros es más conveniente expresarlo como función de la anchura equivalente EW . El flujo total en el continuo bajo la línea es el flujo monocromático medio por unidad de longitud de onda f_c multiplicado por una estimación del ancho W de la línea. En este punto es fundamental el hecho de que ahora no nos interesa el flujo total del continuo (calculado a partir de la magnitud m_r en un capítulo anterior) si no que ahora se trata del flujo que ha hecho ennegrecerse la placa de prisma objetivo. Así

$$F_C = f_c W$$

Ahora bien, podemos expresar f_c como función de la anchura equivalente y W se puede evaluar en función de la dispersión P del prisma de tal forma que

$$f_c = \frac{F_L}{EW}$$

y además

$$W = 2 P R$$

donde P como hemos dicho es la dispersión lineal recíproca del prisma en \AA mm^{-1} y R es la resolución espectral en mm en la placa. El término W es simplemente el doble de la resolución espectral en \AA . De tal forma que tenemos

$$F_{L+C} = F_L \left(1 + \frac{2PR}{EW} \right)$$

Esta magnitud es calculable para cada objeto a partir de las magnitudes F_L y EW obtenibles de las observaciones espectroscópicas a media resolución realizadas con gran telescopio.

Un segundo parámetro importante y que hay que tener en cuenta de manera independiente es el contraste de la línea sobre el fondo de la emulsión. Este contraste C se puede cuantificar como

$$C = \frac{F_L}{F_C}$$

lo que equivale a

$$C = \frac{EW}{2PR}$$

Esta cantidad corresponde a la anchura equivalente modificada por un factor que tiene en cuenta la variación de la dispersión del prisma en función de la posición de la línea en longitud de onda.

Ambos parámetros, F_{L+C} y C , son calculables para cada objeto a partir de las observaciones espectroscópicas. Una vez obtenidos, por conveniencia F_{L+C} puede ser convertido a una escala de magnitudes cuyo punto cero es completamente arbitrario. De tal forma

$$m_{L+C} = -2.5 \log(F_{L+C}) + cte$$

Una vez disponible esta magnitud aparente m_{L+C} , se pueden aplicar los criterios clásicos de completitud basados en la estadística de una muestra de objetos determinados por una magnitud aparente.

Diagrama acumulativo

La figura 9.3 muestra la distribución del número acumulativo total de objetos en función de la magnitud aparente sintética en $H\alpha$ definida previamente. La pendiente con la que crece el número total en la zona intermedia es de 0.58 ± 0.02 , consistente con una distribución uniforme en un espacio euclídeo. El progresivo alejamiento de esta línea indica falta de completitud. Se puede inferir de manera sencilla de

Capítulo 9

Resultados a gran escala

9.1 Introducción

El estudio de la distribución espacial de las galaxias con líneas de emisión tiene una gran cantidad de aplicaciones en lo que respecta a nuestro conocimiento sobre la formación de las galaxias, el origen de la actividad de las mismas y la estructura a gran escala del Universo. El uso de muestras completas con la mayor profundidad posible de galaxias seleccionadas a través de una técnica tan crítica como lo es la de prisma objetivo presenta varias ventajas con respecto a las muestras normales, seleccionadas en base a la magnitud aparente.

El hecho de detectar las galaxias por la presencia de la emisión en $H\alpha$ convierte a este tipo de muestras en idóneas para estudiar la distribución en el Universo de un fenómeno tan importante como lo es la formación estelar en galaxias. Las galaxias con líneas de emisión son no sólo trazadores potenciales de la formación estelar actual sino que debido a su alto contenido en galaxias enanas también arrojan luz sobre la época de formación de las galaxias (ver por ejemplo Bingeli 1993).

Los primeros intentos de comparar muestras de galaxias con líneas de emisión y muestras de galaxias de catálogos fueron llevados a cabo por Fairall (1979) y Wasilewski (1982). Al final sus resultados no pudieron ser muy concluyentes puesto que carecían de datos espectroscópicos fiables para la mayor parte de los componentes de las dos muestras. Los posteriores análisis de diferentes zonas del cielo vacías de galaxias dieron lugar a un número cada vez mayor de indicios según los cuales las galaxias con líneas de emisión no seguían en el Universo la misma dis-

espacio entonces el valor medio de la cantidad V/V_{max} será

$$\left\langle \frac{V}{V_{max}} \right\rangle = \frac{\int_0^{r_0} \left(\frac{V}{V_{max}} \right) D^2 dr}{\int_0^{r_0} D^2 dr}$$

Haciendo el cambio

$$x = \int_0^r D^2 dr$$

$$\frac{dx}{dr} = D^2$$

se obtiene

$$\left\langle \frac{V}{V_{max}} \right\rangle = \frac{\int_0^{r_0} x \frac{dx}{dr} dr}{x^2(r_0)}$$

$$\left\langle \frac{V}{V_{max}} \right\rangle = \frac{1}{2}$$

Si lo que hiciéramos fuera quedarse sólo con aquellas galaxias que cumplieran el que se alcanzase un valor de $1/2$, en ese caso tendríamos una muestra completa y uniformemente distribuida en el espacio. Esta última premisa sabemos que no es cierta pero tomando un número suficientemente alto de objetos sin distribución espacial determinada, el método nos puede proporcionar una muestra que fuese en términos de representatividad aceptablemente completa. El cociente V/V_{max} puede ser calculado para cualquier objeto de magnitud aparente conocida puesto que

$$M = m^* + 5 - 5 \log(r^*) - A$$

$$M = m + 5 - 5 \log(r) - A$$

donde A es la extinción y r^* es la distancia asociada a la magnitud límite m^* nos lleva a que

$$\frac{V}{V_{max}} = \left(\frac{r}{r^*} \right)^3 = 10^{0.6(m-m^*)}$$

con la técnica de prisma objetivo el brillo aparente no es el único factor del que depende que un objeto sea o no identificado como un candidato a galaxia con emisión. Los factores más influyentes son:

El método en la práctica se desarrolla de la siguiente forma: Variando la magnitud límite m^* se obtienen valores diferentes del valor medio del cociente de tal forma que existe un determinado m^* para el cual se obtiene un valor del cociente 1/2. El conjunto de galaxias con magnitud aparente más brillante que esa magnitud límite m^* dada se consideran como una muestra completa representativa del total. Este es un método válido para obtener de la muestra UCM una submuestra con la que calcular la función de luminosidad y unas densidades espaciales con significado físico.

El método descrito anteriormente fue el utilizado para solucionar el problema de confeccionar una muestra completa representativa a gran escala del tipo de galaxias que se detectan en la exploración UCM.

Como una aproximación razonable en las proximidades de $H\alpha$, podemos suponer la dispersión P constante e igual al valor ya mencionado de 1950 \AA mm^{-1} . El parámetro R toma un valor de $\sim 10 \mu$ (correspondiente al tamaño medio del pixel-grano en este caso- en la emulsión IIIaF Alonso *et al.* 1995). Para este factor R se ha de tener en cuenta que con la escala de placa del telescopio Schmidt de Calar Alto 1" equivale a 11.6μ y que el seeing durante nuestras observaciones fue siempre cercano o mayor que ese valor y por lo tanto R podría haber estado ligeramente subestimado. En realidad hay un tercer efecto que influye en el valor de R y es el seguimiento. En general el guiado de las exposiciones nunca es perfecto por lo que degradaría en $\delta\lambda$. Para evitarlo se tomaron las exposiciones con los espectros en dirección Norte-Sur, es decir que si el telescopio hubiese derivado en el eje en el que lo hace más frecuentemente, el ángulo horario, esto no hubiera influido en la resolución. Sin embargo por razones de coherencia se adoptó para R un valor constante, pues una ligera variación en R no lleva a variaciones significativas en el resultado final. Tomando una constante arbitraria de -17.0 en la escala de magnitudes sintéticas en $H\alpha$ calculadas tal y como se ha expresado más arriba se obtuvieron las correspondientes magnitudes aparentes sintéticas para un total de 195 galaxias. El test V/V_{\max} aplicado a la muestra resultante ofreció los resultados que se presentan en la tabla 9.1 y que están ilustrados en la figura 9.4.

Se aprecia una convergencia bastante uniforme según vamos considerando una magnitud límite más debil, alcanzando el valor que hace el indicador igual a 1/2 para una magnitud límite de 17.3. Las 176 galaxias cuya magnitud sintética $H\alpha$ es más brillante que ese valor será lo que entenderemos en adelante como la muestra

m^*	No. total	$\left(\frac{V}{V_{max}}\right)$
17.0	166	0.742
17.1	172	0.647
17.2	176	0.563
17.3	176	0.491
17.4	177	0.427
17.5	178	0.372
17.6	181	0.324
17.7	182	0.282
17.8	185	0.246
17.9	188	0.214

Tabla 9.1: Diferentes valores del indicador V/V_{max} según la magnitud límite m^* para la muestra UCM.

completa representativa del tipo de galaxias resultado de la exploración UCM. Por debajo de este valor el promedio enseguida baja a valores muy inferiores con lo que las condiciones de completitud dejan de cumplirse de una manera bastante clara. La tendencia se puede apreciar mejor en el gráfico 9.4 La calidad de la magnitud sintética previamente definida depende en gran medida de la precisión con la que se hayan obtenido los flujos en la línea. Hay varios factores que pueden influir en esto último. Como lo mas fundamental está la calibración fotométrica de las diferentes campañas de observación, que por desgracia no siempre pudo ser todo lo precisa que se hubiese deseado. Por otro lado están las incertidumbres a la hora de calcular los parámetros espectroscópicos, dependientes principalmente en el proceso de determinación del nivel del continuo en la zona adyacente a la línea. De todas formas, a pesar de que algún valor concreto esté más o menos equivocado, la coherencia de los resultados se puede comprobar de una manera sencilla por medio de dos tests de coherencia interna que exponemos a continuación:

- Si las medidas fueran correctas un flujo en el continuo calculado como el cociente del flujo de la línea y la anchura equivalente y las magnitudes en la banda r de Gunn-Thuan proporcionadas por la fotometría absoluta de las imágenes CCD deberían estar relacionados. El tamaño aparente, distinto

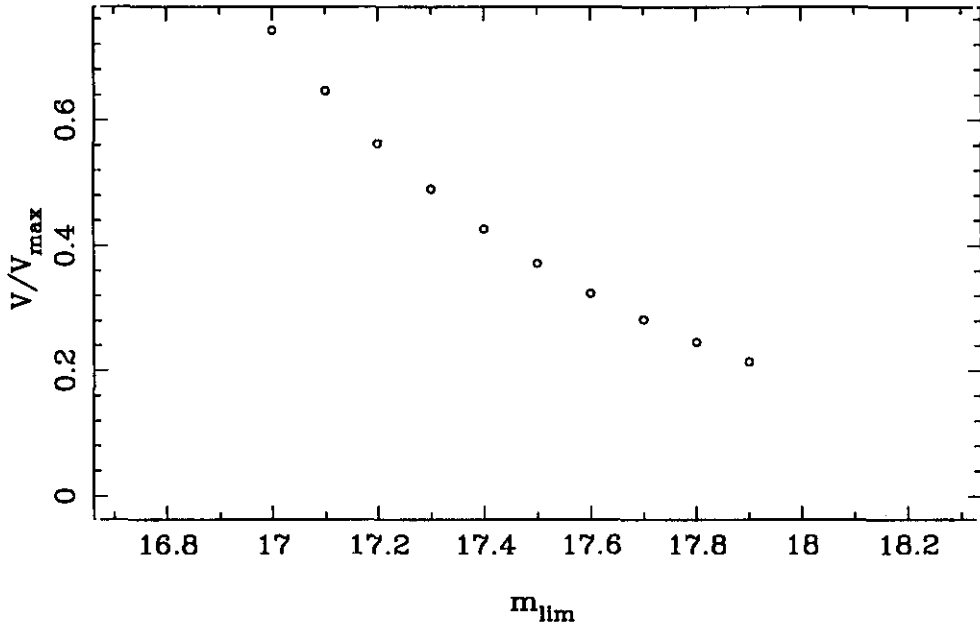


Figura 9.4 Representación del indicador V/V_{max} con respecto a las diferentes magnitudes límite posibles.

según la galaxia, debería introducir cierta dispersión. Esta relación es observable gráficamente como una relación lineal entre el logaritmo del flujo en el continuo y la magnitud m_r aparente de todos los objetos (figura 9.5). En realidad la banda r incluye no sólo la línea $H\alpha$ sino también el continuo en toda esa zona ($\sim 900 \text{ \AA}$) por lo que la relación se ve afectada también por los diferentes continuos.

- De manera análoga ha de esperarse una correlación entre la magnitud sintética $m_{H\alpha}$ y la magnitud fotométrica aparente m_r . Esta relación, con su debida dispersión por los diferentes grados de condensación de las galaxias, es apreciable en el gráfico 9.6.

Completitud de una muestra limitada por el tamaño

En este apartado vamos a aplicar una técnica directamente extraída del test V/V_{max} clásico y que está expuesta en su forma original por Davies (1993). Este autor procedió a calcular la magnitud límite efectiva de una muestra limitada por el tamaño aparente. Para una muestra limitada en magnitud se puede calcular $\langle V/V_{max} \rangle$

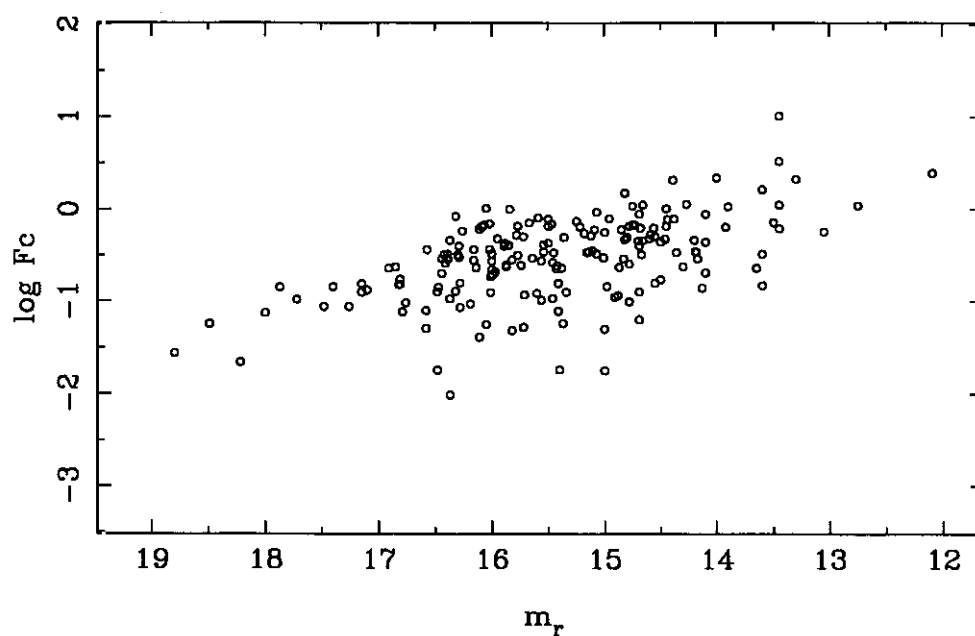


Figura 9.5 Magnitud aparente m_r frente al logaritmo del flujo en el continuo cercano a $H\alpha$. Es apreciable la tendencia general de magnitudes m_r más débiles para flujos en el continuo menores.

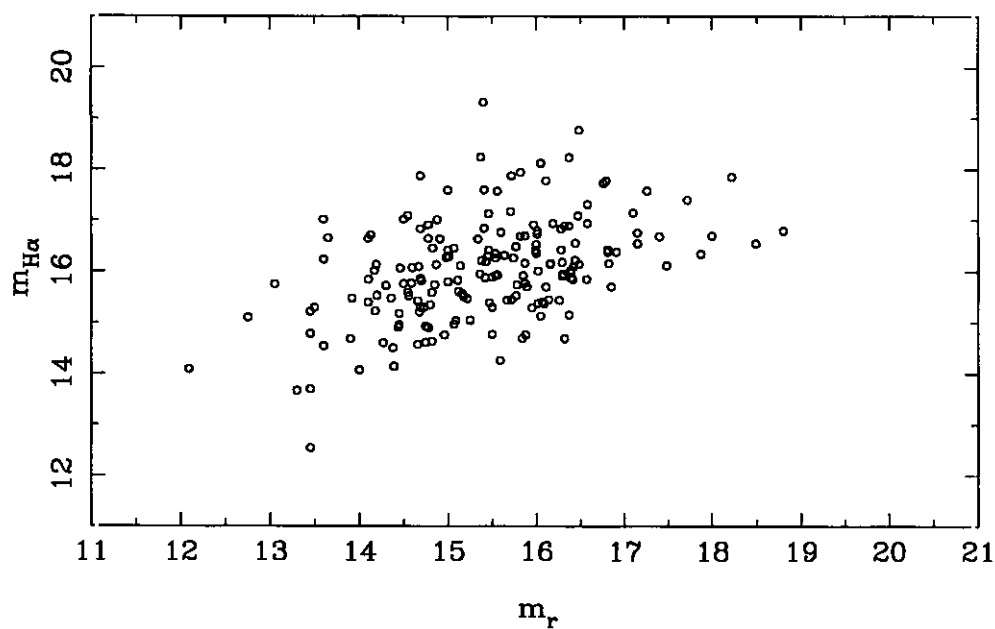


Figura 9.6 Magnitud aparente m_r frente a la magnitud sintética calculada a partir de la luminosidad de cada galaxia en la línea $H\alpha$.

usando

$$\langle V/V_{max} \rangle = 10^{-0.6m_L} \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{0.6m_j} \right]$$

donde m_j son las diferentes magnitudes aparentes de los componentes de la muestra en estudio. De esta ecuación podemos obtener el valor m_L que proporciona $\langle V/V_{max} \rangle = 0.5$ en esta ecuación

$$m_L^e = 1.67 \log \left(\frac{2}{N} \sum_{j=1}^N 10^{0.6m_j} \right)$$

y llamar a este la magnitud m_L efectiva máxima para la muestra. Se denomina máxima en el sentido de que el valor medio de $10^{0.6m}$ para las galaxias de la muestra proporciona un número V_{med} proporcional a la media del volumen estudiado. Usando las mismas hipótesis preliminares implícitas en el test V/V_{max} , se ha fijado $10^{0.6m_L^e} = 2V_{med}$. De este modo, m_L^e es la magnitud límite máxima consistente con las magnitudes observadas de las galaxias en la muestra y corresponde al doble del volumen medio ocupado por las galaxias. Cualquiera que sea el valor real de m_L^e , no es más débil que el valor aquí derivado. De esta forma, puede ser utilizado como una cota superior para el valor definitivo de la magnitud límite.

Esta técnica, aplicada a las 195 galaxias UCM de las que se disponía de luminosidad $H\alpha$, arrojó una cota superior para la magnitud límite sintética de 17.4. Una décima inferior a la calculada más arriba. Esta aproximación diferente afianza el valor que se tomó como bueno en la sección anterior.

En todo el desarrollo posterior para calcular la función de luminosidad y propiedades espaciales a gran escala, va a ser el grupo de 176 galaxias delimitado por presentar $m_{H\alpha} < 17.3$ el que represente el comportamiento de las galaxias UCM.

9.3 Distribución espacial de las galaxias UCM

Las distribuciones espaciales de las galaxias de la muestra UCM y una muestra de comparación obtenida del catálogo general de galaxias (PGC, Paturel *et al.* 1989) correspondiente a las mismas regiones de cielo que fueron cubiertas se muestran en las figuras 9.7 y 9.8. Se han dibujado todas las galaxias comprendidas hasta una velocidad de recesión de 13500 km s^{-1} , equivalente a un desplazamiento al rojo $z=0.045$, que es el límite al que llega la muestra UCM. En total se han representado

195 galaxias UCM y 2516 del PGC, sin tener en cuenta su magnitud absoluta, aparente u otro tipo de característica que su desplazamiento al rojo. Para todas las galaxias se da su localización en el plano velocidad de recesión – ascensión recta. La dimensión que se ha suprimido es la declinación. El primer diagrama cubre los campos cubiertos por las placas prisma objetivo en una región de cielo desde una ascensión recta de $22^h 30^m$ hasta las $2^h 30^m$, con un rango de declinación de entre 20 y 25 grados. El segundo diagrama cubre la región de ascensiones rectas desde las $12^h 30^m$ hasta las $17^h 30^m$. En este caso el intervalo de declinaciones es de 25 a 30 grados, siempre positivos. Hay algunas lagunas en ascensión recta debido a que las placas prisma objetivo no pudieron tomarse de manera que cubriesen todo el cielo de manera uniforme. Esto tiene su repercusión en el diagrama en el que para ascensiones rectas cercanas a 15^h no hay galaxias UCM. Por último, es interesante tener en cuenta que en general las galaxias del PGC son de mayor brillo intrínseco pues casi todas tienen magnitud aparente más brillante que la 15.5, mientras que parte de las UCM son bastante más débiles (el valor medio de la magnitud aparente m_r de la muestra UCM es de 15.5, mientras que un 32% de las galaxias posee una magnitud mayor que 16.0).

Teniendo todas estas consideraciones en cuenta la estructura que llama la atención a primera vista es la situada a las $12^h 45^m$ de ascensión recta. Corresponde al cúmulo de Coma y subestructuras asociadas. Las galaxias de la UCM, también marcan perfectamente la presencia del cúmulo detectándose la presencia de varias galaxias del mismo que presentan emisión en $H\alpha$. Se hace patente una ligera tendencia de las galaxias UCM a situarse en las afueras del cúmulo. También hay una acumulación de galaxias situadas a $cz \approx 9000 \text{ km s}^{-1}$ y que va desde las $12^h 30^m$ a las 18^h que se corresponde con una especie de muro de galaxias ya detectado por la exploración del CfA (de Lapparent, Geller, & Huchra 1986) a esa distancia y que son las trazas de la estructura en forma de burbujas encontrada en el Universo por esta exploración. Esta peculiaridad no está tan bien marcada como la anterior en la muestra UCM, si bien la completitud de la misma en esta región del Universo Local es menor.

Por otro lado, de manera cualitativa es evidente que las galaxias UCM siguen en líneas generales la estructura a gran escala delimitada por las galaxias consideradas normales del PGC. En el caso concreto del vacío que se encuentra a un $cz=7500$

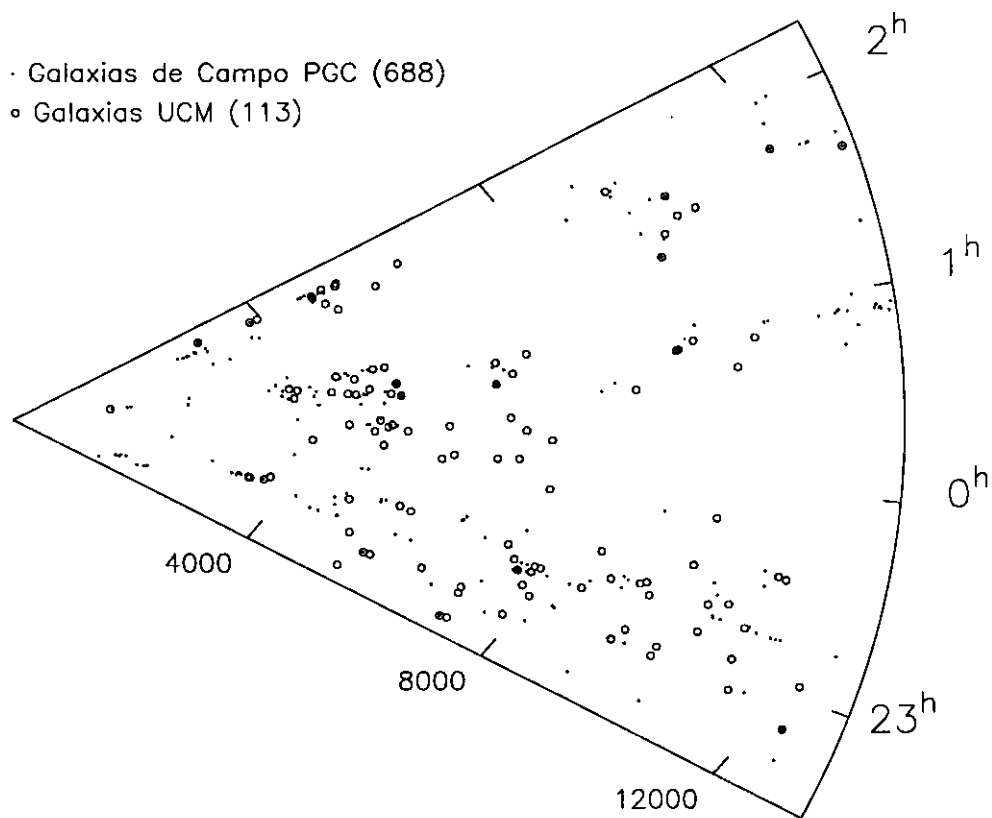


Figura 9.7 Distribución espacial de las galaxias UCM. Este diagrama de cuña cubre la zona en el rango $22^h 30^m - 2^h 30^m$ A.R. y $20^\circ - 25^\circ$ decl.

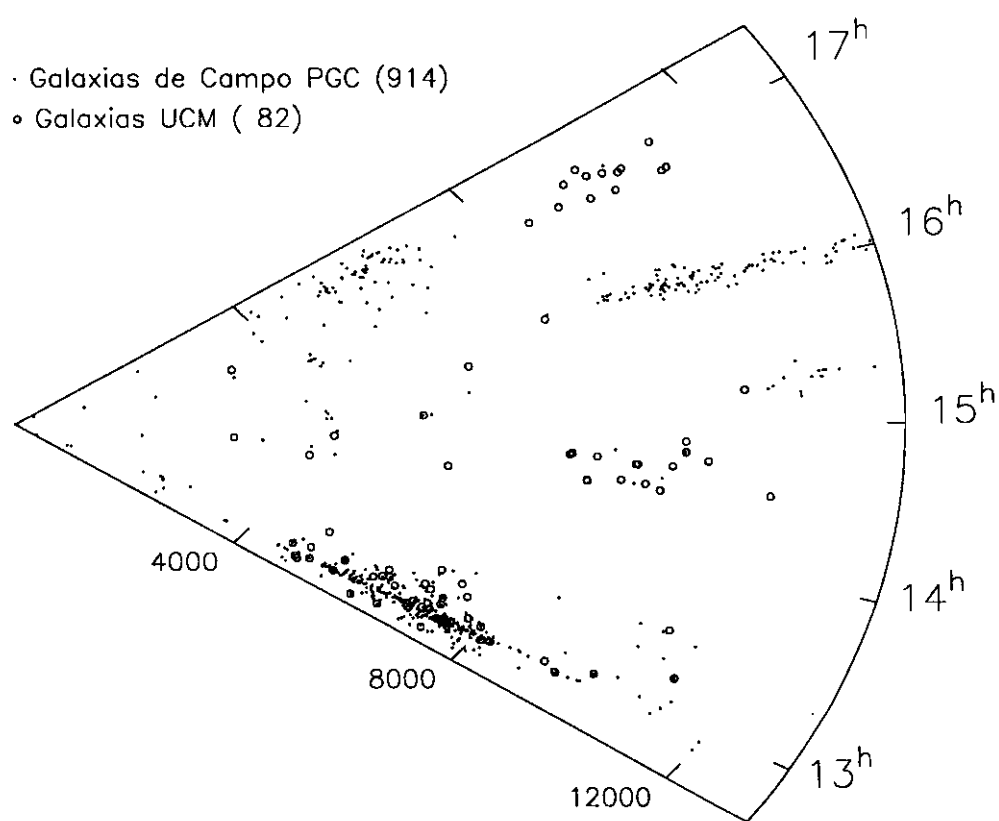


Figura 9.8 Distribución espacial de las galaxias UCM. Este diagrama de cuña cubre la zona en el rango $12^h 30^m - 17^h 30^m$ A.R. y $25^\circ - 30^\circ$ decl.

km s^{-1} en la región de las 2^{h} de ascensión recta es de reseñar que la exploración de la UCM no ha encontrado ninguna galaxia en esa zona, sino más bien las UCM marcan la posición de los extremos de dicho vacío. Esta peculiaridad es patente en otras zonas de vacío como por ejemplo la región de las 14^{h} .

Con respecto a alguna zona de especial concentración de galaxias con emisión en $\text{H}\alpha$ y que pudiese indicar una formación estelar más activa en esa zona del Universo debemos citar, a parte del cúmulo de Coma, una estructura que se mantiene a diferentes z pero a una α fija de 16^{h} . Se trata del cúmulo de galaxias de Hércules (Abell 2151), con un $z = 0.037$ y de los también cercanos Abell 2147 y Abell 2152 con z de 0.035 y 0.038. Curiosamente, la placa A230 cubre la zona pero no hay más que una UCM perteneciente al mismo. En estos cúmulos los procesos de formación estelar han quedado fuertemente debilitados.

Los modelos recientes basados en el concepto de formación de galaxias no uniforme predicen que las galaxias enanas deberían tener una distribución más uniforme que las galaxias consideradas normales. En particular, se espera que las galaxias enanas poblaran las zonas de grandes vacíos observados. La evidencia observacional (ver Bingeli 1989 para un excelente resumen) va en contra de esta predicción, y la muestra UCM, una muestra que se ha demostrado comprende una fracción de galaxias enanas que están sufriendo en estos momentos un proceso importante de formación estelar, confirma estos resultados anteriores. Donde se observa un vacío en la distribución de galaxias normales, también se observa en la distribución de galaxias con emisión $\text{H}\alpha$. Es posible, que para una escala más fina, las galaxias con formación estelar revelada por la presencia de $\text{H}\alpha$ en emisión jueguen un papel más crucial, pero eso exigiría una completitud y profundidad que no se ha podido alcanzar en este trabajo.

9.4 Función de Luminosidad

Durante la última década se han llevado a cabo varios estudios completos sobre el desplazamiento al rojo de todas las galaxias en diversas zonas del cielo. El *Revised Shapley Ames Catalog* (Sandage & Tammann 1987) y los más completos CfA (hasta magnitud 14.5) y las exploraciones llevadas a cabo en el Hemisferio Sur (Huchra *et al.* 1983, da Costa *et al.* 1988) han estudiado las galaxias presentes en el Universo

Local sobre una gran región de cielo. El nuevo CfA2 (Geller & Huchra 1989) pretende extender el anterior a una magnitud límite de Zwicky de 15.5 aumentando el volumen muestreado en un factor cercano a cinco. Por último dos exploraciones de desplazamiento al rojo de galaxias IRAS han sido completados recientemente (Strauss *et al.* 1990, Moore *et al.* 1991, muestra GDOT).

En este tipo de estudios hay una limitación fundamental que es el tiempo de telescopio necesario para espectroscopía. Es por ello que se ha de llegar a un compromiso entre volumen abarcado para tener la mayor información a gran escala, y el detalle con el que se analiza ese volumen. Con esa intención se tomó una primera representación de las galaxias UCM, con esas galaxias que se definieron como una muestra completa y con unos mínimos de representatividad de la muestra UCM.

Con estas premisas en cuenta obtendremos una función de luminosidad preliminar, aunque no exenta de información, de las galaxias UCM. En todo el desarrollo que sigue se utilizará una constante de Hubble de $H_0 = 75 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Se tomó este valor y no el de 50 que es usado a lo largo de este trabajo principalmente para que las comparaciones con otras muestras pudieran hacerse de manera directa, pues este valor ha sido el aceptado siempre por autores anteriores. Las últimas investigaciones siguen acarreando incertidumbre con respecto al valor correcto, si bien el valor de 50 tomado en otras ocasiones a lo largo de este trabajo sigue estando justificado (Sandage *et al.* 1994).

La función de luminosidad fue calculada siguiendo el procedimiento clásico descrito por primera vez por Huchra & Sargent (1973). No obstante, se han introducido ligeras modificaciones para acomodar la técnica a una muestra de características tan especiales como la nuestra. El procedimiento básico es determinar primero el límite de completitud m_c apropiado para la muestra de galaxias. Esto puede ser hecho a través de la técnica del test V/V_{max} , como se hizo en la sección anterior. Una vez se conoce m_c la cantidad V_{max} es calculada para cada galaxia que sea más brillante que m_c , donde V_{max} viene dado por

$$V_{max} = \frac{4}{3} \pi 10^{0.6(m_c - M - A - 25.0)}$$

donde M y A son la magnitud absoluta y la absorción galáctica en magnitudes para cada galaxia. La última está tomada de los mapas de Burstein & Heyles (1978) quienes publicaron todo el cielo con isocontornos de extinción galáctica en la banda B. La gran mayoría de campos se encuentran en latitudes galácticas alejadas del

UCM ELGs			UM ELGs		KUG ELGs		PGC	
M_B	$\log\phi(M_B)$	N	$\log\phi(M_B)$	N	$\log\phi(M_B)$	N	$\log\phi(M_B)$	N
-23.0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-5.99	1
-22.0	-4.46	8	-6.03	1	-5.66	5	-4.79	5
-21.0	-3.13	32	-4.60	8	-4.58	15	-3.13	66
-20.0	-2.78	51	-3.85	17	-3.69	29	-2.38	137
-19.0	-2.80	40	-2.77	23	-3.08	30	-1.79	139
-18.0	-2.74	14	-2.94	24	-3.12	7	-1.91	22
-17.0	-2.43	7	-2.88	15	-2.74	4	-1.40	15
-16.0	-3.43	1	-1.76	21	-2.06	5	-0.96	9
-15.0	-3.29	1	-2.15	7	-1.65	3	-0.85	4
-14.0	0.00	0	-2.67	4	0.00	0	-0.86	1
-13.0	0.00	0	-2.43	2	0.00	0	0.00	0

Tabla 9.2: Funciones de luminosidad para las muestras UCM, de Michigan (UM), de la exploración de Kiso (KUG) y para una muestra de galaxias de campo (PGC).

ecuador galáctico por lo que el valor de la corrección siempre fue pequeño. La densidad espacial a una magnitud absoluta dada M es

$$\phi(M) = \frac{4\pi}{\Omega} \sum_i \left(\frac{1}{V_{max}^i} \right)$$

donde Ω es el ángulo sólido (en estereoradianes) cubierto por la muestra en cuestión, y el sumatorio se extiende sobre todas las galaxias con magnitud absoluta comprendido en el rango $M \pm \Delta M$. En nuestro caso se utilizó $\Delta M = 0.5$. El valor de $\phi(M)$ se puede corregir de completitud siguiendo el procedimiento de Huchra & Sargent (1973). A pesar de que la completitud de la muestra UCM tuvo que ser determinada en términos de los parámetros analizados más arriba (línea más continuo y contraste) sería deseable obtener una función de luminosidad LF (del inglés *Luminosity Function*) final expresada en términos de magnitudes absolutas en la banda B. De esta forma, los resultados de la sección anterior fueron utilizados para construir la muestra completa de galaxias UCM, y para calcular los valores individuales de la cantidad V_{max} . Una vez calculado el volumen máximo, la ecuación expuesta más

arriba fue utilizada para calcular $\phi(M_B)$ donde la sumación se aplicó para todas las galaxias con magnitud absoluta en el azul comprendida en el intervalo $M_B \pm 0.5$. A este fin las magnitudes en el azul fueron calculadas a partir de la fotometría en la banda r de Gunn-Thuan de las mismas galaxias publicada en Vitores (1995), a las que se les aplicó un exceso de color b-r medio tomado como la unidad. La razón de utilizar este valor y no el obtenido sintéticamente de los espectros se debe a que éstos no son representantes de la galaxia en conjunto sino sólo de la región emisora de la que se tomó el espectro.

Para poder comparar los resultados obtenidos para la muestra UCM se reprodujeron los cálculos para las siguientes muestras: la muestra de galaxias de la exploración de la Universidad de Michigan publicada por Salzer (1989), la muestra de galaxias KUG publicadas por Comte *et al.* (1994), y la muestra de galaxias de campo tomada como referencia. Las funciones de luminosidad finales para las cuatro muestras están listadas en la tabla 9.2. En la tabla se proporcionan los valores de $\log\phi(M_B)$ (número de galaxias por intervalo de magnitud por Mpc^3) y el número de galaxias incluidas en cada intervalo de magnitud absoluta.

Las cuatro funciones de luminosidad están representadas en la figura 9.9. Las barras de error representan la raíz cuadrada del número de galaxias en cada intervalo de magnitud absoluta. Los símbolos sin barra de error corresponden a los intervalos que contienen una única galaxia. En estos últimos las incertidumbres son muy altas.

A estas funciones de luminosidad se les ajustó una función de Schechter (1976) la cual viene dada por (Felton 1977)

$$\phi(M) dM = 0.921 \phi^* [10^{0.4(M^*-M)}]^{\alpha+1} \exp[-10^{0.4(M^*-M)}] dM$$

Los tres parámetros de ajuste, ϕ^* , M^* y α son determinados por medio de un ajuste por mínimos cuadrados a los datos. El parámetro α se corresponde a la pendiente que tendría una recta ajustada a la zona final de la función de luminosidad a magnitudes bajas. ϕ^* y M^* dan las coordenadas del punto de giro de la función. Los resultados se dan en la tabla 9.3. Para la muestra KUG no se llevó a cabo ningún ajuste pues como ya comentan Conte *et al.* (1994) el ajuste no es satisfactorio en ningún caso.

Salvo para la muestra de galaxias de campo, la incertidumbre para las funciones de luminosidad es bastante grande, y el uso de una función de Schechter queda sólo como primera aproximación pues la información para magnitudes absolutas débiles es bastante escasa.

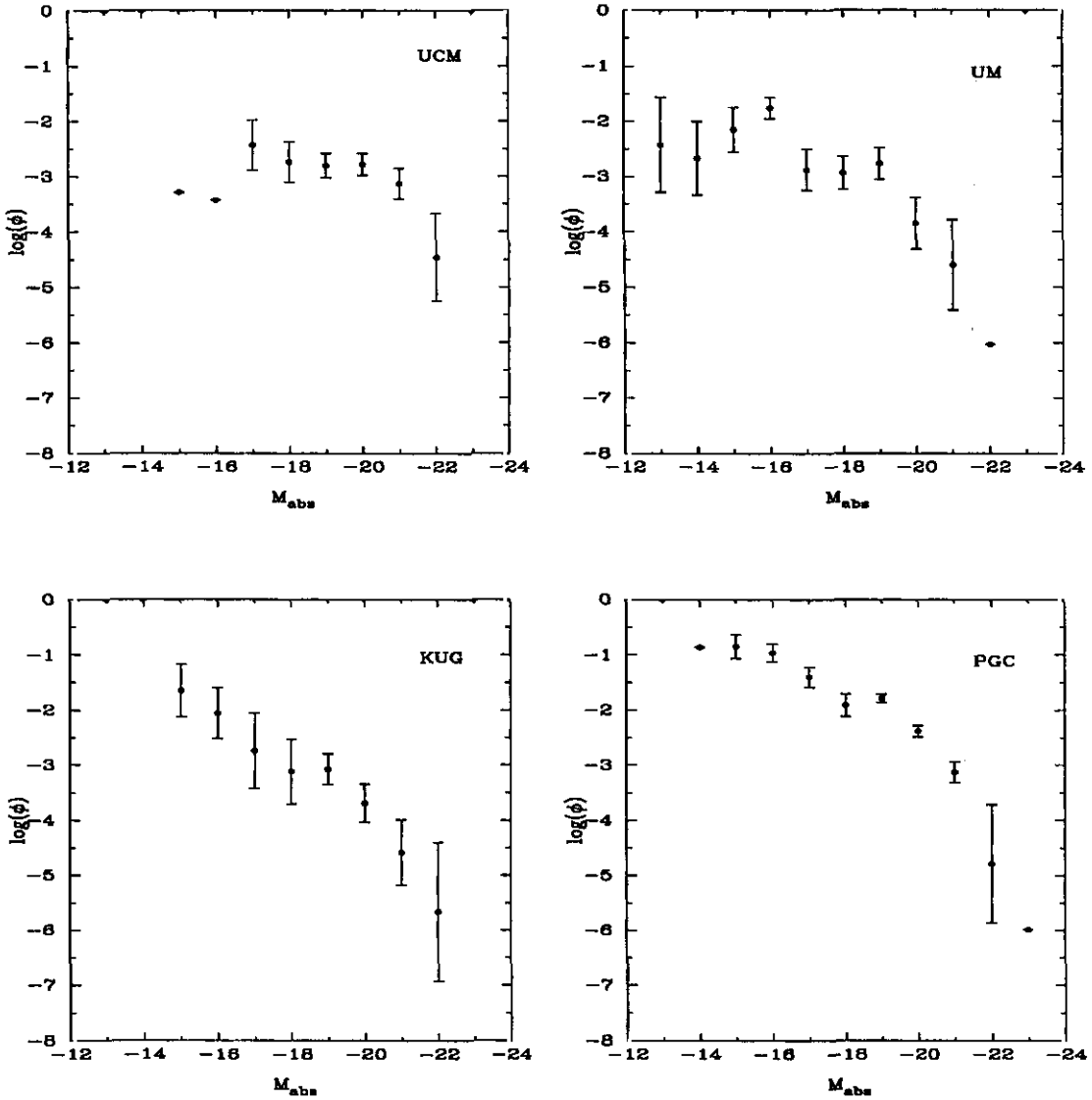


Figura 9.9 Funciones de luminosidad para las galaxias UCM, UM, KUG, y de campo. Las barras de error representan el inverso de la raíz cuadrada del número de galaxias en cada intervalo de magnitud absoluta y se suprimieron cuando sólo había una galaxia. Para ninguna de las muestras de galaxias con líneas de emisión parece que la función de Schechter permita un buen ajuste a magnitudes absolutas débiles.

Parámetro	UCM	UM	KUG	PGC
M^*	-20.4	-19.45	...	-20.05
α	-0.90	-1.20	...	-1.40
ϕ^*	0.0033	0.00115	...	0.0124

Tabla 9.3: Parámetros de la función de Schechter para las muestras analizadas. Para la muestra KUG, no se dan debido a que el ajuste no es aceptable.

A primera vista la función de luminosidad de la muestra KUG tiene una forma un poco extraña. Esto se debe a que la fotometría utilizada por Comte *et al.* (1994) es solamente aproximada hasta la media magnitud pues las magnitudes aparentes son las tomadas directamente del catálogo de Zwicky. Parece evidente que las incertidumbres en los datos fotométricos, sumadas a la escasez de objetos para magnitudes absolutas mayores a $M_B = -16.0$ hacen muy difícil cualquier comparación.

Con respecto al significado de una función de luminosidad como la de la muestra UCM, en la cual hay galaxias de muy diferentes tipos, hay que aclarar una serie de puntos antes de entrar en el estudio comparativo con el resto de las exploraciones. Desde nuestro punto de referencia, estamos observando galaxias de cada tipo diferente hasta una distancia diferente. Las galaxias más luminosas intrínsecamente serán más escasas pero las veremos en volúmenes grandes. Sólo en la zona más cercana al observador veremos representantes de las galaxias menos luminosas. De esta manera, cuando damos el valor de la función de luminosidad para una cierta magnitud absoluta, lo hacemos habiendo muestreado un volumen mucho mayor al volumen muestreado cuando damos el valor de la LF para las magnitudes absolutas más débiles. En una exploración del tipo UCM, en el que entran muchos tipos de galaxias, cualquier tipo concreto queda más difuminado, y esto hace que el comportamiento general de la muestra sea más normal. Al compararlo con otras muestras más sesgadas hacia determinados tipos de galaxias, saldrán a relucir los efectos que aquí se están comentando.

El aspecto más interesante surge cuando se comparan las LFs de las muestras de la Universidad de Michigan y la muestra de la UCM. Si bien ambas funciones de luminosidad no están privadas de grandes errores y una falta de un mayor número

de galaxias (una muestra estadísticamente más representativa, problema que afecta más a la muestra UM con 122 galaxias frente a las 176 de la UCM) hay tendencias generales muy interesantes. En primer lugar está claro algo que ya se apuntó cuando se analizaron los histogramas de distribución del número de galaxias en función de su magnitud absoluta. En la muestra UCM, puesto que todo tipo de galaxia puede presentar emisión en $H\alpha$, la fracción de galaxias que resultan ser enanas es menor. Este efecto sin embargo es real. La causa hay que buscarla en la naturaleza de estas galaxias tan peculiares. Una galaxia de luminosidad extremadamente baja sólo se hace visible en el intervalo de tiempo en el que está experimentando los primeros estadios de un brote de formación estelar intenso. En este momento, la luminosidad del brote domina la emisión completa del objeto, por lo que éste se vuelve muy azul. Este color tan azulado, que se puede comprobar en los índices de color medios para las galaxias de tipo SS y DIIIH (véase la tabla 5.3), hace que se detecten más fácilmente por la exploración de la Universidad de Michigan. Un segundo factor juega a favor de la UM. En los primeros estadios de evolución del brote, la ionización en las regiones emisoras es muy intensa, debido a lo cual las anchuras equivalentes de las líneas $H\beta$ y $[OIII] \lambda 5007$ alcanzan valores muy altos. En general (véase tabla 5.3) los valores para esta línea superan los de cualquier otra, incluida $H\alpha$. En segundo lugar, para objetos brillantes, la UCM es capaz de recuperar galaxias de todo tipo, así la función de luminosidad es mucho más parecida a la función de luminosidad para las galaxias de campo, y la efectividad es mayor. Si bien desde el punto de vista de localizar galaxias de baja metalicidad esto es una desventaja, desde el punto de vista de cuantificar la SFR en el Universo Local se convierte en una clara ventaja. Esta idea ya ha sido expresada varias veces a lo largo de este trabajo.

La función de luminosidad de las galaxias UCM constituye una predicción de lo que debería obtenerse de los modelos cosmológicos de formación y evolución de galaxias para el aspecto de la función de luminosidad de las galaxias que estuviesen formando estrellas de una manera activa en la época actual. Tal trabajo queda por supuesto fuera de los objetivos de esta tesis, pero deberá ser confrontado con los modelos que están en desarrollo en el momento de escribir estas líneas.

Capítulo 10

Conclusiones

Hemos obtenido para su estudio la muestra de galaxias con emisión en $H\alpha$ más completa y profunda hasta la fecha. Su análisis nos ha permitido la primera caracterización de una muestra seleccionada a partir de observaciones de prisma objetivo en $H\alpha$. Las conclusiones fundamentales respecto a las características de dicha muestra y su comparación con muestras seleccionadas por otros métodos son las siguientes:

- La muestra UCM está constituida mayoritariamente por galaxias con procesos de formación estelar a diferentes escalas y un rango de tasas de formación estelar muy amplio.
- La exploración UCM recupera todos los objetos detectados por otras exploraciones en el azul de prisma objetivo, incluidos aquellos con espectro de alta ionización. Además hemos detectado una fracción importante (43%) de galaxias con alta extinción o baja ionización que no son identificadas en el azul. De las conclusiones anteriores se desprende que la exploración en $H\alpha$ complementa aquellas en el azul pero de ningún modo es redundante.
- La exploración UCM facilita la detección de una población de galaxias diferente de la que resulta de aplicar técnicas basadas en el exceso de color. Estas detectan en promedio galaxias más luminosas y más metálicas pero son poco sensibles a galaxias de baja luminosidad cuyo espectro está dominado por un fenómeno de formación estelar reciente.
- Los parámetros fundamentales de detectabilidad en la técnica de prisma objetivo son el flujo total de línea más continuo, la anchura equivalente de emisión

y el desplazamiento al rojo. Debido a la profundidad de las exposiciones la exploración UCM favorece la detección de galaxias de baja luminosidad aparente ($m_r > 15.0$), con un total de 119 galaxias (44%) completamente desconocidas con anterioridad.

- Dada la alta efectividad de la exploración UCM para la detección de todo tipo de galaxias con líneas de emisión el número relativo de galaxias Seyfert encontrado en la muestra (5%) es sensiblemente inferior a los encontrados en otras exploraciones.

El análisis espectrofotométrico del total de la muestra permite establecer que:

- Las características espectroscópicas distribuyen las galaxias en tipos. A cada uno de éstos corresponde a su vez una magnitud absoluta, exceso de color y metalicidad, variando estos parámetros físicos secuencialmente con el tipo espectroscópico. Las magnitudes fundamentales que gobiernan la secuencia de tipos espectroscópicos son el parámetro de ionización y la importancia relativa del proceso de formación estelar.
- Hemos comprobado que los modelos de fotoionización son una herramienta útil para el cálculo de metalicidades cuando no están disponibles datos espectrofotométricos precisos.

El análisis en el infrarrojo lejano de las galaxias de la muestra conduce a los siguientes resultados:

- La emisión infrarroja de las galaxias de la muestra UCM es explicable en el marco de un modelo con dos componentes de polvo: una caliente y concentrada en las regiones de formación estelar y otra fría presente en toda la galaxia. La contribución de esta componente fría hace que la luminosidad en el infrarrojo lejano sea un trazador de formación estelar menos adecuado que la luminosidad en $H\alpha$, debido a su difícil calibración.
- En contra de lo admitido hasta ahora el contenido de polvo y la luminosidad infrarroja en promedio es menor a cualquier muestra obtenida con el satélite IRAS. Una fracción del 26% de las galaxias UCM no son detectables en el FIR debido a su baja luminosidad infrarroja.

Las propiedades de la estructura a gran escala del Universo Local y las implicaciones cosmológicas derivadas a partir del estudio de la muestra UCM son las siguientes:

- Las diferentes técnicas de búsqueda de galaxias se pueden englobar en tres grandes grupos que proporcionan muestras con poblaciones bien diferenciadas. Mientras que las poblaciones seleccionadas de acuerdo a la magnitud aparente están dominadas por galaxias brillantes y las seleccionadas por emisión en el azul lo están por galaxias de baja luminosidad, las que están basadas en la emisión en $H\alpha$ se componen de todo tipo de galaxias con líneas de emisión, no estando tan sesgadas como las anteriores. Hemos observado una menor densidad de galaxias de baja luminosidad que en la exploración de la Universidad de Michigan. Estas galaxias son detectables sólo cuando presentan un proceso de formación estelar global en sus primeras etapas. En ese intervalo de visibilidad el objeto es muy azul pues la emisión está dominada por el brote. Este color tan azul es lo que explica que sean más fácilmente detectables en el azul que en el rojo.
- En contra de algunas teorías de formación de galaxias que predicen una distribución más homogénea no se ha encontrado un exceso de población de galaxias con líneas de emisión en los vacíos. Aunque las galaxias UCM siguen a grandes rasgos la distribución espacial de las galaxias catalogadas hasta el momento, se ha observado que se sitúan preferentemente en las zonas entre las regiones de alta densidad y los vacíos.
- Hemos identificado 23 galaxias con metalicidad menor a $Z_{\odot}/10$, lo que supone un 9% de la muestra. Las galaxias de metalicidad $1/100 Z_{\odot}$ postuladas en trabajos previos, y que serían detectables sólo en $H\alpha$, no se han encontrado.
- La función de luminosidad construida con las galaxias de la muestra UCM permite la primera estimación cuantitativa de una cota inferior de la formación estelar en el Universo Local y por lo tanto una importante restricción observacional a las teorías de formación y evolución de galaxias.

Por último citar aquí una serie de trabajos a desarrollar en el futuro como continuación natural del desarrollado en esta tesis doctoral:

- Ampliación del estudio a una región mayor de cielo.
- Desarrollo de una búsqueda de galaxias con emisión en $H\alpha$ sin limitación en desplazamiento al rojo para una pequeña región del cielo, con el fin de repetir el análisis a mayores profundidades.
- Cuantificación de la tasa de formación estelar en las galaxias UCM.
- Análisis de abundancias detallado para las galaxias citadas como más prometedoras.
- Estudio de muestras de galaxias en el infrarrojo más profundas proporcionadas por satélites como el ISO.

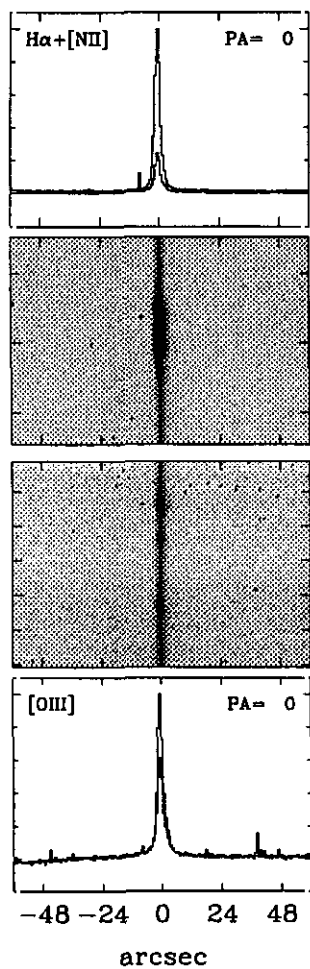
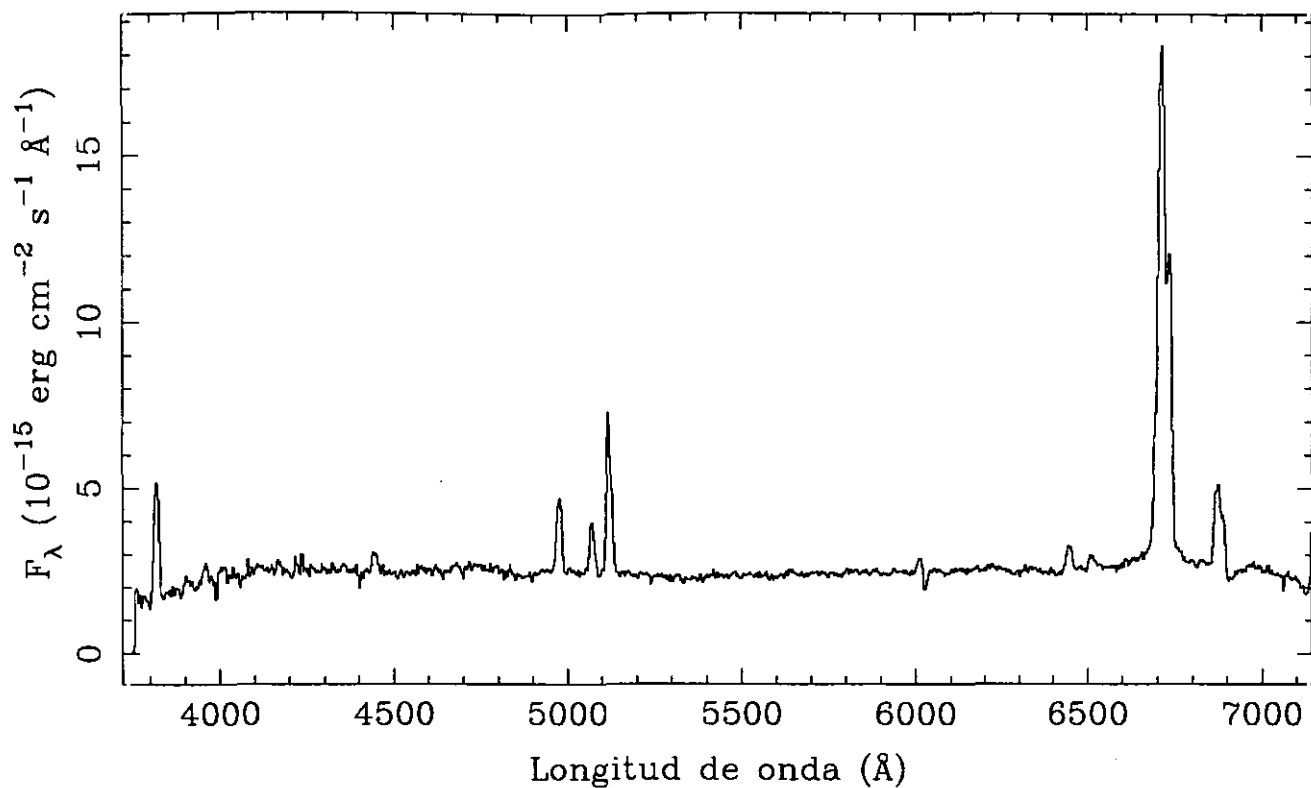
Apéndice A

Fichas

UCM0000+2140

J9419706

197#06E

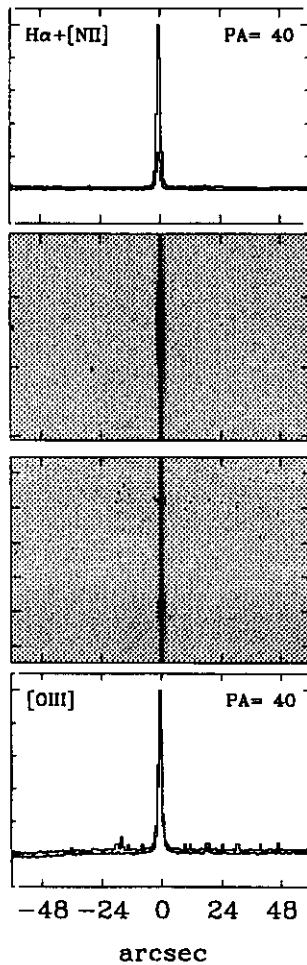
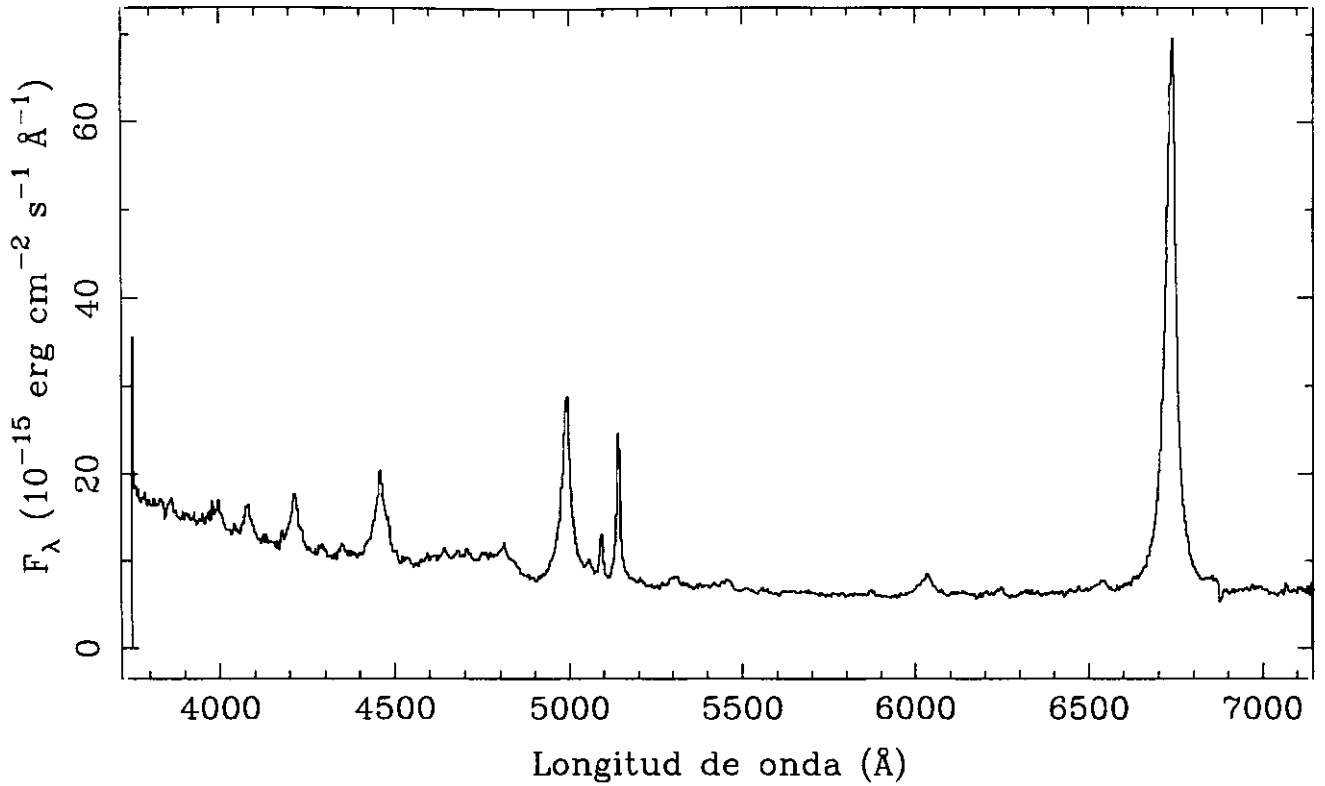


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
$[\text{OII}]$ 3727	159	457	z	= 0.0238
$[\text{NeIII}]$ 3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 154
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 15
$\text{H}\delta$ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= 1.024
$\text{H}\gamma$ 4340	27	42	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.46
$[\text{OIII}]$ 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $3.73\text{E}-14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $3.28\text{E}-13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $1.21\text{E}+09$
$\text{H}\beta$ 4861	100	100	$b-v$	= 0.10
$[\text{OIII}]$ 4959	66	62	$v-r$	= 0.42
$[\text{OIII}]$ 5007	211	191		
He I 5876	...	...
$[\text{OI}]$ 6300	46	18		
$[\text{NII}]$ 6548	...	...
$\text{H}\alpha$ 6563	879	286		
$[\text{NII}]$ 6584	359	115		
He I 6678	...	...
$[\text{SII}]$ 6716	95	27		
$[\text{SII}]$ 6731	78	23		

UCM0003+1955

J9421036

210#36E

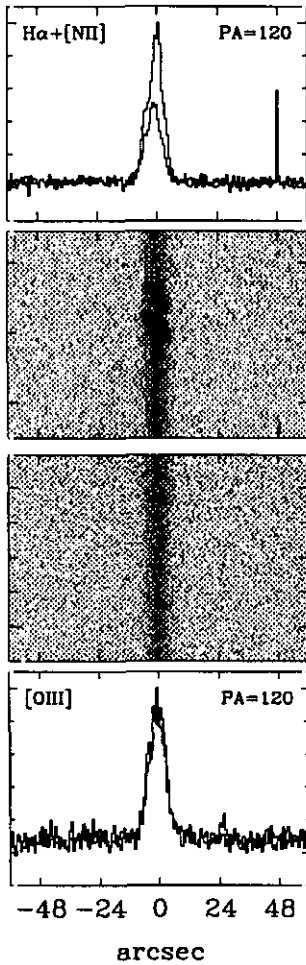
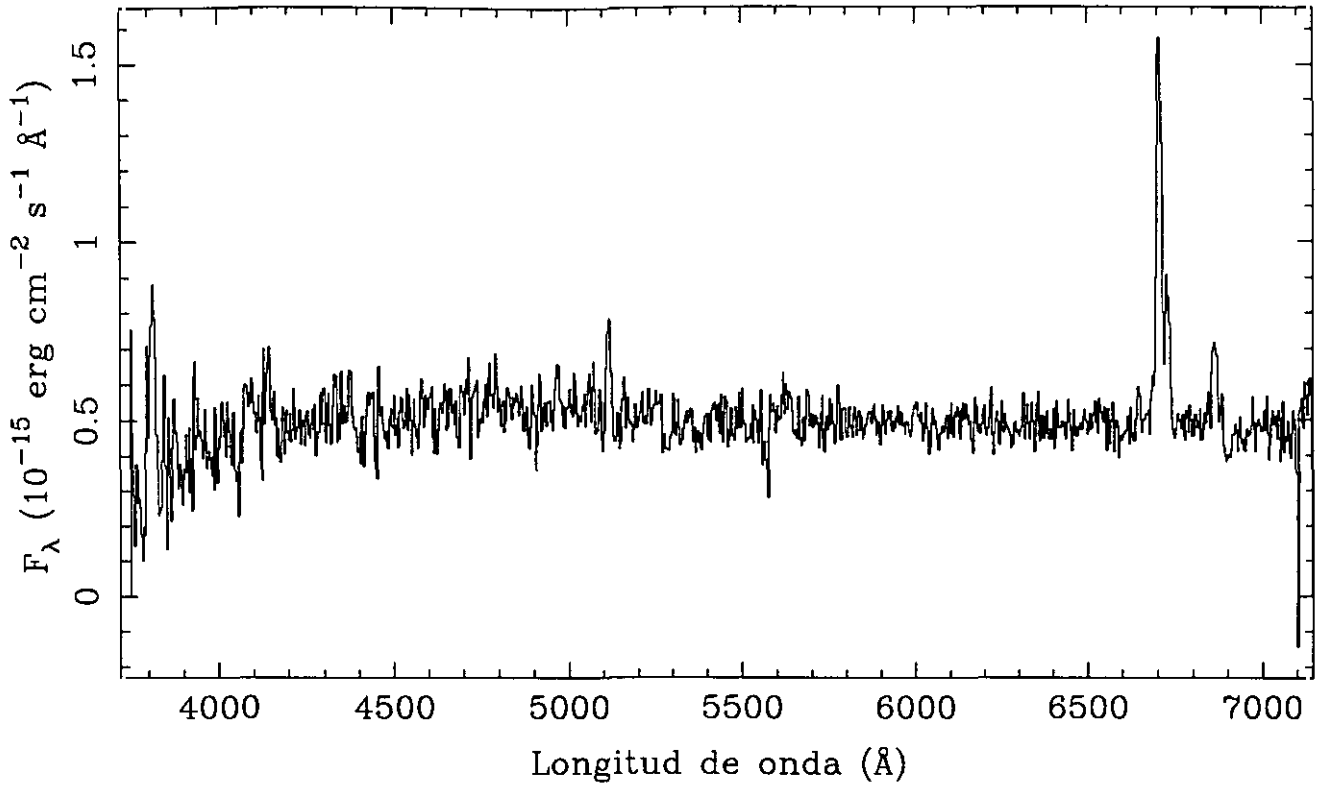


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 1	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0278$
[NeII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 379$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 74$
H δ 4102	32	...	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	51	...	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	2	...	$F_{H\beta}$	$= 6.57E-13$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= \dots$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.03E+10$
H β 4861	100	...	$b-v$	$= -0.41$
[OIII] 4959	8	...	$v-r$	$= 0.17$
[OIII] 5007	37	...		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM0003+2200

J9419717

197#17E

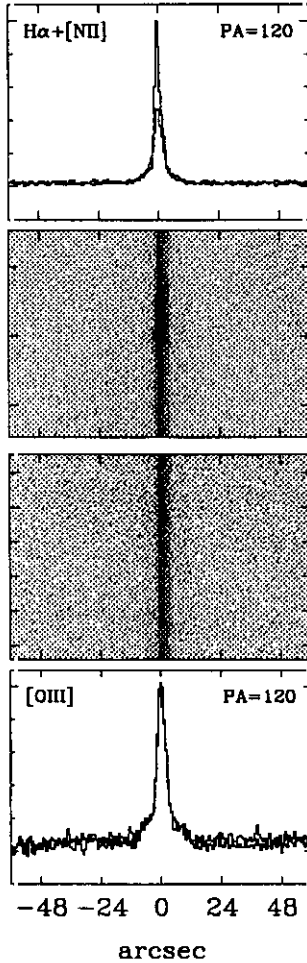
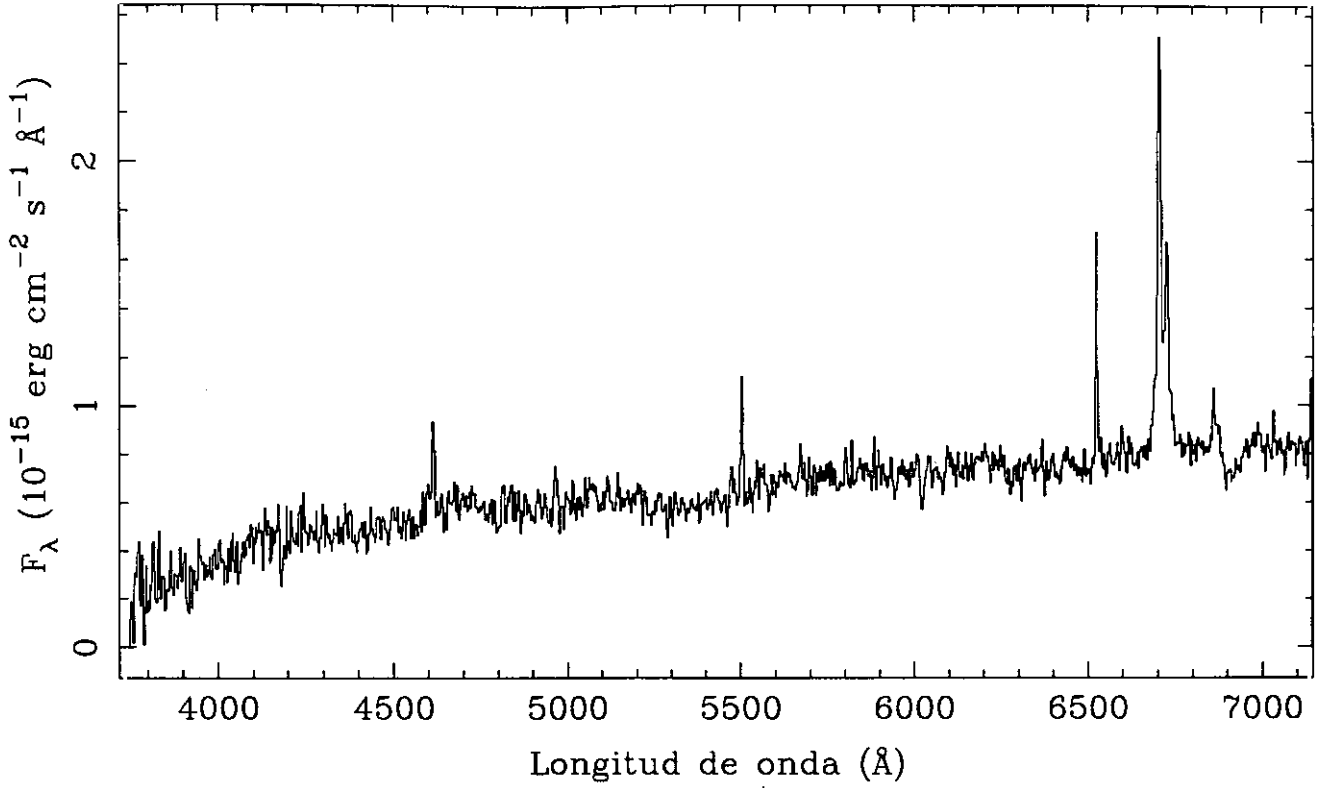


LINEA	F_{obs}	F_{c}	DANS	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0224
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 50
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 5
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= 0.867
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.23
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 2.46E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 1.82E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 2.78E+07
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	= 0.22
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.28
[OIII] 5007	180	165		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	740	286		
[NII] 6584	244	93		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM0003+2215

J9419723

197#23E

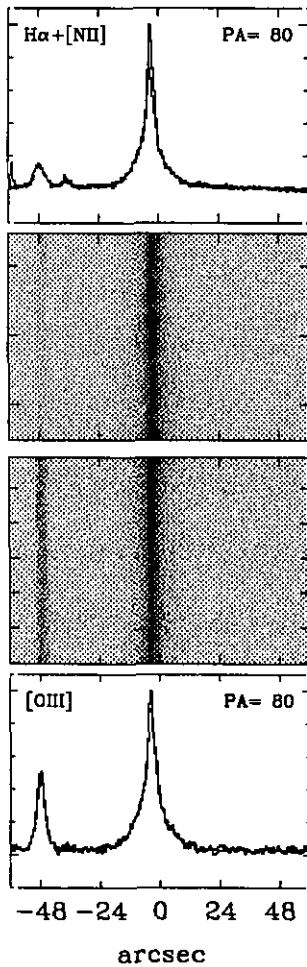
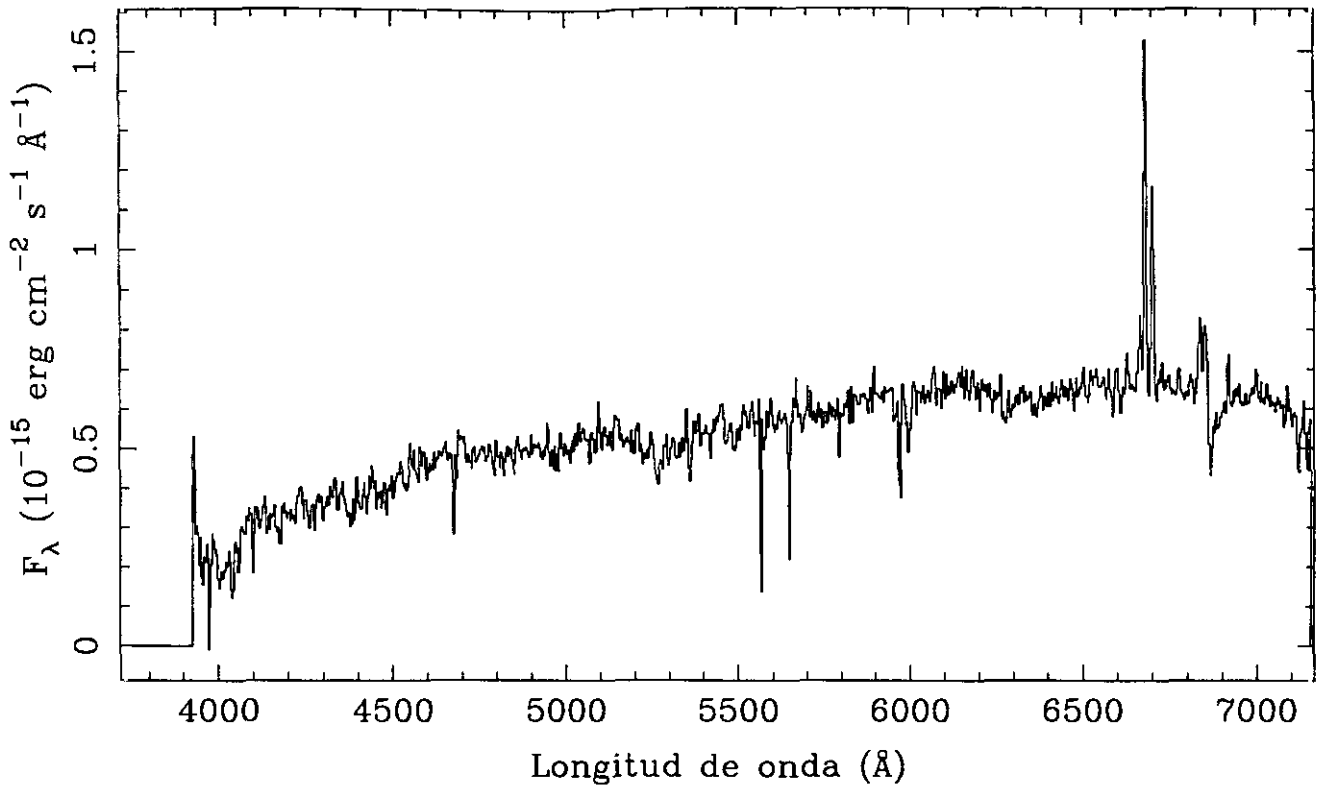


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0223$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 36$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 4$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 1.008$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= 1.43$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 2.33E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 2.01E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 5.85E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.48$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.71$
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	863	286		
[NII] 6584	433	141		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	90	27		
[SII] 6731	76	22		

UCM0005+1802

S9421037

210#37P

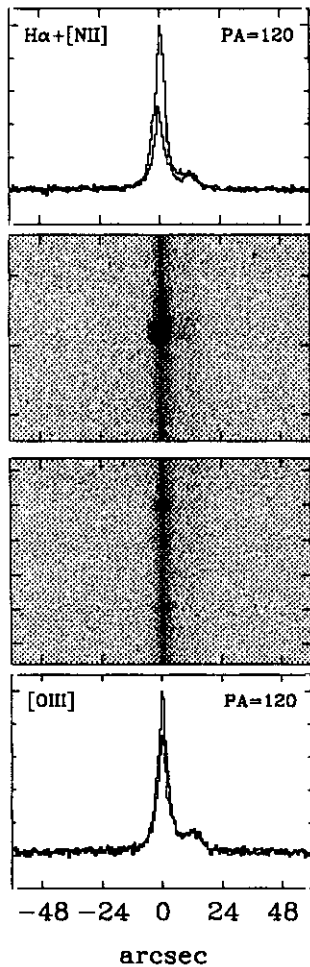
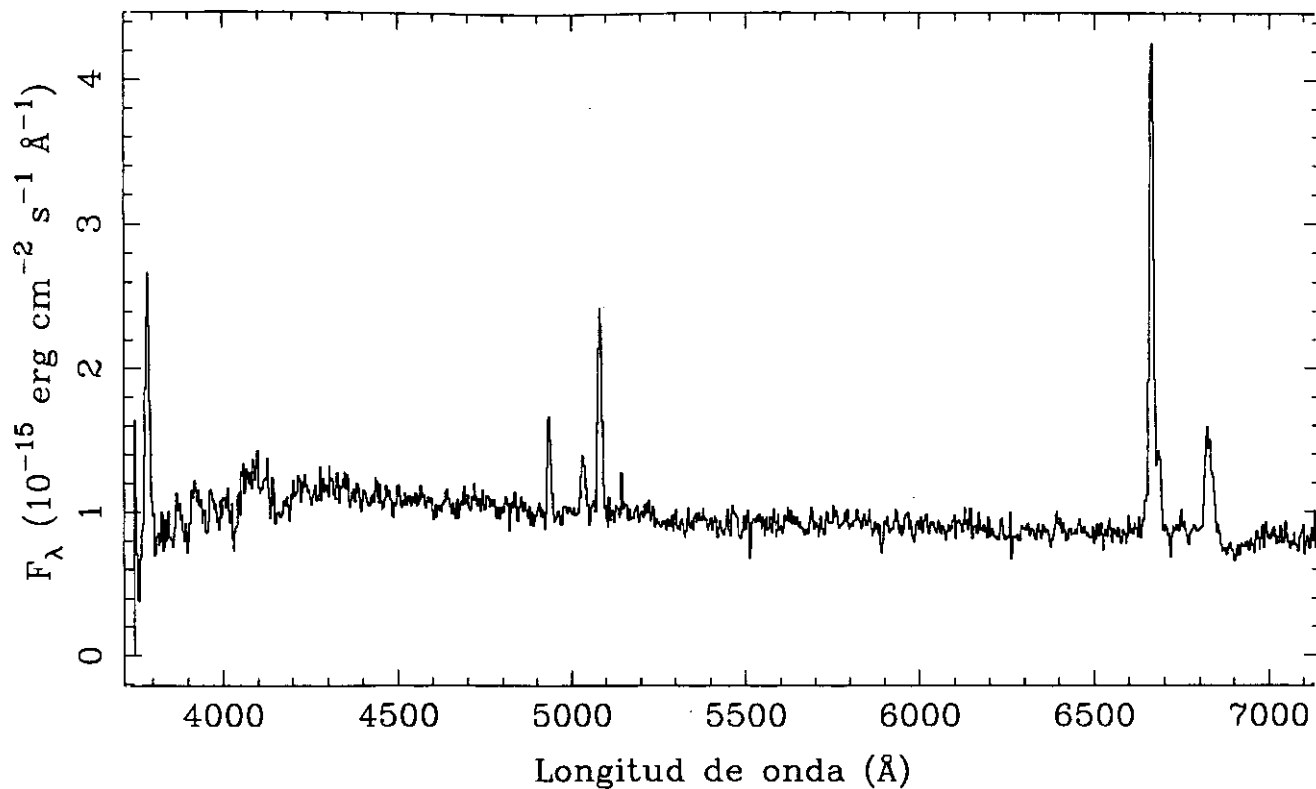


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0187
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 19
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 1
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 1.244
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.77
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 6.04E-16
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 6.75E-15
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= ...
H β 4861	100	100	b-v	= 0.63
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.59
[OIII] 5007	144	127		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	308	80		
H α 6563	1118	286		
[NII] 6584	724	181		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	303	67		
[SII] 6731	333	74		

UCM0006+2332

J9419718

197#18E

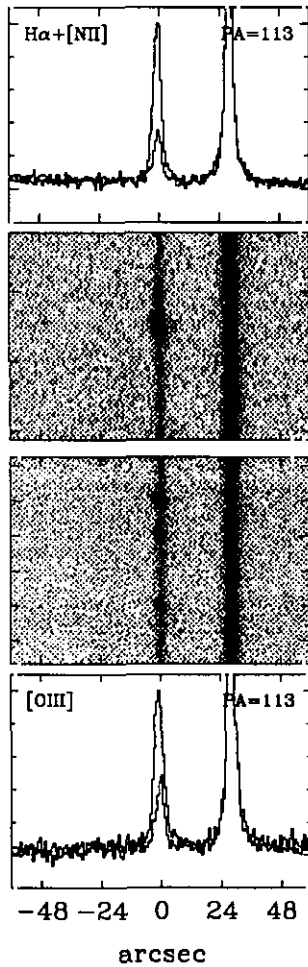
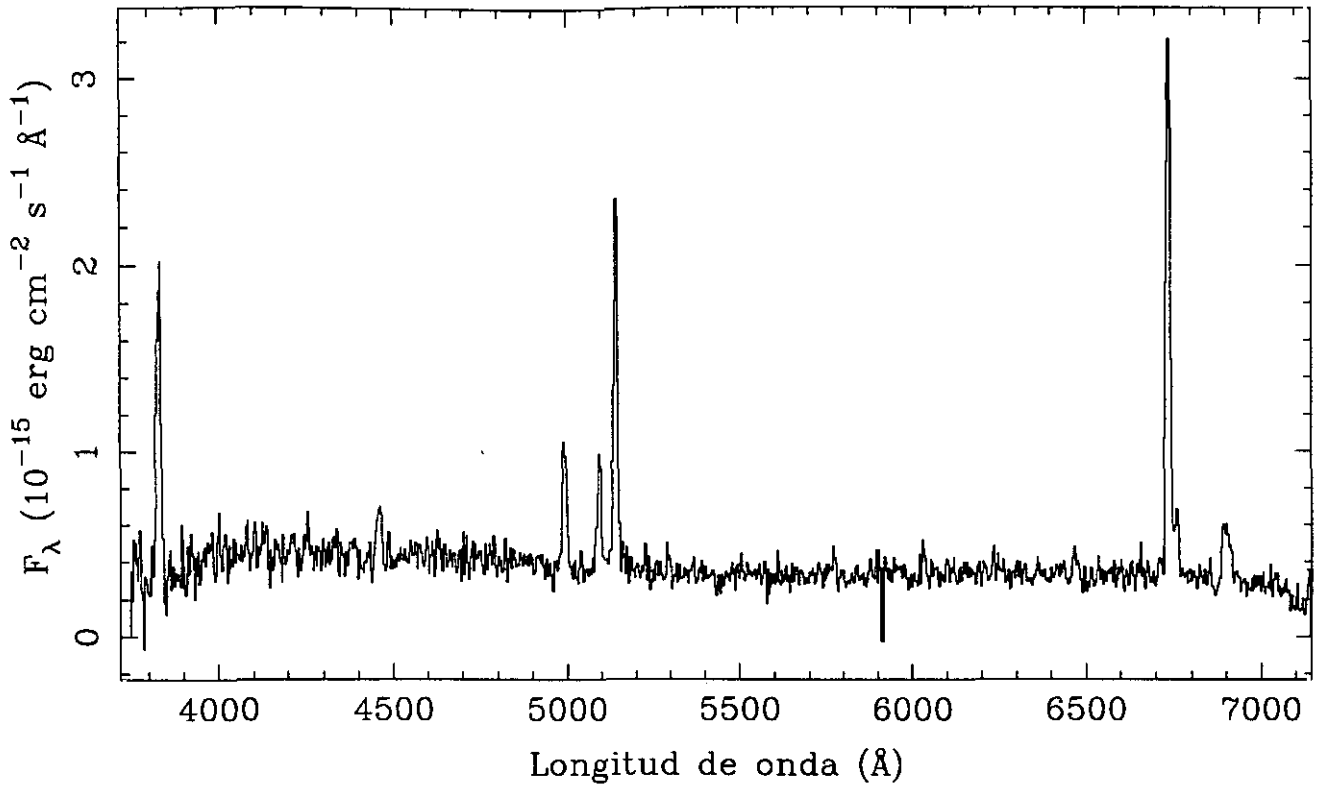


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	371	720	z	= 0.0159
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 67
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 9
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.644
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.91
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 8.32E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 4.82E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.13E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.04
[OIII] 4959	76	73	v-r	= 0.19
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	579	286		
[NII] 6584	99	48		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM0013+1944

J9421023A

210#23E

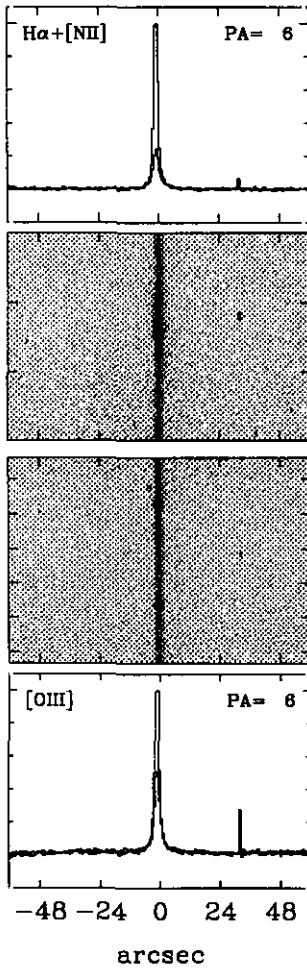
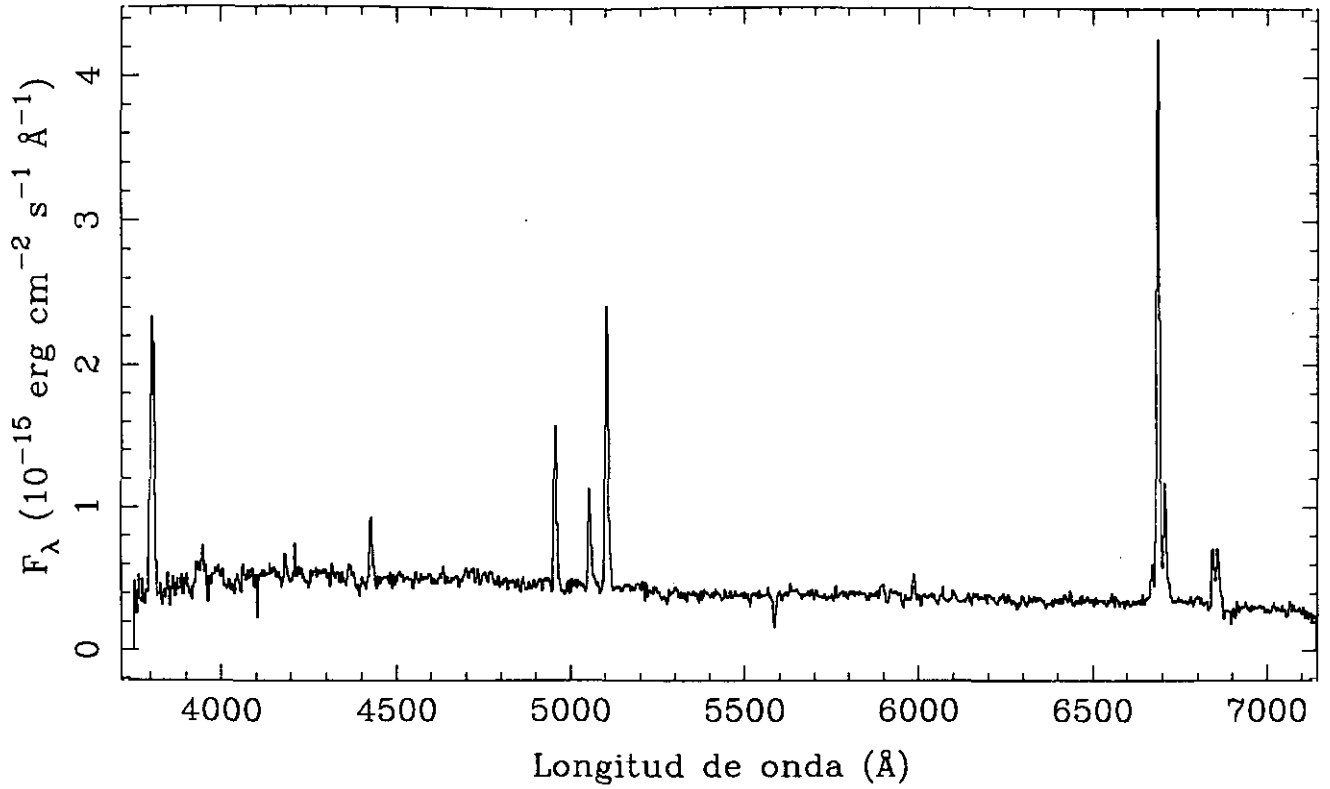


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIIIH	
$[\text{OII}]$ 3727	251	334	z	= 0.0272
$[\text{NeIII}]$ 3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 142
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 30
$\text{H}\delta$ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= 0.276
$\text{H}\gamma$ 4340	50	56	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.39
$[\text{OIII}]$ 4363	9	10	$F_{\text{H}\beta}$	= $1.08\text{E}-14$
He I 4471	9	10	$F_{\text{H}\alpha}$	= $4.18\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $8.58\text{E}+07$
$\text{H}\beta$ 4861	100	100	$b-v$	= -0.06
$[\text{OIII}]$ 4959	79	78	$v-r$	= 0.09
He I 5876	17	14		
$[\text{OI}]$ 6300	13	10		
$[\text{NII}]$ 6548	...	...
$\text{H}\alpha$ 6563	387	286		
$[\text{NII}]$ 6584	49	36		
He I 6678	8	6		
$[\text{SII}]$ 6716	44	32		
$[\text{SII}]$ 6731	36	26		

UCM0015+2212

J9421009

210#09E

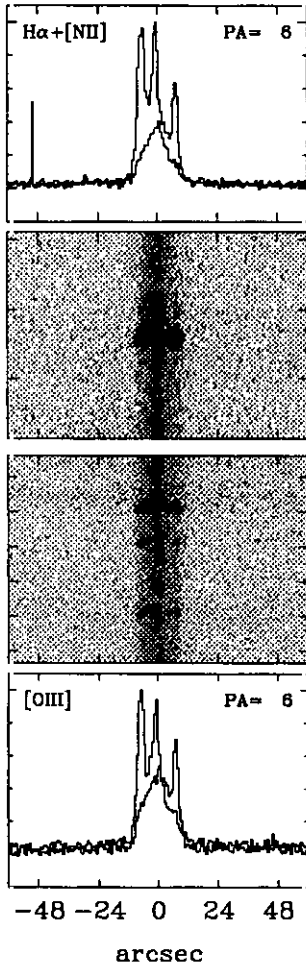
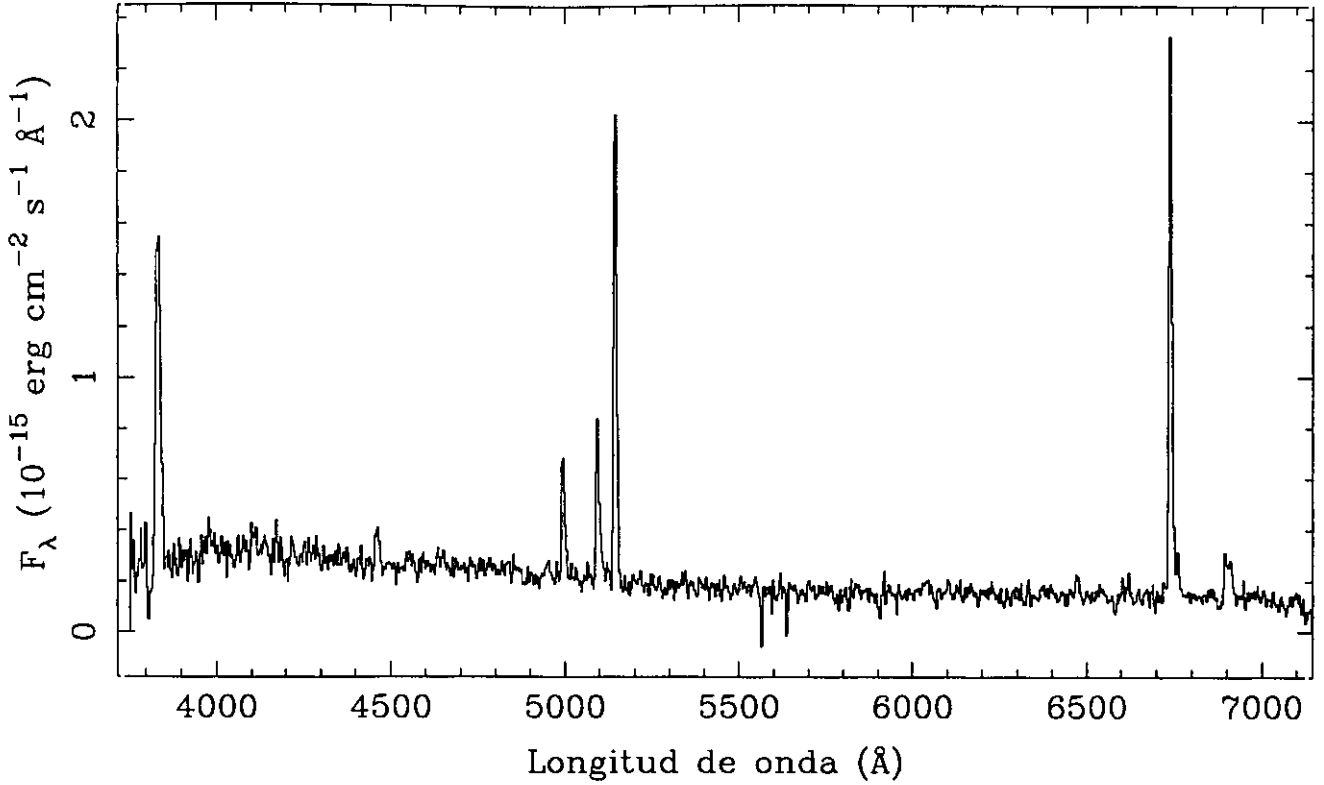


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	224	280	z	= 0.0198
[NeIII] 3869	24	29	EW _{Hα}	= 147
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 25
H δ 4102	13	15	E _{B-v}	= 0.215
H γ 4340	44	48	C _{Hβ}	= 0.31
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.11E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 4.02E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.01E+08
H β 4861	100	100	b-v	= -0.12
[OIII] 4959	59	58	v-r	= -0.01
[OIII] 5007	191	187		
He I 5876	14	12		
[OI] 6300	4	3		
[NII] 6548	18	14		
H α 6563	362	286		
[NII] 6584	70	55		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	36	28		
[SII] 6731	40	31		

UCM0017+1942

J9421024A

210#24E

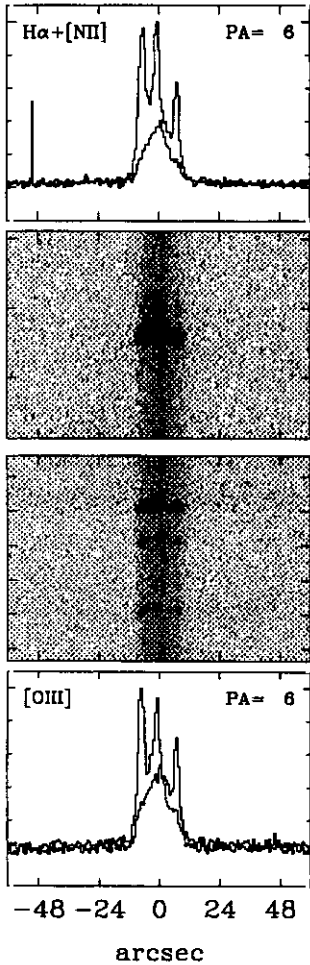
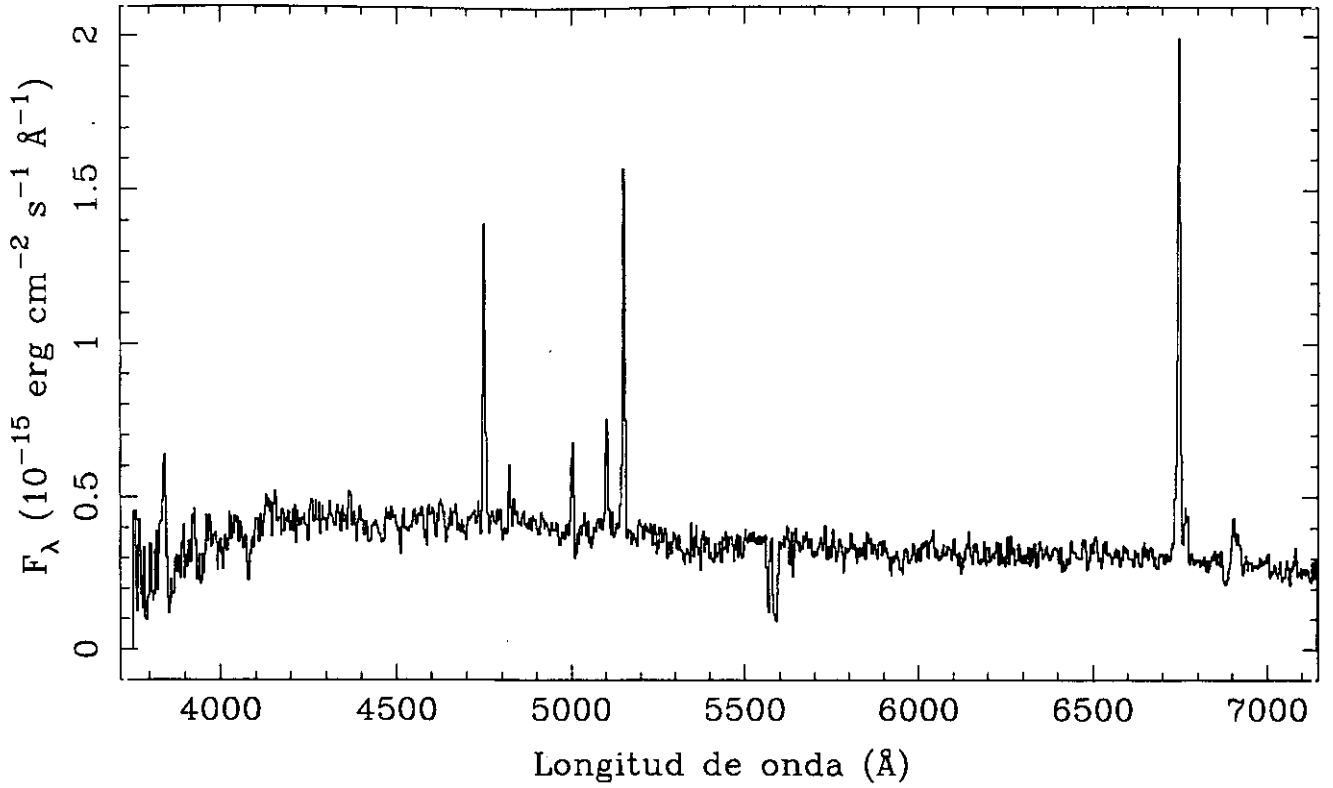


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIIIH	
[OII] 3727	441	637	z	= 0.0281
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 181
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 25
H δ 4102	15	19	E _{B-V}	= 0.357
H γ 4340	43	50	C _{Hβ}	= 0.51
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 5.37E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 2.27E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 2.96E+08
H β 4861	100	100	b-v	= -0.30
[OIII] 4959	130	127	v-r	= -0.08
[OIII] 5007	382	369		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	20	14		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	423	286		
[NII] 6584	30	20		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	35	23		
[SII] 6731	31	20		

UCM0017+1942

J9421024B

210#24F

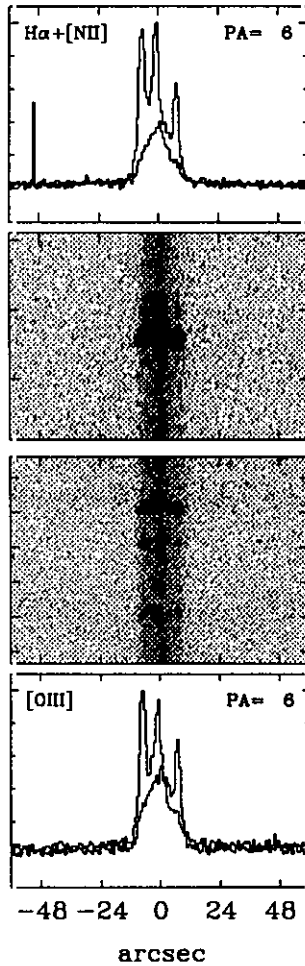
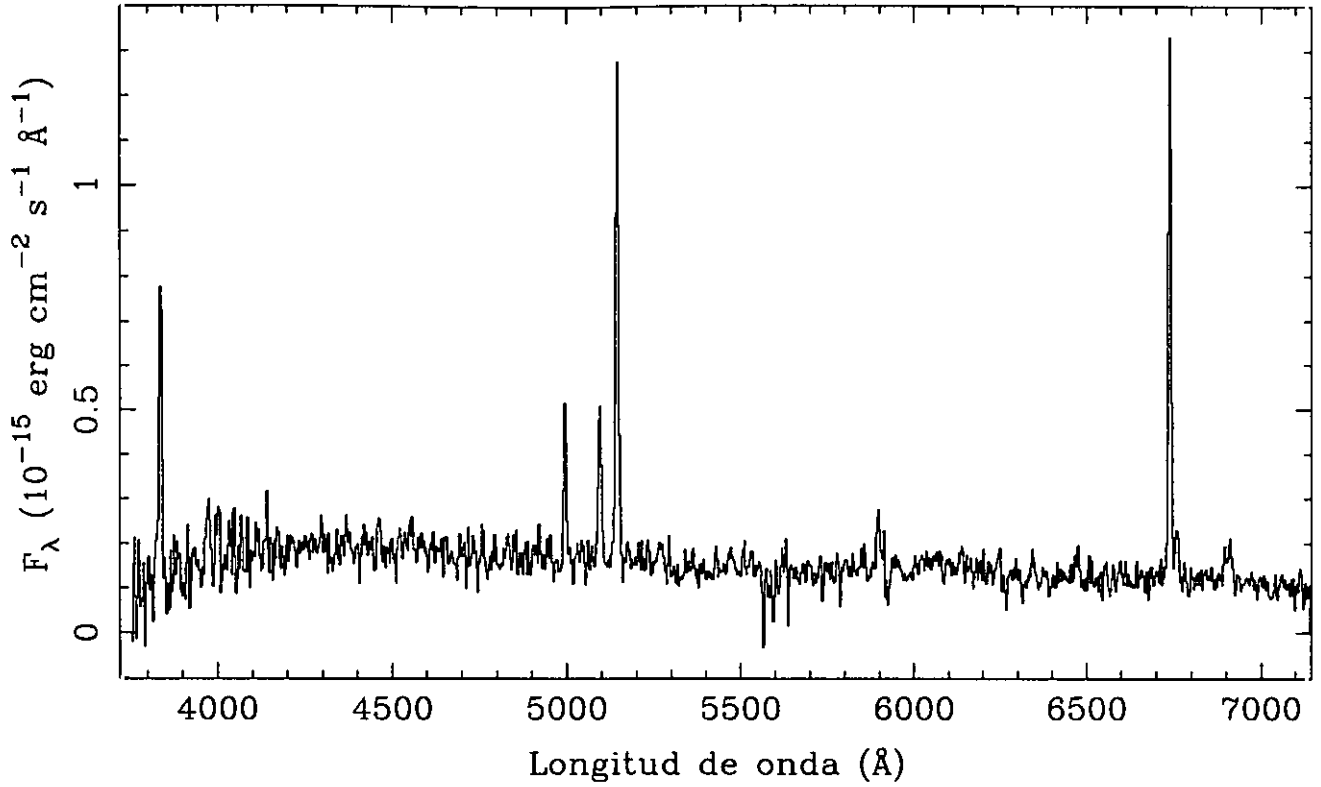


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	269	600	z	= 0.0281
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 65
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 7
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.778
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.11
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 2.55E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.71E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.06E+08
H β 4861	100	100	b-v	= -0.01
[OIII] 4959	107	102	v-r	= 0.04
[OIII] 5007	424	393		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	671	286		
[NII] 6584	76	32		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	60	23		
[SII] 6731	52	20		

UCM0017+1942

J9421024C

210#24G

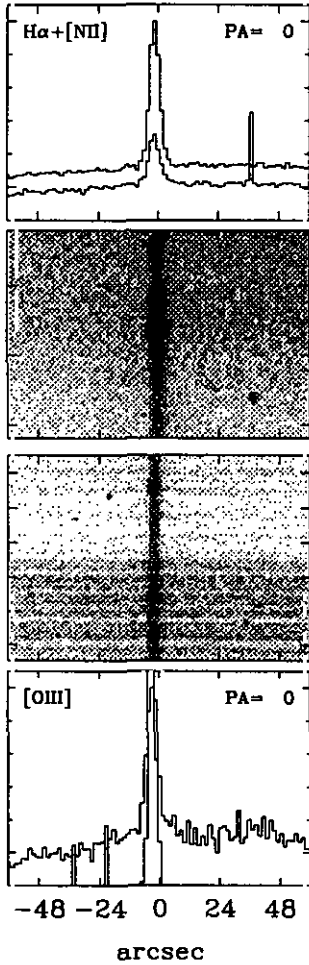
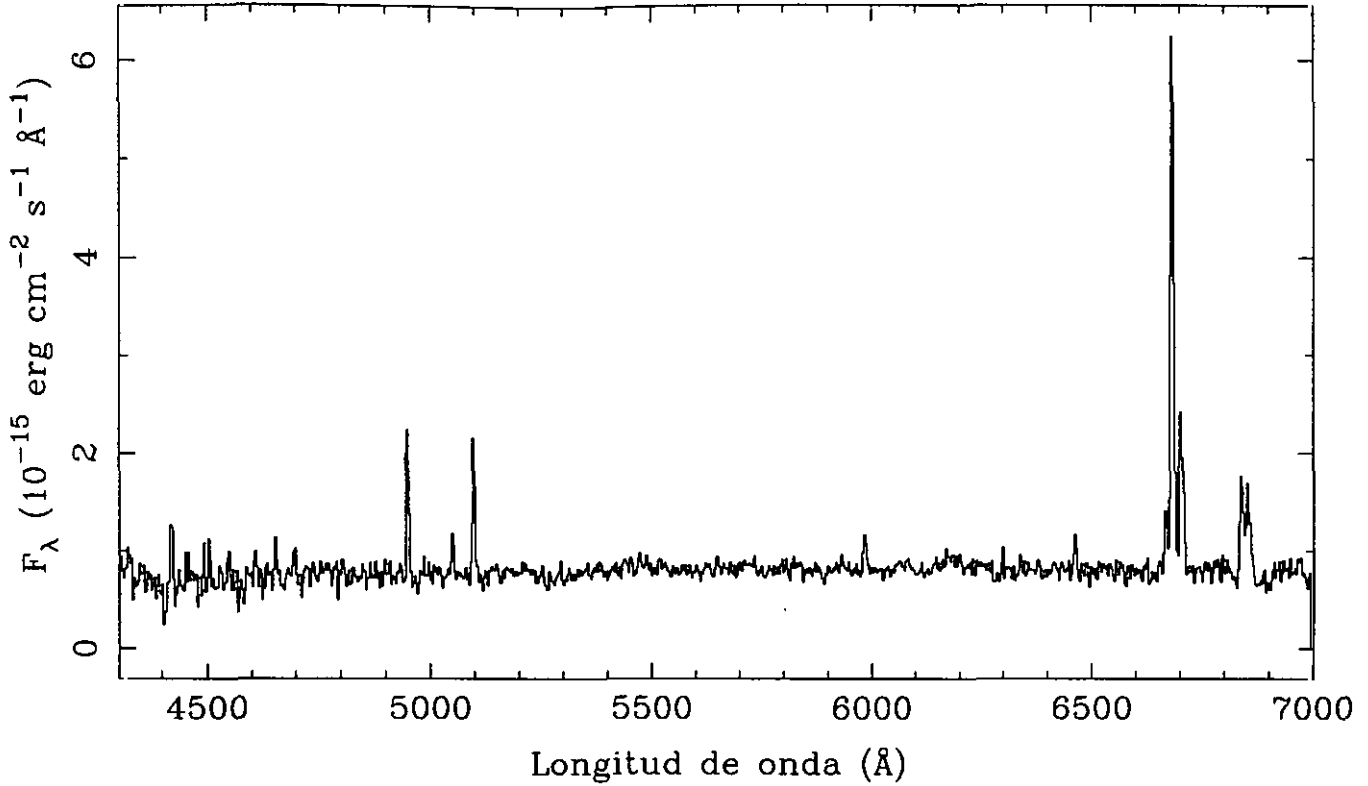


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	269	382	z	$= 0.0281$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 107$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 17$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= 0.340$
H γ 4340	38	44	$C_{H\beta}$	$= 0.48$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 2.77E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.15E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.68E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= ...$
[OIII] 4959	135	132	$v-r$	$= -0.09$
[OIII] 5007	383	370		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	415	286		
[NII] 6584	48	33		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	27	18		
[SII] 6731	36	24		

UCM0017+2148

A9321006

210#06

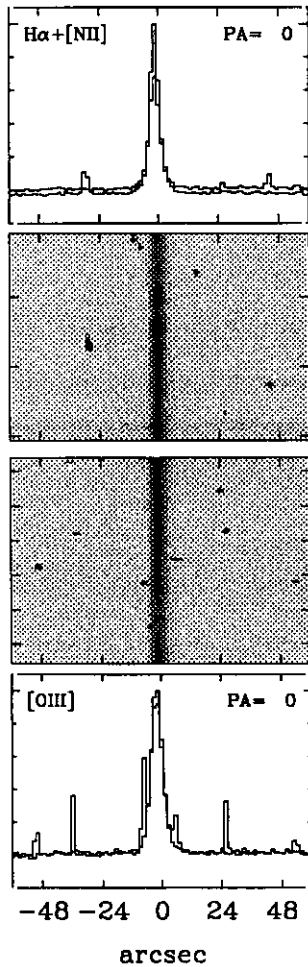
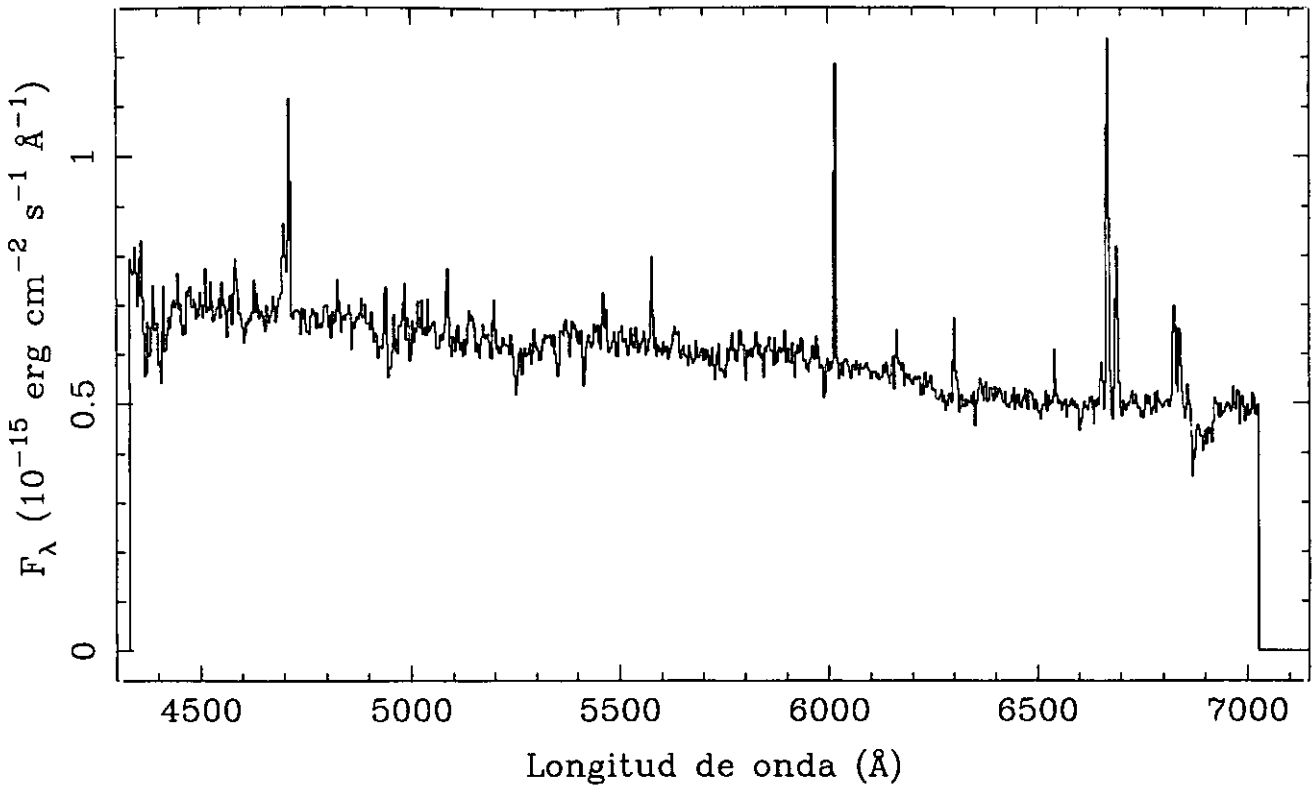


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0189$
[NeII] 3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 97$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 15$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= 0.575$
H γ 4340	37	48	$C_{H\beta}$	$= 0.82$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 1.05E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 5.64E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.01E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= ...$
[OIII] 4959	23	22	$v-r$	$= ...$
[OIII] 5007	91	86		
He I 5876	31	21		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	42	22		
H α 6563	537	286		
[NII] 6584	149	79		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	91	45		
[SII] 6731	88	44		

UCM0018+2216

E9321004

210#04

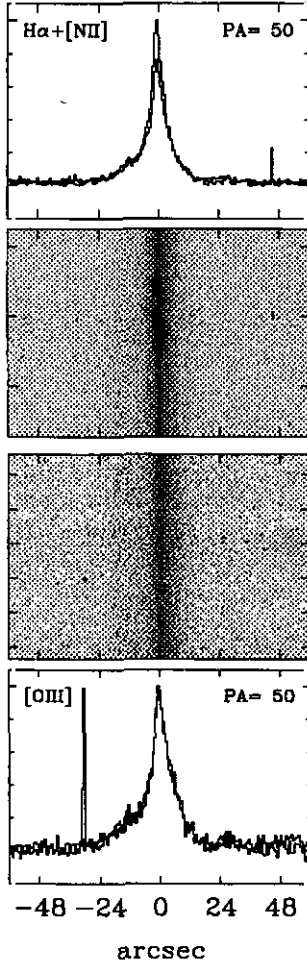
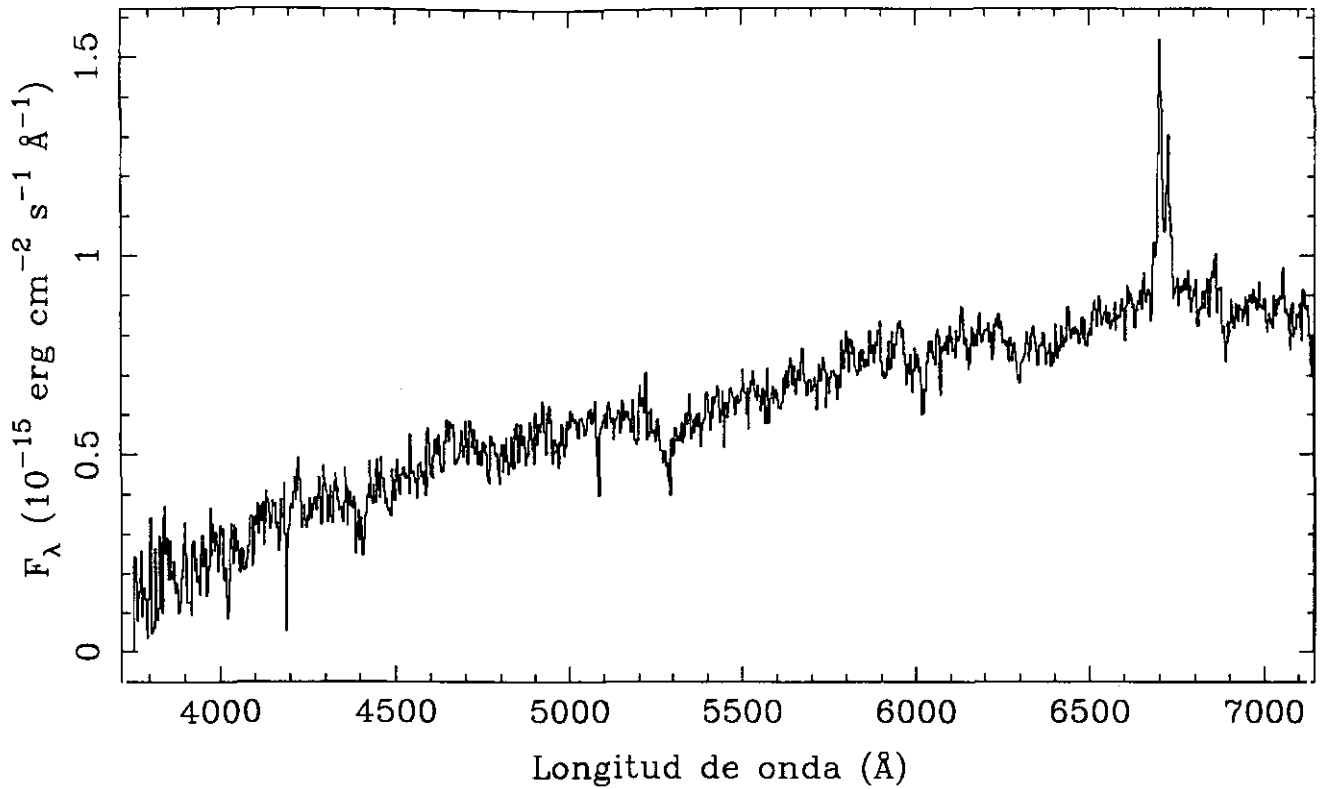


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0169
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 20
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 3
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.136
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.19
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.69E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 5.61E-15
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 8.93E+06
H β 4861	100	100	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= -0.20
[OII] 5007	76	75		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	42	36		
H α 6563	332	286		
[NII] 6584	153	132		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	101	86		
[SII] 6731	73	62		

UCM0018+2218

J9421003

210#03E

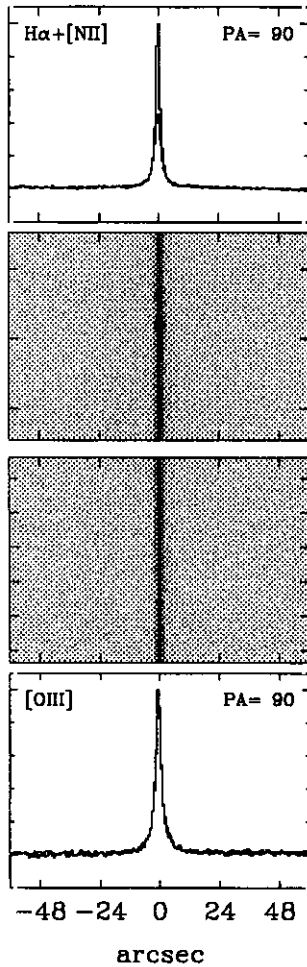
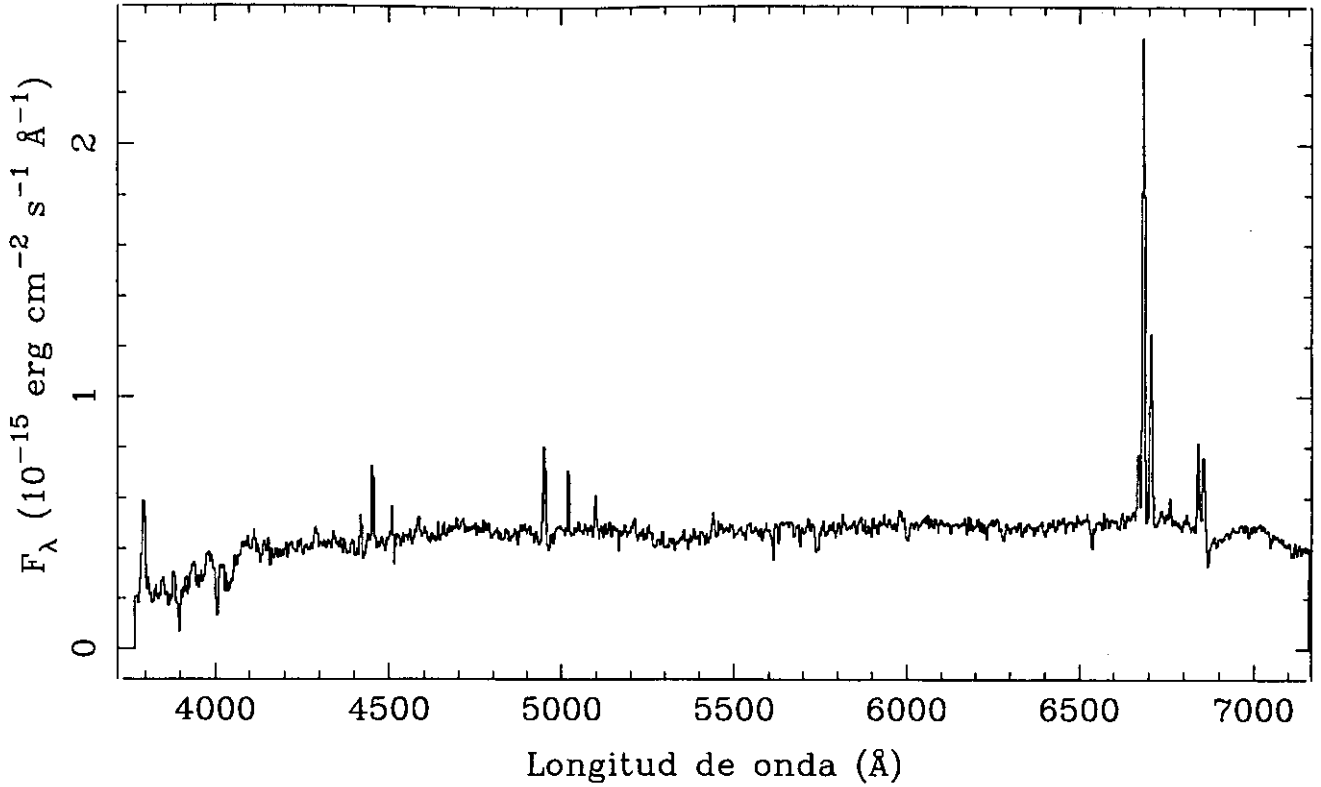


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0220
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 14
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= ...
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= ...
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= ...
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 7.25E-15
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 9.03E+06
H β 4861	...	...	b-v	= 0.67
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.84
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	13	...		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	62	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	16	...		
[SII] 6731	8	...		

UCM0019+2201

S9421005

210#05P

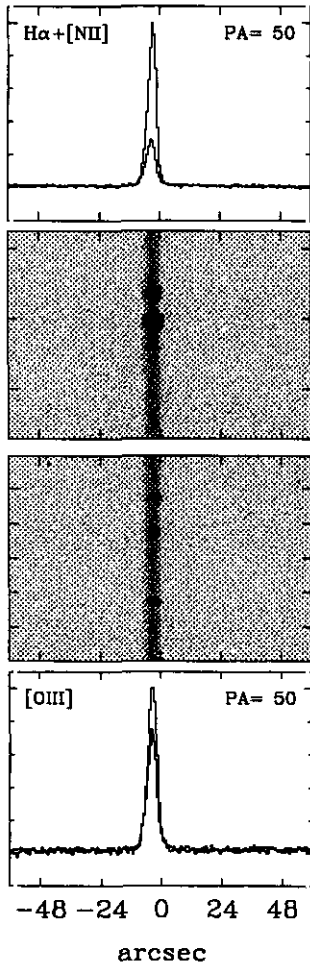
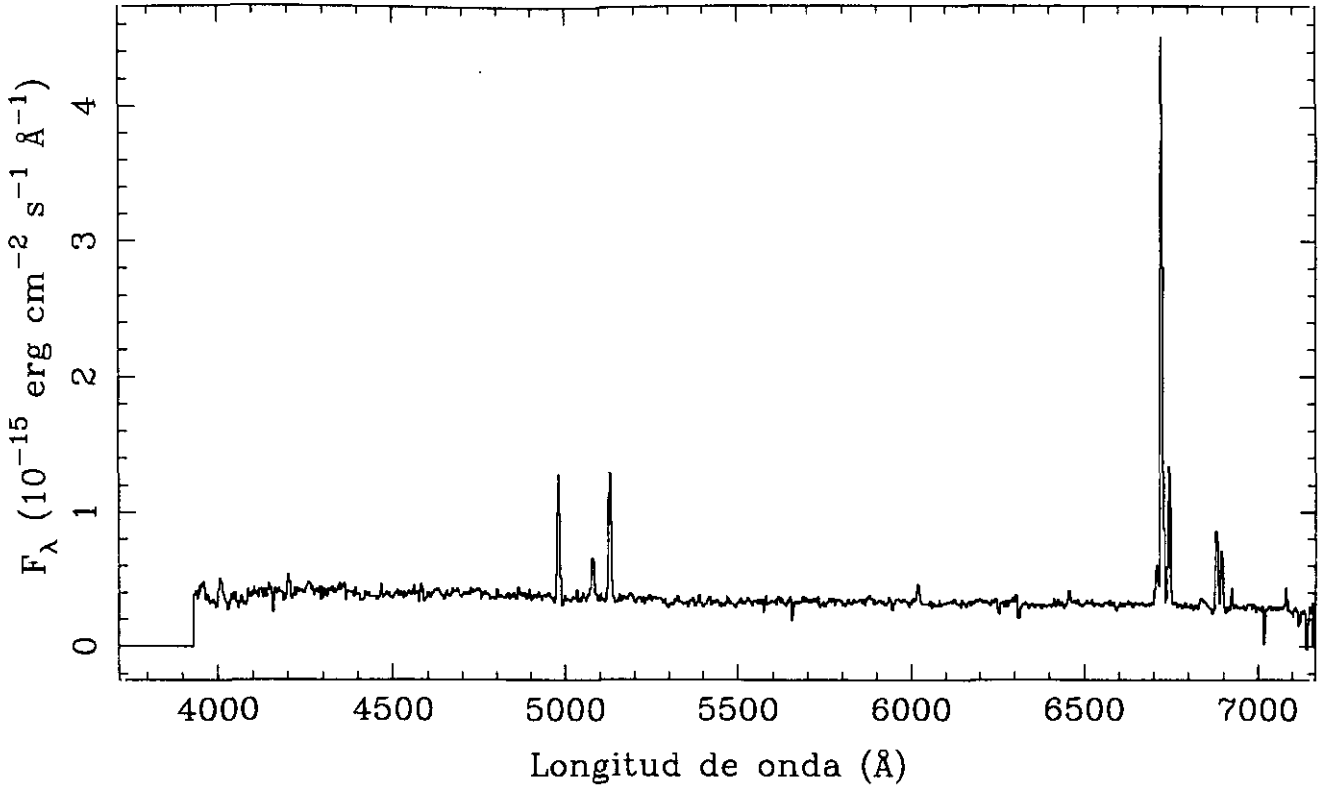


LINEA	F_{obs}	F_{c}	DANS	
[OII] 3727	123	193	z	$= 0.0191$
[NeII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 45$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 8$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	$= 0.438$
H γ 4340	29	35	$C_{\text{H}\beta}$	$= 0.62$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 3.33\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.54\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 3.23\text{E}+07$
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	$= 0.32$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.41$
[OIII] 5007	32	31		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	57	35		
H α 6563	462	286		
[NII] 6584	173	106		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	88	52		
[SII] 6731	59	35		

UCM0023+1908

S9421034

210#34P

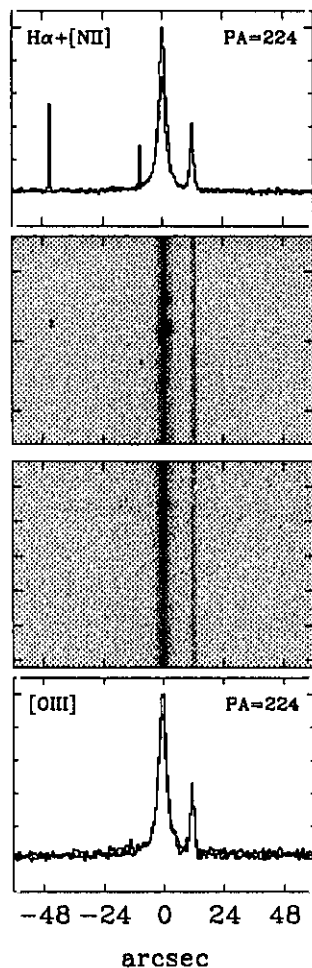
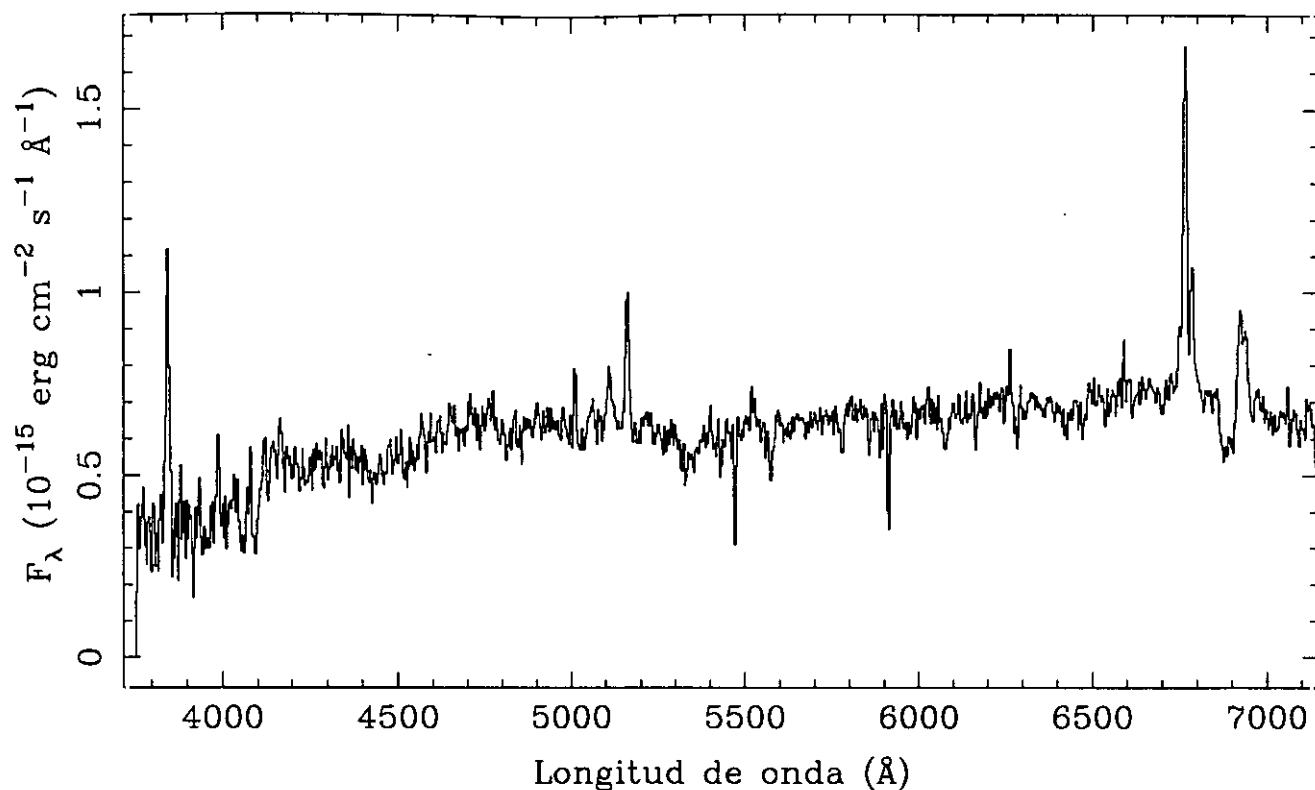


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0251
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 157
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 24
H δ 4102	19	25	E_{B-v}	= 0.409
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.58
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 8.02E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.59E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= ...
H β 4861	100	100	b-v	= 0.02
[OIII] 4959	36	35	v-r	= 0.09
[OIII] 5007	108	104		
He I 5876	17	13		
[OI] 6300	9	6		
[NII] 6548	34	22		
H α 6563	448	286		
[NII] 6584	111	70		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	58	35		
[SII] 6731	43	26		

UCM0034+2120

J9419805A

198#05E

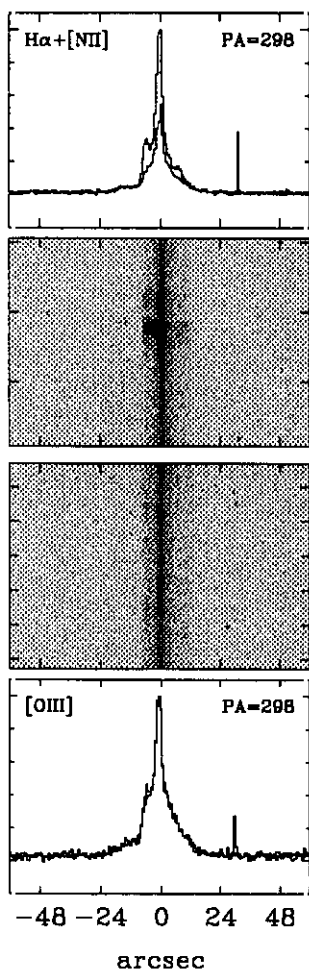
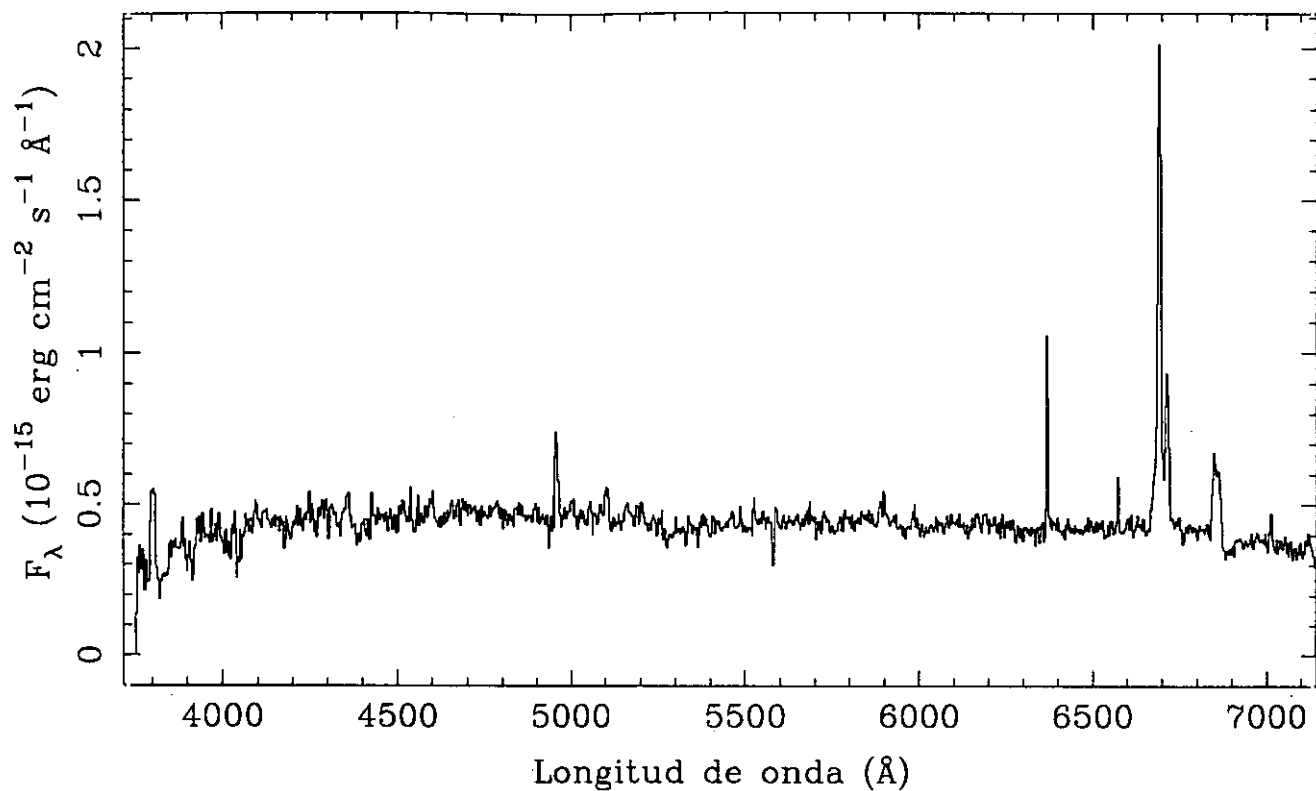


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	542	1096	z	= 0.0315
[NeIII] 3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 24
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 3
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.684
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.97
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.90E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.15E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.14E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.32
[OIII] 4959	88	84	$v-r$	= 0.46
[OIII] 5007	231	216		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	87	41		
H α 6563	605	286		
[NII] 6584	211	99		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	151	66		
[SII] 6731	143	63		

UCM0037+2226

J9419807B

198#07F

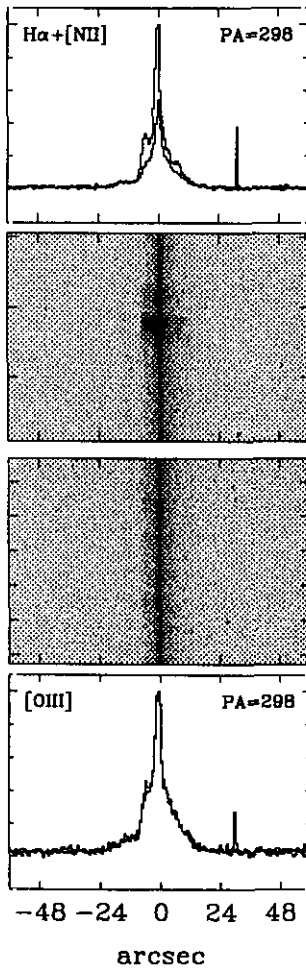
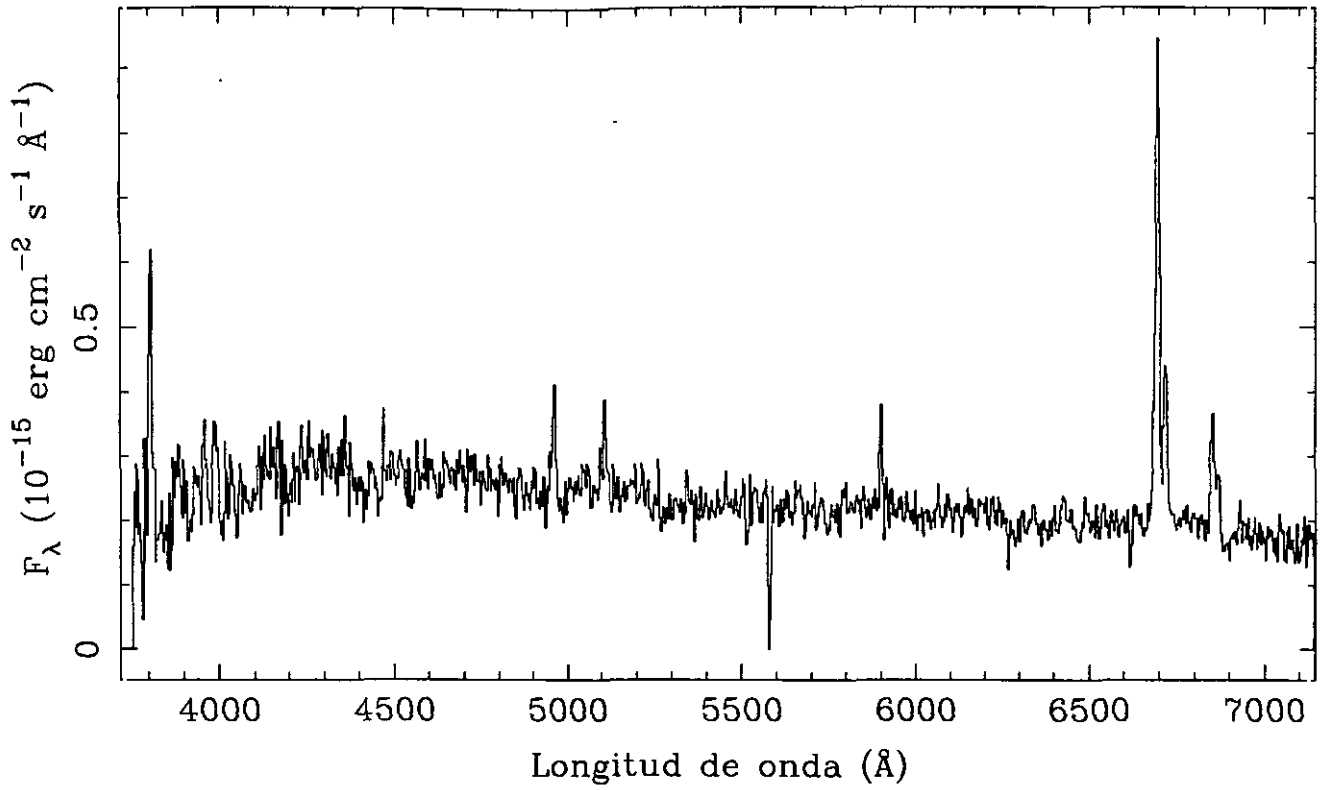


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	158	298	$z = 0.0204$
[NeII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 57$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 7$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}} = 0.615$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta} = 0.87$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 3.30\text{E-}15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 1.85\text{E-}14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 2.75\text{E+}08$
H β 4861	100	100	$b-v = 0.15$
[OIII] 4959	...	...	$v-r = 0.22$
[OIII] 5007	41	39	
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	561	286	
[NII] 6584	184	93	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	95	45	
[SII] 6731	86	41	

UCM0037+2226

J9419807A

198#07E

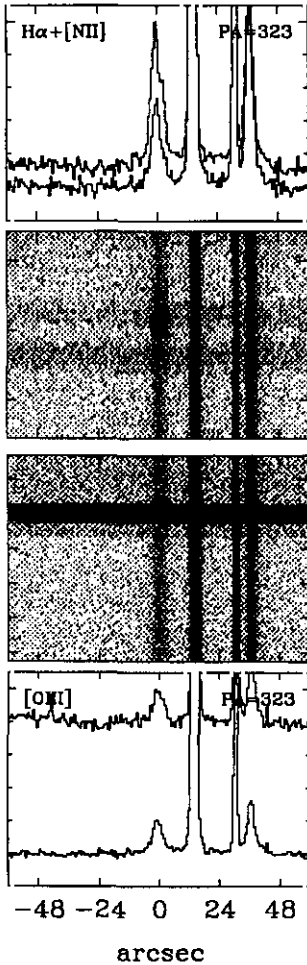
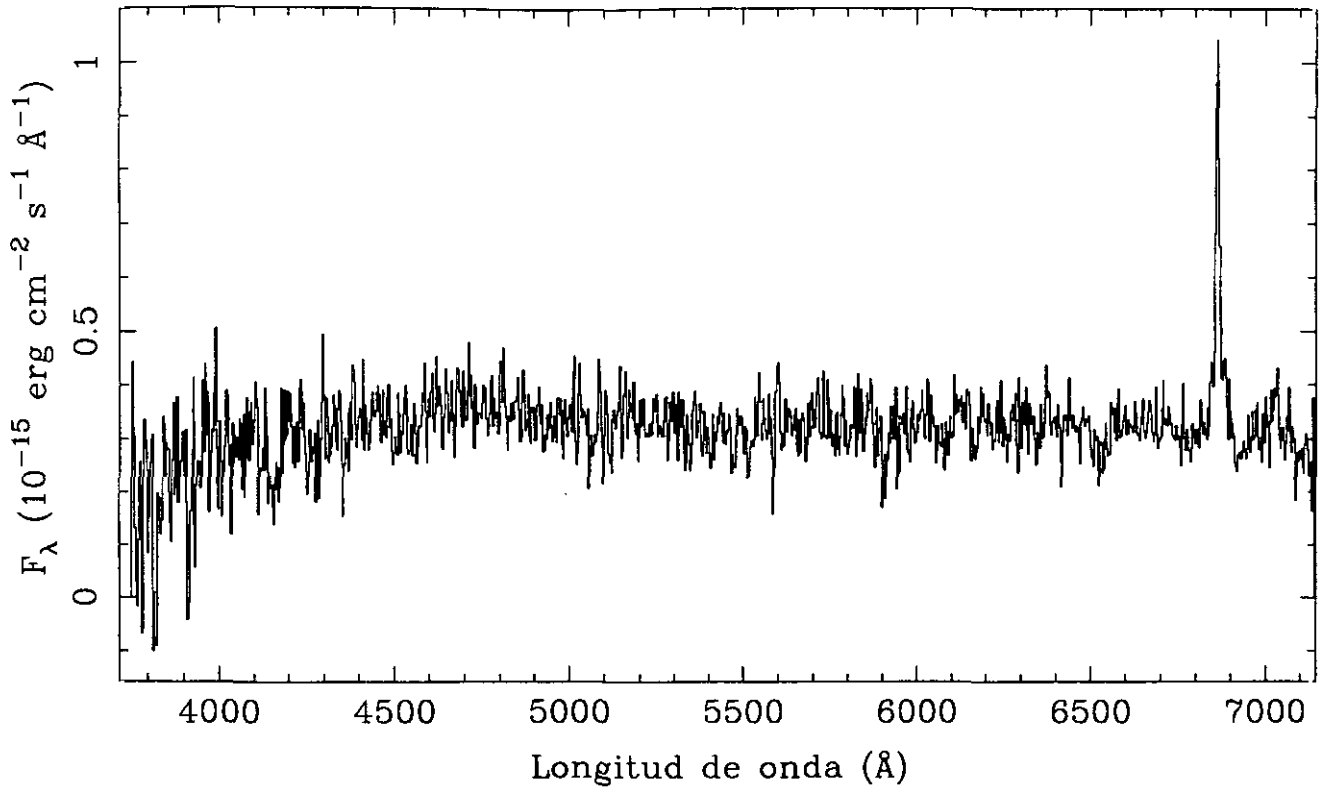


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	335	622	z	= 0.0208
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 67
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{H\beta}$	= 8
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	E_{B-v}	= 0.600
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta}$	= 0.85
[OIII] 4959	...	...
[OIII] 5007	71	67	$F_{H\beta}$	= 1.80E-15
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{H\alpha}$	= 9.94E-15
[NII] 6548	...	...
H α 6563	552	286	$L_{H\alpha}$	= 3.33E+08
[NII] 6584	187	96		
He I 6678	...	...	b-v	= 0.02
[SII] 6716	97	47		
[SII] 6731	53	26	v-r	= 0.04

UCM0038+2259

J9419809A

198#09E

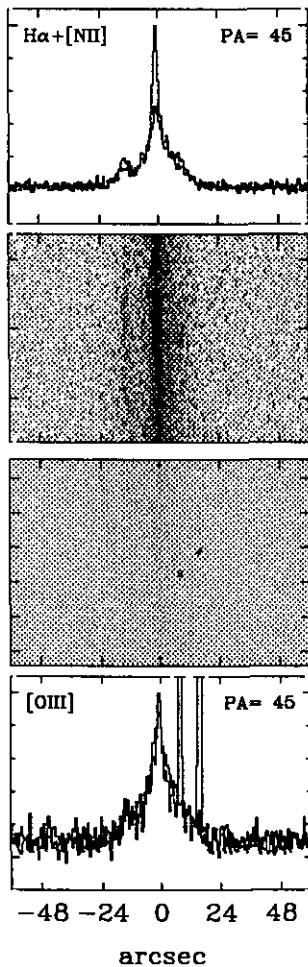
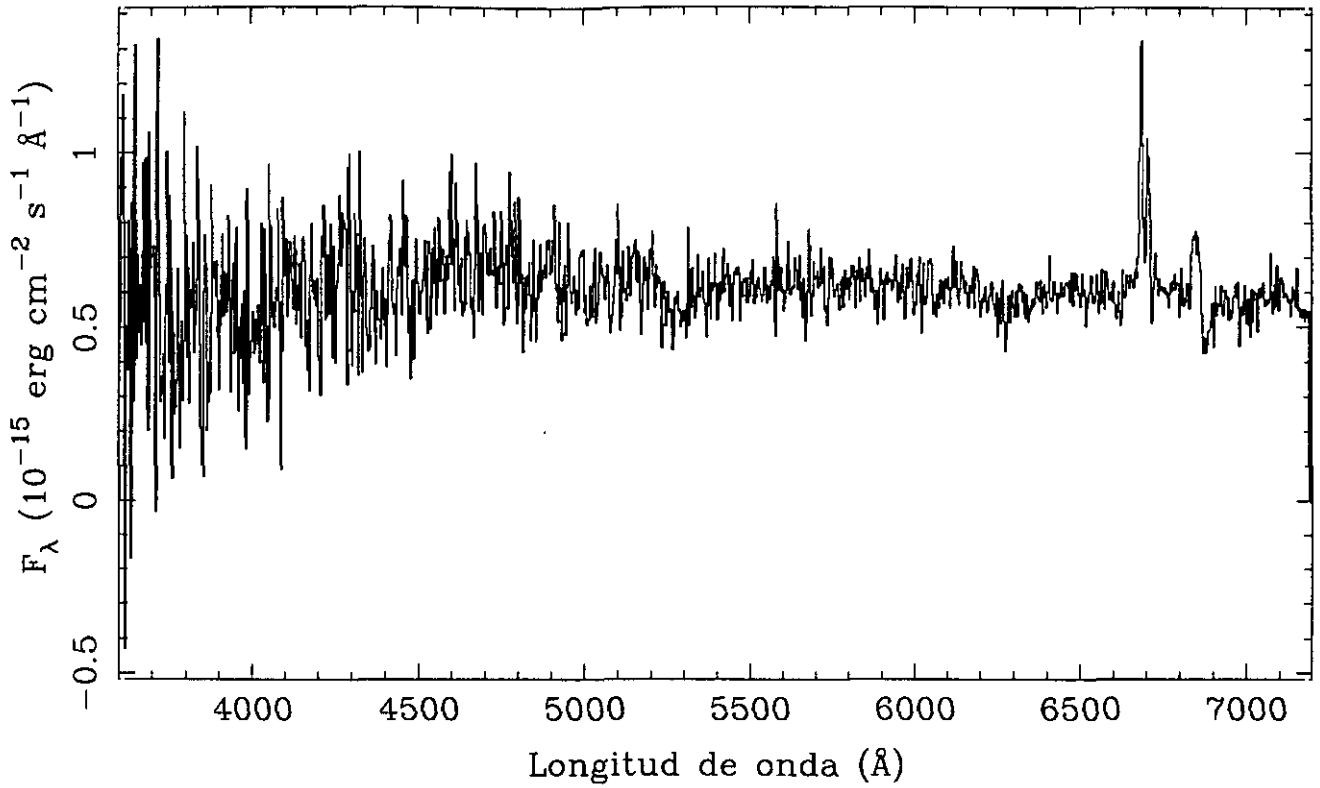


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	$= 0.0464$
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	$= 27$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= 4$
H δ 4102	E_{B-v}	$= 0.810$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= 1.15$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= 1.27E-15$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 8.83E-15$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= 1.80E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.35$
[OIII] 4959	$v-r$	$= 0.32$
[OII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	695	286		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0039+0054

N9319510A

195#10A

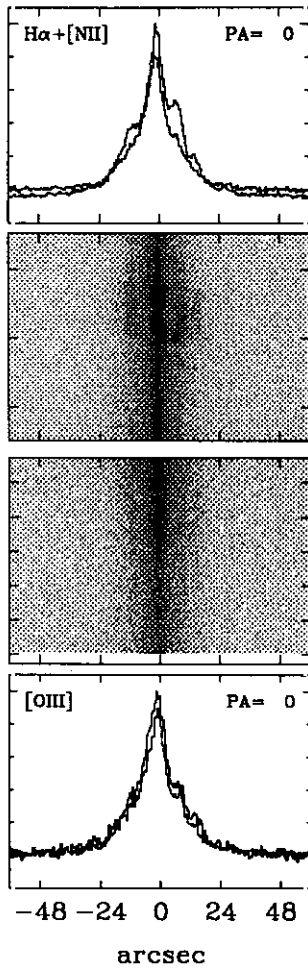
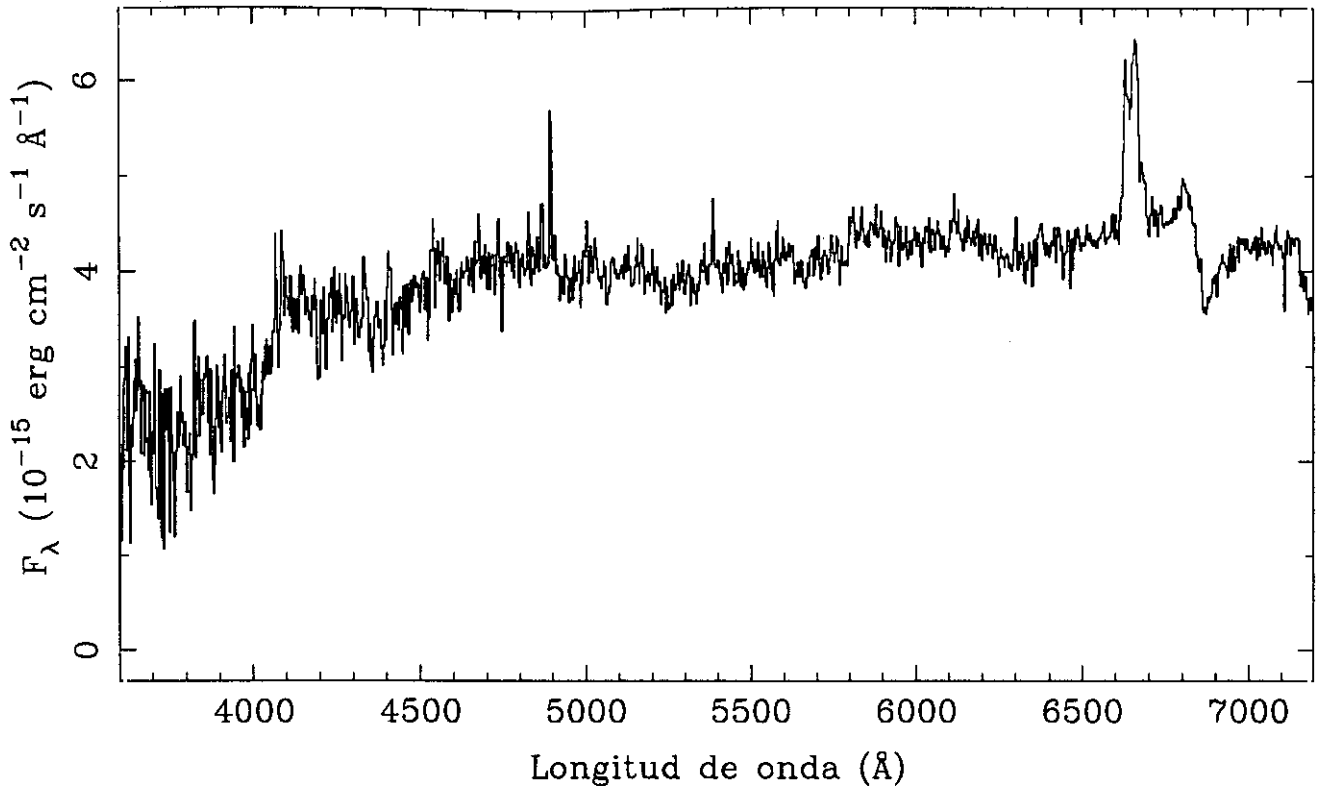


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	$= 0.0191$
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	$= 22$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	E_{B-V}	$= \dots$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 8.21E-15$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= 3.85E+07$
H β 4861	$b-v$	$= 0.17$
[OIII] 4959	$v-r$	$= 0.31$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	60	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0040-0023

N9319513A

195#13A

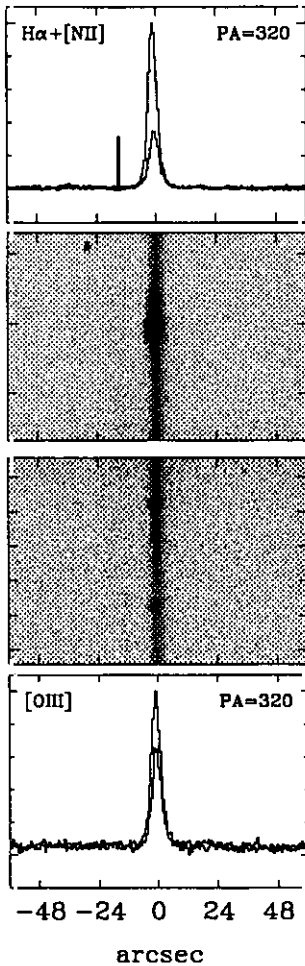
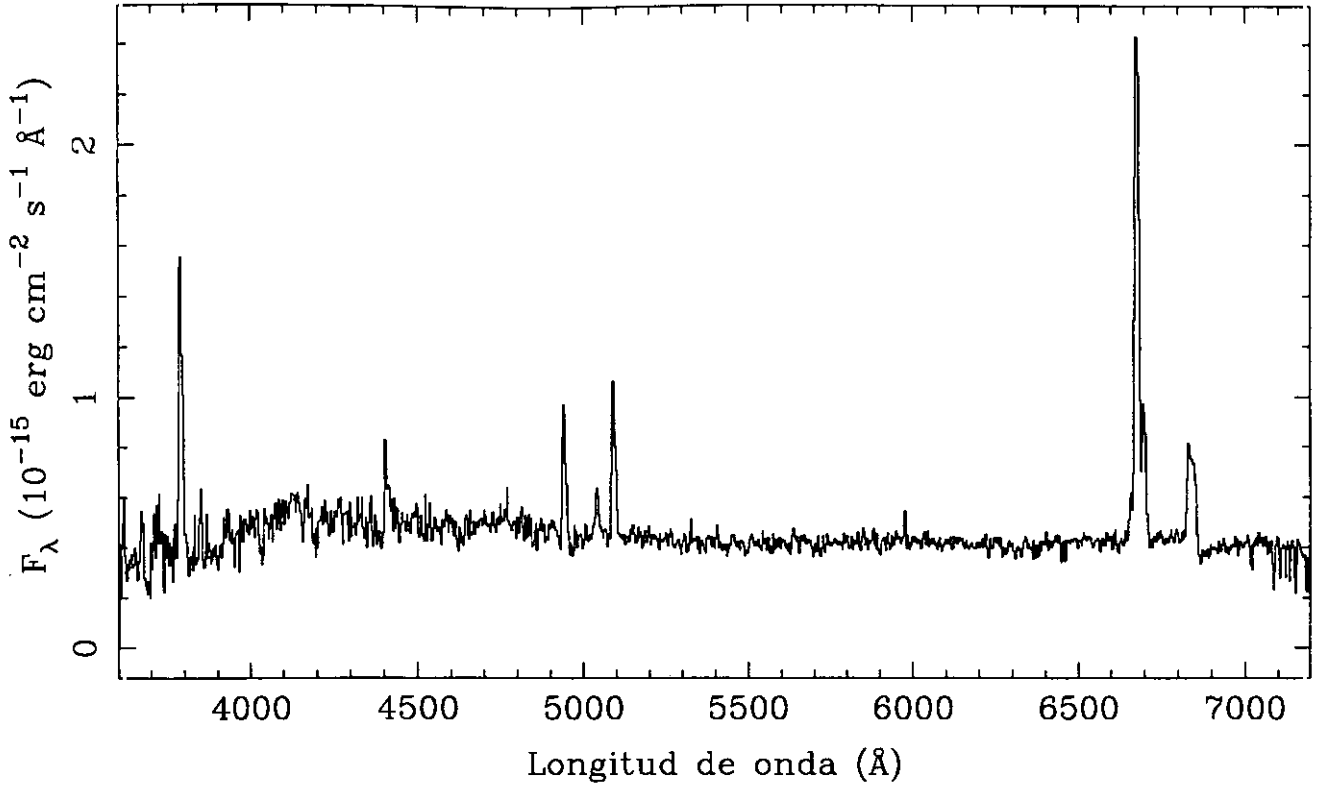


LINEA	F_{obs}	F_c	LINER	
[OII] 3727	z	$= 0.0142$
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	$= 15$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 5.28E-14$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= \dots$
H β 4861	$b-v$	$= 0.32$
[OIII] 4959	$v-r$	$= 0.41$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	24	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0040+0220

N9319522B

195#22B

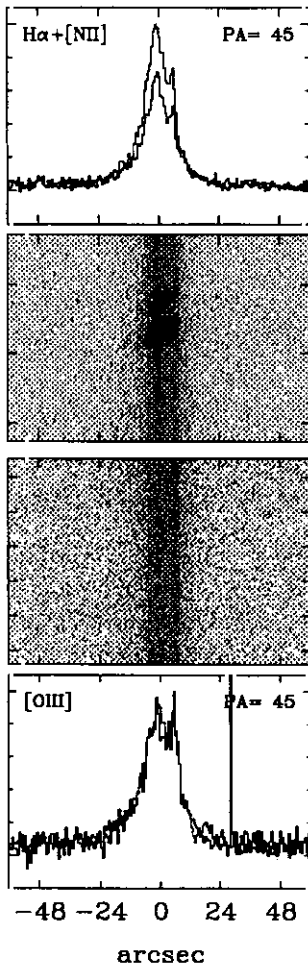
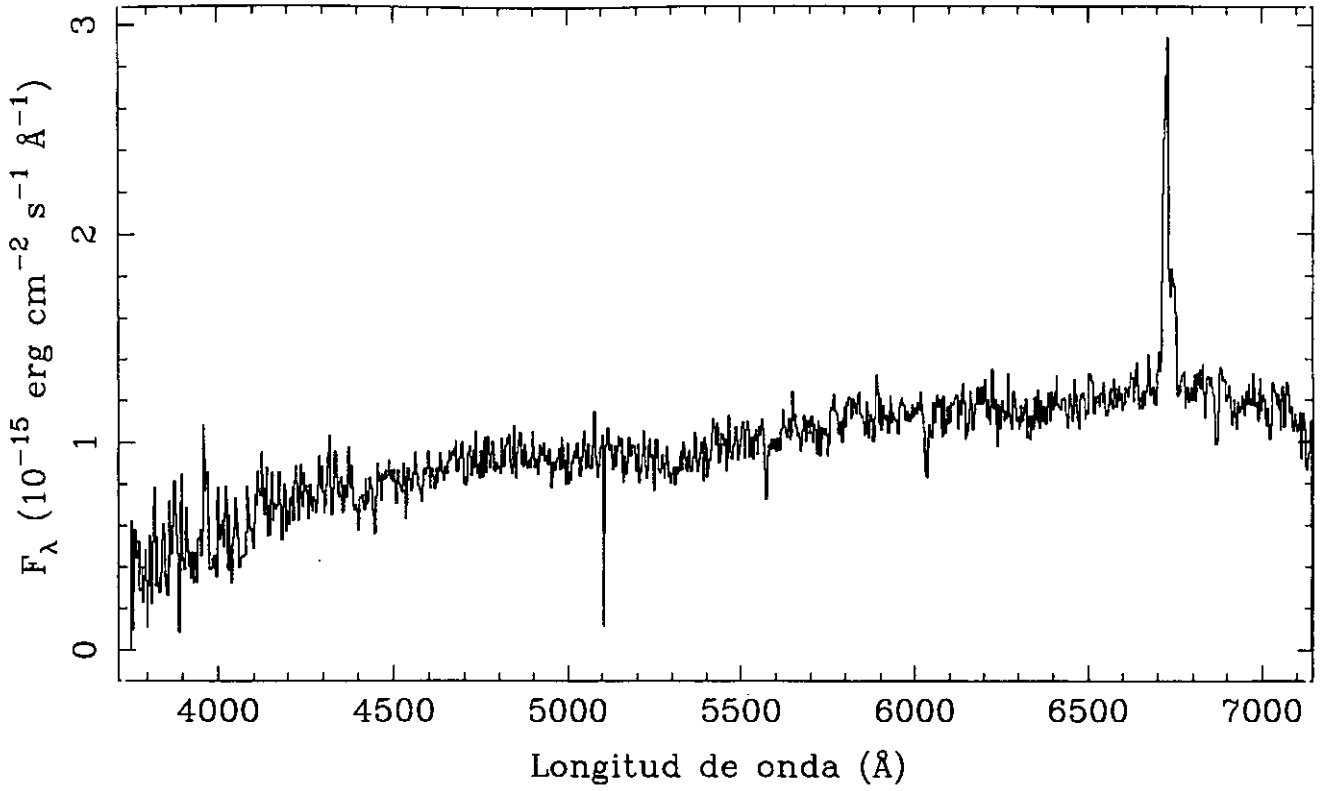


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	223	329	z	= 0.0173
[NeIII] 3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 97
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 18
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.378
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.54
[OIII] 4959	35	34		
[OIII] 5007	108	104	$F_{\text{H}\beta}$	= 7.30E-15
He I 5876	10	8		
[OI] 6300	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.16E-14
[NII] 6548	20	13		
H α 6563	433	286	$L_{\text{H}\alpha}$	= 2.48E+07
[NII] 6584	103	68		
He I 6678	7	4	$b-v$	= 0.04
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...	$v-r$	= 0.26

UCM0040+2312

J9419830

198#30E

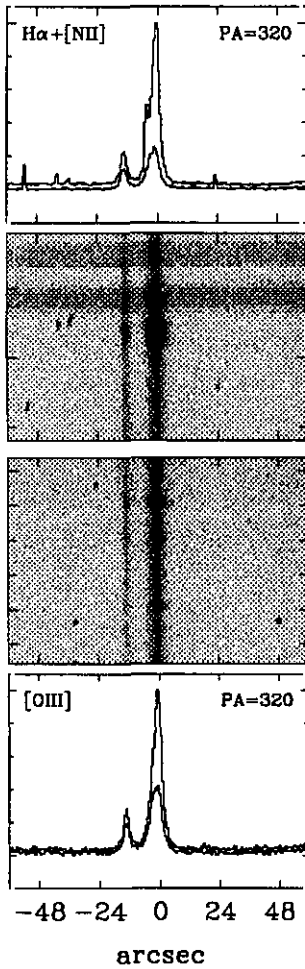
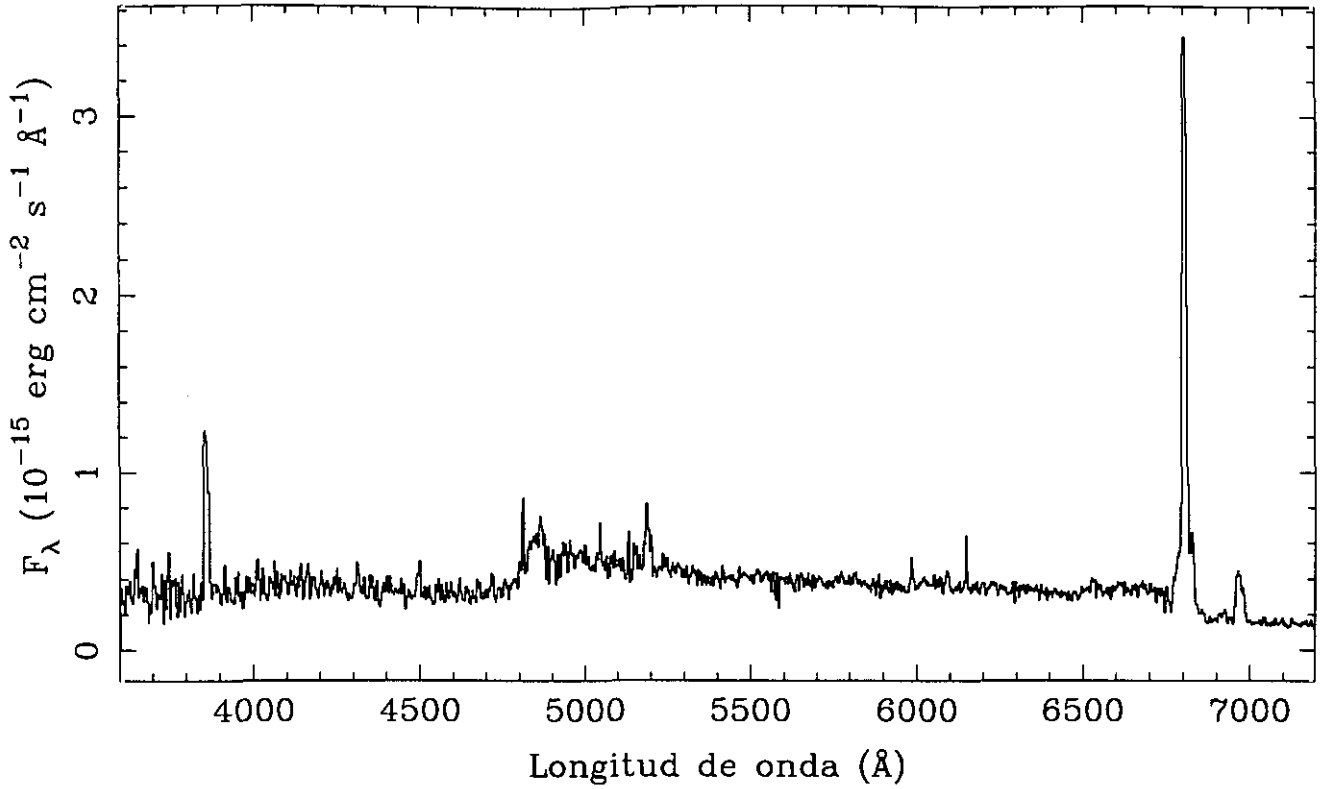


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0254
[NeIII]3869	EW _{Hα}	= 26
[NII] 3968	EW _{Hβ}	= ...
H δ 4102	E _{B-v}	= ...
H γ 4340	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	F _{Hβ}	= ...
He I 4471	F _{Hα}	= 2.30E-14
He II 4686	L _{Hα}	= ...
H β 4861	b-v	= 0.46
[OIII] 4959	v-r	= 0.61
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	35	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0040+0257

N9319508B

195#08B

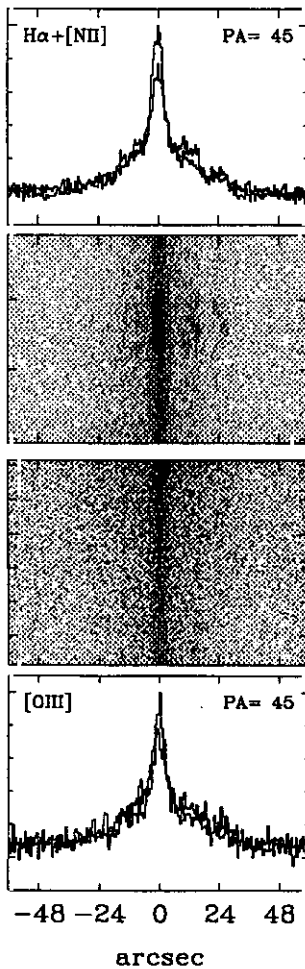
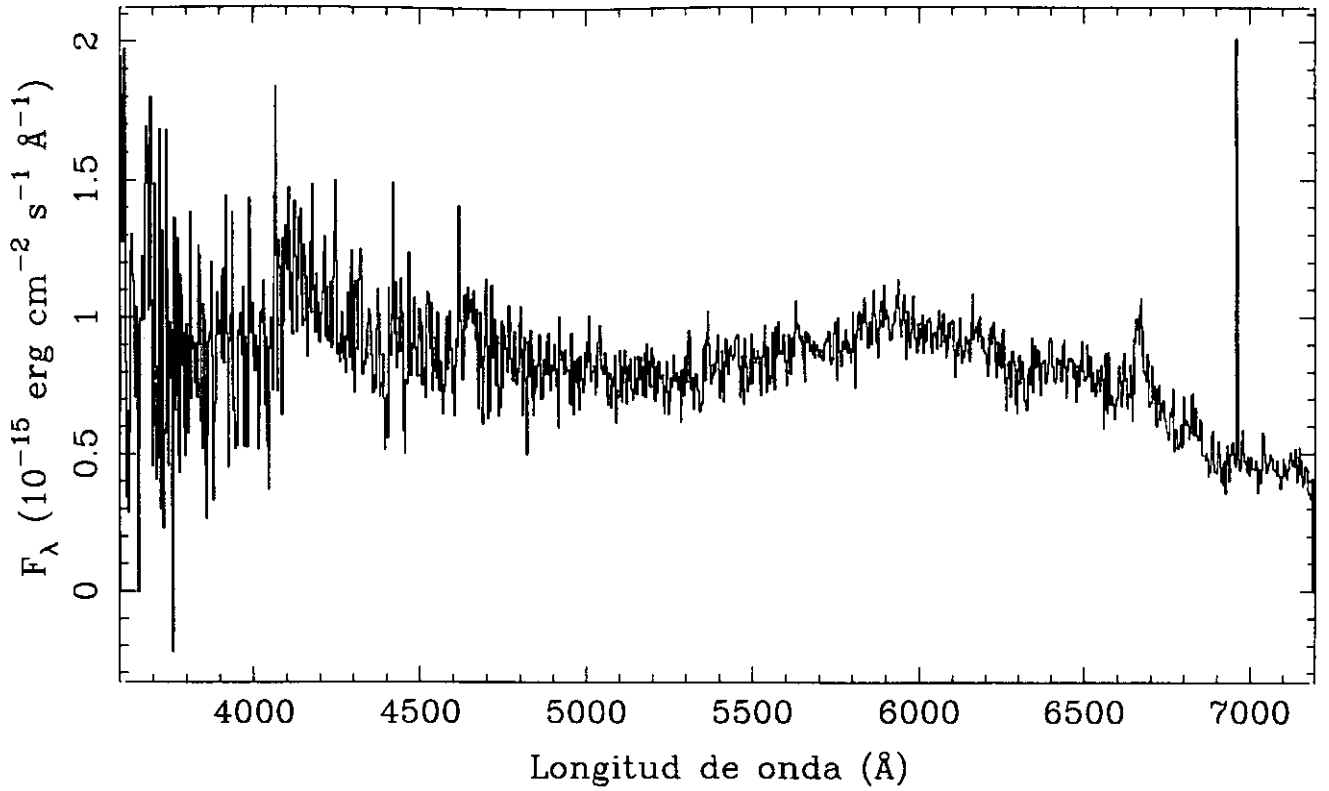


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	28	...	z	= 0.0367
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 196
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 5.11E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.46E+08
H β 4861	...	...	b-v	= 0.41
[OIII] 4959	...	...	v-r	= -0.42
[OIII] 5007	10	...		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	10	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM0041+0135

N9319506A

195#06A

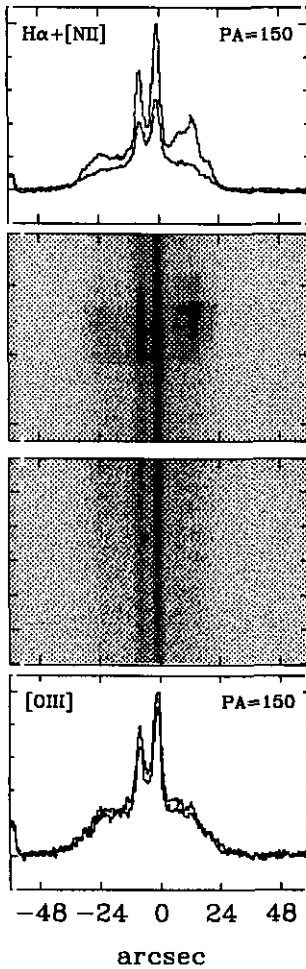
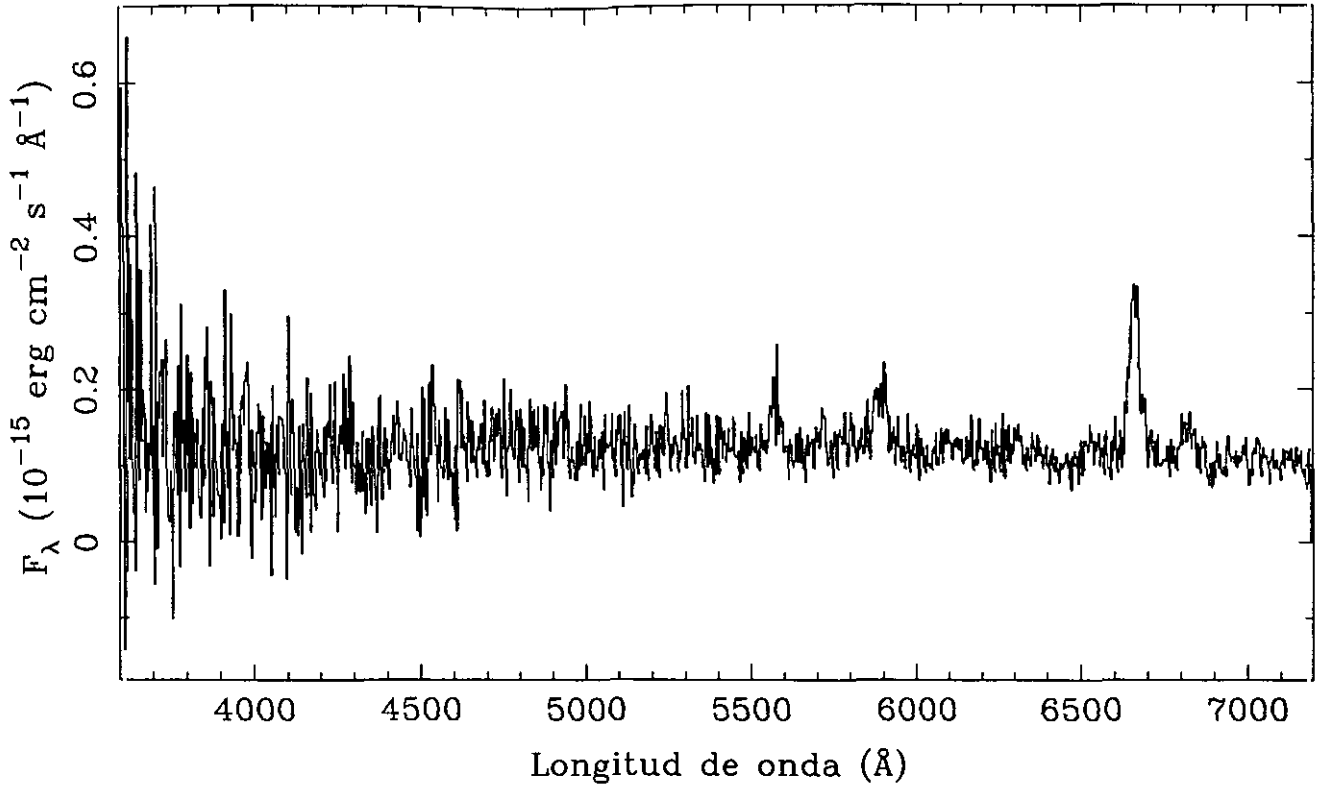


LINEA	F_{obs}	F_c	DESC
[OII] 3727	$z = 0.0169$
[NeIII]3869	
[NII] 3968	$EW_{H\alpha} = 13$
H δ 4102	
H γ 4340	$EW_{H\beta} = \dots$
[OIII] 4363	
He I 4471	$E_{B-v} = \dots$
He II 4686	
H β 4861	$C_{H\beta} = \dots$
[OIII] 4959	
[OIII] 5007	$F_{H\beta} = \dots$
He I 5876	
[OI] 6300	$F_{H\alpha} = 9.29E-15$
[NII] 6548	
H α 6563	$L_{H\alpha} = \dots$
[NII] 6584	
He I 6678	$b-v = -0.17$
[SII] 6716	
[SII] 6731	$v-r = -0.07$

UCM0043-0159

N9319505A

195#05A

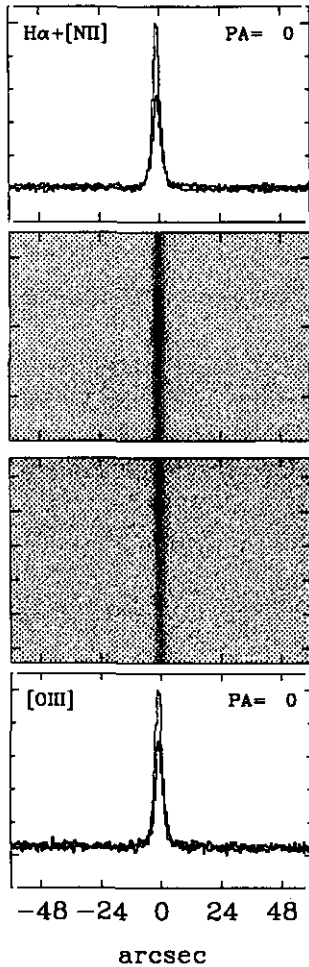
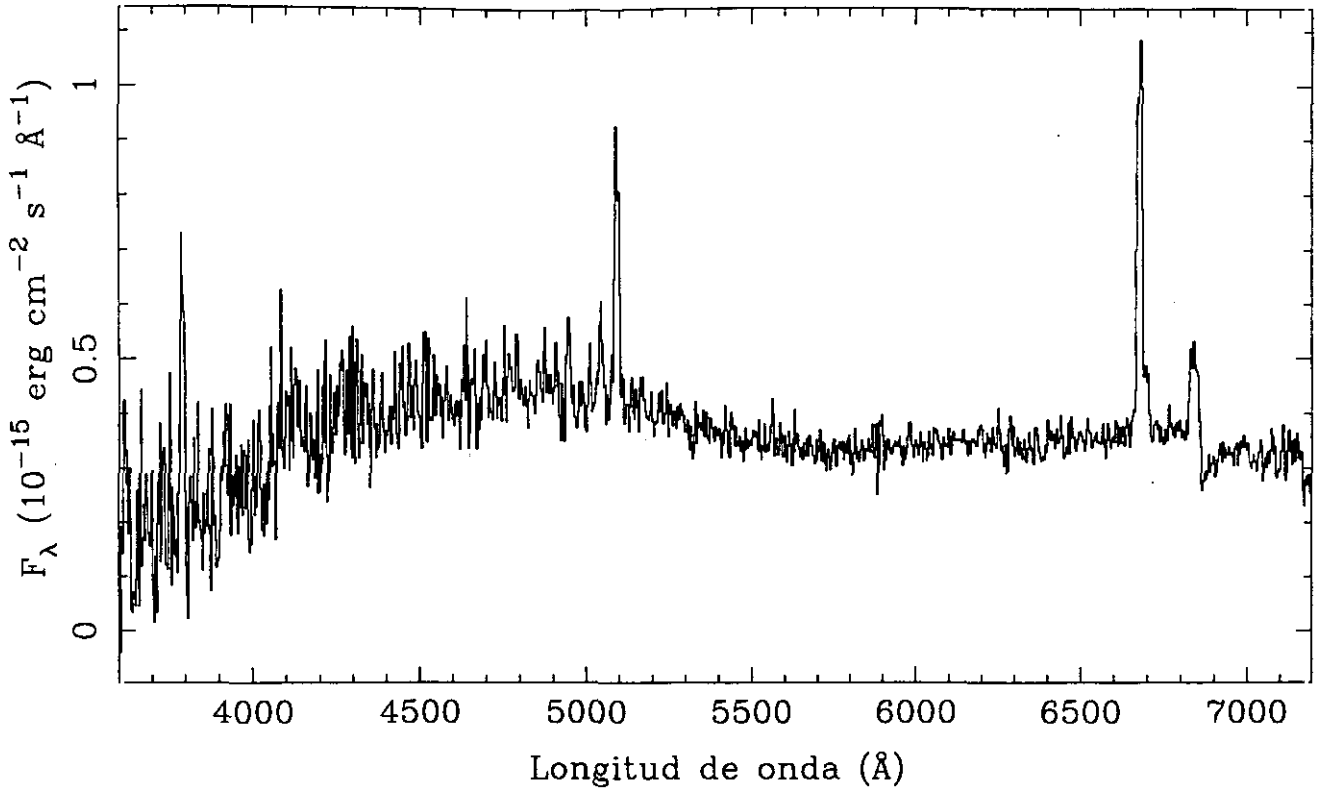


LÍNEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0161
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 86
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= 8.85E-15
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= ...
H β 4861	b-v	= 0.36
[OIII] 4959	v-r	= 0.12
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0043+0245

N9319523A

195#23A

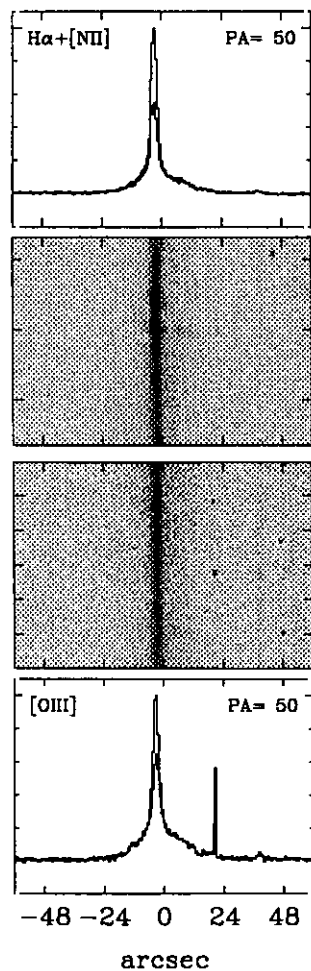
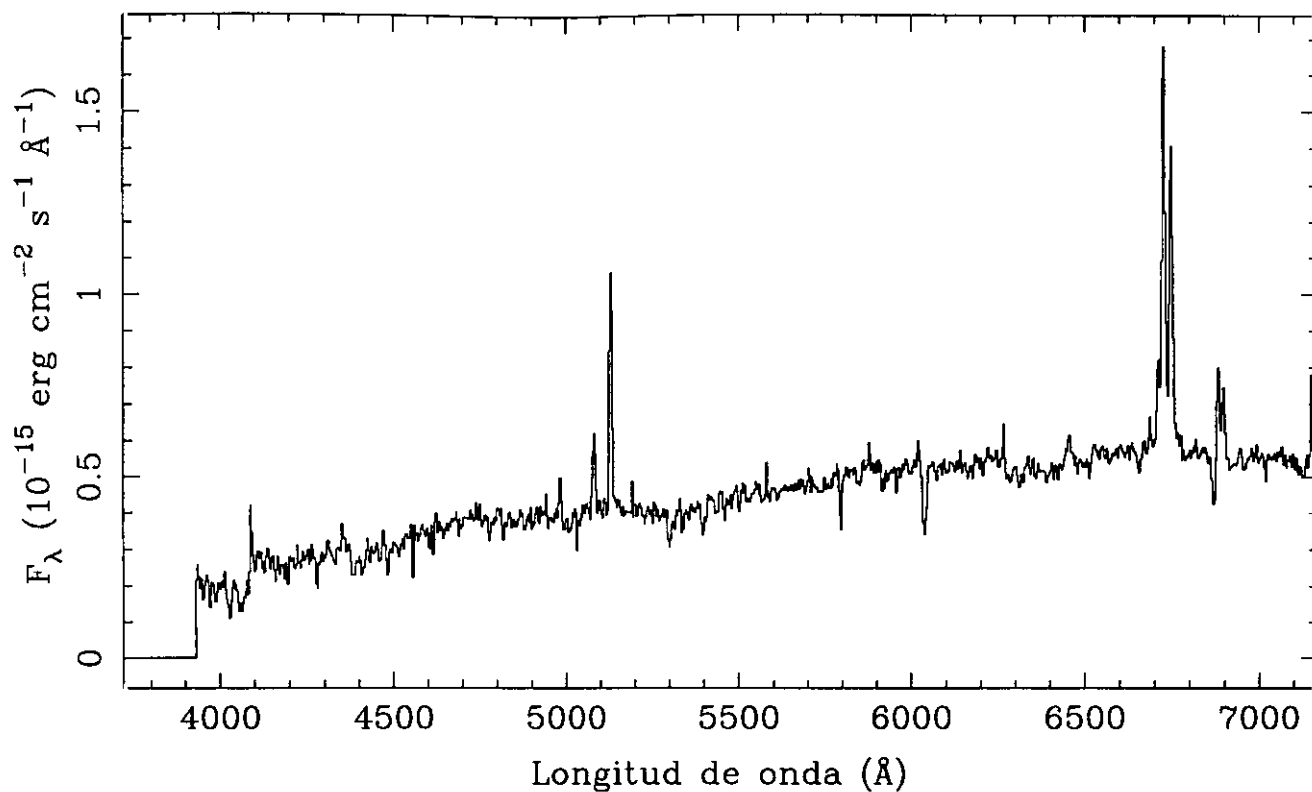


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	558	1486	z	= 0.0180
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 38
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{H\beta}$	= 4
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	E_{B-v}	= 0.950
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta}$	= 1.35
[OIII] 4959	134	126		
[OIII] 5007	516	470	$F_{H\beta}$	= 1.53E-15
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.24E-14
[NII] 6548	...	...
H α 6563	810	286	$L_{H\alpha}$	= 1.60E+07
[NII] 6584	127	44		
He I 6678	...	...	b-v	= 0.28
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...	v-r	= 0.13

UCM0044+2246

S9419813

198#13P

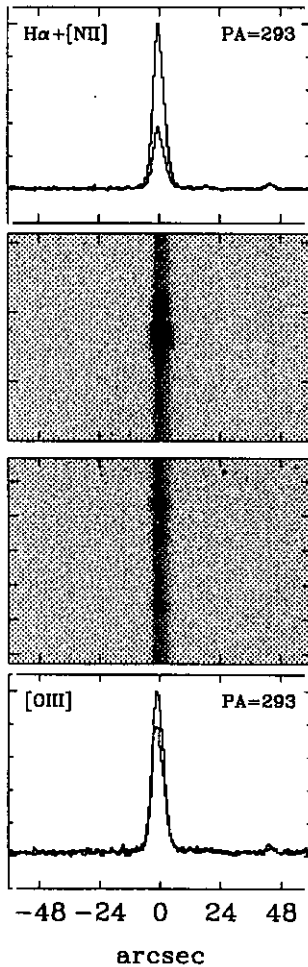
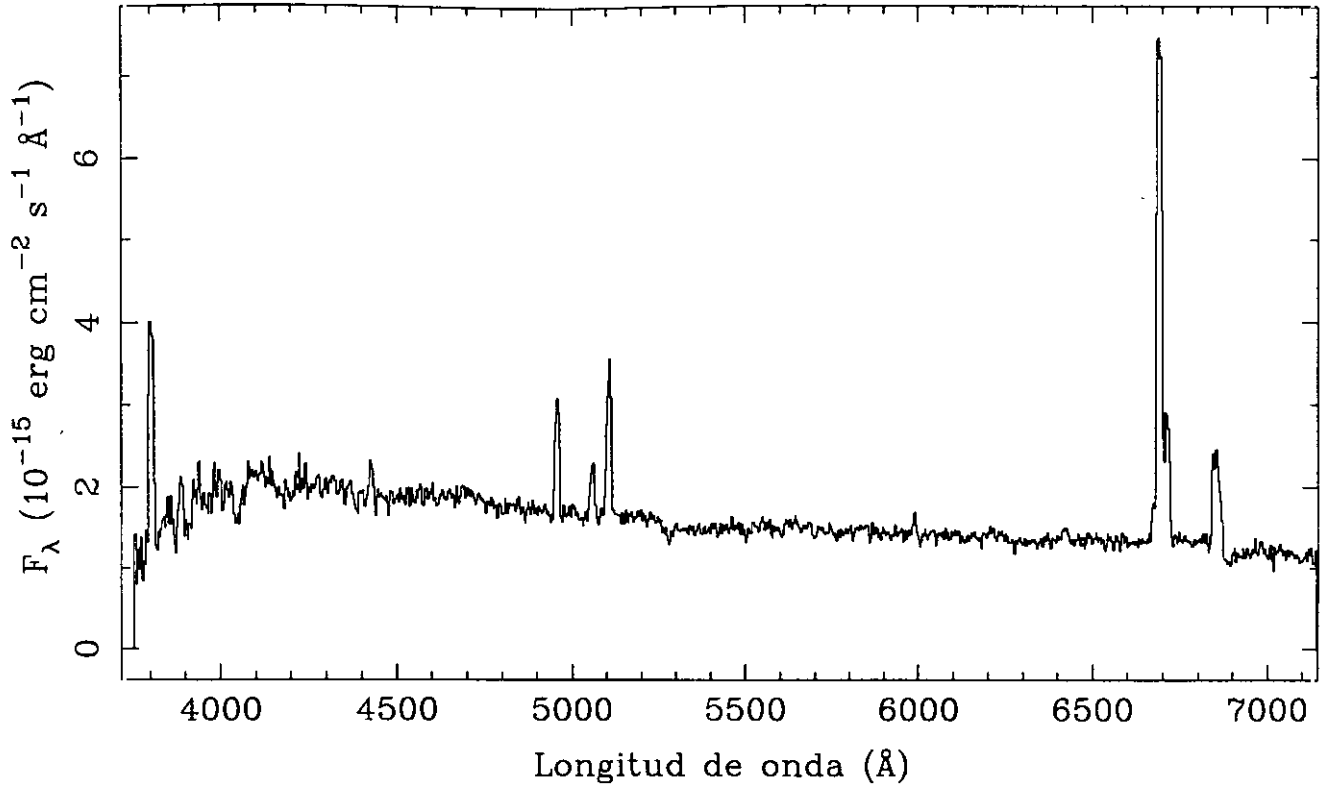


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
$[\text{OII}]$ 3727	...	...	z	$= 0.0253$
$[\text{NeIII}]$ 3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	$= 44$
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	$= 3$
$\text{H}\delta$ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	$= 1.384$
$\text{H}\gamma$ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	$= 1.97$
$[\text{OIII}]$ 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 9.74\text{E}-16$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.27\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 1.07\text{E}+08$
$\text{H}\beta$ 4861	100	100	$b-v$	$= 0.65$
$[\text{OIII}]$ 4959	263	240	$v-r$	$= 0.69$
$[\text{OII}]$ 5007	636	555		
He I 5876	66	25		
$[\text{OI}]$ 6300	117	32		
$[\text{NII}]$ 6548	229	51		
$\text{H}\alpha$ 6563	1304	286		
$[\text{NII}]$ 6584	999	214		
He I 6678	...	...
$[\text{SII}]$ 6716	237	44		
$[\text{SII}]$ 6731	202	38		

UCM0045+2206

J9419814

198#14E

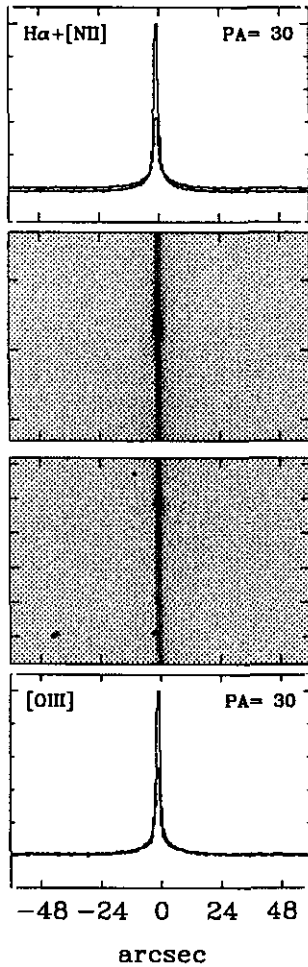
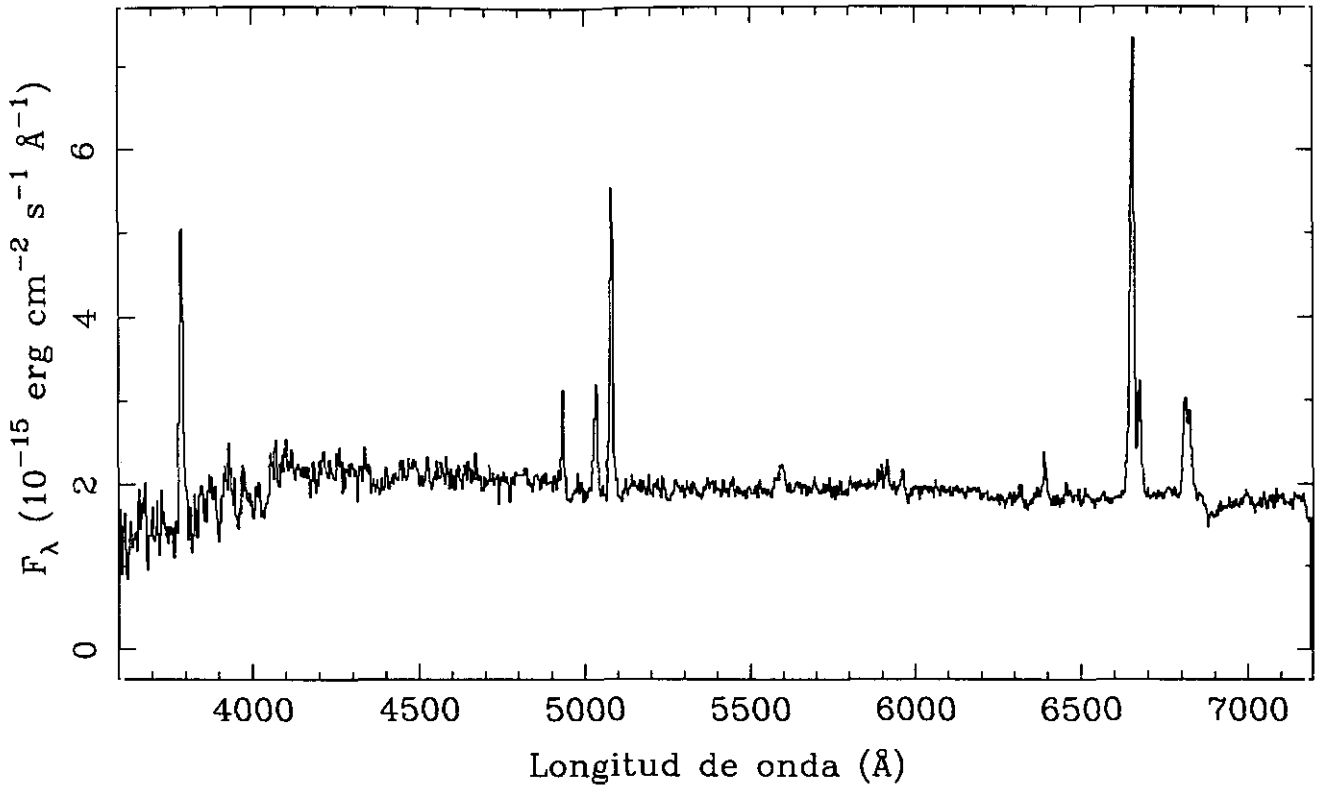


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	230	382	z	= 0.0203
[NeIII] 3869	...	...	EW _{Hα}	= 99
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 13
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.493
H γ 4340	27	34	C _{Hβ}	= 0.70
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 2.16E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.06E-13
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 3.42E+08
H β 4861	100	100	b-v	= -0.11
[OIII] 4959	44	43	v-r	= 0.10
[OIII] 5007	124	118		
He I 5876	8	6		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	13	8		
H α 6563	491	286		
[NII] 6584	106	61		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM0047-0213

N9319504

195#04A

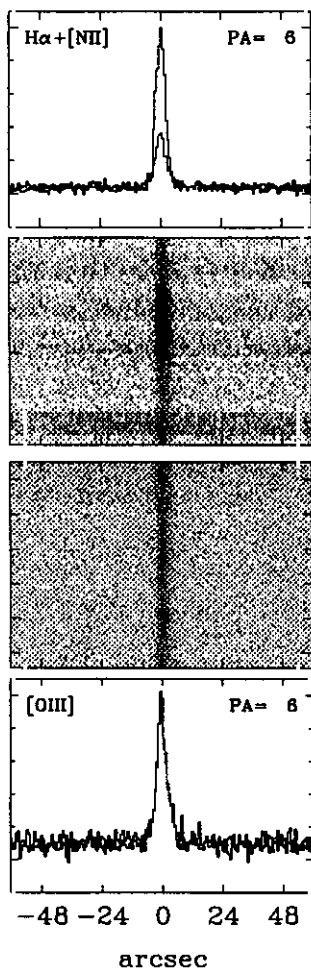
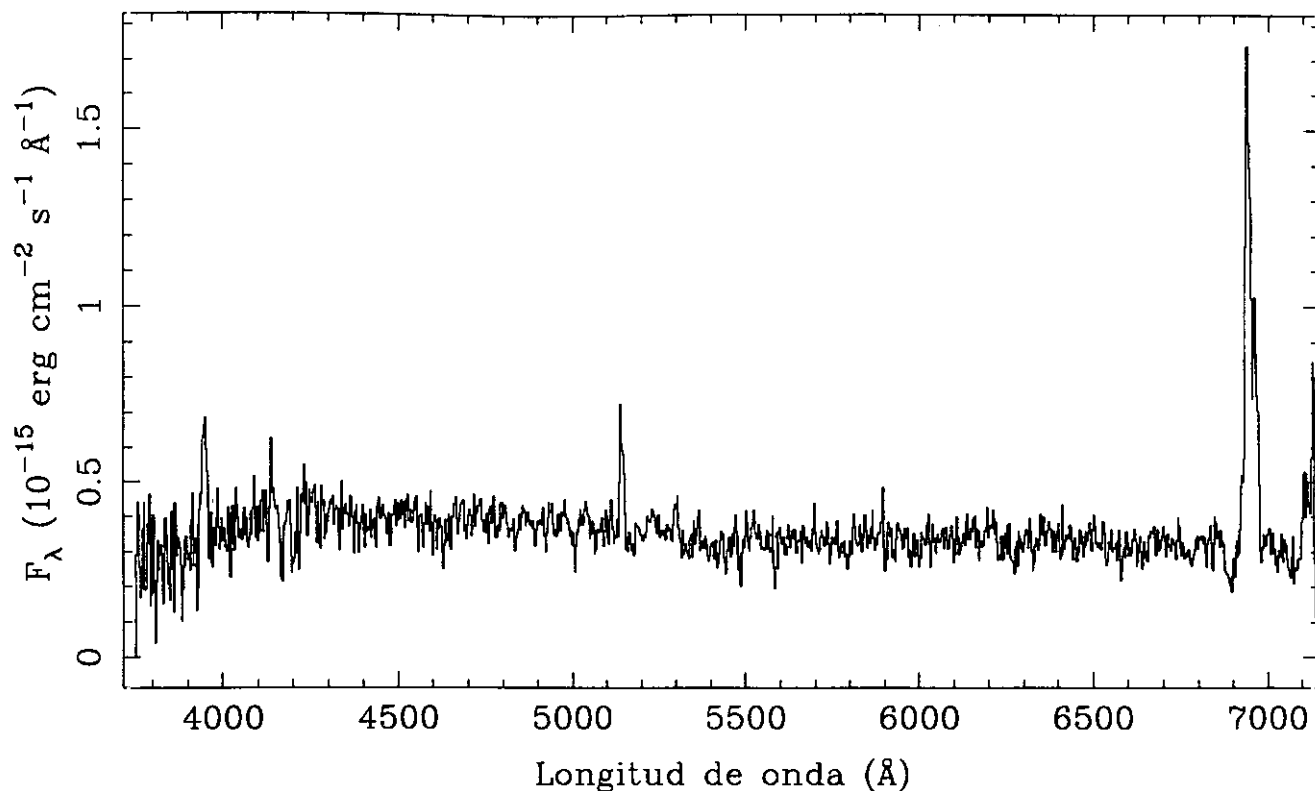


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	508	1231	z	$= 0.0144$
[NeIII]3869	83	177	$EW_{H\alpha}$	$= 48$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 5$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= 0.857$
H γ 4340	15	22	$C_{H\beta}$	$= 1.22$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 9.90E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 7.25E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 3.79E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.11$
[OIII] 4959	139	131	$v-r$	$= 0.22$
[OIII] 5007	402	370		
He I 5876	31	17		
[OI] 6300	59	27		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	732	286		
[NII] 6584	161	62		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	143	51		
[SII] 6731	136	48		

UCM0047+2051

J9419815

198#15E

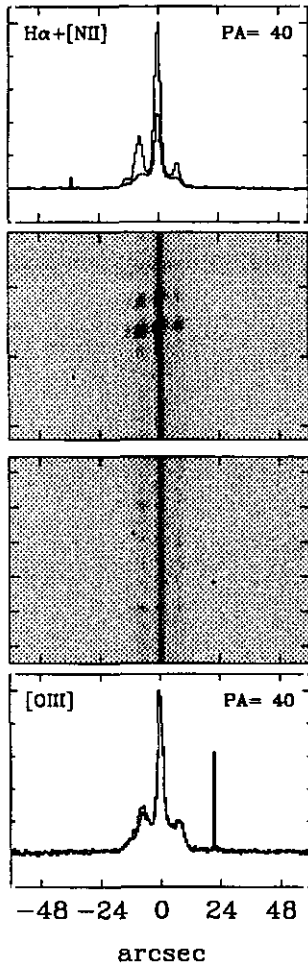
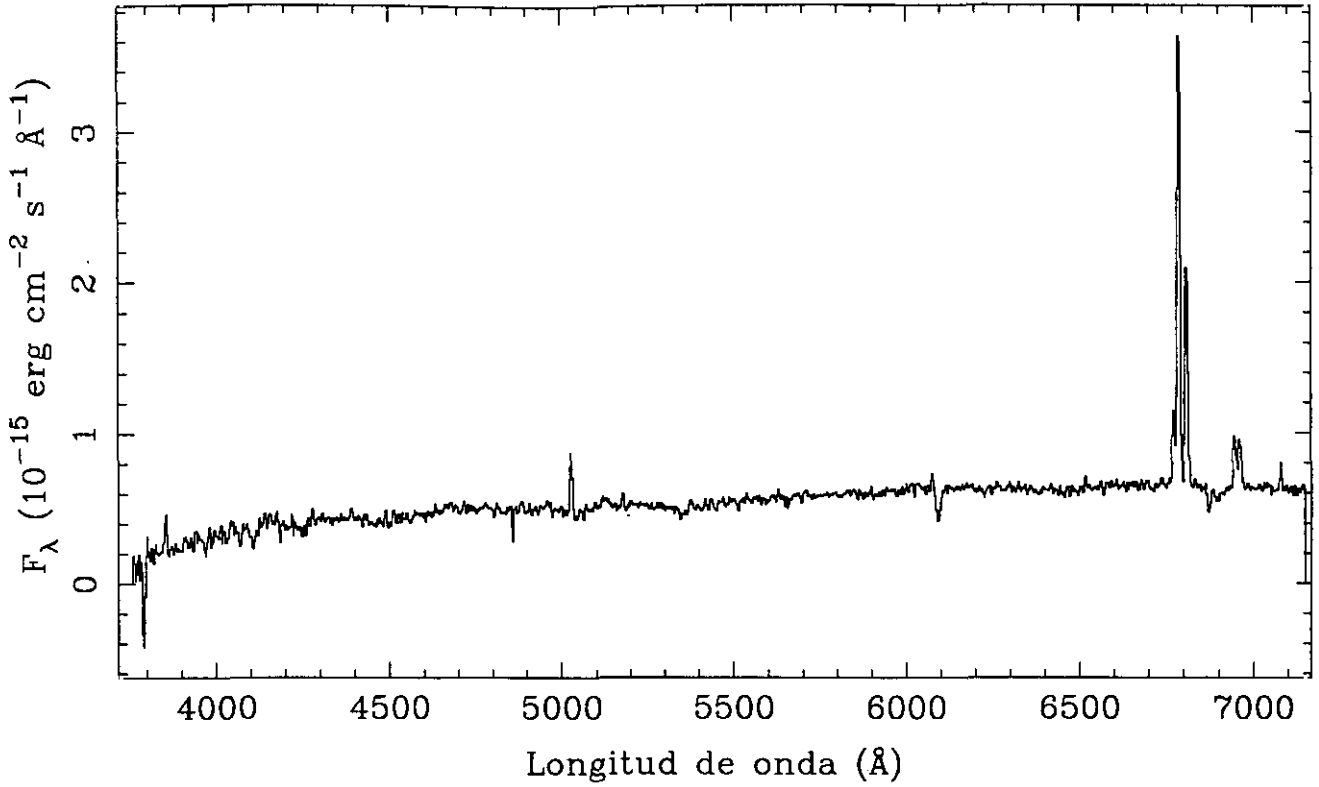


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	153	283	z	$= 0.0577$
[NeII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 109$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 12$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	$= 0.598$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	$= 0.85$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 4.34\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 2.39\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 4.38\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.13$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.55$
[OIII] 5007	32	30		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	551	286		
[NII] 6584	229	118		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM0047+2413

S9419819B

198#19Q

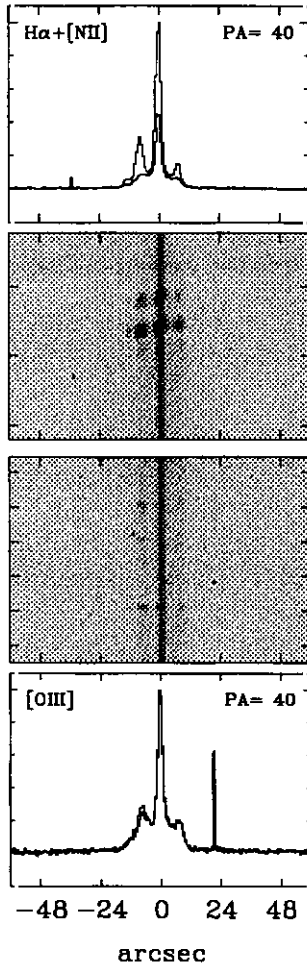
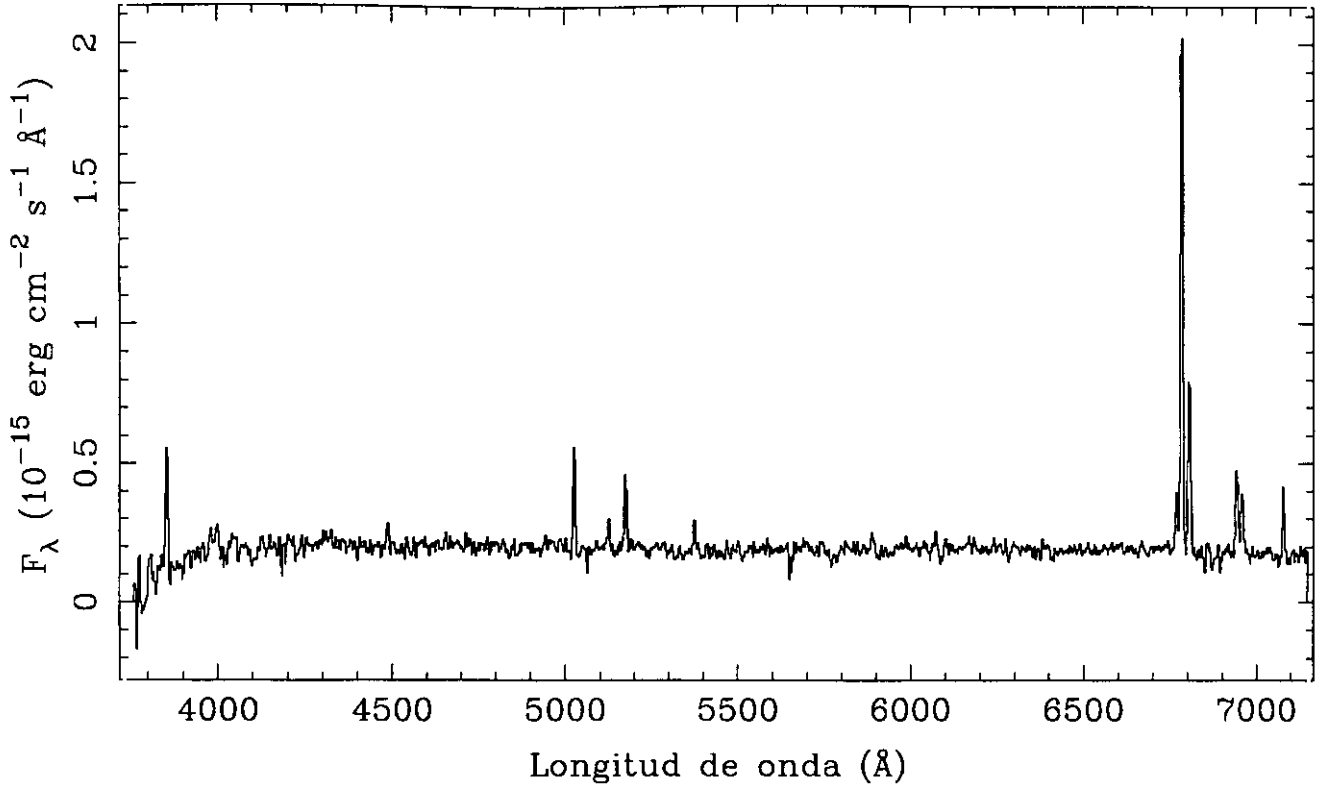


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	65	194	z	= 0.0347
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 79
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 7
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 1.059
H γ 4340	18	29	C _{Hβ}	= 1.50
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 3.46E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 3.16E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 3.96E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.49
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.64
[OIII] 5007	19	17		
He I 5876	25	12		
[OI] 6300	17	6		
[NII] 6548	129	41		
H α 6563	913	286		
[NII] 6584	431	133		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	106	29		
[SII] 6731	82	23		

UCM0047+2413

S9419819A

198#19P

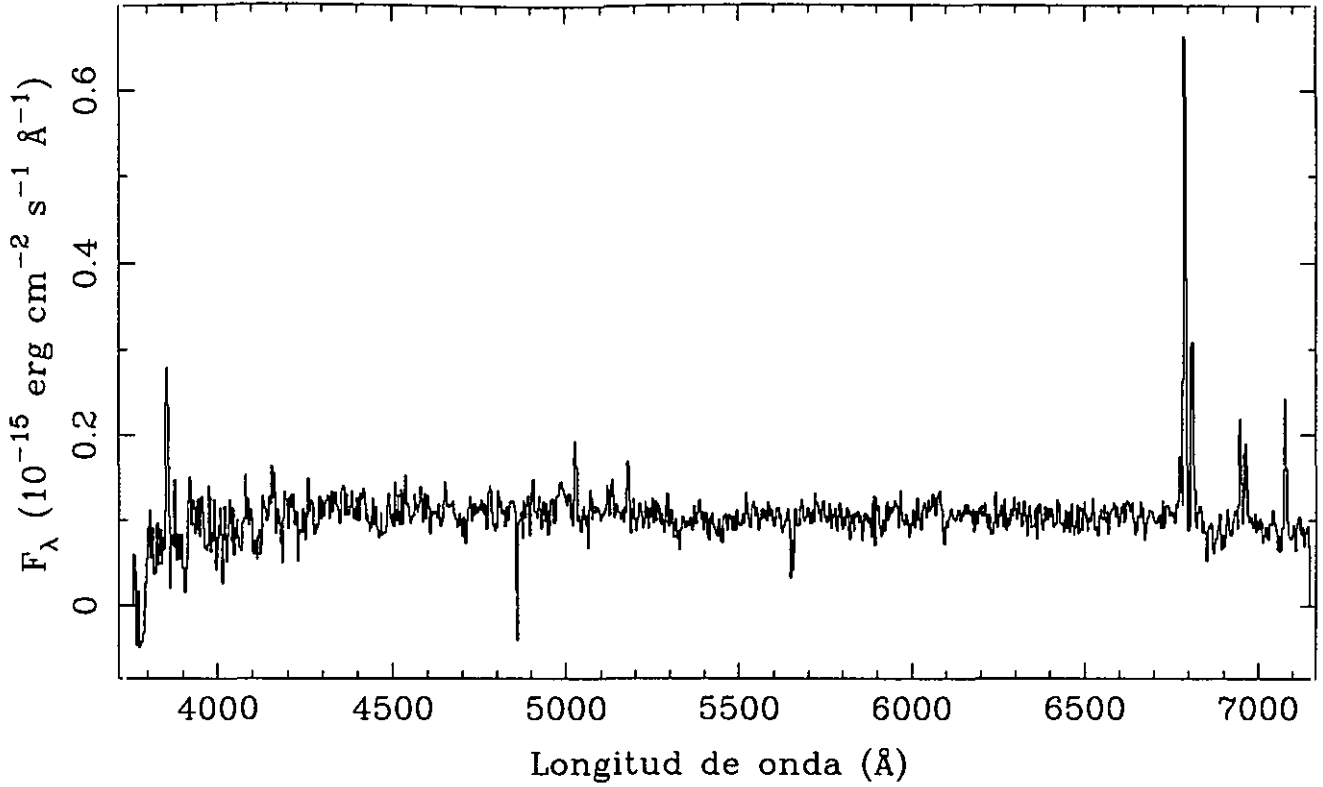


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	131	219	z	= 0.0343
[NeII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 133
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 20
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.497
H γ 4340	25	31	$C_{H\beta}$	= 0.71
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 3.41E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.68E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 6.17E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.16
[OIII] 4959	25	24	v-r	= 0.35
[OIII] 5007	63	60		
He I 5876	18	13		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	56	33		
H α 6563	493	286		
[NII] 6584	163	94		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	80	44		
[SII] 6731	57	31		

UCM0047+2413

S9419819C

198#19R

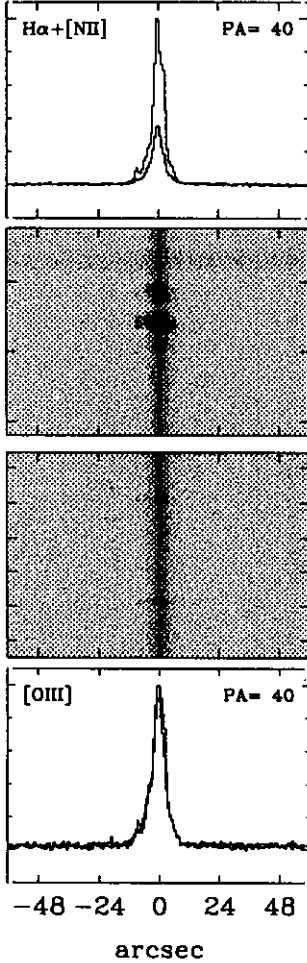
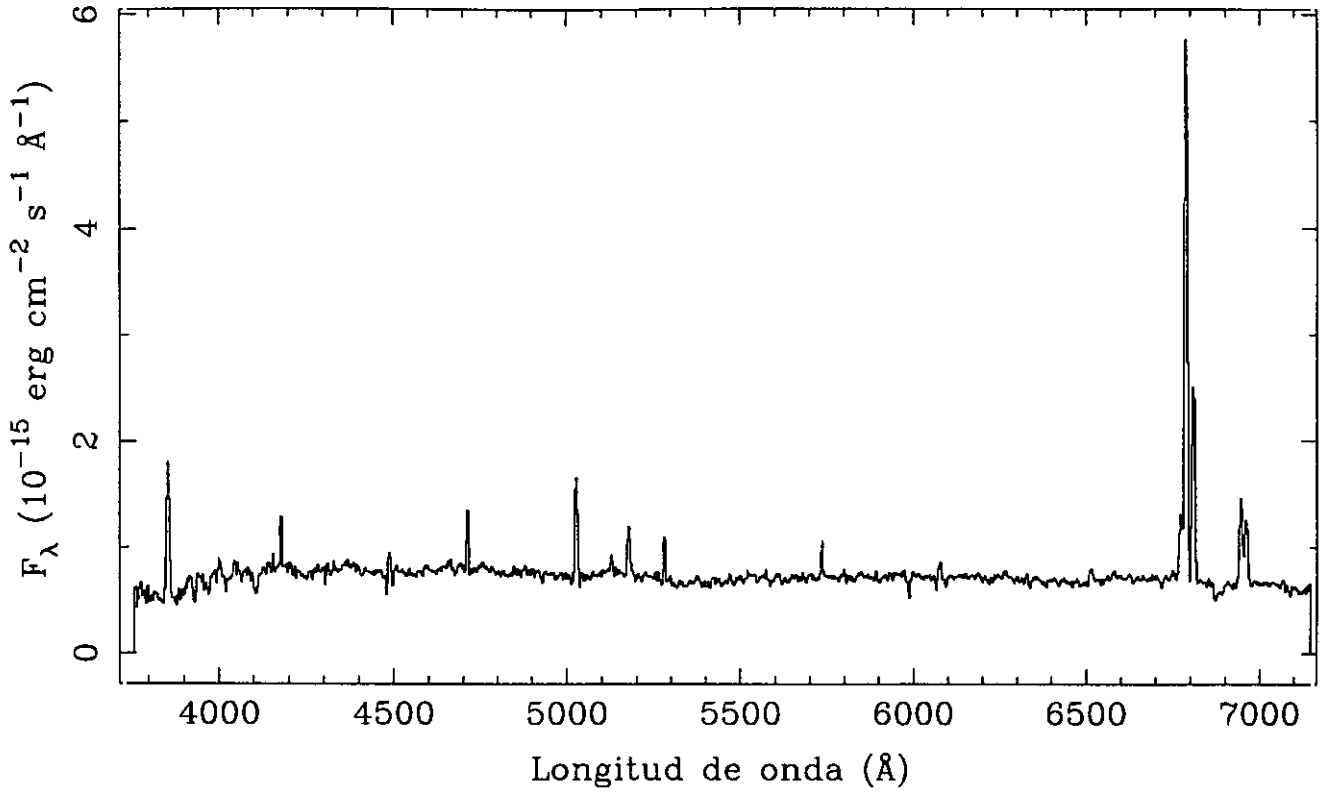


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	277	598	z	= 0.0349
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 79
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 8
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.746
Hγ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.06
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 7.69E-16
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 4.98E-15
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 4.00E+08
Hβ 4861	100	100	b-v	= 0.14
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.35
[OIII] 5007	79	73		
He I 5876	39	23		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	81	36		
Hα 6563	648	286		
[NII] 6584	259	113		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	113	46		
[SII] 6731	99	40		

UCM0047+2414

S9419820

198#20P

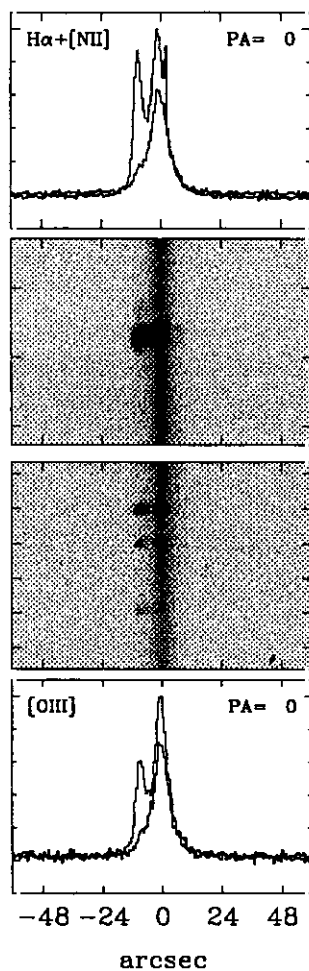
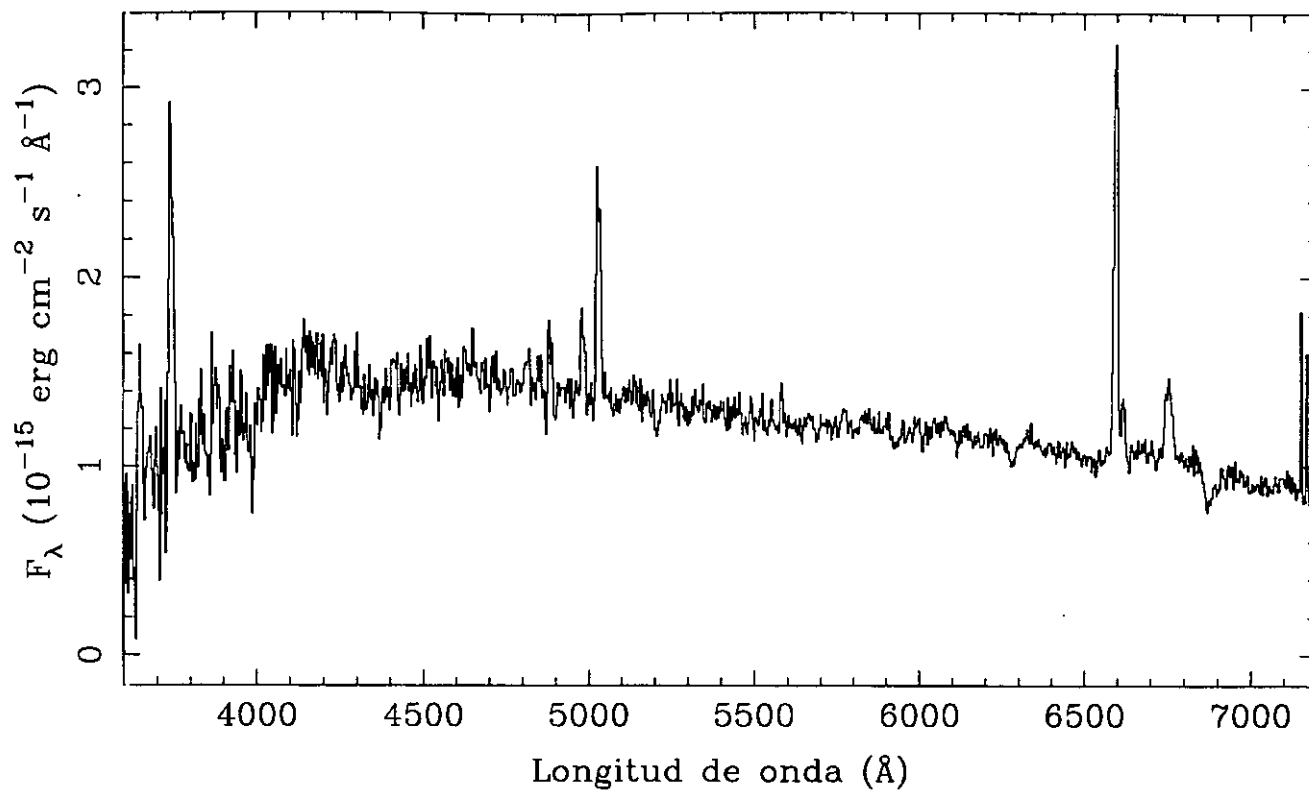


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	131	241	$z = 0.0347$
[NeII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 112$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 14$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}} = 0.592$
H γ 4340	25	32	$C_{\text{H}\beta} = 0.84$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 9.42\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 5.15\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 8.52\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v = 0.06$
[OIII] 4959	13	13	$v-r = 0.35$
[OIII] 5007	52	49	
He I 5876	15	10	
[OI] 6300	15	9	
[NII] 6548	67	35	
H α 6563	547	286	
[NII] 6584	205	106	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	86	42	
[SII] 6731	64	31	

UCM0049-0045

N9319530A

195#30A

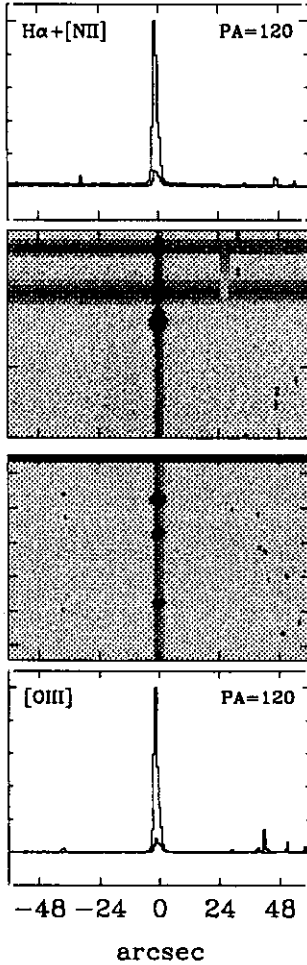
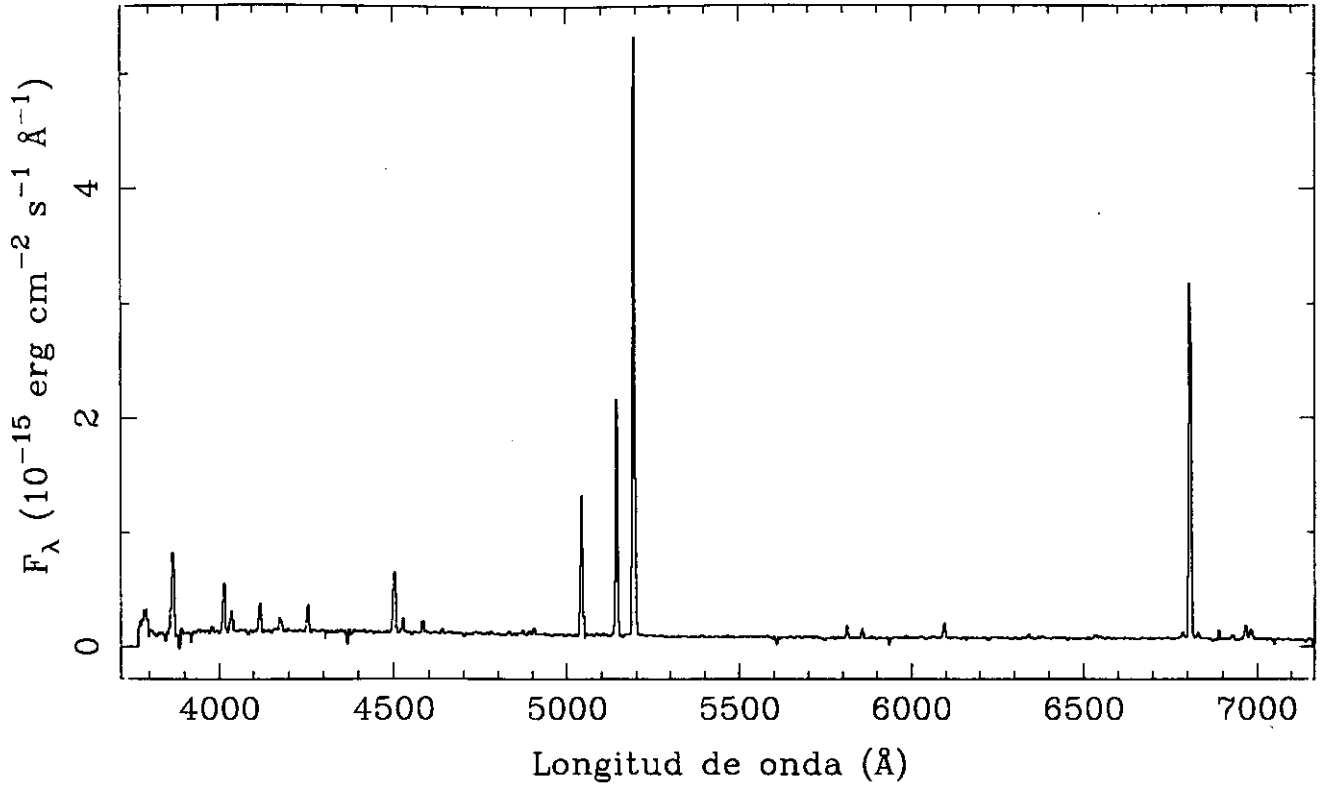


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	519	994	z	= 0.0049
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 37
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 5
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.631
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.90
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.80E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.31E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.88E+07
H β 4861	100	100	b-v	= 0.05
[OIII] 4959	120	115	v-r	= -0.10
[OIII] 5007	310	291		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	18	9		
H α 6563	571	286		
[NII] 6584	74	37		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	81	38		
[SII] 6731	85	40		

UCM0049-0006

S9419527

195#27P

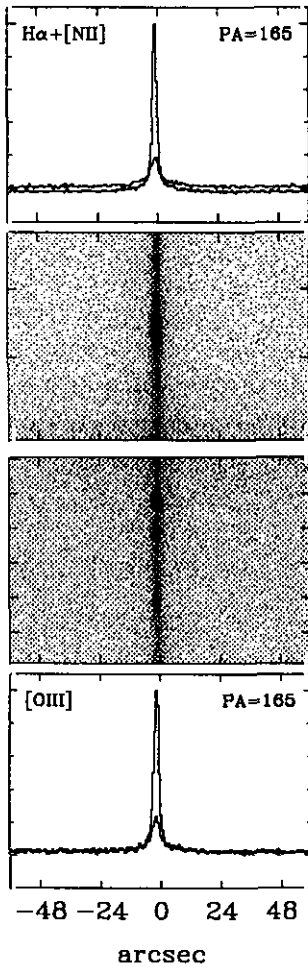
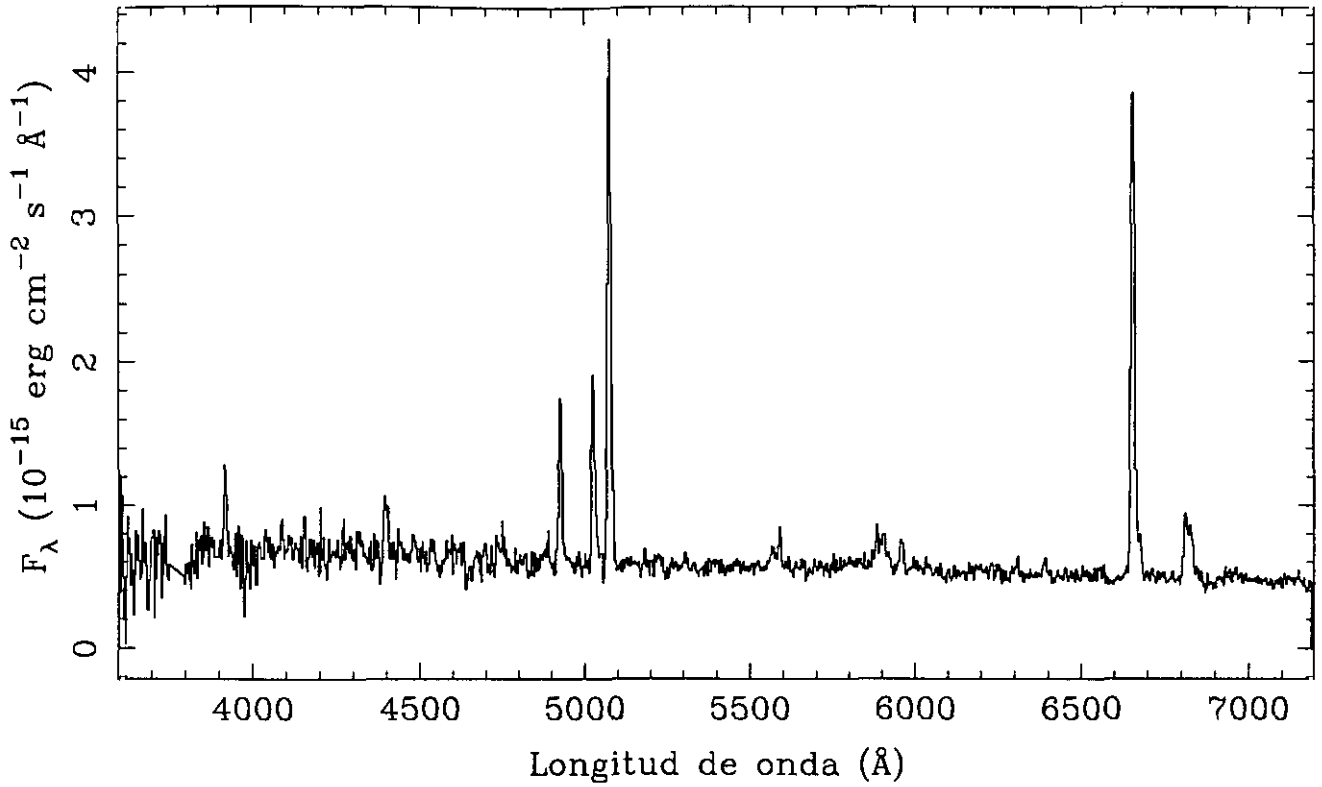


LINEA	F_{obs}	F_c	SS
[OII] 3727	74	74	$z = 0.0377$
[NeIII]3869	36	36	$EW_{H\alpha} = 349$
[NII] 3968	24	24	$EW_{H\beta} = 95$
H δ 4102	21	21	$E_{B-v} = 0.006$
H γ 4340	47	47	$C_{H\beta} = 0.01$
[OIII] 4363	11	11	$F_{H\beta} = 9.03E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha} = 2.60E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha} = 7.67E+07$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.36$
[OIII] 4959	168	168	$v-r = 0.20$
[OIII] 5007	480	480	
He I 5876	12	12	
[OI] 6300	3	3	
[NII] 6548	...	...
H α 6563	288	286	
[NII] 6584	4	4	
He I 6678	3	3	
[SII] 6716	12	12	
[SII] 6731	8	8	

UCM0049+0017

N9319503A

195#03A

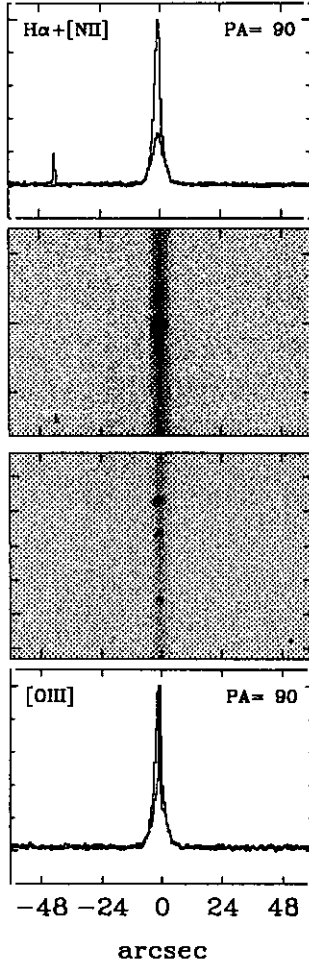
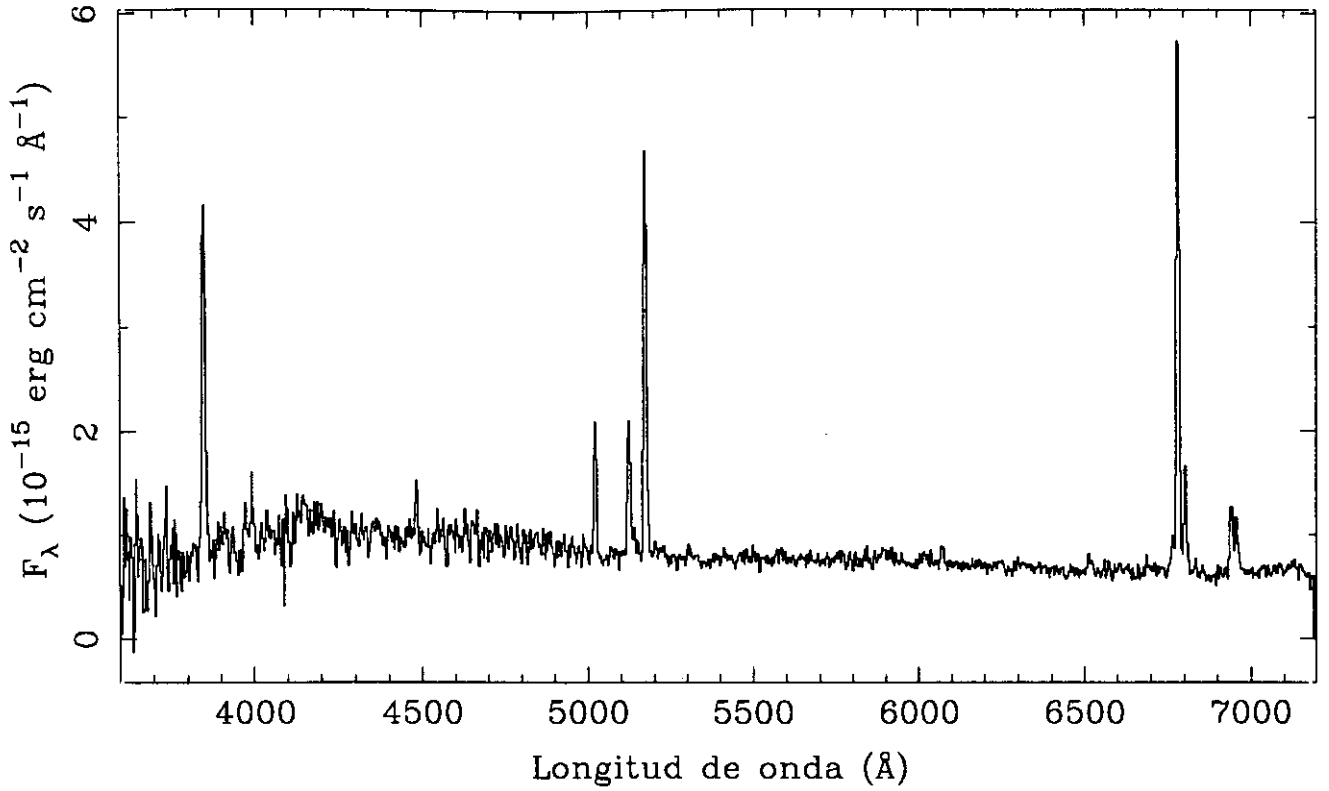


LINEA	F_{obs}	F_{c}	DIIIH	
[OII] 3727	524	574	z	= 0.0140
[NeIII]3869	47	51	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 340
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 23
H δ 4102	15	16	$E_{\text{B-v}}$	= 0.088
H γ 4340	39	41	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.13
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 1.36E-14
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 4.28E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 4.21E+07
H β 4861	100	100	b-v	= 0.04
[OIII] 4959	115	114	v-r	= 0.14
[OIII] 5007	324	321		
He I 5876	21	20		
[OI] 6300	10	9		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	315	286		
[NII] 6584	25	23		
He I 6678	3	3		
[SII] 6716	42	38		
[SII] 6731	39	35		

UCM0050+0005

N9319502A

195#02A

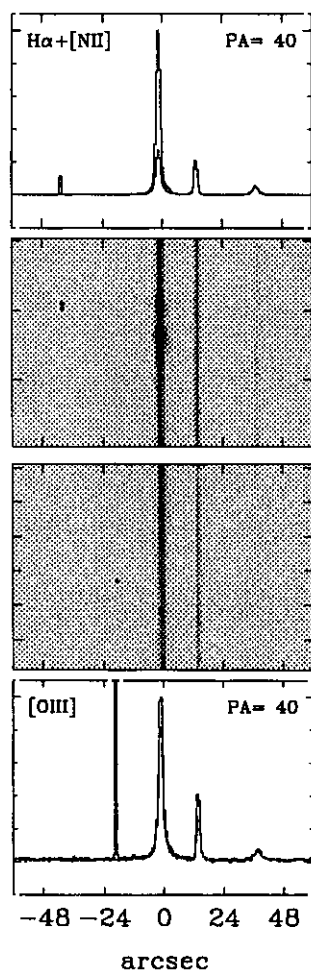
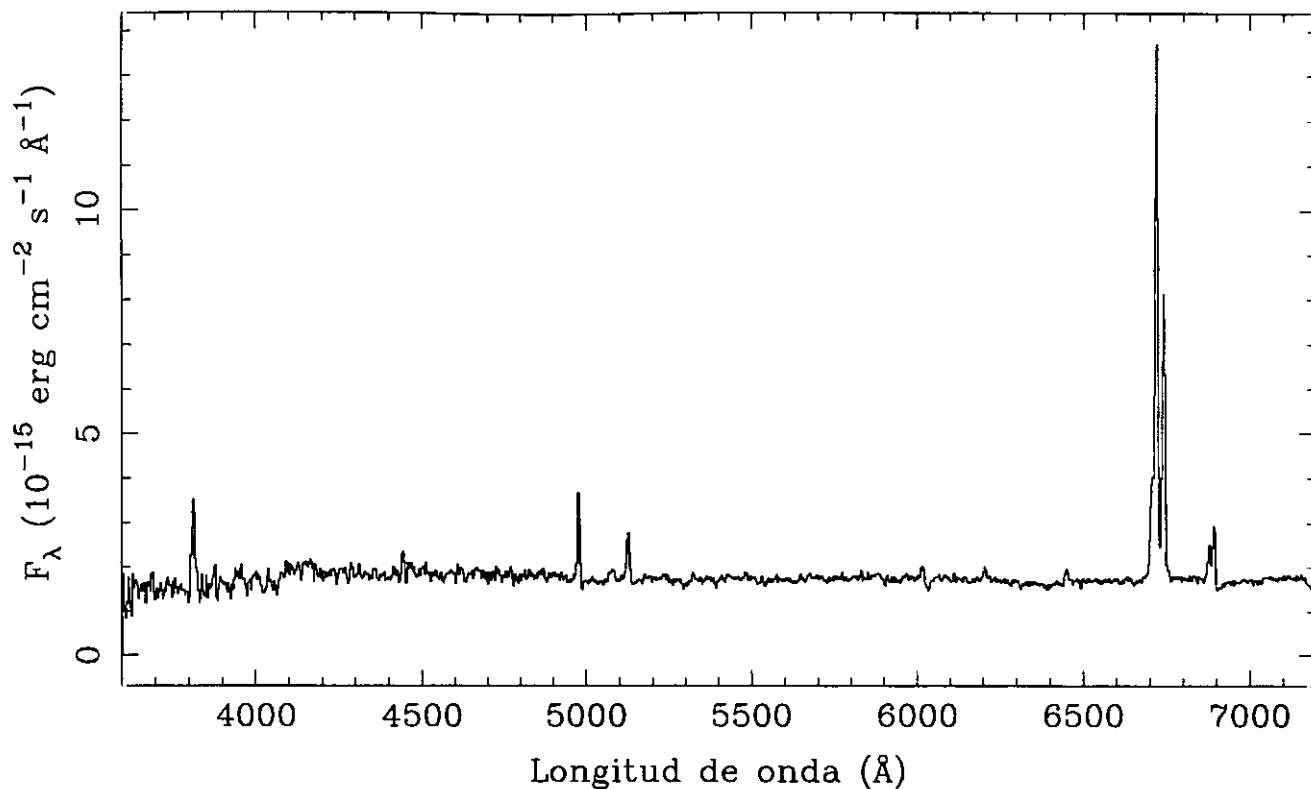


LINEA	F_{obs}	F_c	HHH
[OII] 3727	370	632	$z = 0.0346$
[NeIII]3869	72	114	$EW_{H\alpha} = 110$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta} = 13$
H δ 4102	...	...	$E_{B-v} = 0.519$
H γ 4340	40	50	$C_{H\beta} = 0.74$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta} = 1.09E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha} = 5.50E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha} = 2.06E+08$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.17$
[OIII] 4959	120	116	$v-r = 0.20$
[OIII] 5007	365	347	
He I 5876	19	13	
[OI] 6300	17	10	
[NII] 6548	35	20	
H α 6563	505	286	
[NII] 6584	99	56	
He I 6678	4	2	
[SII] 6716	4	2	
[SII] 6731	60	32	

UCM0050+2114

N9319817A

198#17A

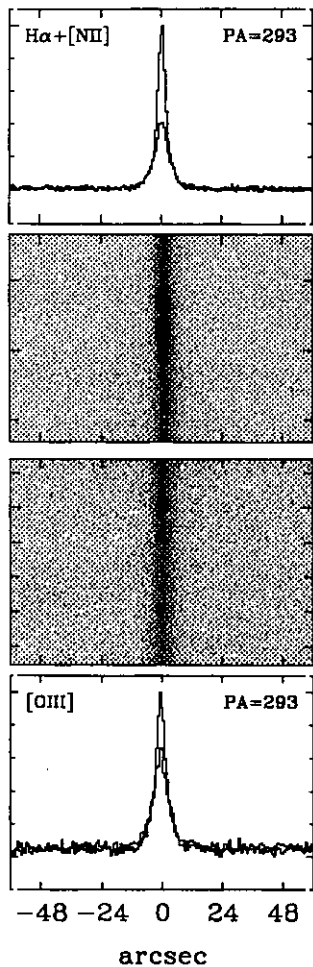
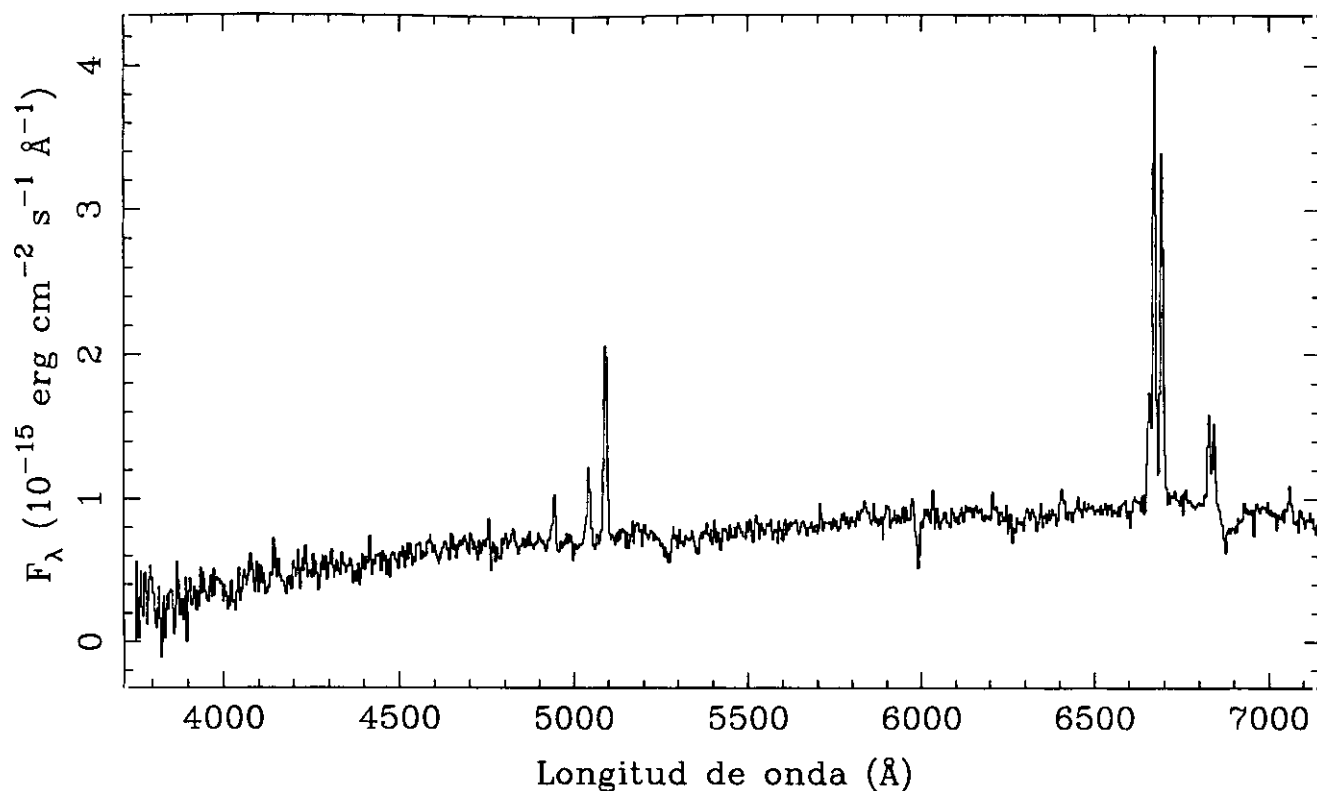


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	151	349	z	$= 0.0245$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 111$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 11$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.813$
H γ 4340	24	34	$C_{H\beta}$	$= 1.15$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 1.78E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.24E-13$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 2.76E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.09$
[OIII] 4959	25	24	$v-r$	$= 0.30$
[OIII] 5007	63	58		
He I 5876	15	9		
[OI] 6300	1	...		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	697	286		
[NII] 6584	363	147		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	40	15		
[SII] 6731	63	24		

UCM0051+2430

J9419821

198#21E

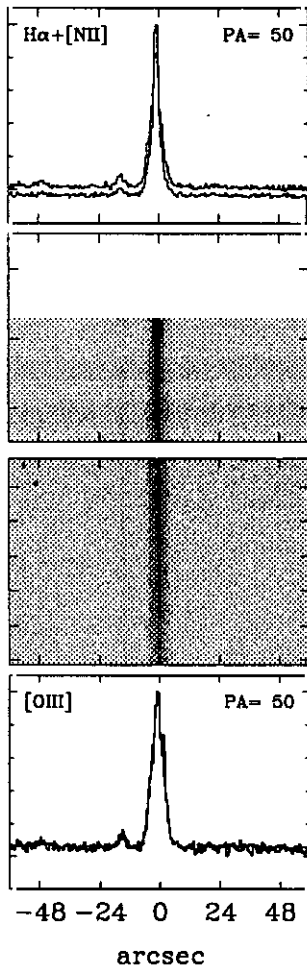
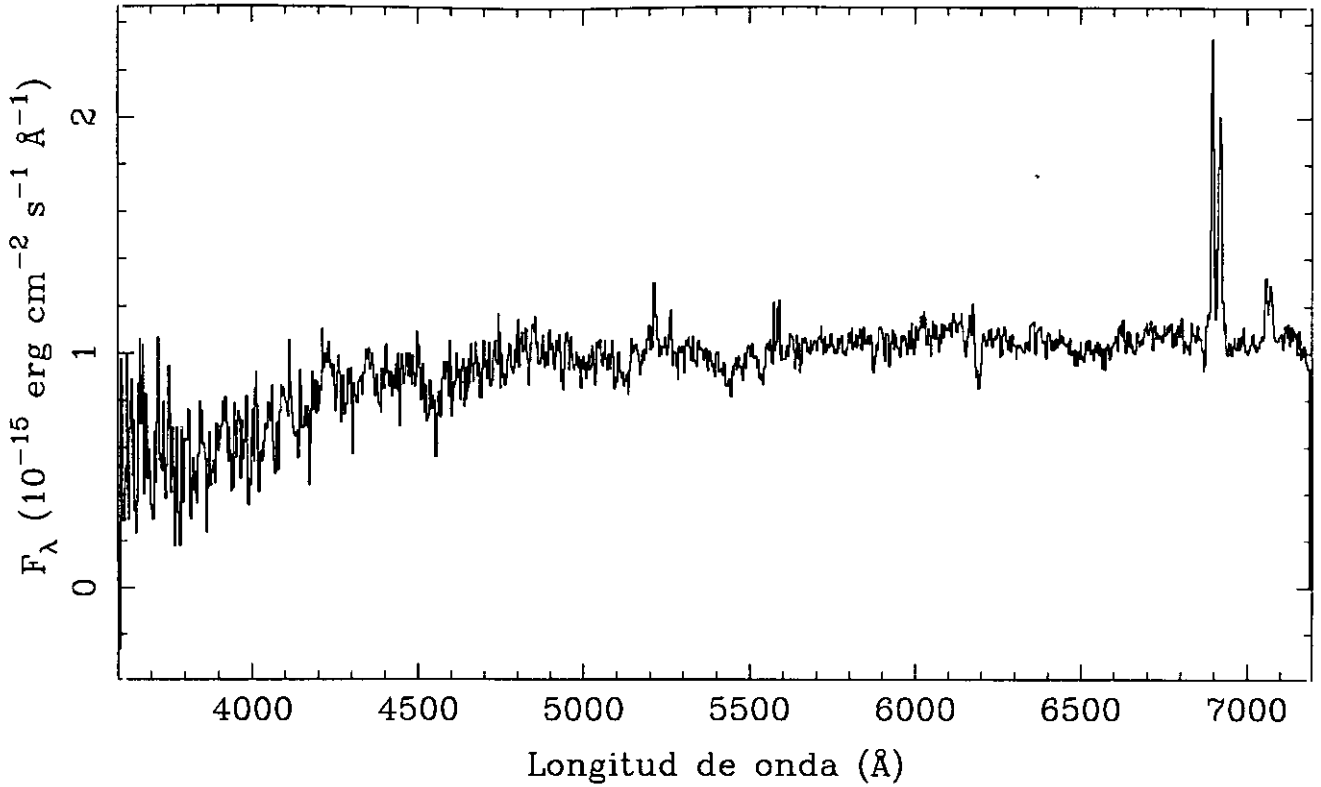


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0173$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 67$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 5$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 1.040$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= 1.48$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 3.29E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 2.94E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.45E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.62$
[OIII] 4959	184	172	$v-r$	$= 0.59$
[OIII] 5007	498	450		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	222	72		
H α 6563	894	286		
[NII] 6584	757	238		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	139	39		
[SII] 6731	138	39		

UCM0054-0133

N9319516A

195#16A

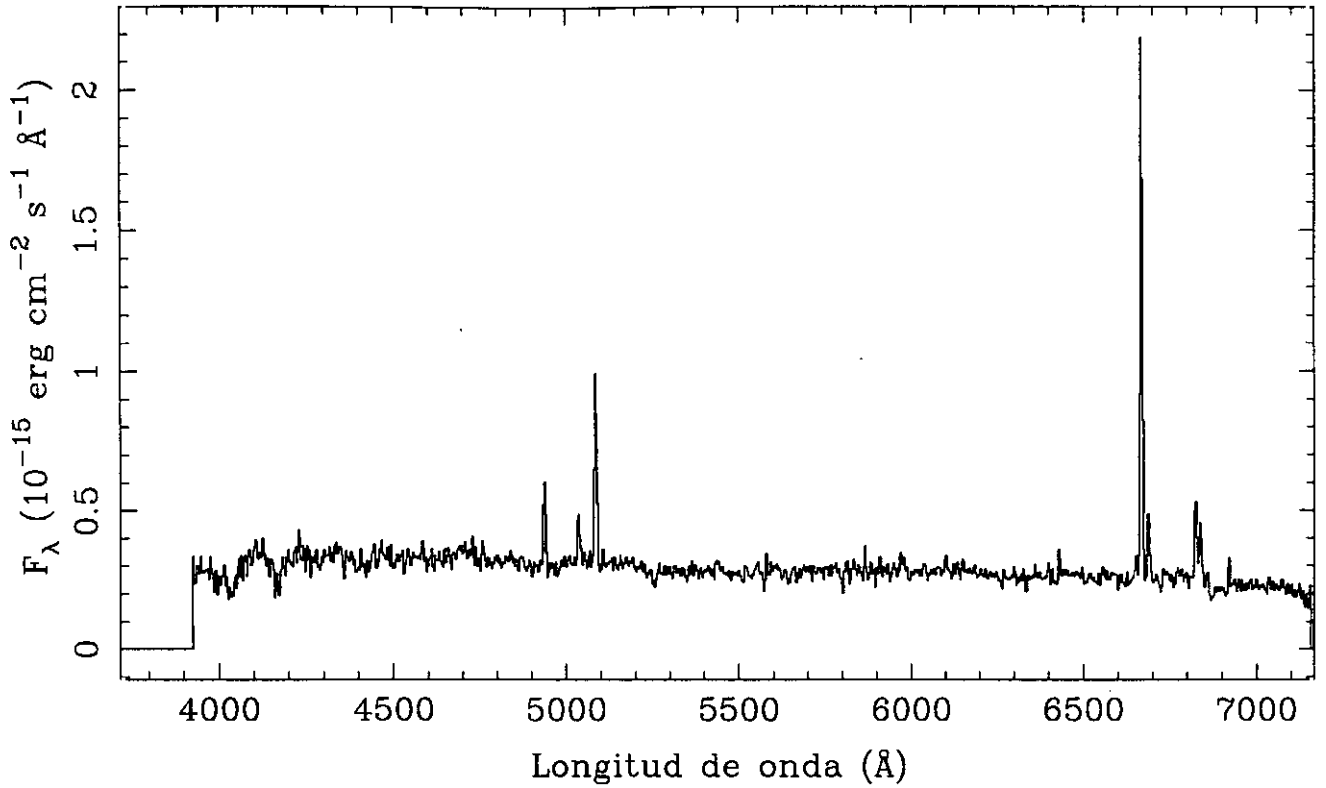


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0512
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 22
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= ...
He II 4686	...	...
H β 4861	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4959	...	...
[OIII] 5007	15	...	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 1.19E-14
[NII] 6548	...	...
H α 6563	100	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 3.03E+08
[NII] 6584	93	...		
He I 6678	...	...	b-v	= 0.43
[SII] 6716	22	...		
[SII] 6731	21	...	v-r	= 0.33

UCM0054+2337

S9419823

198#23P

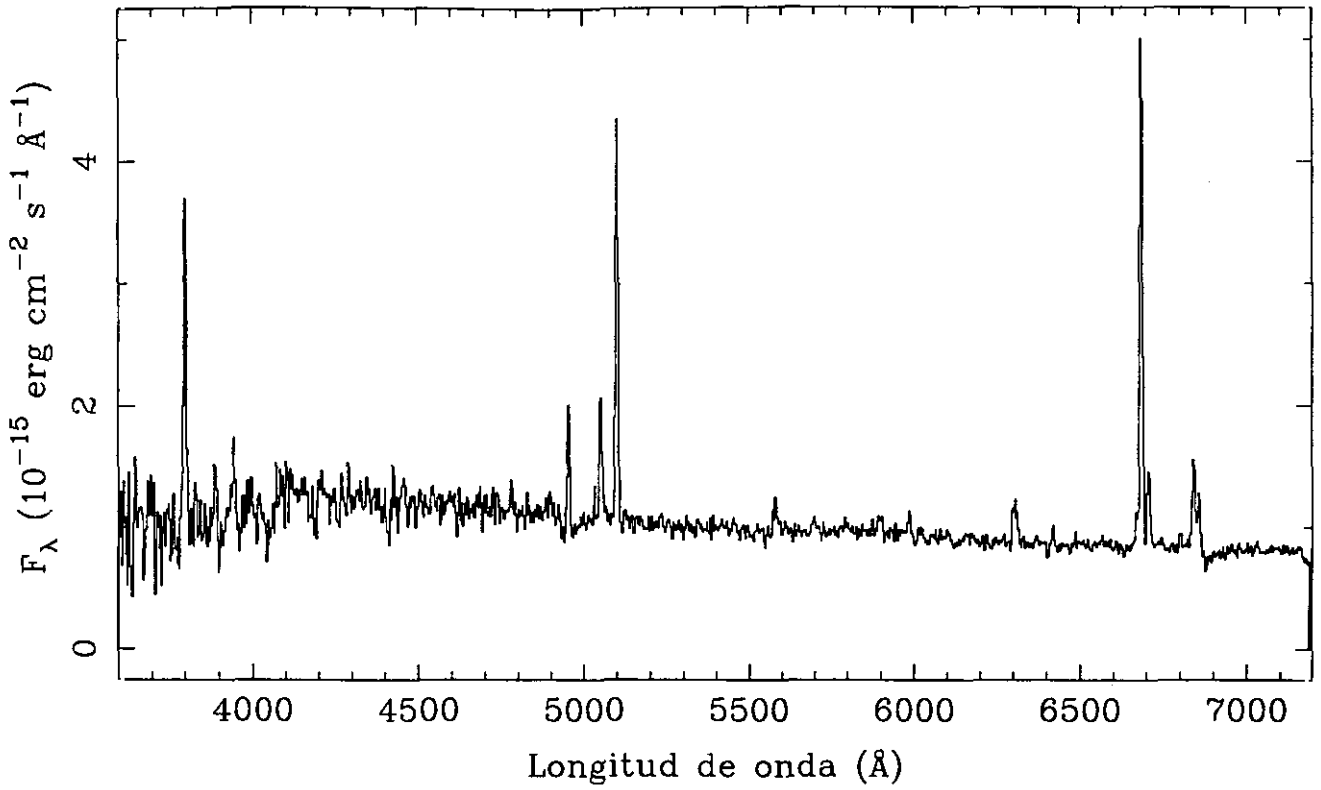


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0164$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 71$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 9$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.667$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= 0.95$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 2.44E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.45E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.38E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.09$
[OIII] 4959	61	58	$v-r$	$= 0.10$
[OIII] 5007	223	209		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	26	13		
H α 6563	594	286		
[NII] 6584	87	41		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	94	42		
[SII] 6731	72	32		

UCM0056+0043

N9319501A

195#01A

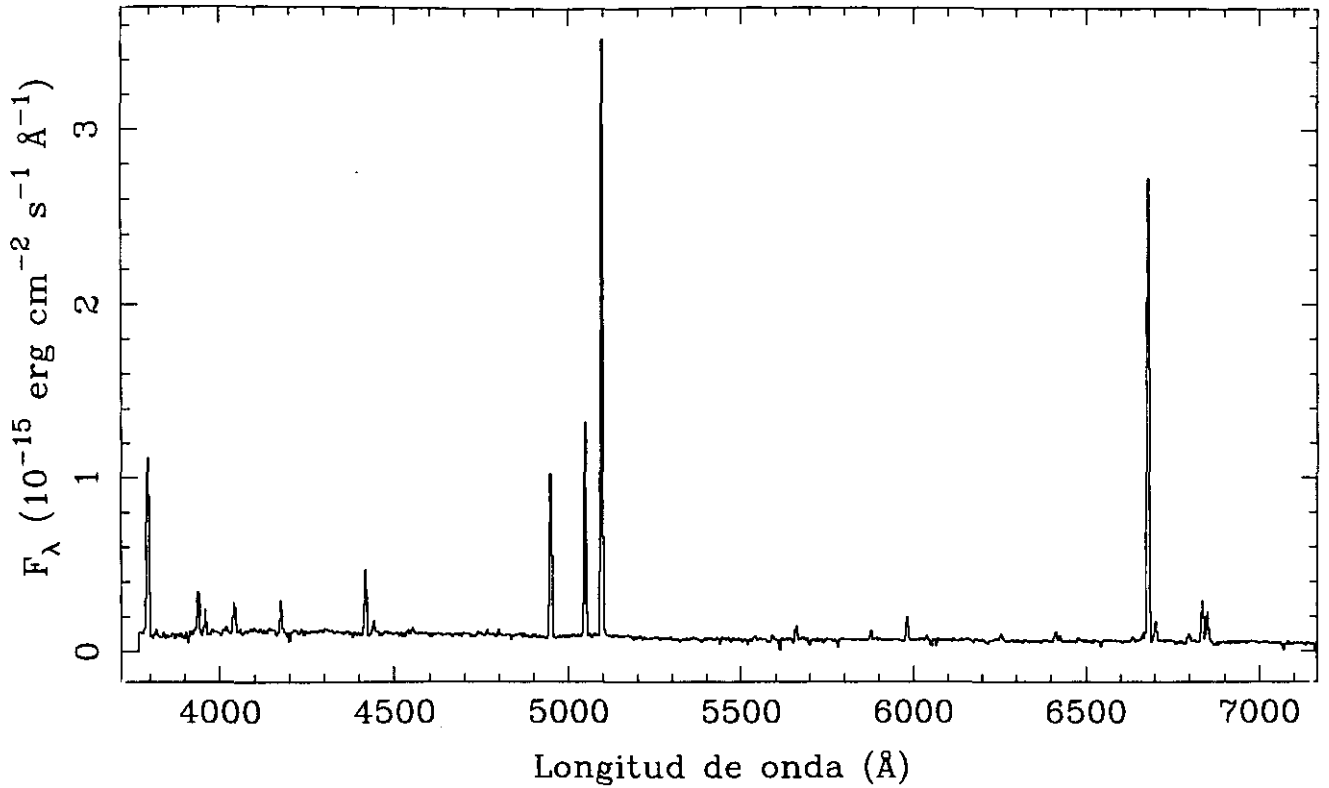


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIIH	
[OII] 3727	303	426	z	= 0.0189
[NeIII]3869	83	111	$EW_{H\alpha}$	= 61
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 21
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.331
H γ 4340	27	31	$C_{H\beta}$	= 0.47
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.00E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 4.11E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.59E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= -0.01
[OIII] 4959	99	97	$v-r$	= 0.08
[OIII] 5007	288	279		
He I 5876	16	13		
[OI] 6300	14	10		
[NII] 6548	23	16		
H α 6563	411	286		
[NII] 6584	69	48		
He I 6678	11	7		
[SII] 6716	72	48		
[SII] 6731	41	27		

UCM0056+0044

S9419533

195#33P

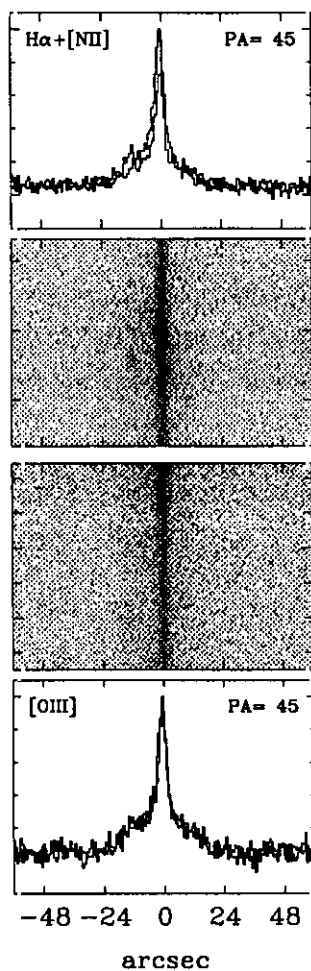
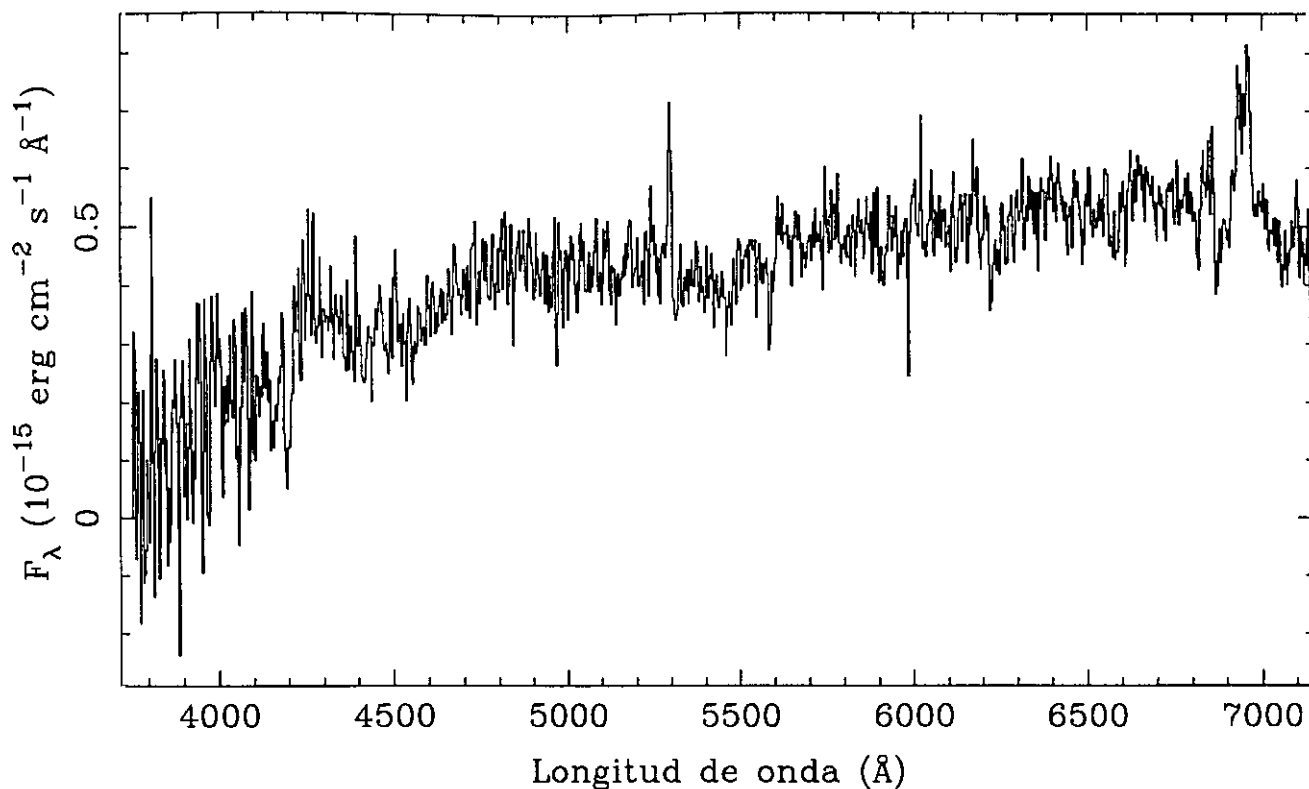


LINEA	F_{obs}	F_c	DIIIH	
[OII] 3727	132	143	z	= 0.0183
[NeIII]3869	28	30	$EW_{H\alpha}$	= 420
[NII] 3968	20	21	$EW_{H\beta}$	= 82
H δ 4102	17	18	E_{B-v}	= 0.079
H γ 4340	35	36	$C_{H\beta}$	= 0.11
[OIII] 4363	8	8	$F_{H\beta}$	= 6.86E-15
He I 4471	4	4	$F_{H\alpha}$	= 2.14E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 7.61E+07
H β 4861	100	100	b-v	= -0.32
[OIII] 4959	132	131	v-r	= -0.04
[OIII] 5007	397	394		
He I 5876	15	14		
[OI] 6300	7	7		
[NII] 6548	4	4		
H α 6563	312	286		
[NII] 6584	14	13		
He I 6678	5	5		
[SII] 6716	26	24		
[SII] 6731	20	18		

UCM0119+2156

J9420801

208#01E

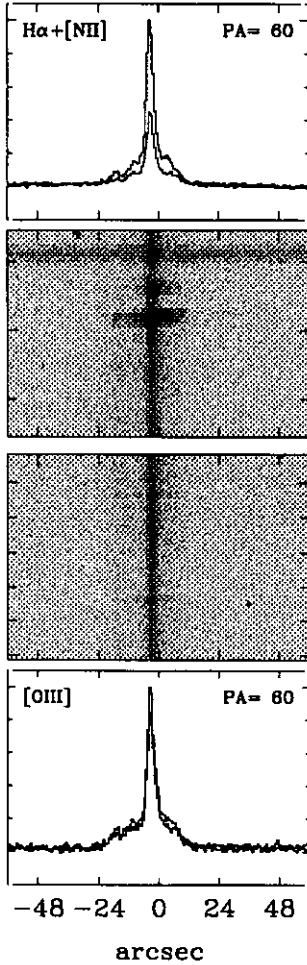
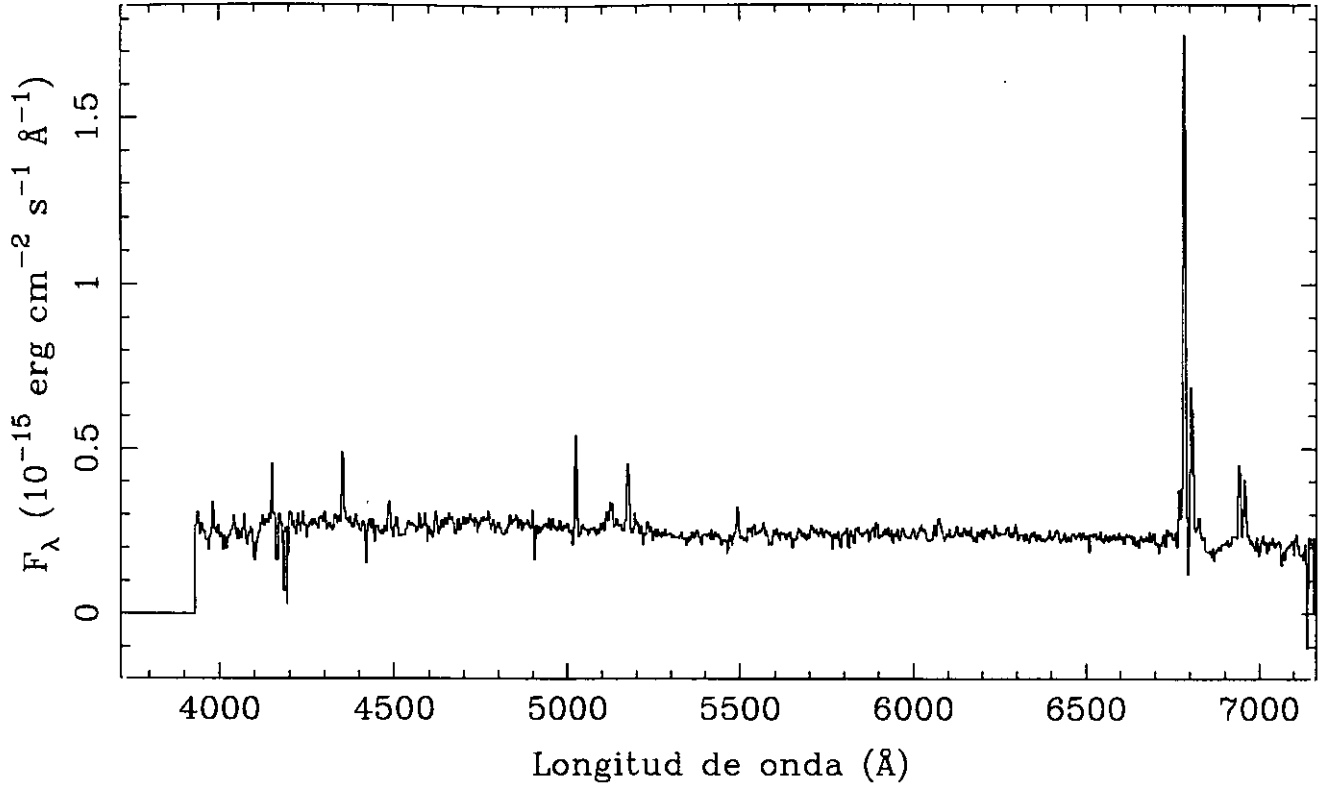


LINEA	F_{obs}	F_{c}	Sy 2	
[OII] 3727	z	= 0.0583
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 16
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.28E-15
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.21E+08
H β 4861	$b-v$	= 0.87
[OIII] 4959	$v-r$	= 0.55
[OIII] 5007	99	...		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	163	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0121+2137

S9420802

208#02P

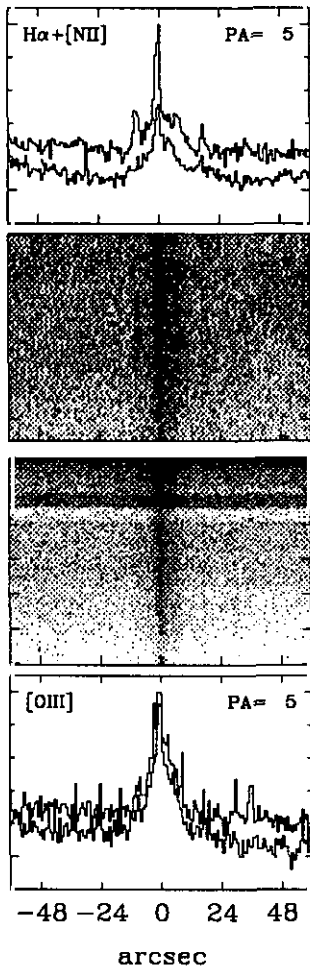
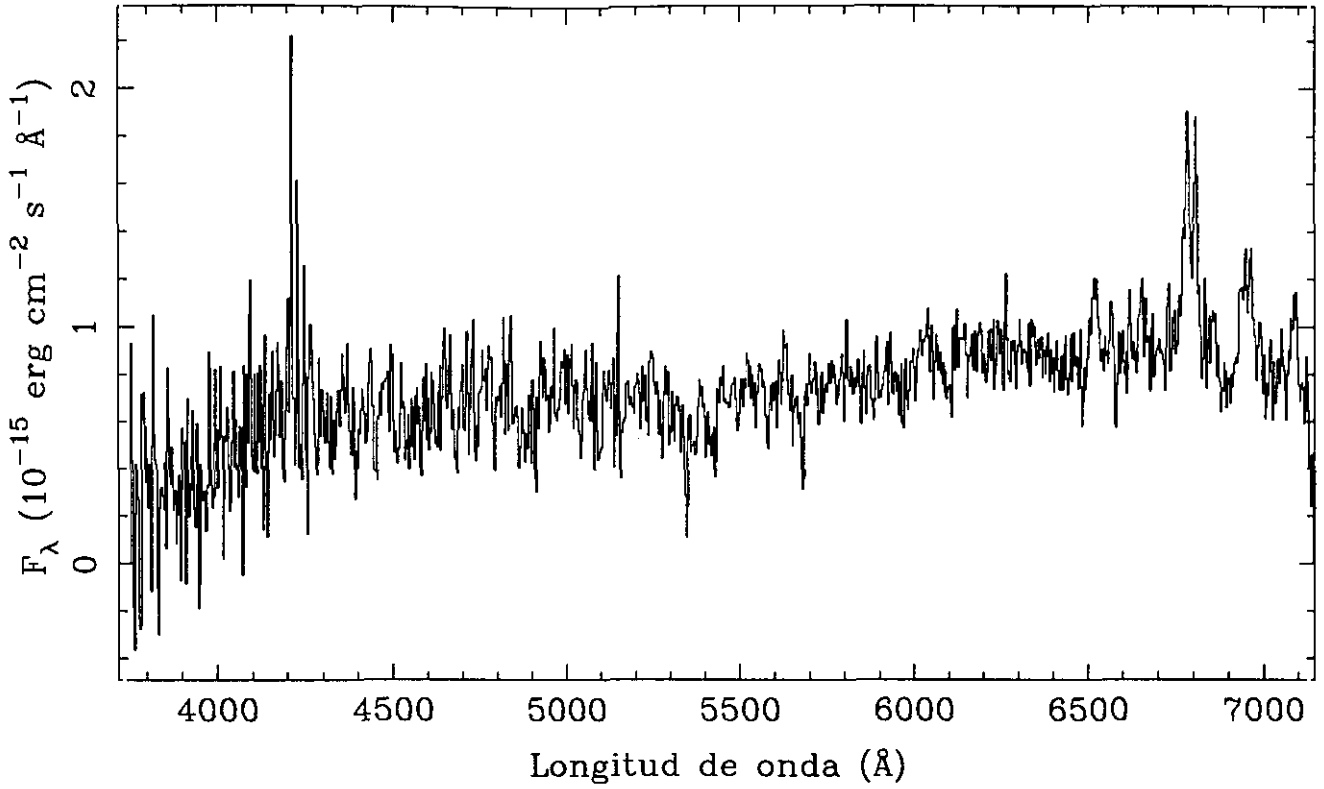


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0345$
[NeII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 87$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 9$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	$= 0.703$
H γ 4340	37	50	$C_{\text{H}\beta}$	$= 1.00$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 2.20\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.36\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 2.20\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.12$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.26$
[OIII] 5007	85	79		
He I 5876	26	16		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	51	24		
H α 6563	618	286		
[NII] 6584	179	82		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	85	36		
[SII] 6731	55	23		

UCM0129+2109

J9420812

208#12E

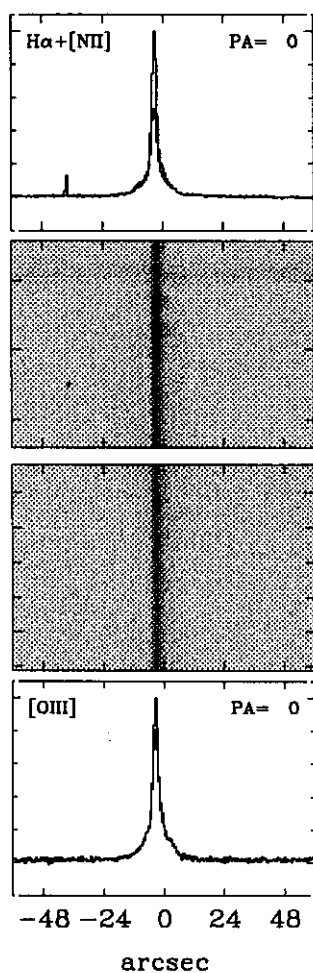
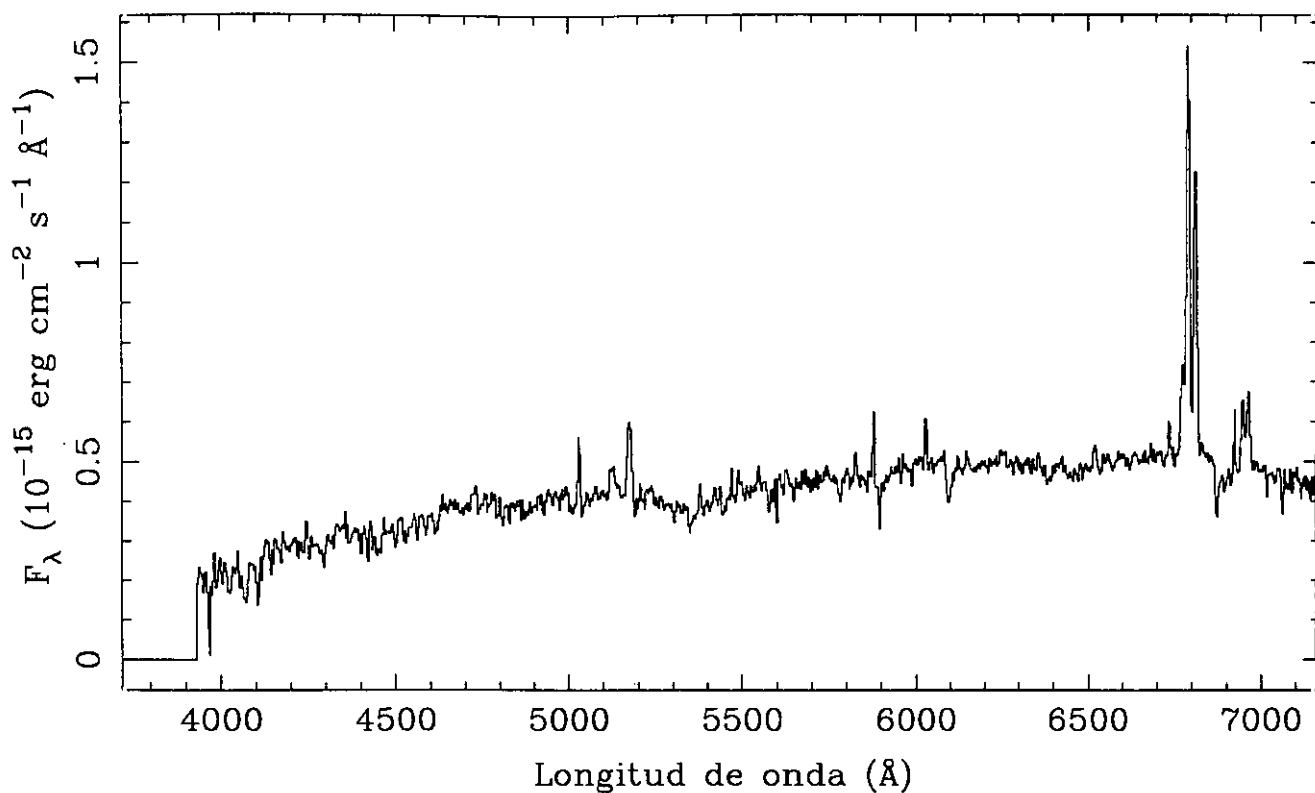


LINEA	F_{obs}	F_c	LINER	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0344$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 32$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= \dots$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.59E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 3.75E+08$
H β 4861	...	...	$b-v$	$= -0.01$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.71$
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	77	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	26	...		
[SII] 6731	29	...		

UCM0134+2258

S9420806B

208#06P

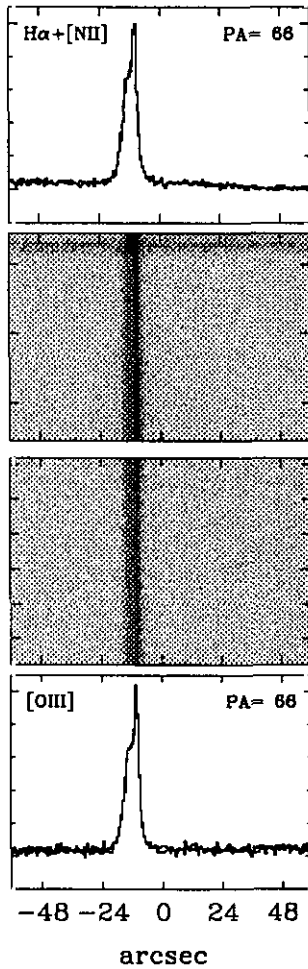
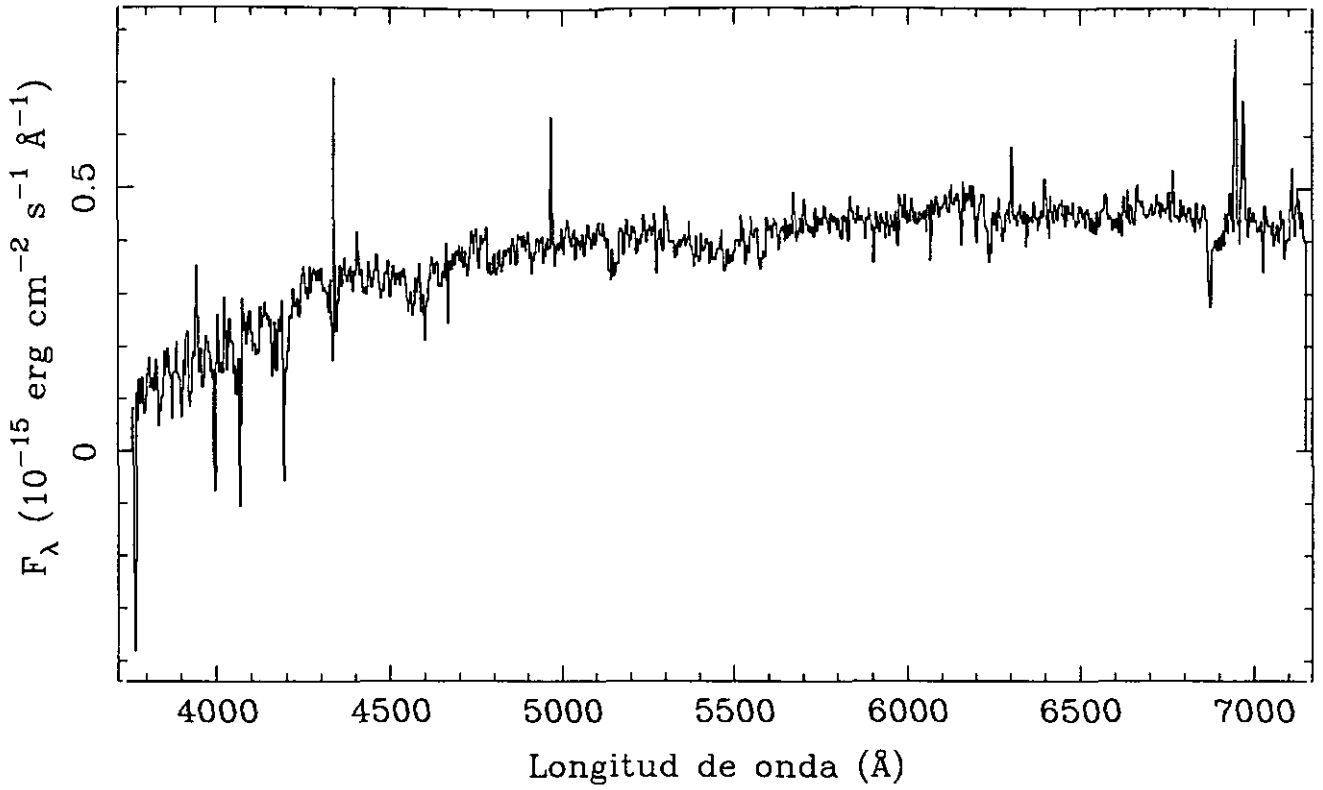


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0353$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 43$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 4$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.892$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= 1.27$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 1.54E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.17E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 6.92E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.53$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.59$
[OIII] 5007	186	170		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	44	19		
[NII] 6548	158	60		
H α 6563	760	286		
[NII] 6584	496	184		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	102	35		
[SII] 6731	114	39		

UCM0138+2216

S9420604

206#04P

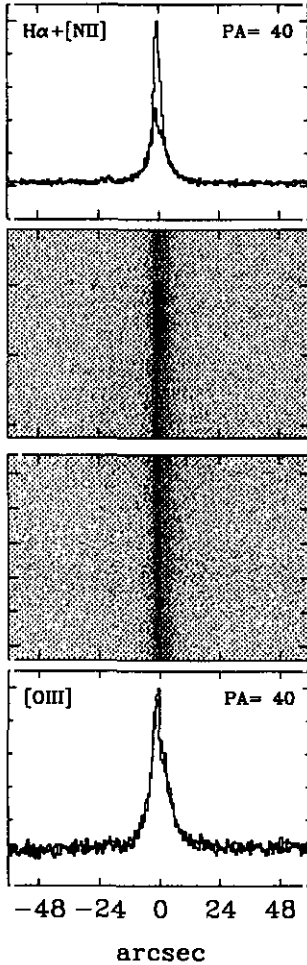
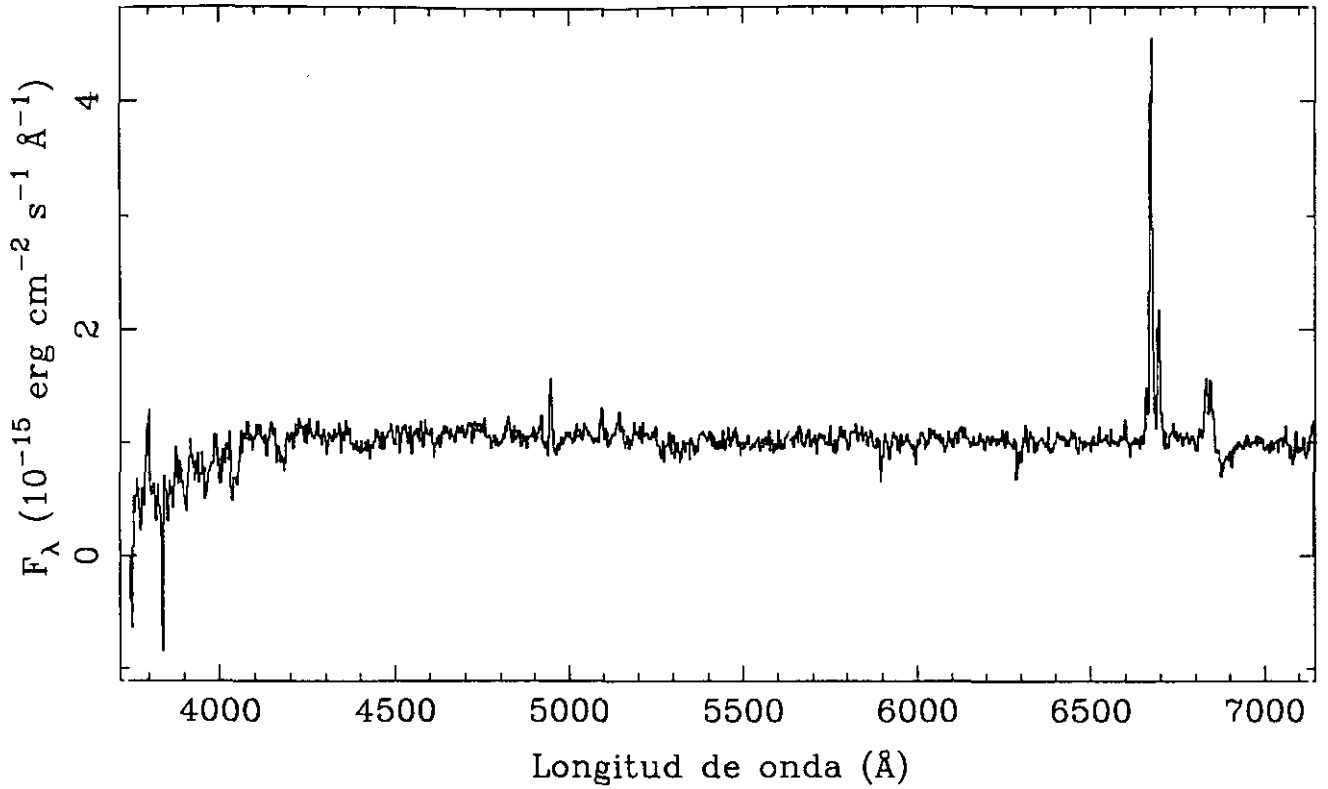


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	423	1295	z	= 0.0591
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 15
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 1
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 1.086
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.54
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 3.33E-16
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.13E-15
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= ...
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.84
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.43
[OIII] 5007	215	193		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	171	53		
H α 6563	940	286		
[NII] 6584	799	239		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	273	73		
[SII] 6731	218	59		

UCM0141+2220

J9420105

201#05E

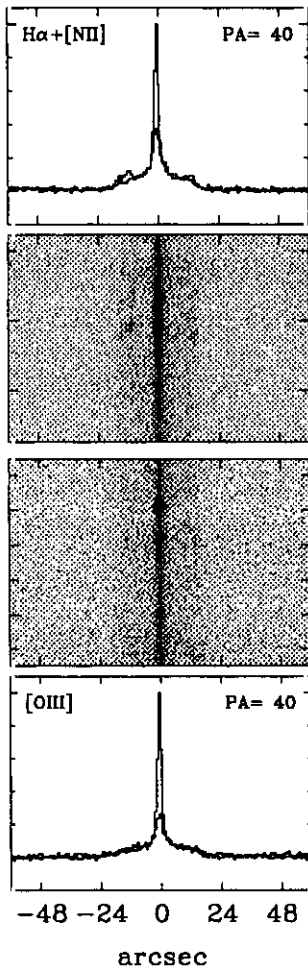
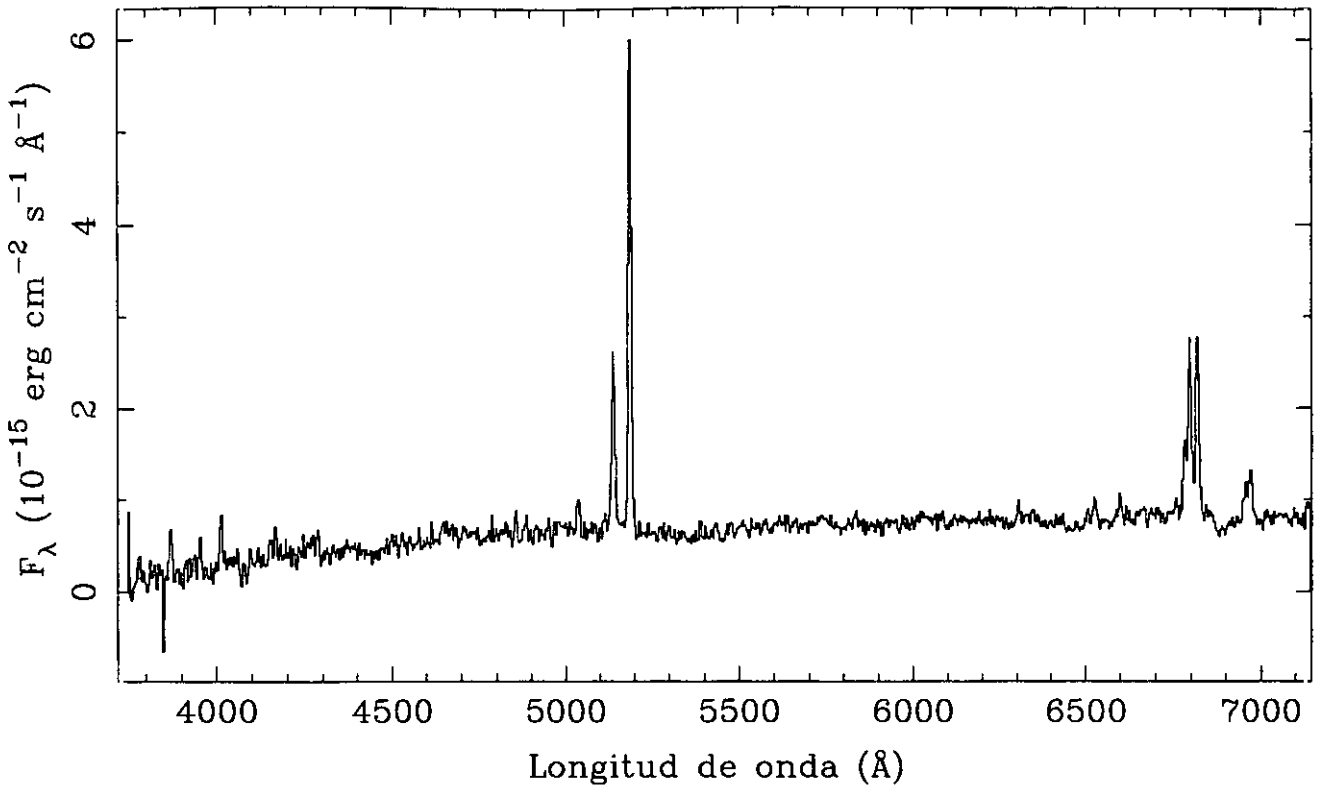


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	186	400	z	= 0.0174
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 48
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 6
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.742
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.05
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.29E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.41E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.53E+07
H β 4861	100	100	b-v	= 0.17
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.33
[OIII] 5007	57	53		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	61	27		
H α 6563	645	286		
[NII] 6584	202	88		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	108	44		
[SII] 6731	107	44		

UCM0142+2137

J9420107B

201#07E

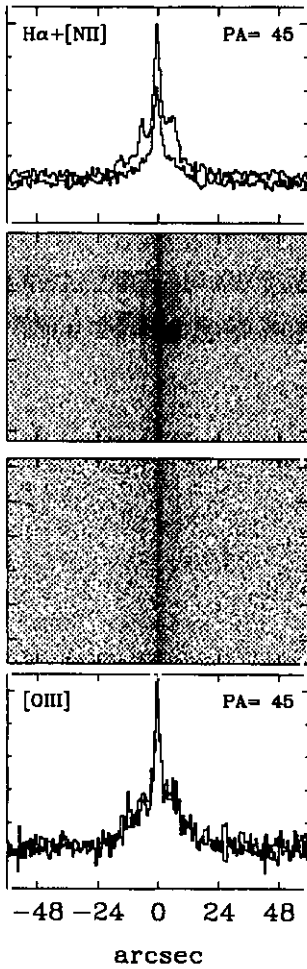
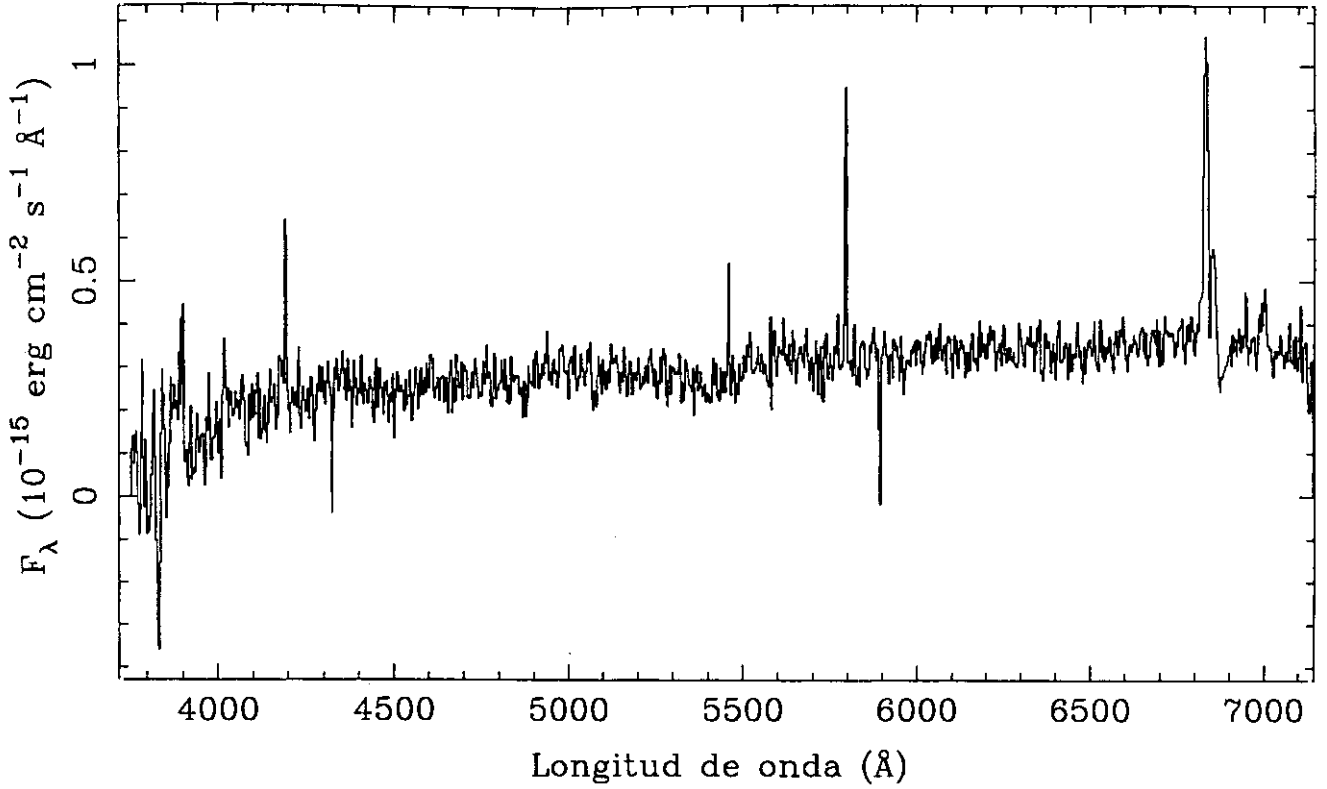


LINEA	F_{obs}	F_{c}	Sy 2
[OII] 3727	125	217	$z = 0.0362$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 61$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 6$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}} = 0.537$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta} = 0.76$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 4.12\text{E-}15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 2.12\text{E-}14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 5.37\text{E+}08$
H β 4861	100	100	$b-v = 0.61$
[OIII] 4959	592	572	$v-r = 0.70$
[OIII] 5007	1481	1405	
He I 5876	35	24	
[OI] 6300	72	44	
[NII] 6548	210	117	
H α 6563	515	286	
[NII] 6584	524	288	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	111	58	
[SII] 6731	153	80	

UCM0145+2519

J9420628

206#28E

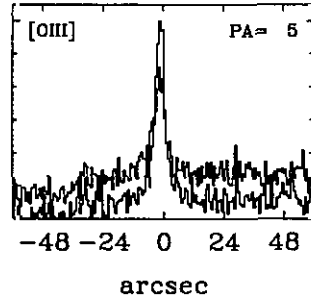
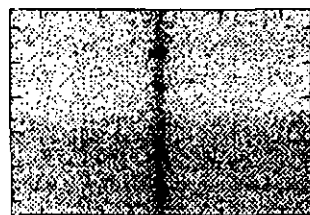
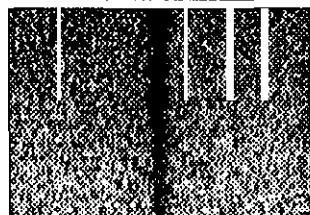
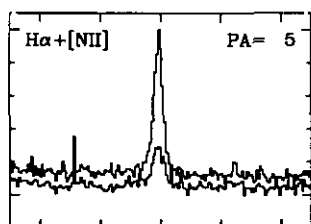
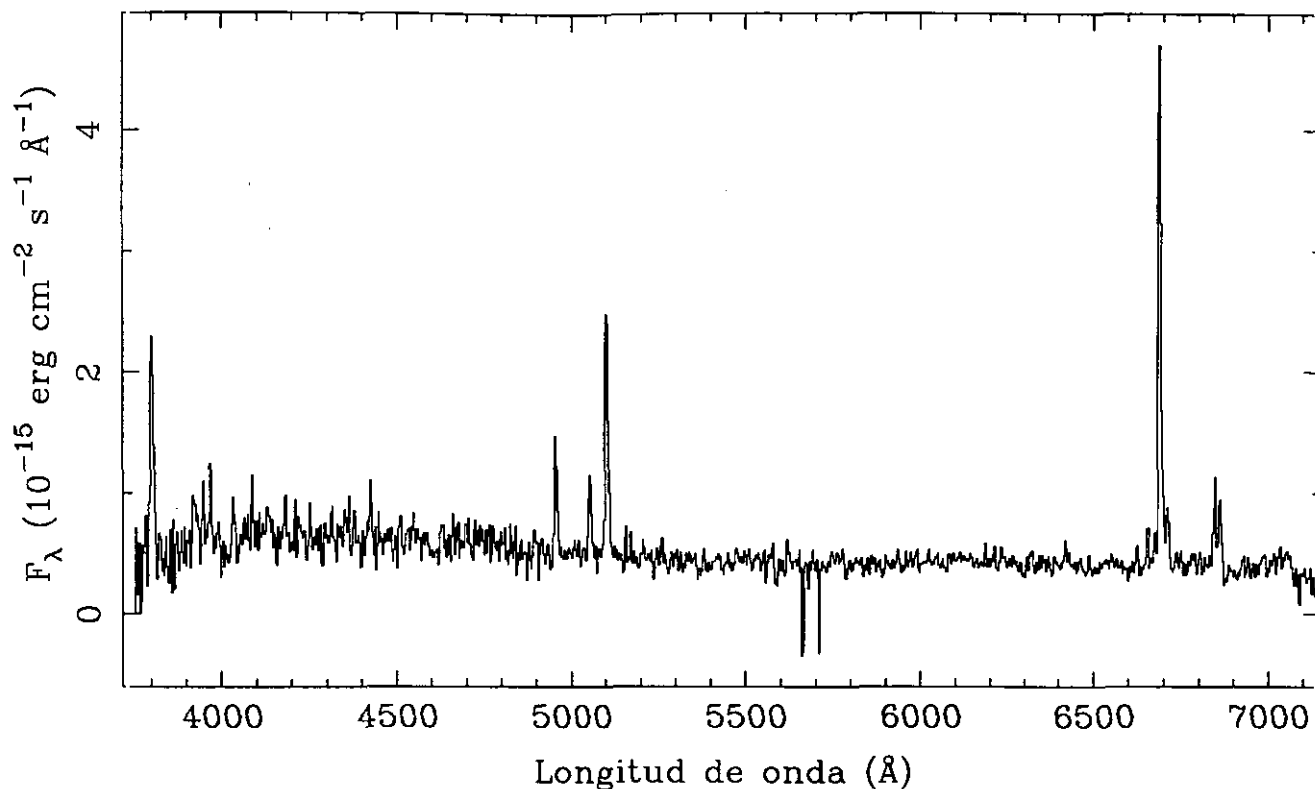


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0414
[NeIII]3869	EW _{Hα}	= 38
[NII] 3968	EW _{Hβ}	= 4
H δ 4102	E _{B-v}	= 1.033
H γ 4340	C _{Hβ}	= 1.47
[OIII] 4363	F _{Hβ}	= 1.09E-15
He I 4471	F _{Hα}	= 9.67E-15
He II 4686	L _{Hα}	= 2.60E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.30
[OIII] 4959	v-r	= 0.58
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	887	286		
[NII] 6584	317	100		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM0147+2309

J9420610

206#10E

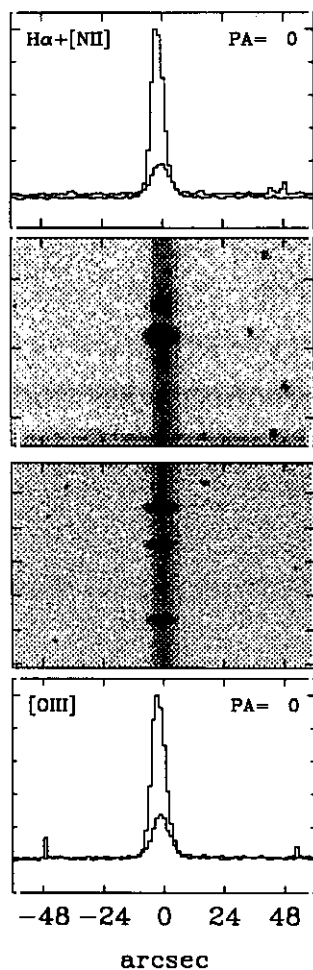
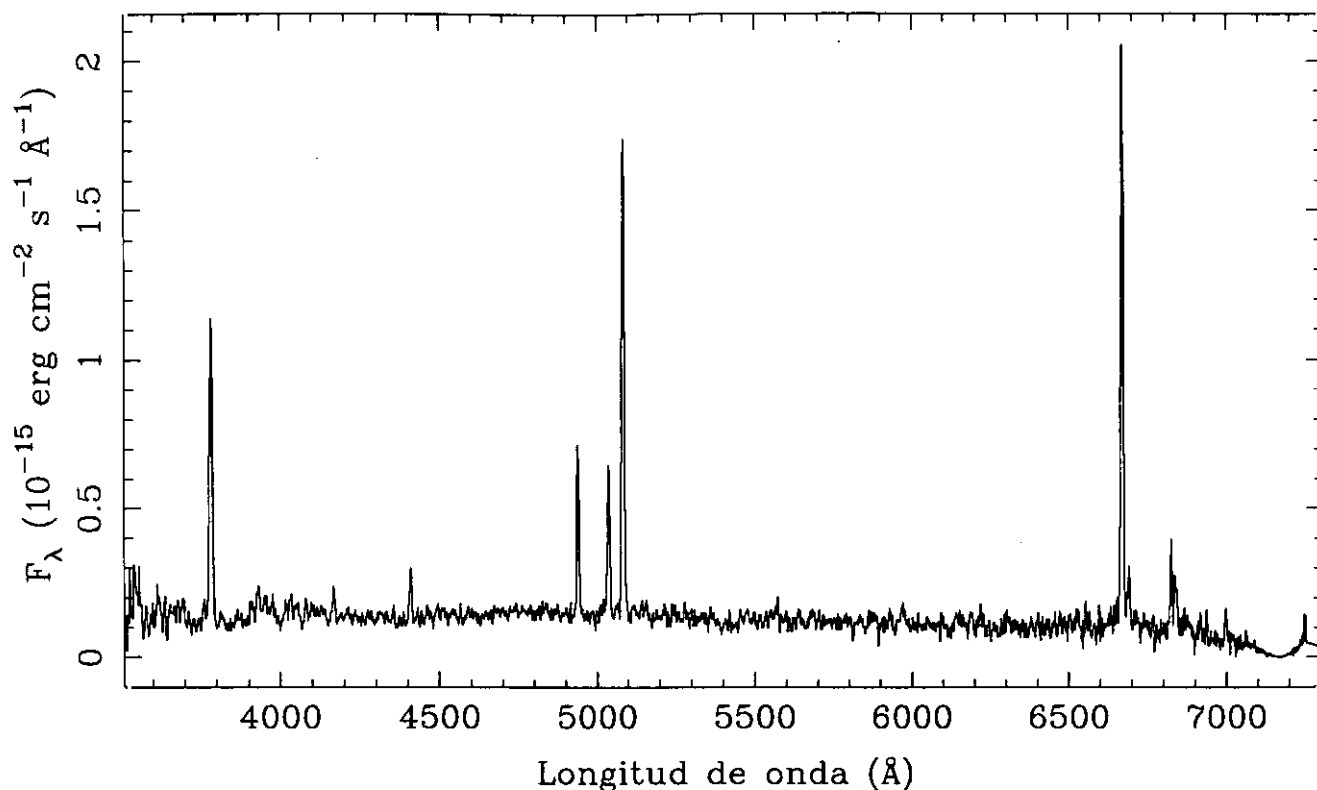


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	254	419	z	$= 0.0194$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 132$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 20$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.486$
H γ 4340	50	62	$C_{H\beta}$	$= 0.69$
[OIII] 4363	17	21	$F_{H\beta}$	$= 9.65E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 4.70E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 6.45E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= -0.18$
[OIII] 4959	70	68	$v-r$	$= 0.25$
[OIII] 5007	228	215		
He I 5876	13	9		
[OI] 6300	18	11		
[NII] 6548	17	10		
H α 6563	487	286		
[NII] 6584	53	31		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	68	38		
[SII] 6731	61	34		

UCM0148+2124

E8820606

206#06

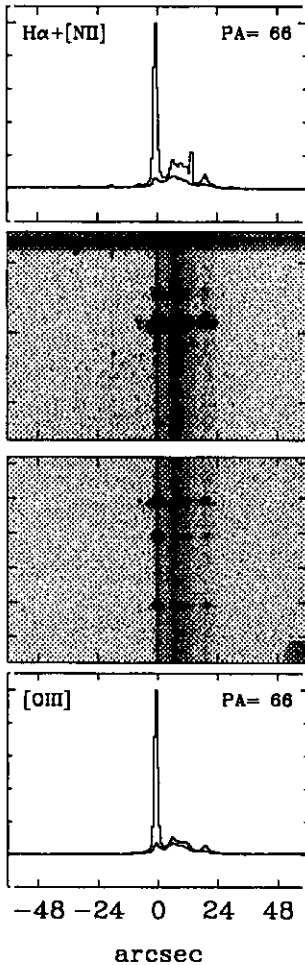
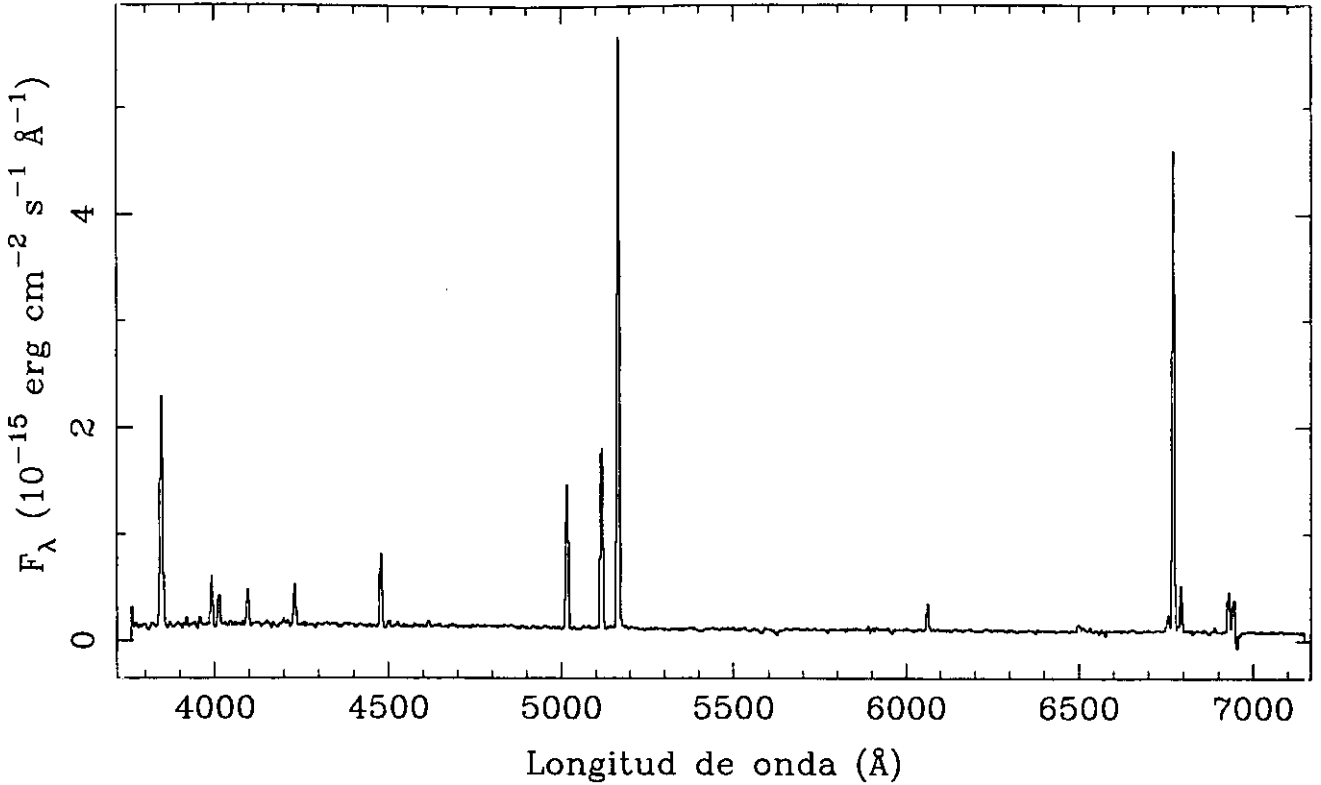


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SS
[OII] 3727	30	36	$z = 0.0169$
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 150$
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 35$
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-v}} = 0.174$
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta} = 0.25$
[OIII] 4959	93	92	
[OIII] 5007	280	275	$F_{\text{H}\beta} = 3.64\text{E-}14$
He I 5876	14	12	
[OI] 6300	7	6	$F_{\text{H}\alpha} = 1.26\text{E-}13$
[NII] 6548	10	8	
H α 6563	346	286	$L_{\text{H}\alpha} = 3.70\text{E+}07$
[NII] 6584	34	28	
He I 6678	...	...	$b-v = 0.16$
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...	$v-r = -0.54$

UCM0150+2032

S9420612A

206#12P

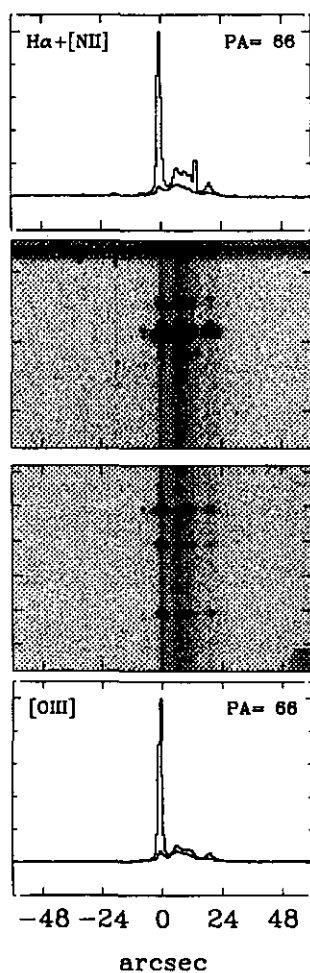
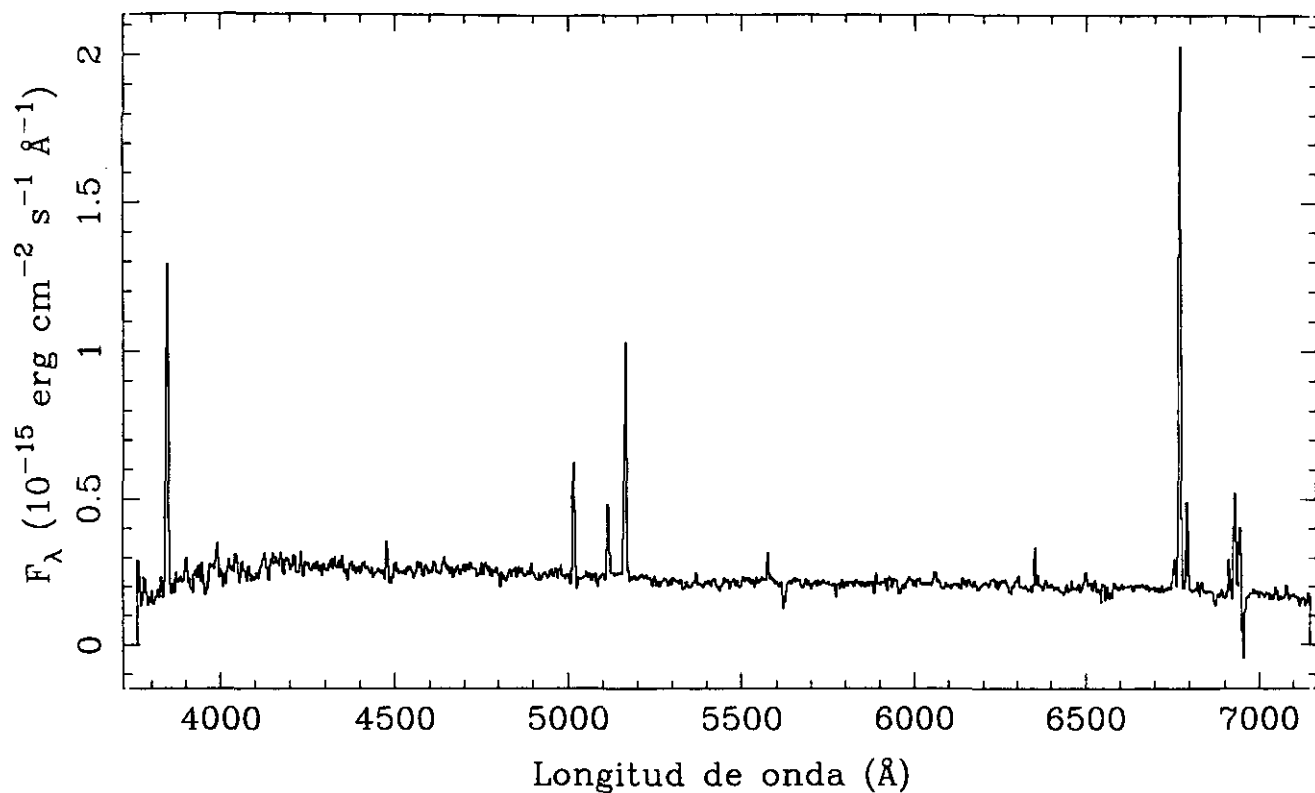


LINEA	F_{obs}	F_c	HHH
[OII] 3727	173	189	$z = 0.0323$
[NeIII]3869	31	33	$EW_{\text{H}\alpha} = 400$
[NII] 3968	23	25	$EW_{\text{H}\beta} = 89$
H δ 4102	26	27	$E_{\text{B}-\text{V}} = 0.085$
H γ 4340	47	49	$C_{\text{H}\beta} = 0.12$
[OIII] 4363	3	3	$F_{\text{H}\beta} = 1.09\text{E}-14$
He I 4471	3	3	$F_{\text{H}\alpha} = 3.42\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 3.02\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.32$
[OIII] 4959	134	133	$v-r = -0.17$
[OIII] 5007	387	384	
He I 5876	16	15	
[OI] 6300	5	5	
[NII] 6548	9	8	
H α 6563	314	286	
[NII] 6584	30	27	
He I 6678	3	3	
[SII] 6716	28	25	
[SII] 6731	23	21	

UCM0150+2032

S9420612B

206#12Q

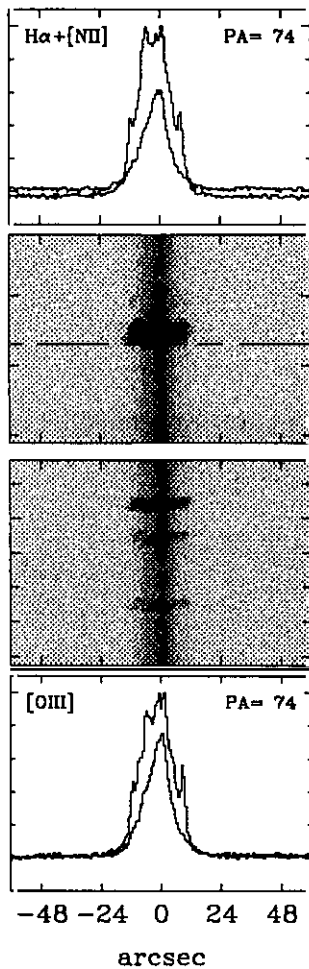
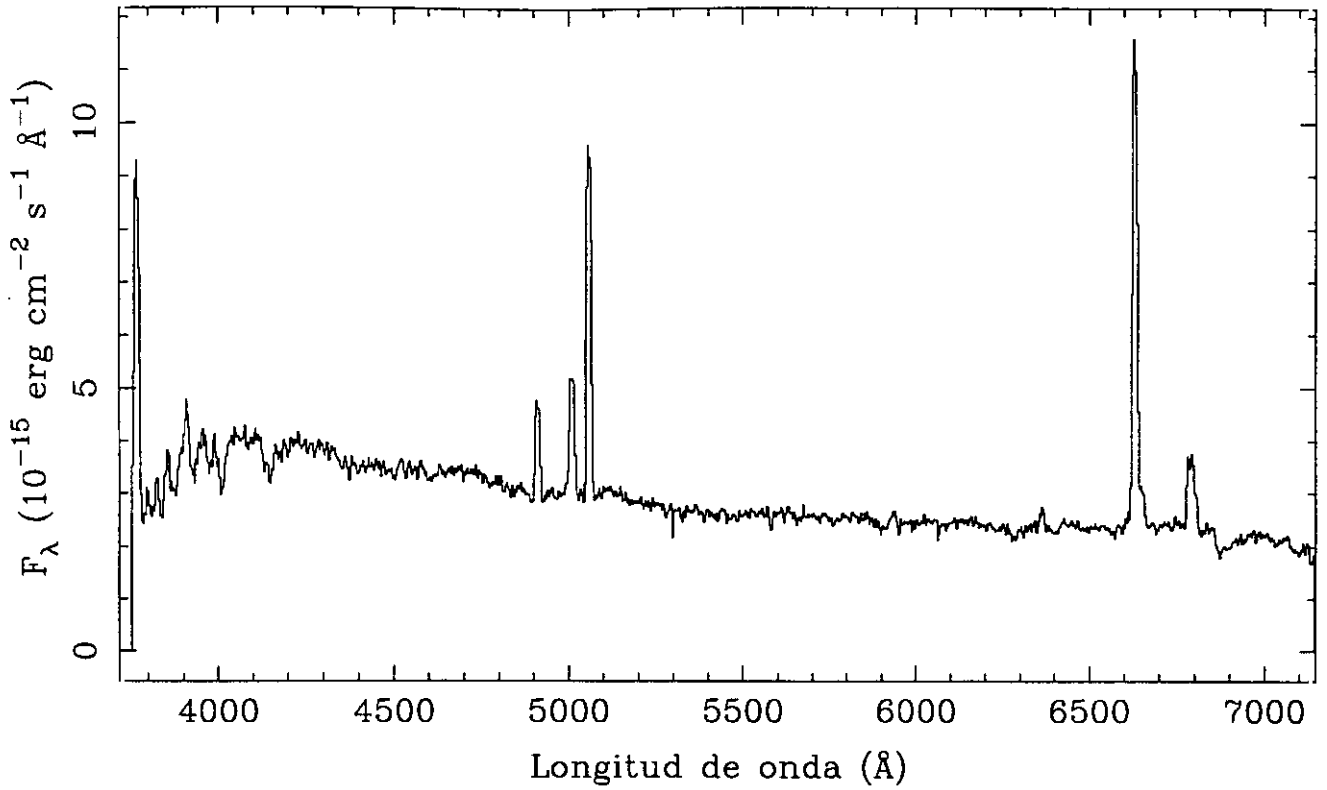


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIIH	
[OII] 3727	297	429	z	= 0.0322
[NeIII]3869	34	47		
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 87
H δ 4102	...	...
H γ 4340	23	27	$EW_{\text{H}\beta}$	= 16
[OIII] 4363	7	8		
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.357
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.51
[OIII] 4959	58	57		
[OIII] 5007	176	170	$F_{\text{H}\beta}$	= 3.24E-15
He I 5876	128	100		
[OI] 6300	16	11	$F_{\text{H}\alpha}$	= 1.37E-14
[NII] 6548	23	16		
H α 6563	423	286	$L_{\text{H}\alpha}$	= 8.60E+07
[NII] 6584	67	45		
He I 6678	...	...	b-v	= -0.06
[SII] 6716	70	45		
[SII] 6731	47	31	v-r	= -0.01

UCM0157+2102

J9420638

206#38E

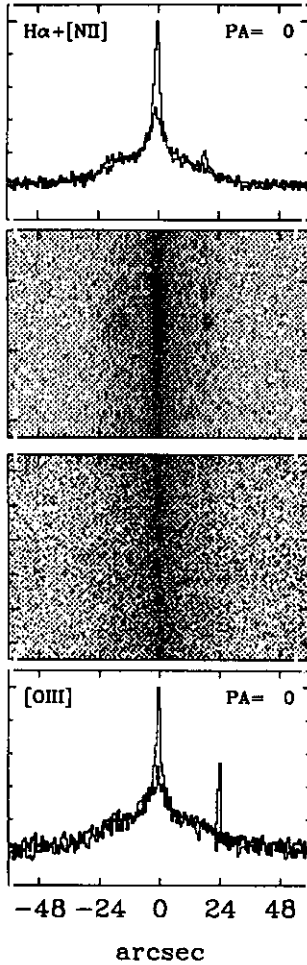
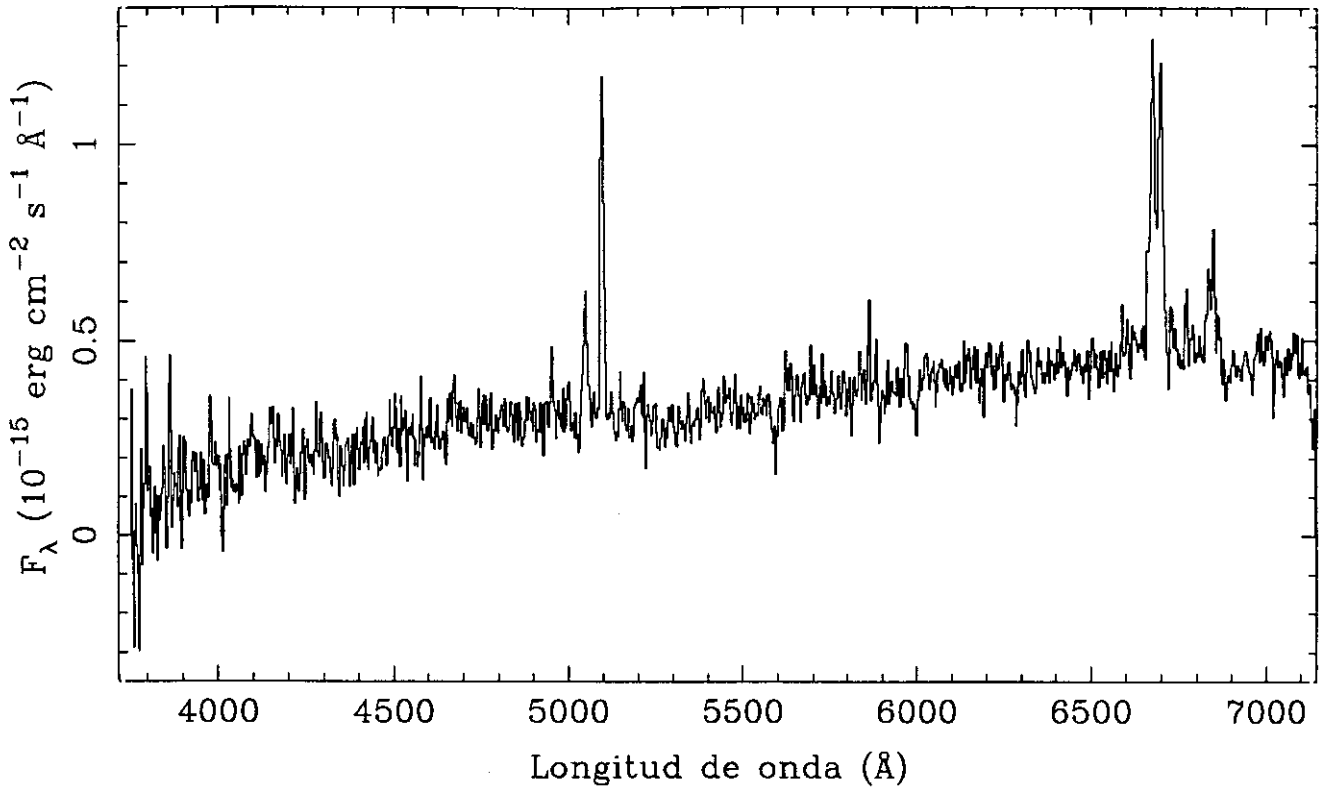


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	385	628	z	= 0.0106
[NeIII]3869	79	120	EW _{Hα}	= 67
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 10
H δ 4102	...	...	E _{B-V}	= 0.474
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 0.67
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 2.91E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.40E-13
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 4.18E+07
H β 4861	100	100	b-v	= -0.17
[OIII] 4959	137	133	v-r	= 0.08
[OIII] 5007	364	347		
He I 5876	17	12		
[OI] 6300	19	12		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	481	286		
[NII] 6584	54	32		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	56	32		
[SII] 6731	57	32		

UCM0157+2413

J9420123

201#23E

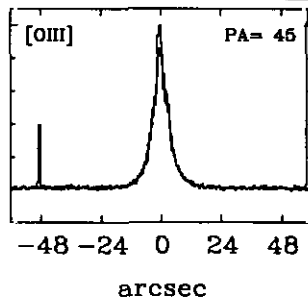
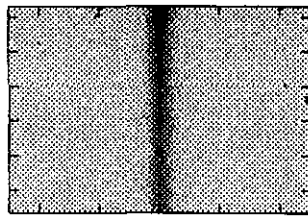
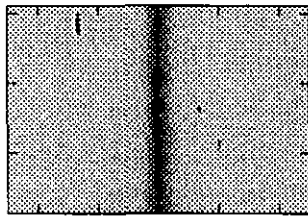
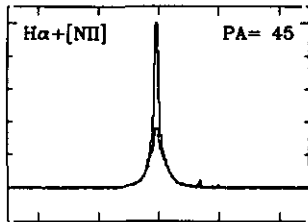
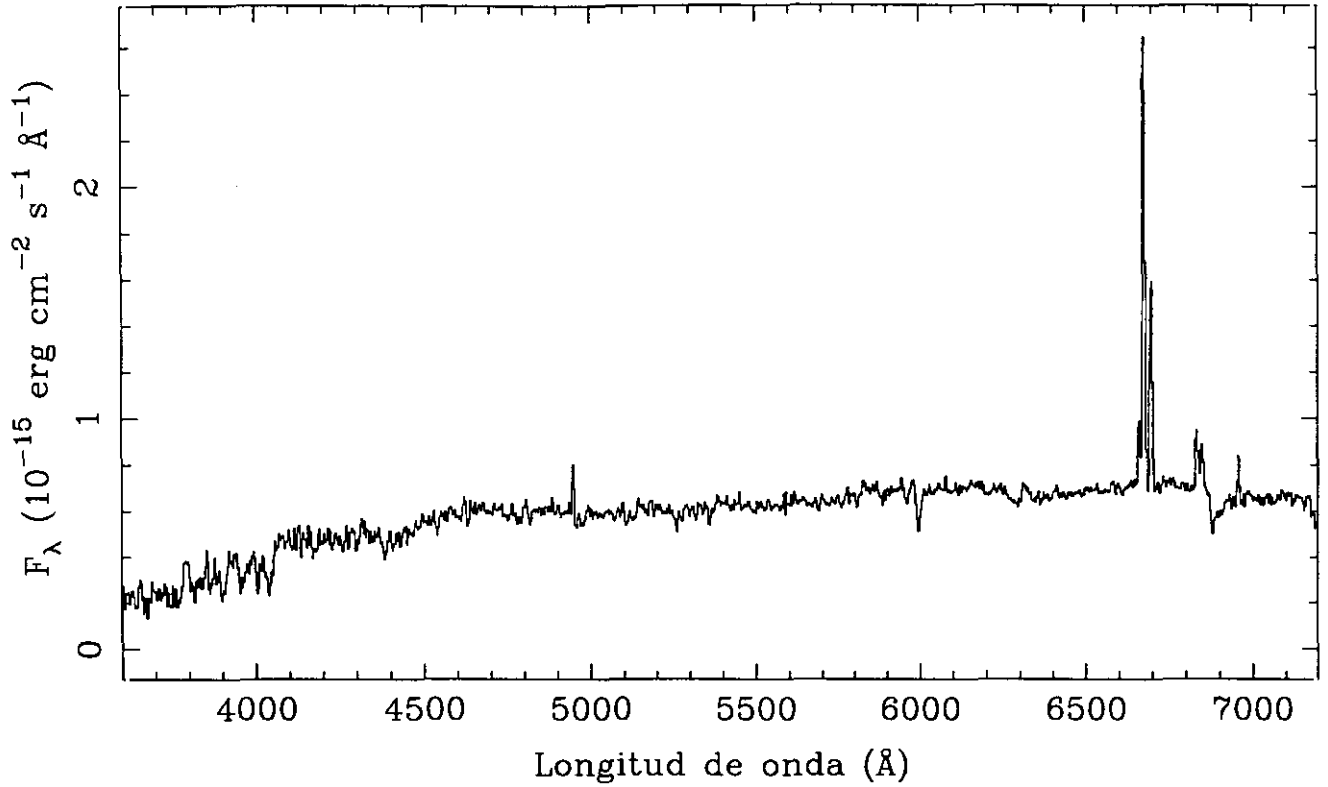


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 2	
[OII] 3727	107	226	z	= 0.0177
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 52
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 7
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.725
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.03
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.88E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.19E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.82E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.54
[OIII] 4959	242	231	v-r	= 0.81
[OIII] 5007	553	515		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	633	286		
[NII] 6584	638	285		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	111	46		
[SII] 6731	162	67		

UCM0159+2327

N9320619A

206#19A

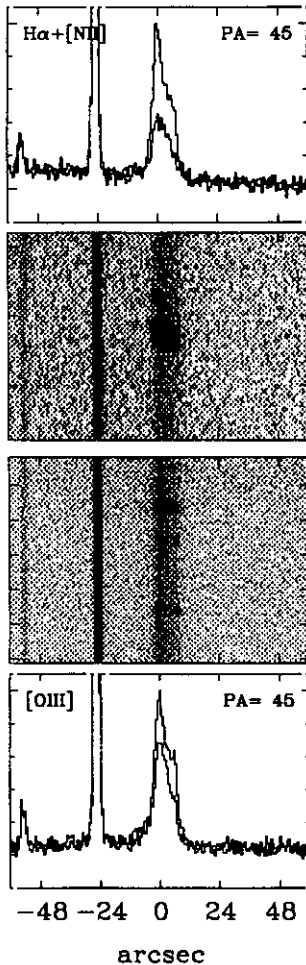
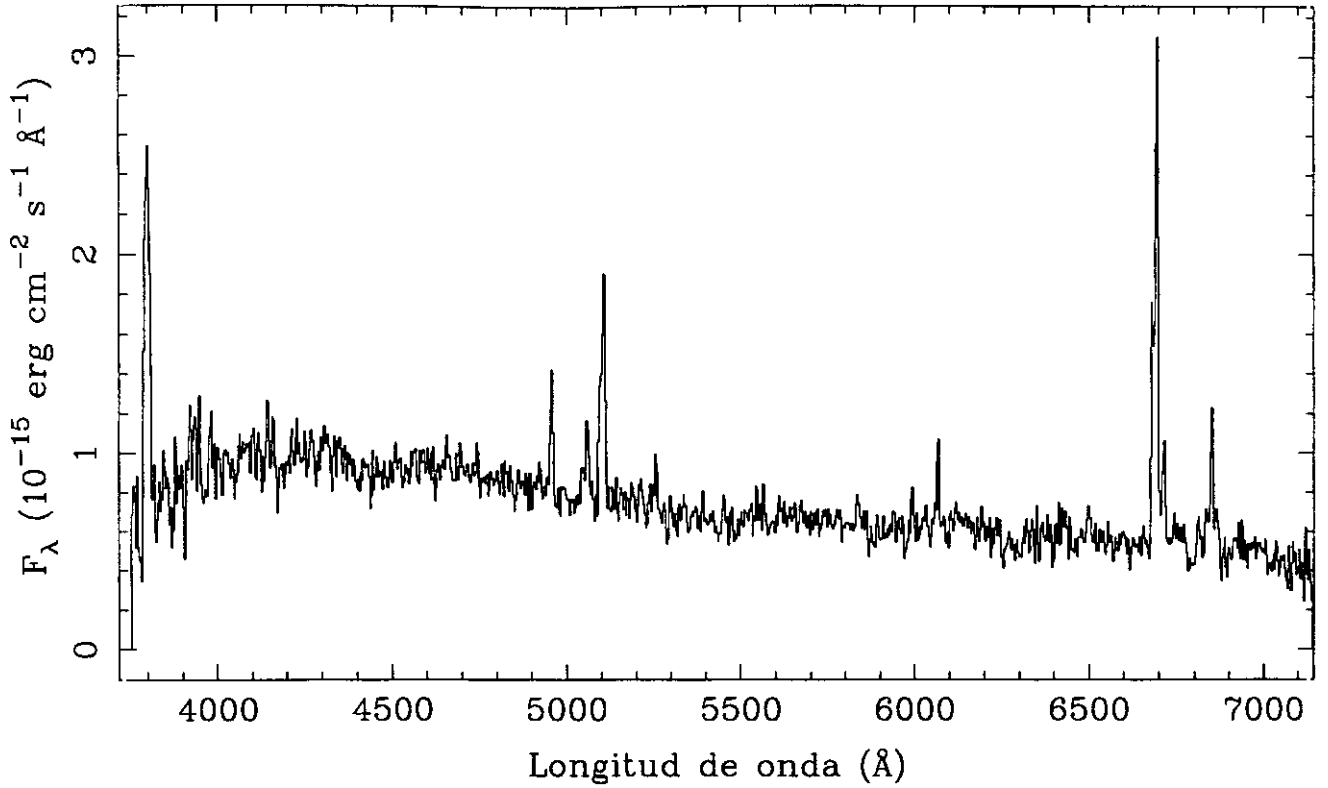


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0178$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 40$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= \dots$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.75E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 5.34E+07$
H β 4861	...	...	$b-v$	$= 0.47$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.42$
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	14	...		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	47	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	11	...		
[SII] 6731	9	...		

UCM1246+2727

J9422844B

228#44E

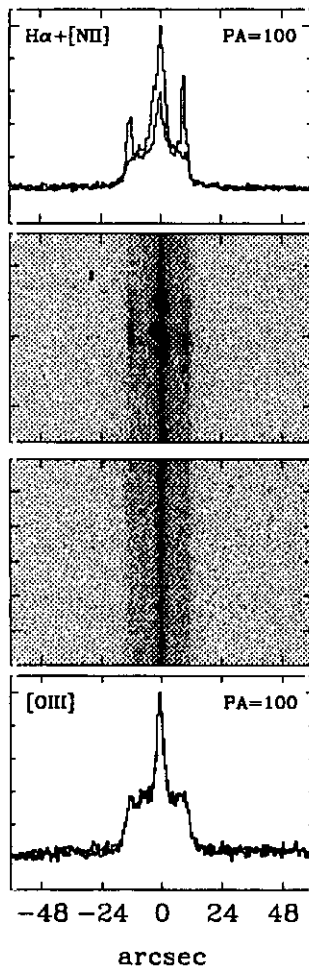
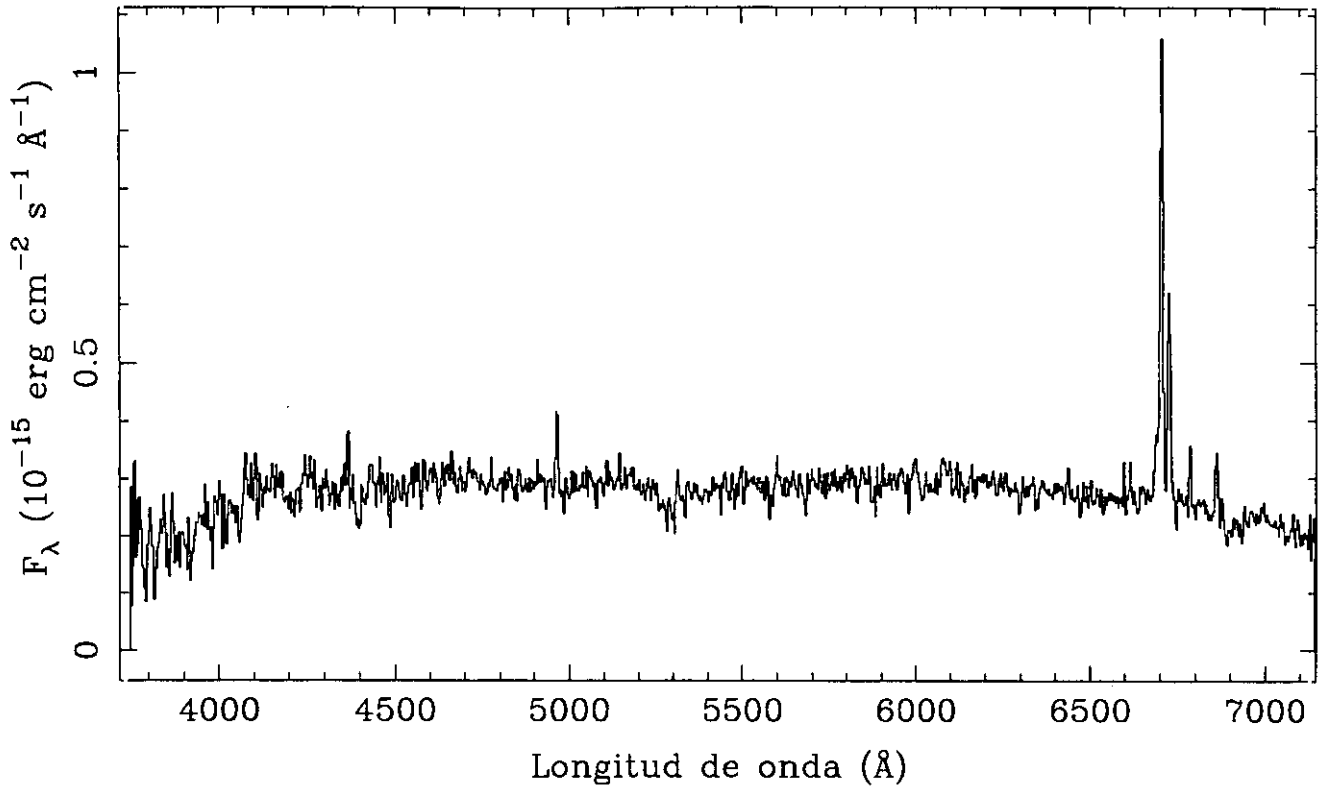


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	683	1519	z	= 0.0199
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 78
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 7
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.775
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.10
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.14E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.44E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.53E+08
H β 4861	100	100	b-v	= -0.14
[OIII] 4959	86	82	v-r	= -0.11
[OIII] 5007	333	309		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	669	286		
[NII] 6584	113	48		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1248+2911

J9422822

228#22E

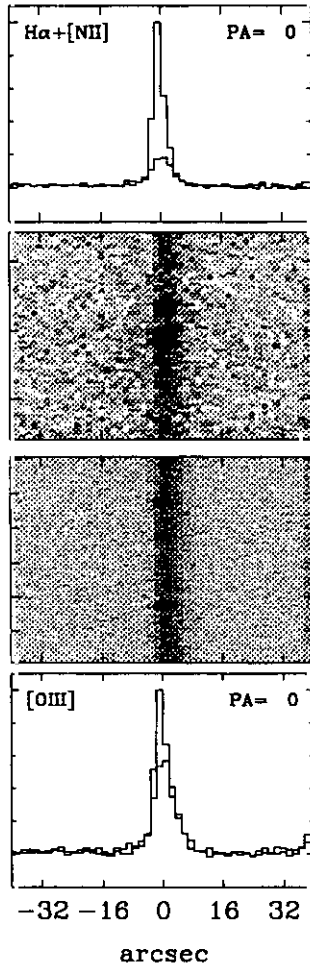
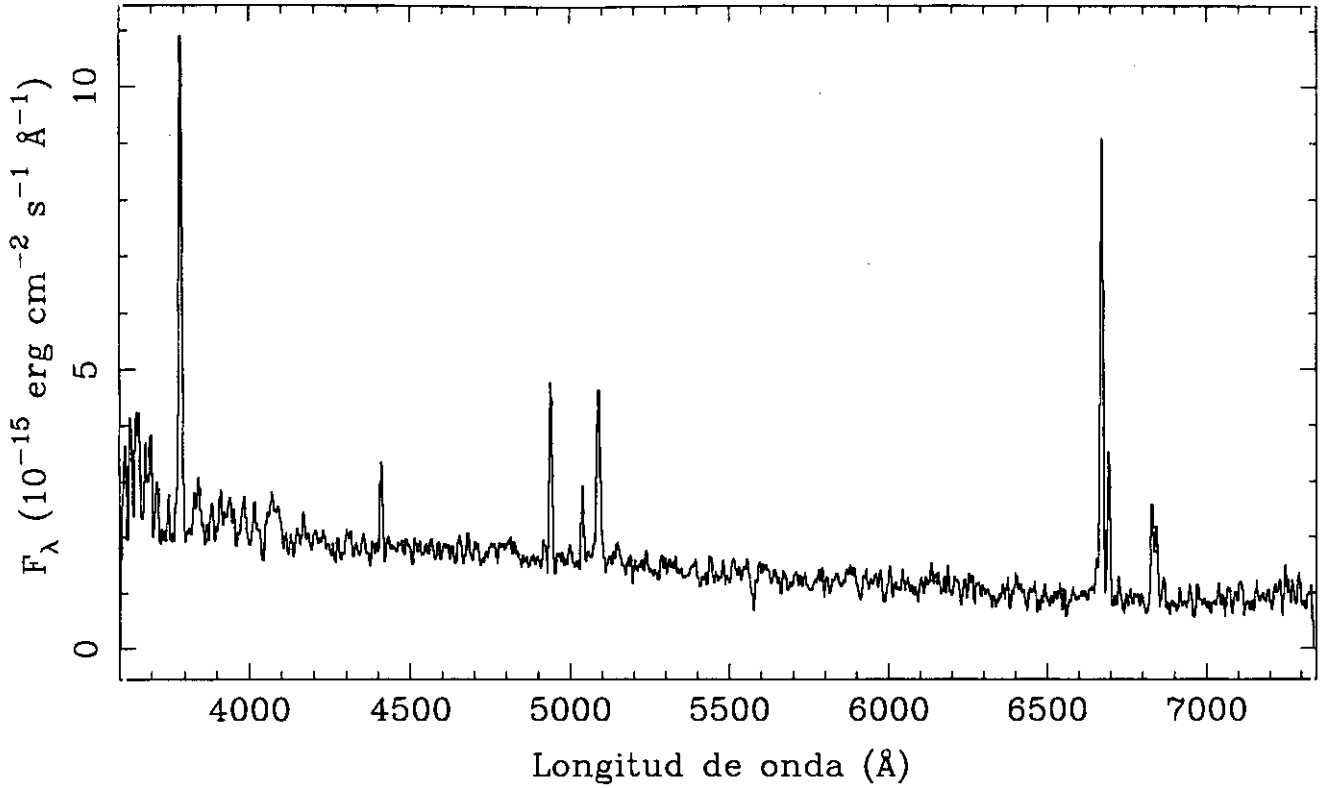


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0217
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 43
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 4
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.715
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.02
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.18E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 7.39E-15
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.04E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.12
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.17
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	71	33		
H α 6563	626	286		
[NII] 6584	303	137		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	96	40		
[SII] 6731	37	16		

UCM1253+2756

J9122830

228#30

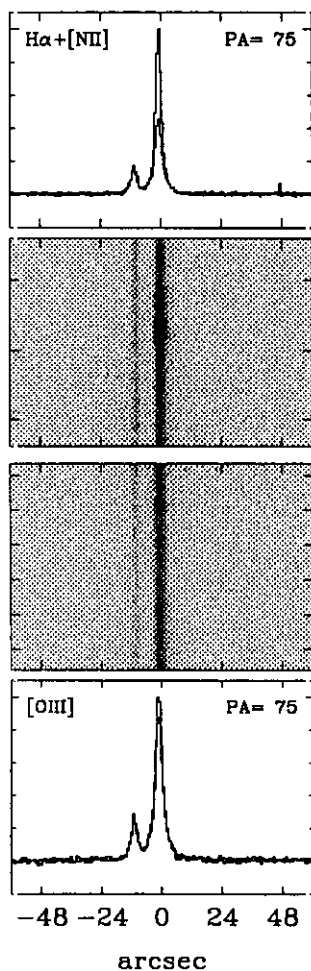
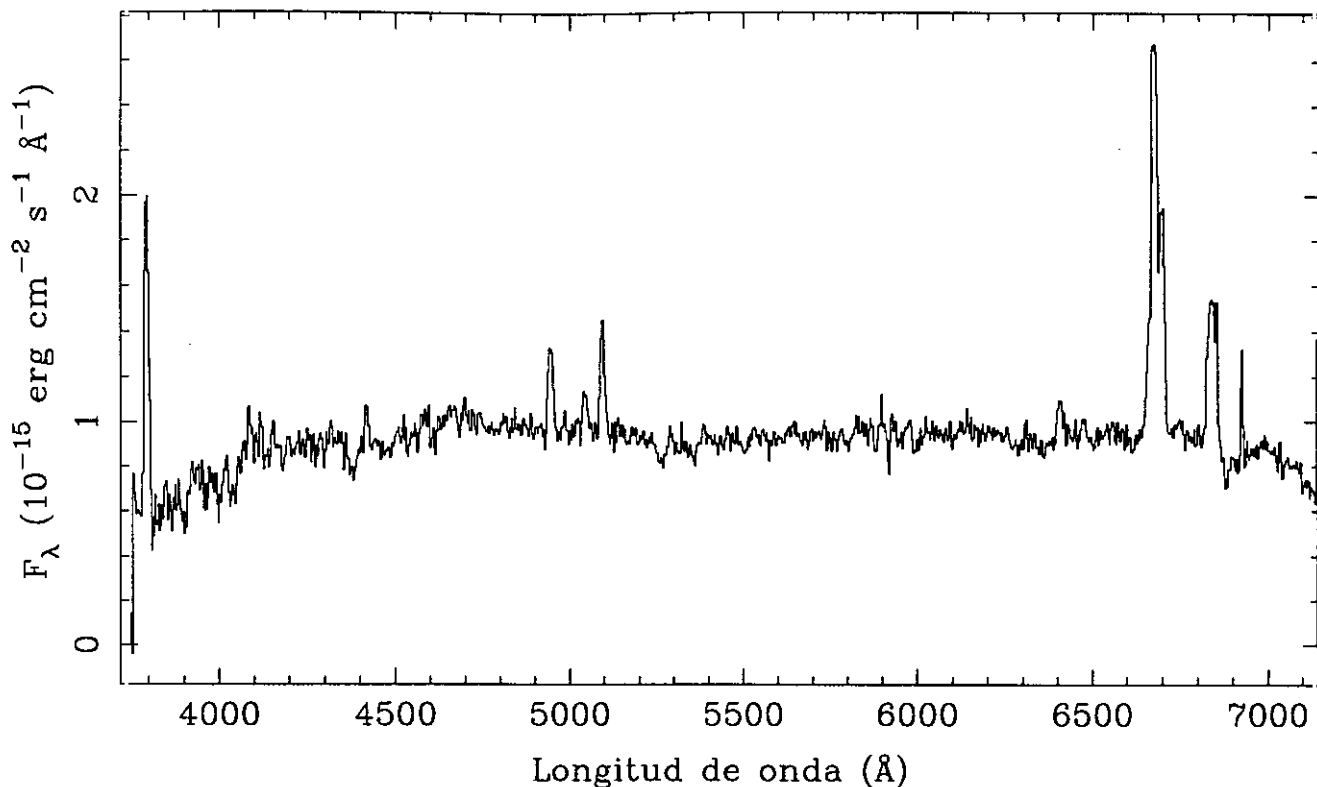


LINEA	F_{obs}	F_c	HHH
[OII] 3727	330	...	$z = 0.0165$
[NeIII]3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha} = 155$
[NII] 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta} = 22$
H δ 4102	15	...	$E_{\text{B}-\text{v}} = \dots$
H γ 4340	43	...	$C_{\text{H}\beta} = \dots$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 3.39\text{E}-14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 9.25\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 1.13\text{E}+08$
H β 4861	100	...	$b-v = -0.10$
[OIII] 4959	37	...	$v-r = -0.29$
[OIII] 5007	125	...	
He I 5876	...	...
[OI] 6300	12	...	
[NII] 6548	17	...	
H α 6563	273	...	
[NII] 6584	80	...	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	54	...	
[SII] 6731	44	...	

UCM1254+2740

J9422803B

228#03E

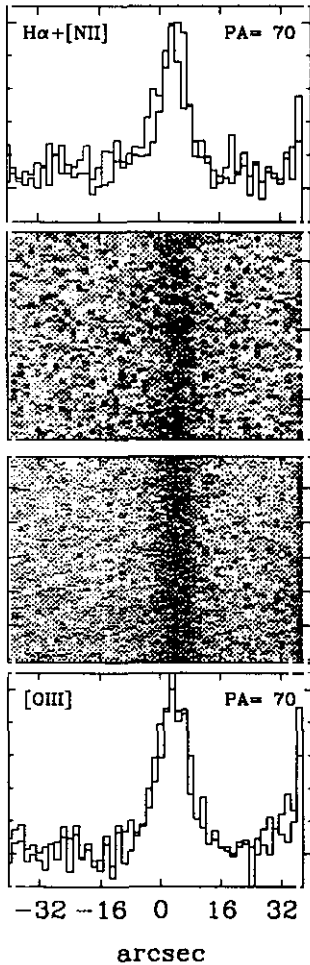
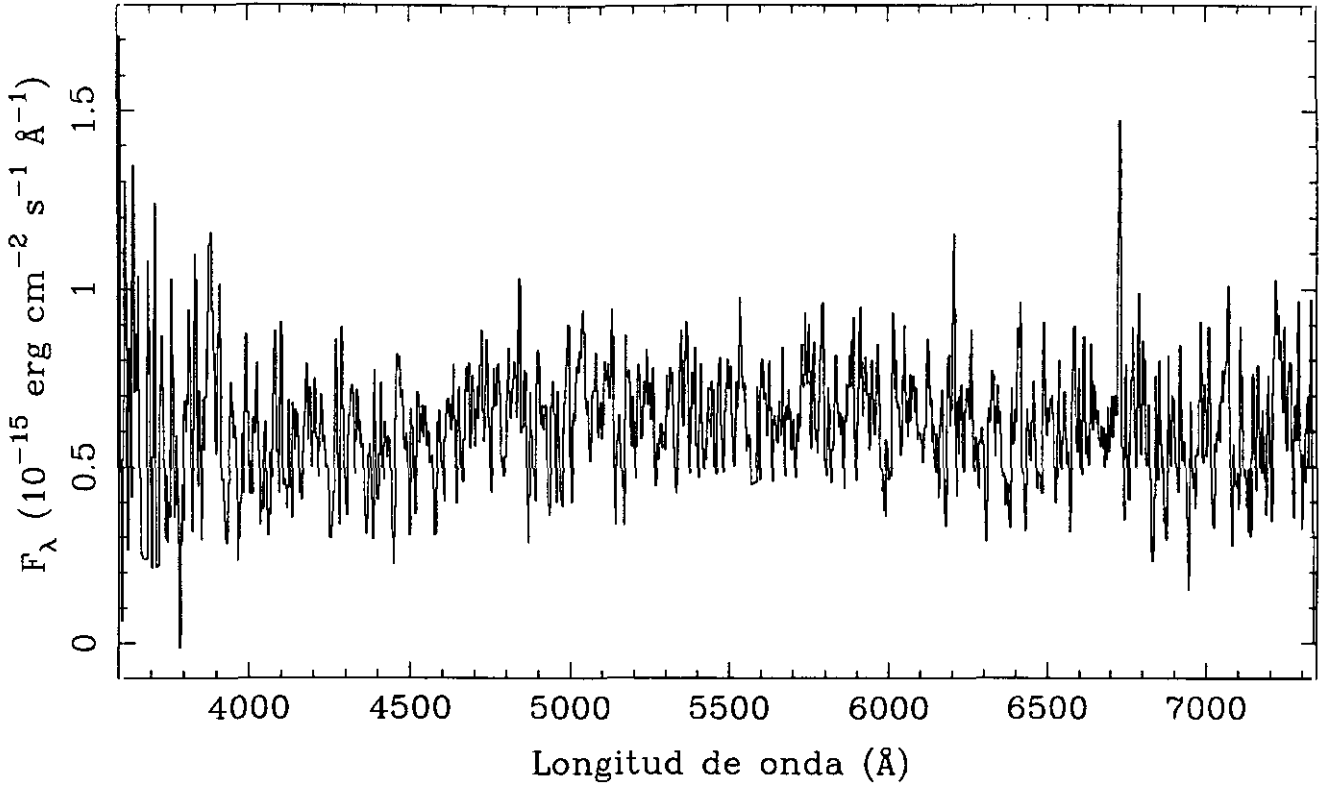


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	378	735	z	= 0.0172
[NeII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 57
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 7
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.645
Hγ 4340	3	4	C _{Hβ}	= 0.92
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 6.14E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 3.56E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 8.09E+07
Hβ 4861	100	100	b-v	= 0.21
[OIII] 4959	48	46	v-r	= 0.28
[OIII] 5007	123	115		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	45	25		
[NII] 6548	...	...
Hα 6563	580	286		
[NII] 6584	19	9		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1254+2802

J9122845

228#45

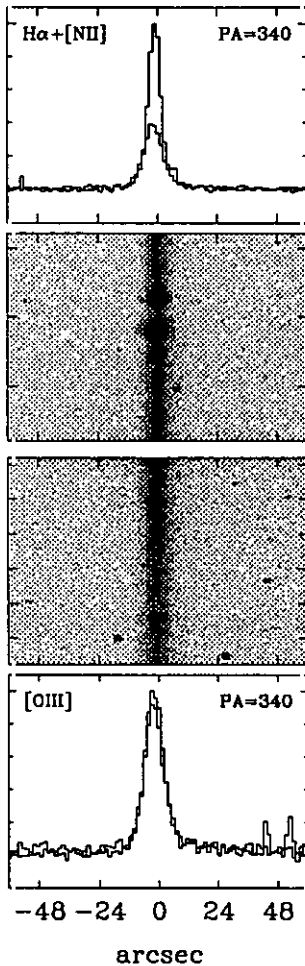
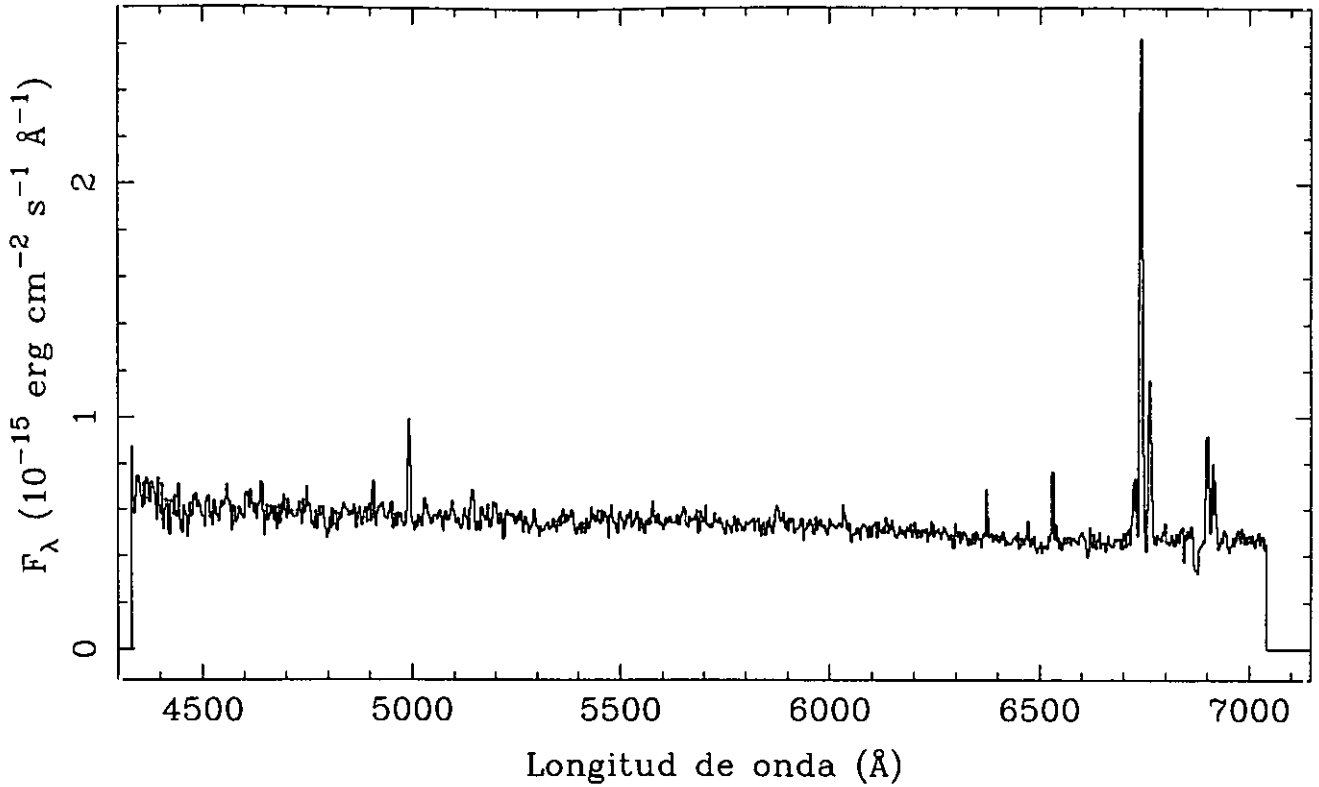


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	z	= 0.0253
[NeIII]3869	EW _{Hα}	= 16
[NII] 3968	EW _{Hβ}	= ...
H δ 4102	E _{B-v}	= ...
H γ 4340	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	F _{Hβ}	= ...
He I 4471	F _{Hα}	= 9.81E-15
He II 4686	L _{Hα}	= 1.70E+07
H β 4861	b-v	= 0.33
[OIII] 4959	v-r	= 0.22
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM1255+2819

E9322818

228#18

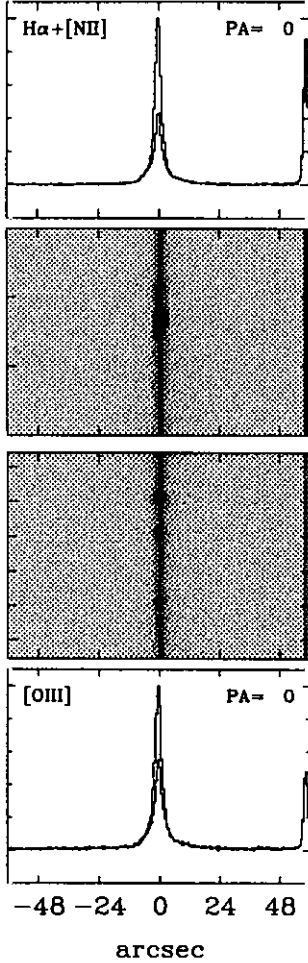
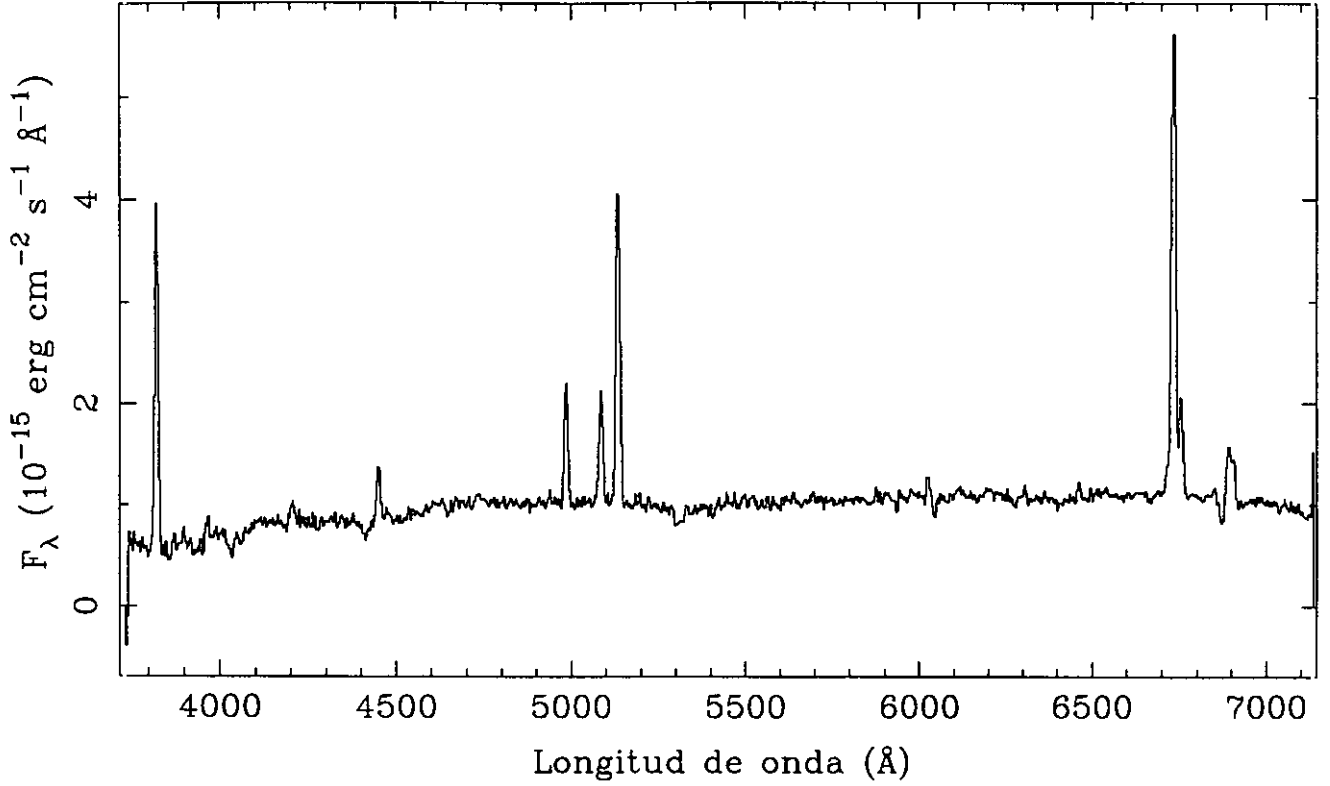


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0273
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 63
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 6
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= 0.651
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.93
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 3.20E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 1.87E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.48E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	23	22	$v-r$	= 0.05
[OIII] 5007	34	32		
He I 5876	23	15		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	84	41		
H α 6563	584	286		
[NII] 6584	190	92		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	131	60		
[SII] 6731	94	43		

UCM1255+3125

J9422829A

228#29E

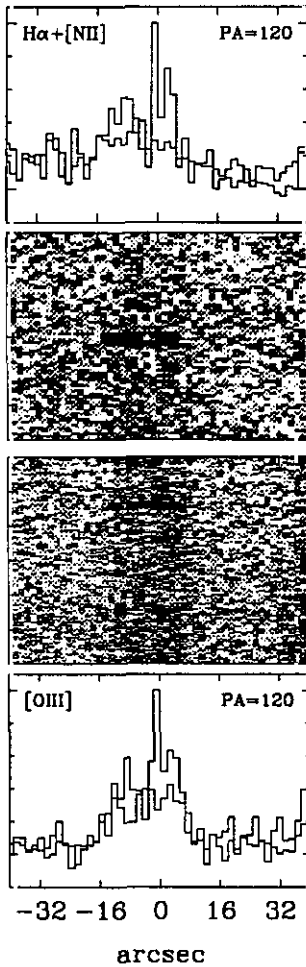
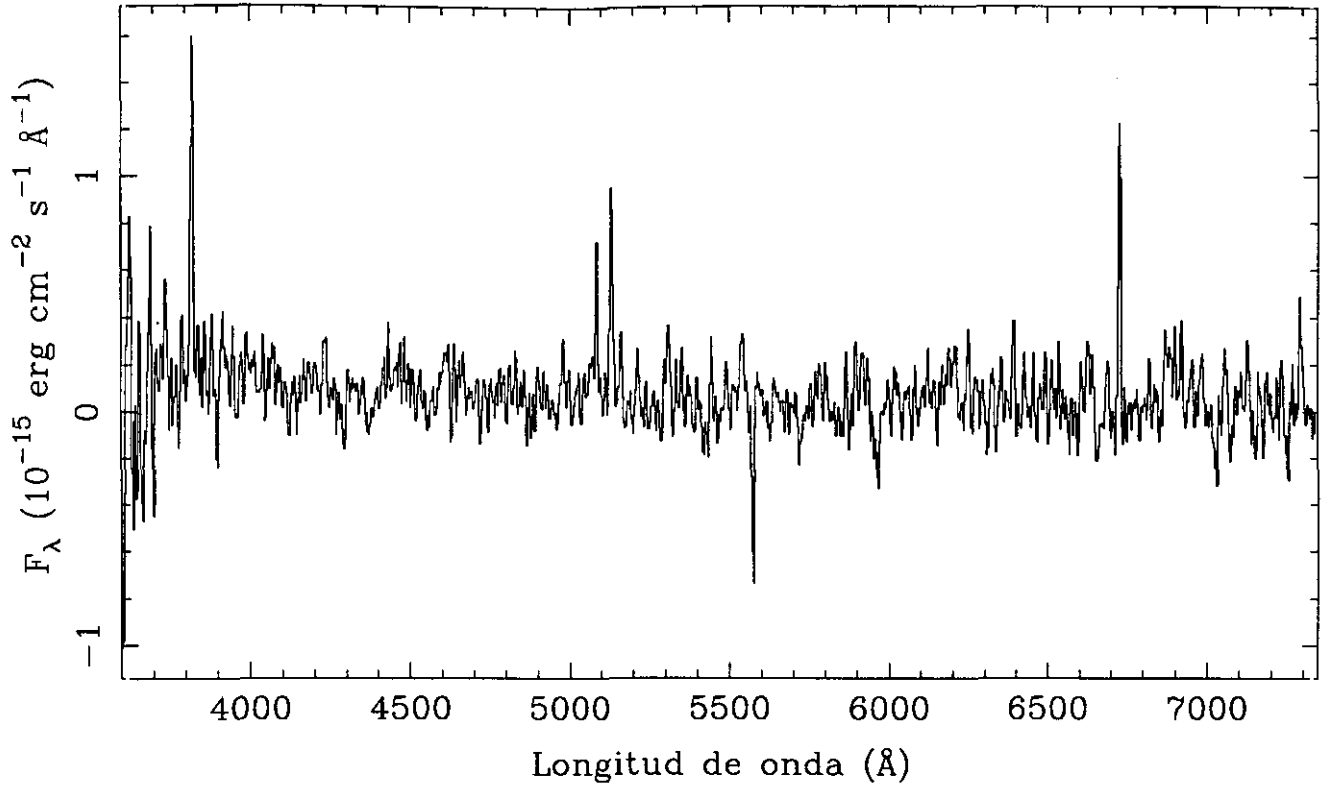


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIIH	
[OII] 3727	255	389	z	= 0.0258
[NeIII] 3869	...	...	EW _{Hα}	= 74
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 15
H δ 4102	18	24	E _{B-v}	= 0.409
H γ 4340	46	55	C _{Hβ}	= 0.58
[OIII] 4363	13	15	F _{Hβ}	= 1.54E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 6.90E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.45E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.29
[OIII] 4959	100	97	v-r	= 0.42
[OIII] 5007	294	282		
He I 5876	18	14		
[OI] 6300	9	6		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	448	286		
[NII] 6584	75	48		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	45	27		
[SII] 6731	41	25		

UCM1256+2702

J9122827

228#27

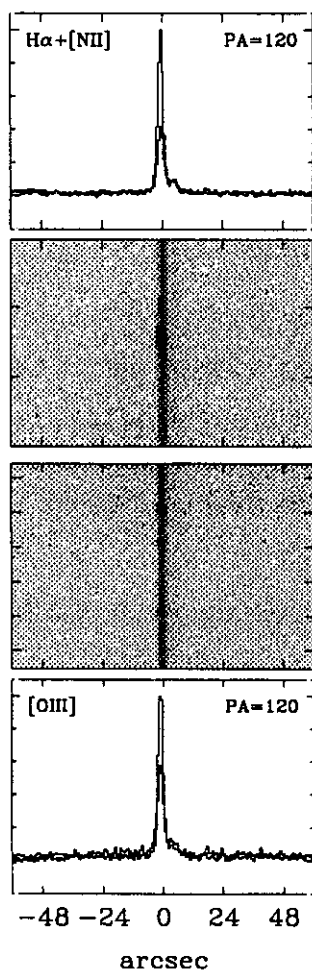
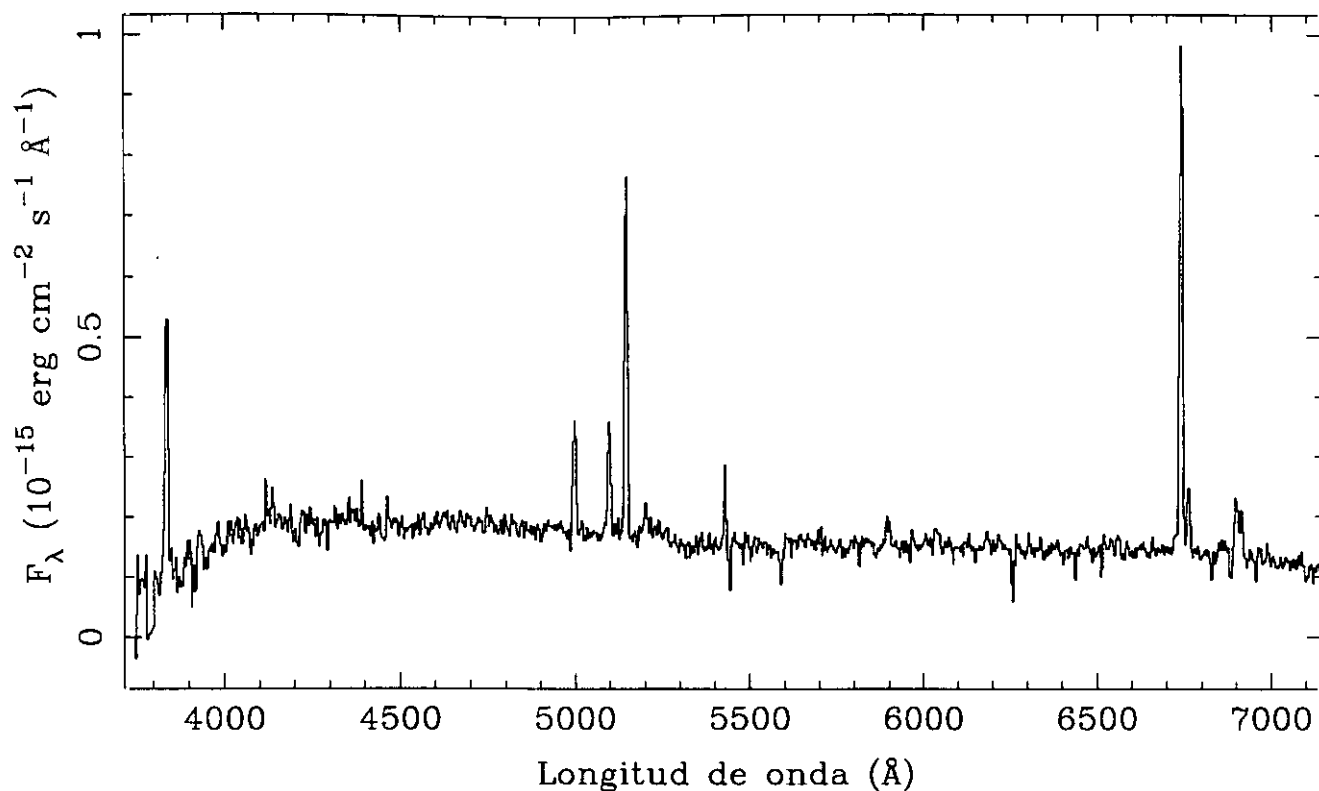


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0247
[NeIII] 3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 118
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 37
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.220
H γ 4340	57	63	$C_{H\beta}$	= 0.31
[OIII] 4363	25	27	$F_{H\beta}$	= 4.15E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.51E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 6.42E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	121	119	$v-r$	= -0.45
[OIII] 5007	364	356		
He I 5876	15	13		
[OI] 6300	14	11		
[NII] 6548	7	6		
H α 6563	364	286		
[NII] 6584	31	24		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	38	29		
[SII] 6731	28	21		

UCM1256+2717

J9422825A

228#25E

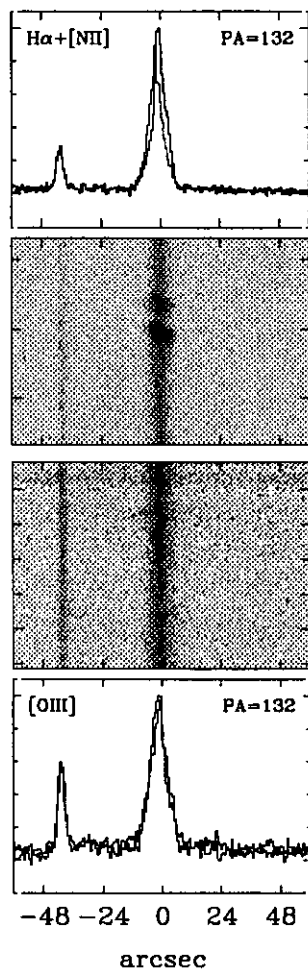
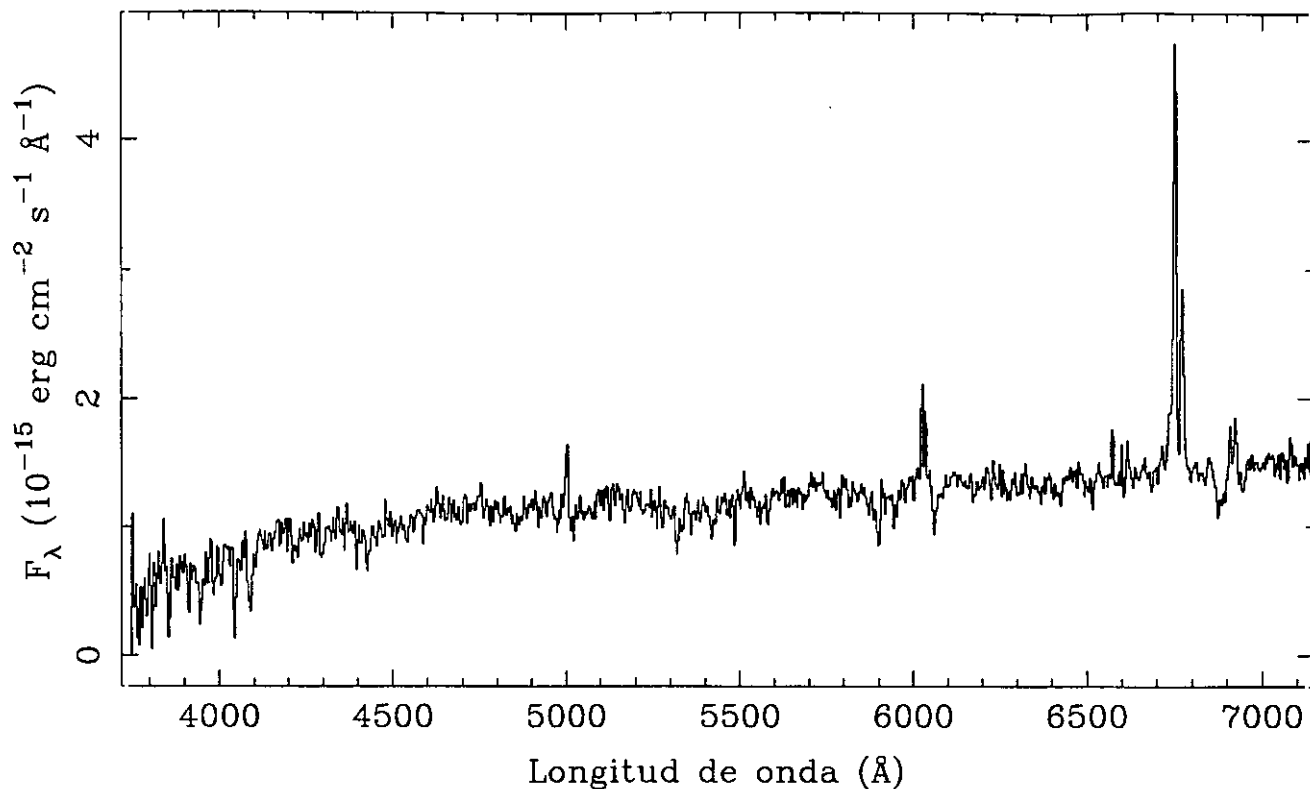


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	253	401	z	= 0.0273
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 68
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 11
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.447
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.64
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.91E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 8.92E-15
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.32E+07
H β 4861	100	100	b-v	= 0.02
[OIII] 4959	90	87	v-r	= 0.08
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	467	286		
[NII] 6584	51	31		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	48	28		
[SII] 6731	38	22		

UCM1256+2722

J9422826B

228#26E

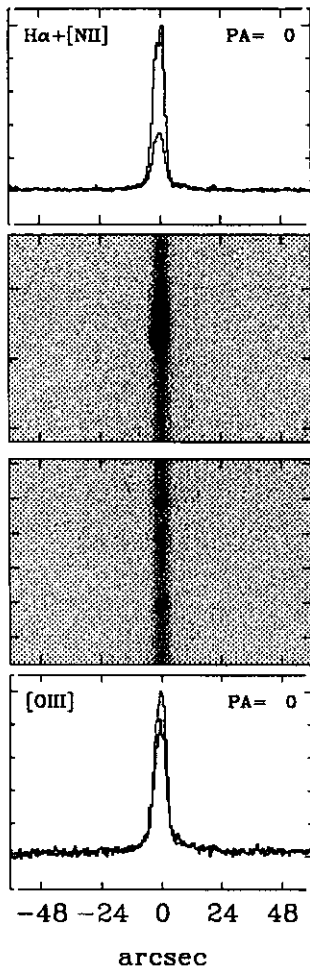
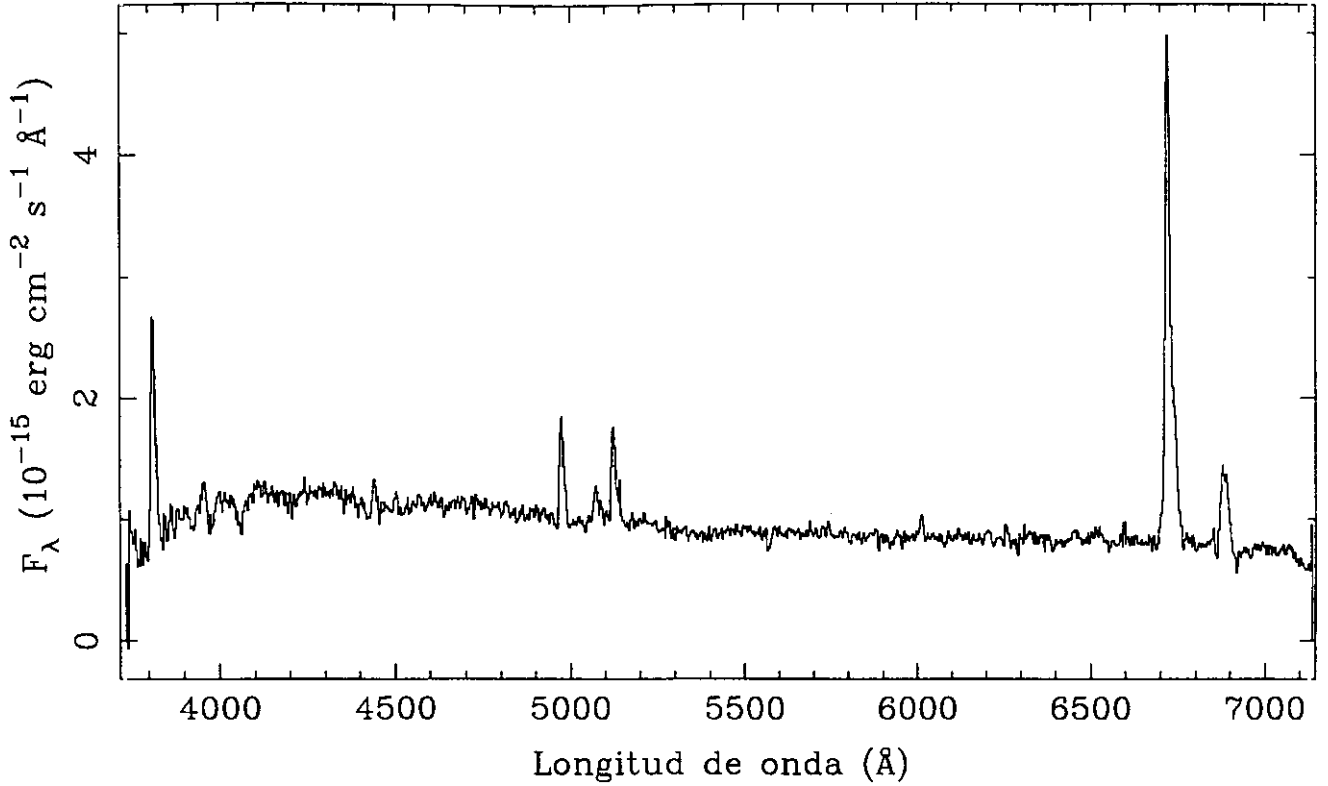


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	108	281	z	= 0.0287
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 37
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 4
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= 0.928
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.32
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 4.78E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.78E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 3.78E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.39
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.64
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	791	286		
[NII] 6584	343	122		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	86	28		
[SII] 6731	93	30		

UCM1256+2732

J9422824

228#24E

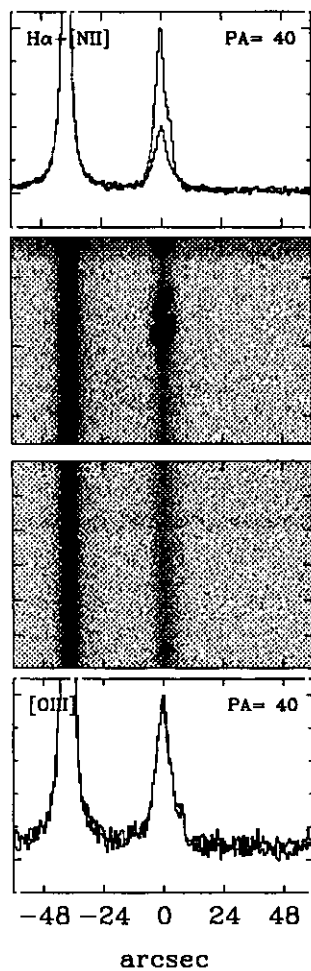
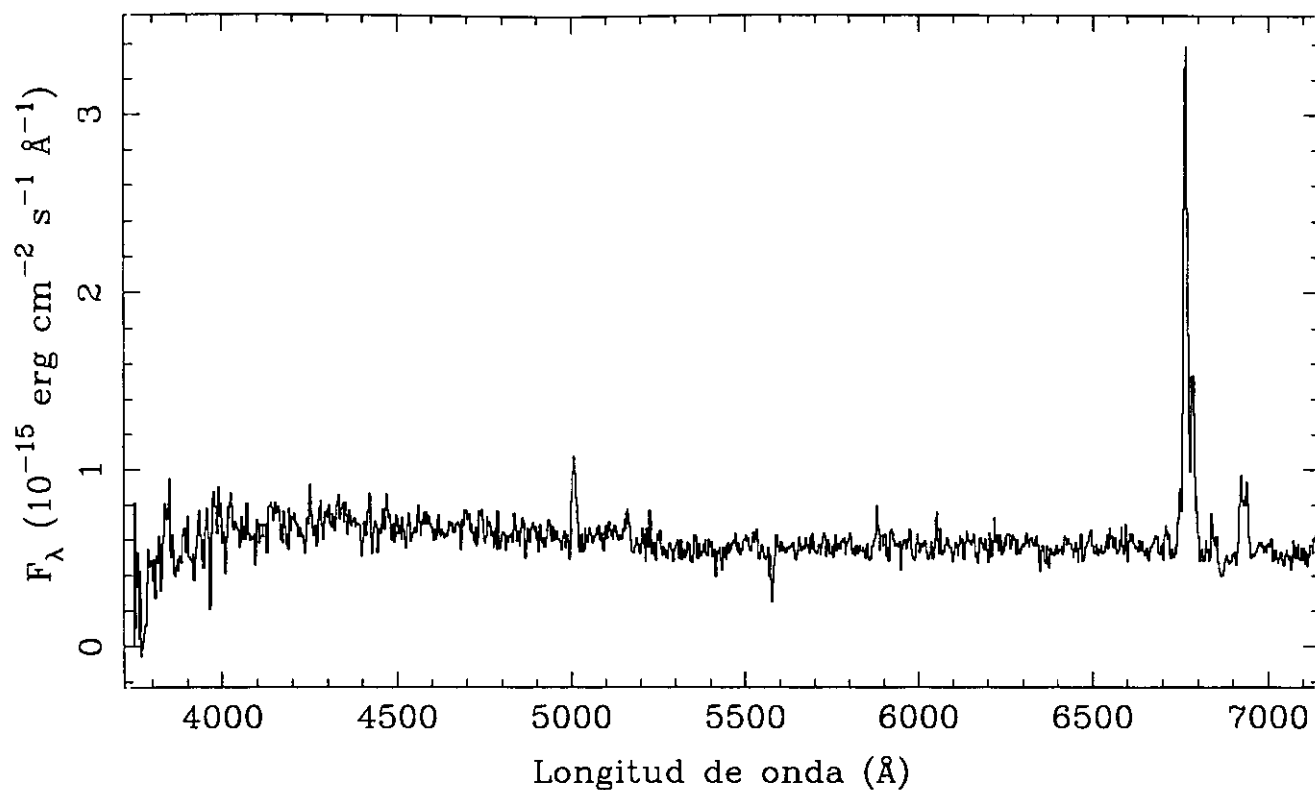


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	223	...	z	= 0.0234
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 114
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 14
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= ...
H γ 4340	25	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.30E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 7.90E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.30E+08
H β 4861	100	...	$b-v$	= -0.06
[OIII] 4959	32	...	$v-r$	= 0.10
[OIII] 5007	92	...		
He I 5876	17	...		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	66	...		
[SII] 6731	62	...		

UCM1256+2823

J9422817B

228#17E

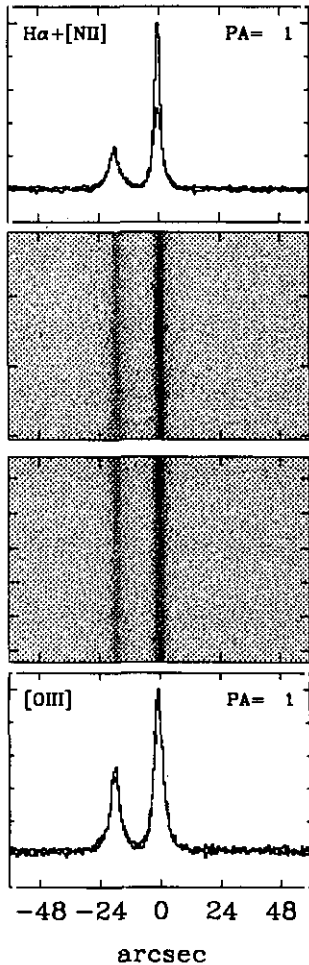
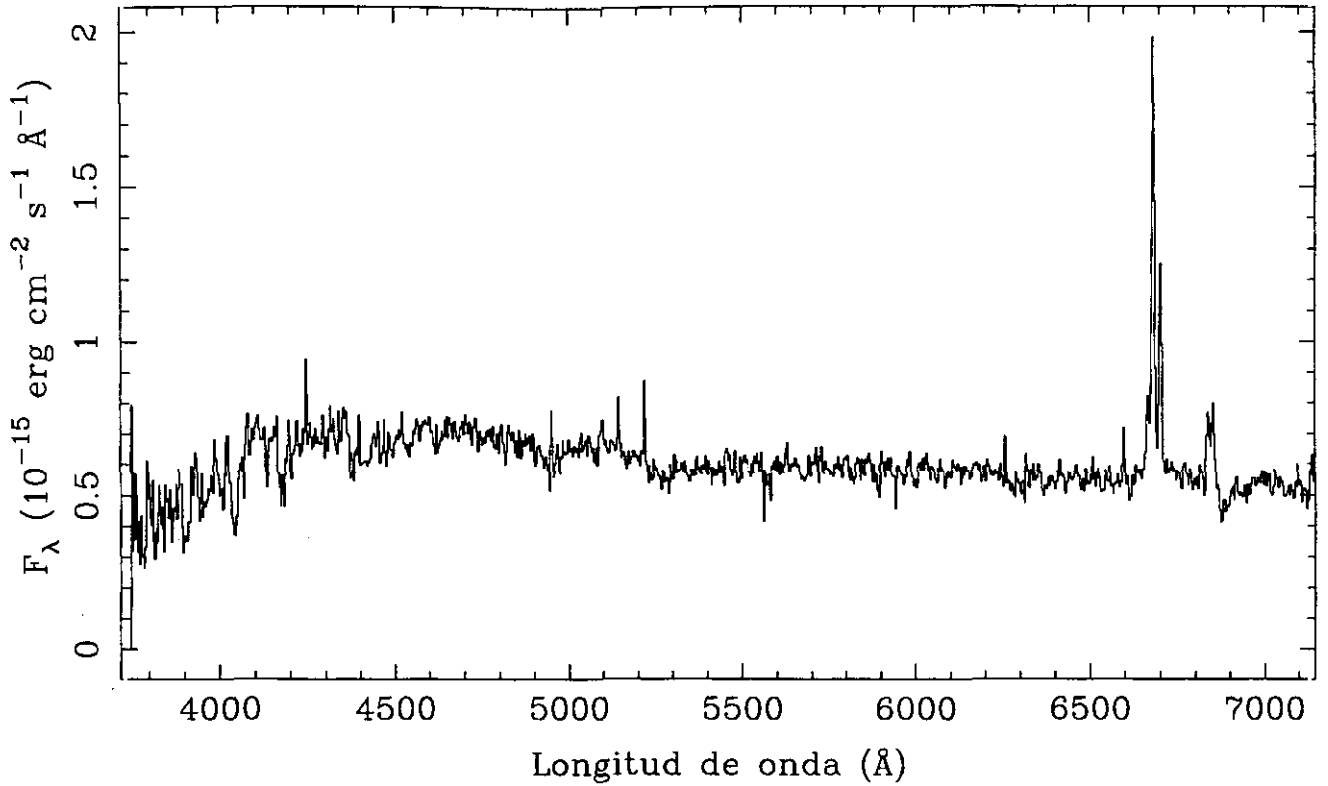


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0307
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 109
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 12
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= 0.644
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.91
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 6.67E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.86E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 2.82E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= -0.04
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.28
[OII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	49	24		
H α 6563	579	286		
[NII] 6584	214	105		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	83	38		
[SII] 6731	74	34		

UCM1257+2808

J9422831B

228#31E

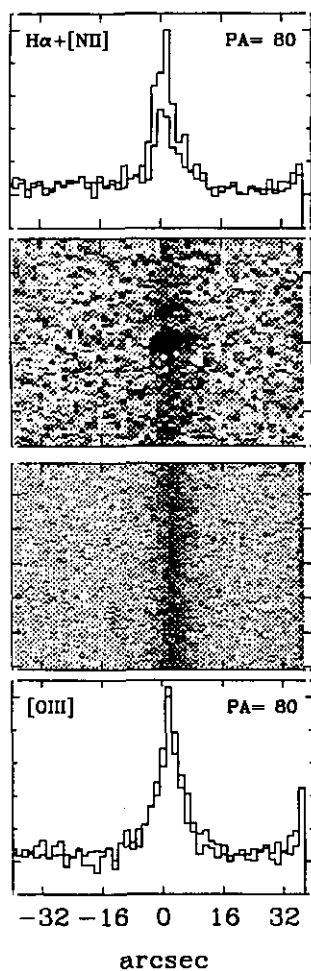
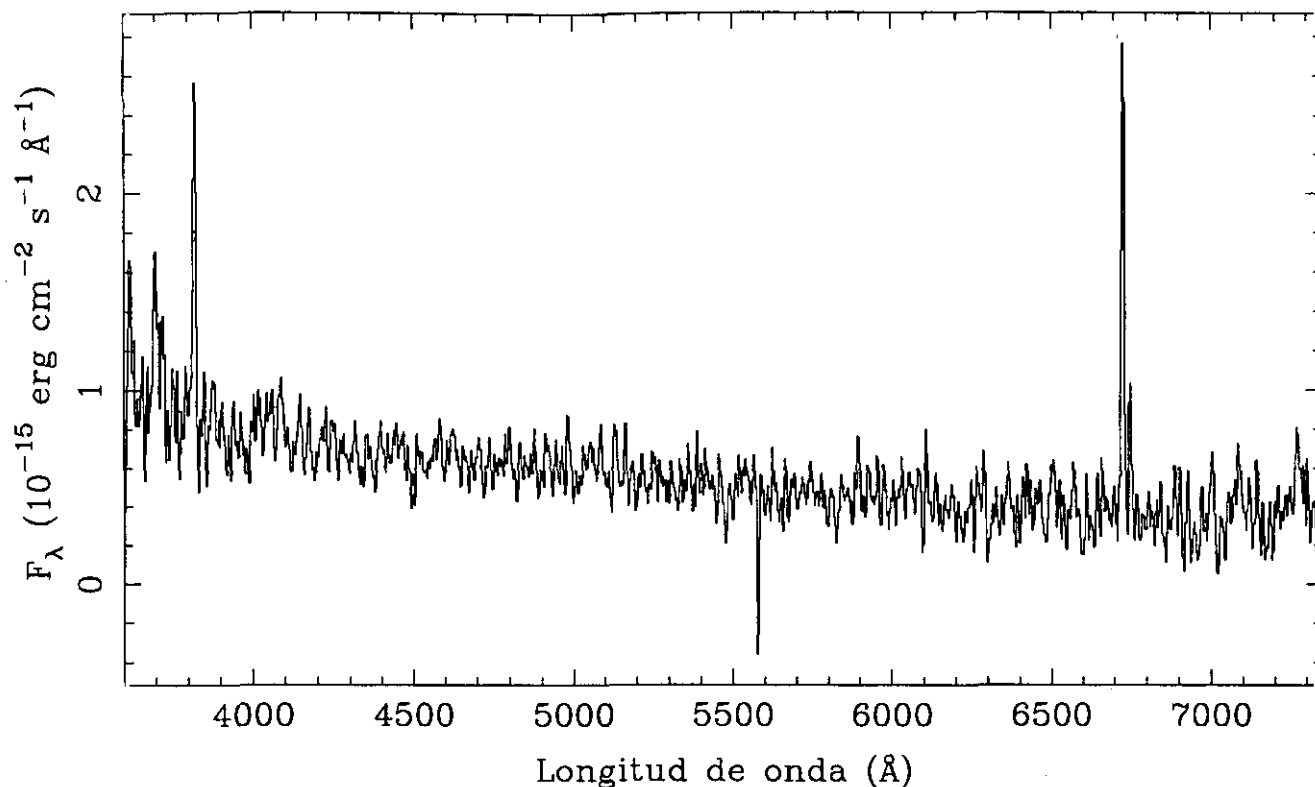


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	219	875	z	= 0.0181
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 42
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 2
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 1.344
Hγ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.91
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.13E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.41E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 2.95E+07
Hβ 4861	100	100	b-v	= 0.07
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.24
[OIII] 5007	100	88		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	216	50		
Hα 6563	1248	286		
[NII] 6584	592	133		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	219	43		
[SII] 6731	229	45		

UCM1258+2754

J9122820

228#20

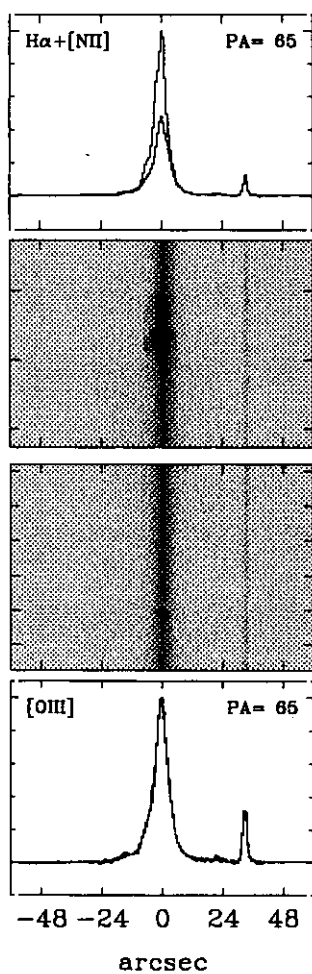
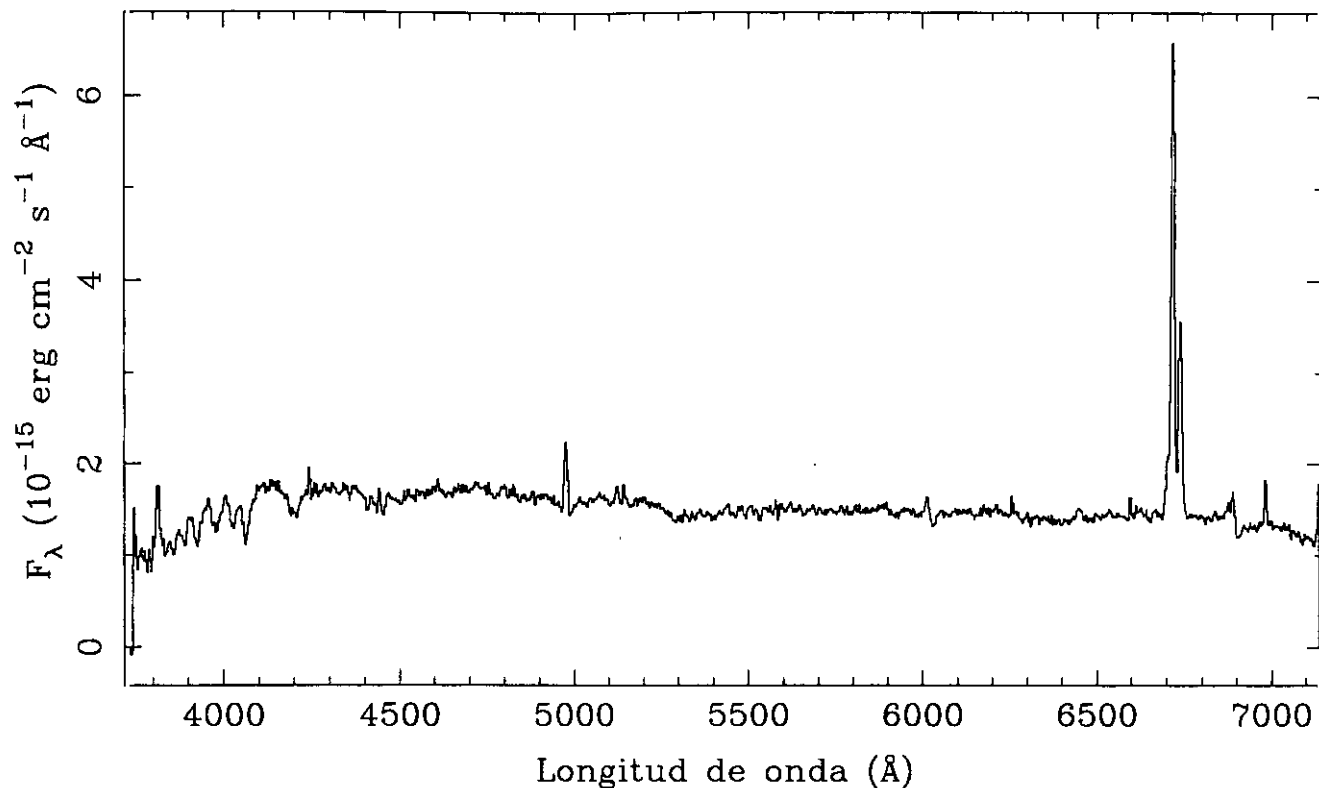


LINEA	F _{obs}	F _c	SBN	
[OII] 3727	628	1798	z	= 0.0253
[NeIII] 3869	...	...	EW _{Hα}	= 129
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 6
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 1.020
Hγ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.45
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 3.36E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 2.94E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.73E+08
Hβ 4861	100	100	b-v	= -0.11
[OIII] 4959	...	...	v-r	= -0.25
[OIII] 5007	96	87		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
Hα 6563	875	286		
[NII] 6584	205	66		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	95	28		
[SII] 6731	84	24		

UCM1259+2755

J9422819

228#19E

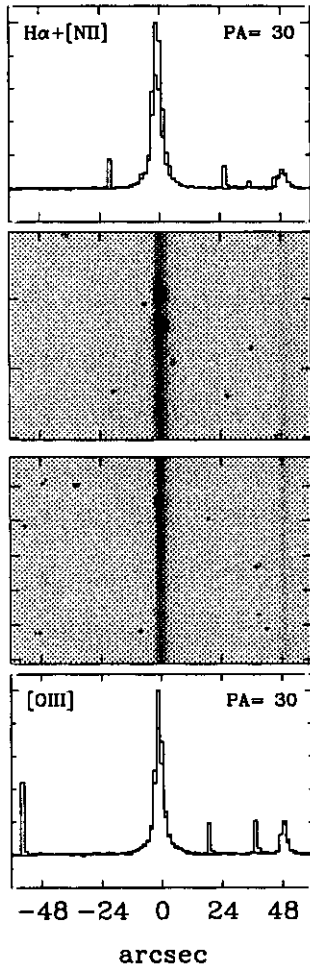
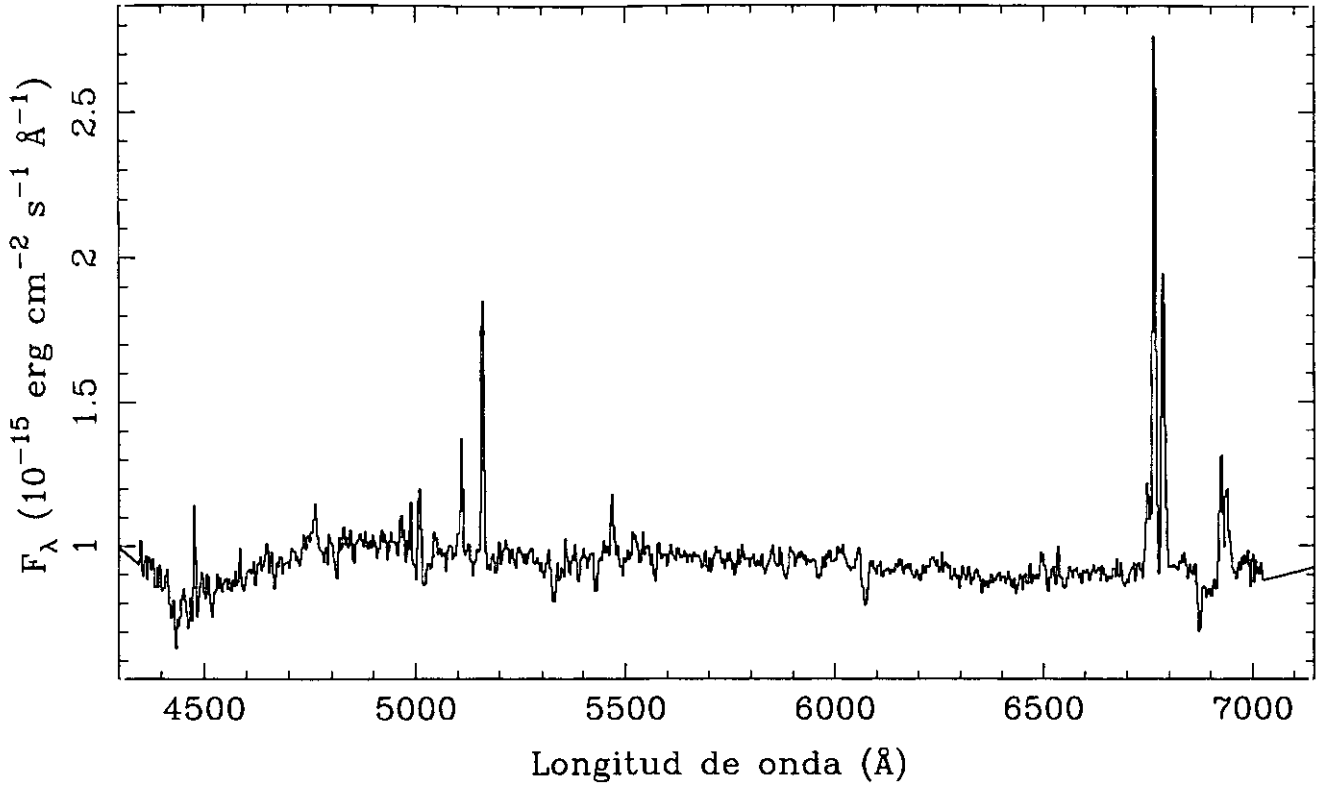


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	118	302	$z = 0.0235$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 62$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 5$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}} = 0.913$
H γ 4340	20	30	$C_{\text{H}\beta} = 1.30$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 8.12\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 6.32\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 1.81\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v = 0.09$
[OIII] 4959	...	...	$v-r = 0.25$
[OIII] 5007	27	25	
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	778	286	
[NII] 6584	310	112	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	24	8	
[SII] 6731	47	16	

UCM1259+3011

E9322832

228#32

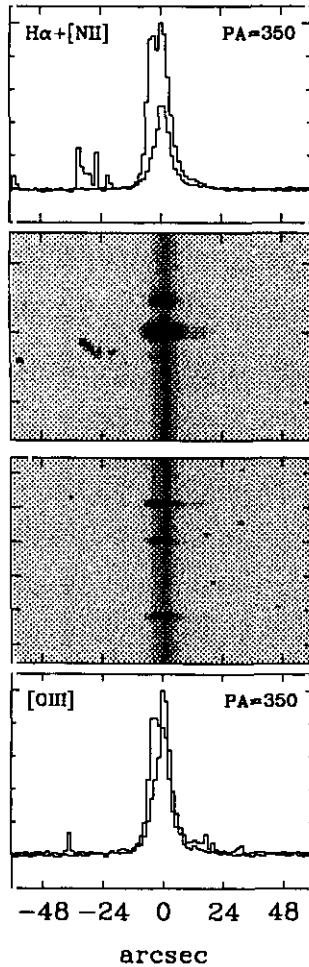
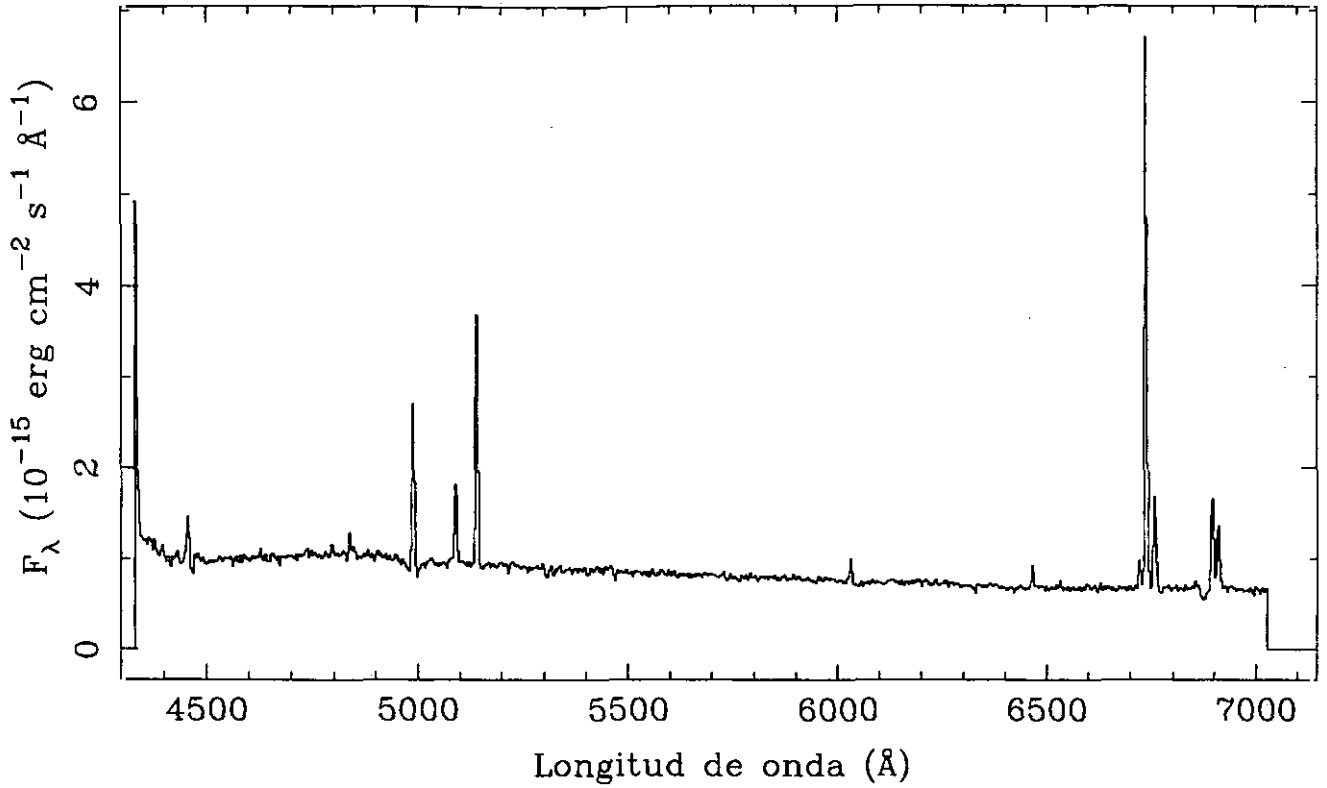


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0307
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 34
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 3
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.682
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.97
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 2.78E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.68E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 7.54E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	96	92	$v-r$	= 0.01
[OIII] 5007	244	228		
He I 5876	29	18		
[OI] 6300	35	19		
[NII] 6548	99	47		
H α 6563	604	286		
[NII] 6584	371	174		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	150	66		
[SII] 6731	135	59		

UCM1301+2904

E9322814

228#14

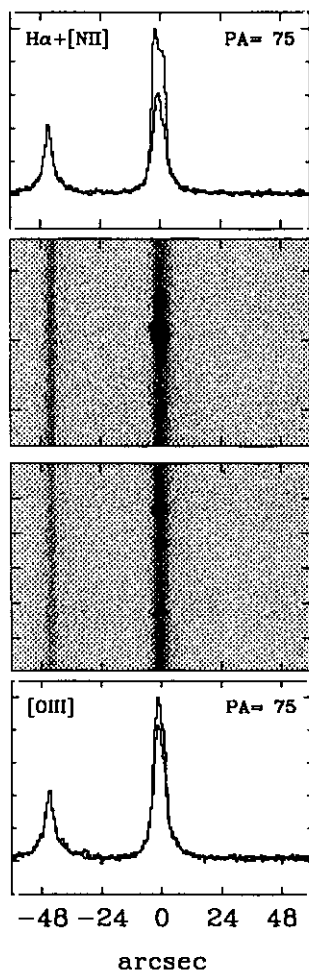
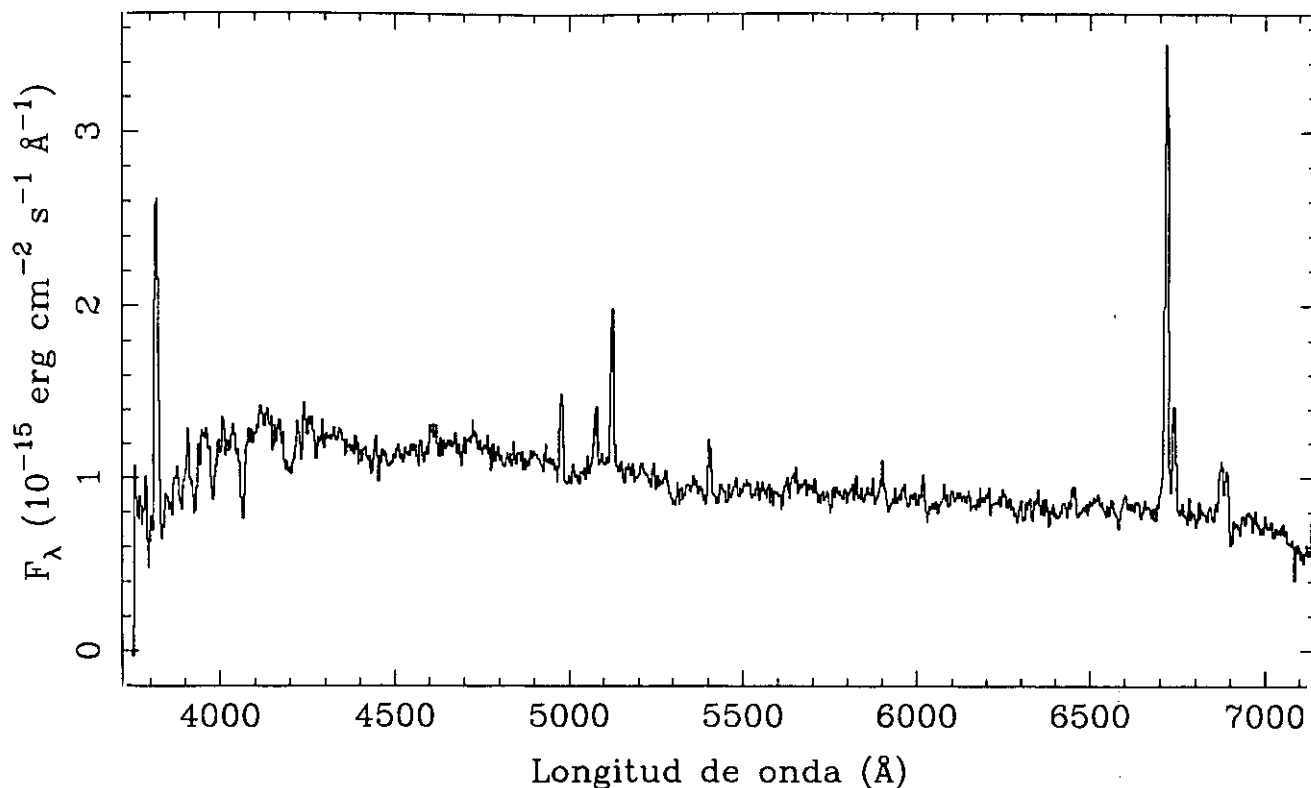


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0266
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 81
H δ 4102	...	...
H γ 4340	26	28	$EW_{H\beta}$	= 15
[OIII] 4363	8	9		
He I 4471	...	...	E_{B-v}	= 0.207
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta}$	= 0.29
[OIII] 4959	51	50		
[OIII] 5007	146	143	$F_{H\beta}$	= 1.23E-14
He I 5876	15	13		
[OI] 6300	11	9	$F_{H\alpha}$	= 4.42E-14
[NII] 6548	16	13		
H α 6563	359	286	$L_{H\alpha}$	= 1.51E+08
[NII] 6584	62	49		
He I 6678	4	3	b-v	= ...
[SII] 6716	65	51		
[SII] 6731	50	39	v-r	= -0.31

UCM1302+2853

J9422813B

228#13E

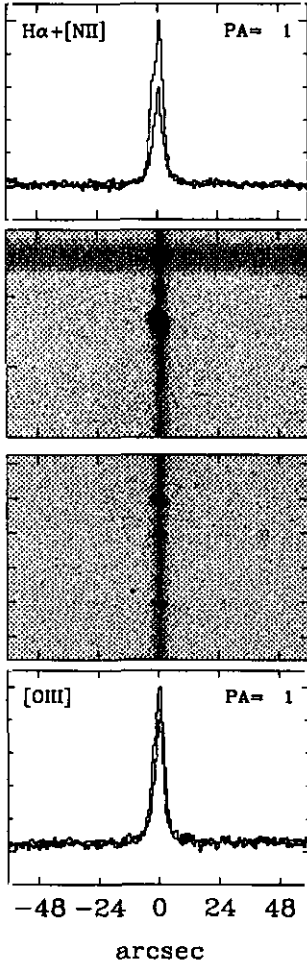
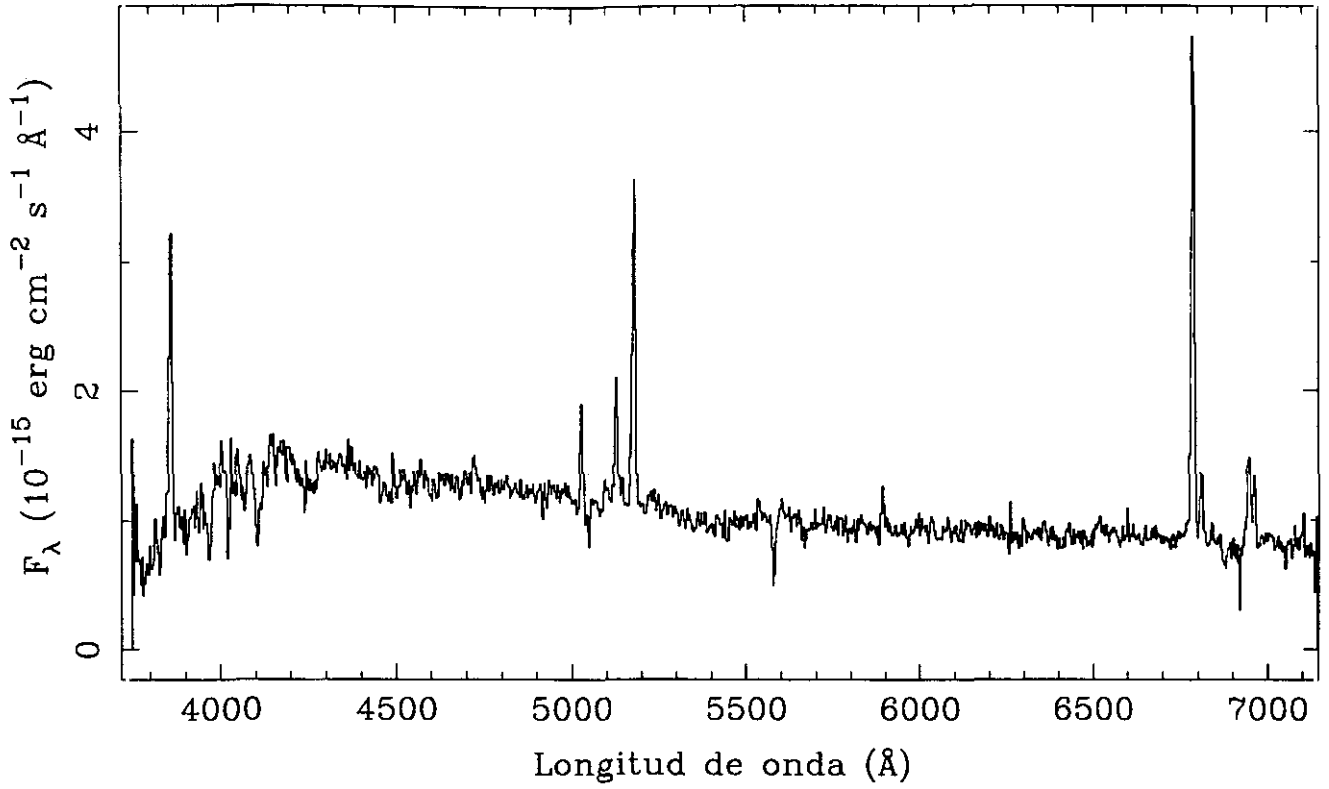


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	439	833	z	= 0.0237
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 48
H δ 4102	...	...
H γ 4340	35	46	$EW_{\text{H}\beta}$	= 6
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.621
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.88
[OIII] 4959	67	64		
[OIII] 5007	174	164	$F_{\text{H}\beta}$	= 5.56E-15
He I 5876	24	16		
[OI] 6300	28	16	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.14E-14
[NII] 6548	...	...
H α 6563	565	286	$L_{\text{H}\alpha}$	= 4.28E+07
[NII] 6584	125	63		
He I 6678	...	...	b-v	= -0.05
[SII] 6716	72	34		
[SII] 6731	66	31	v-r	= 0.01

UCM1302+3032

J9422833

228#33E

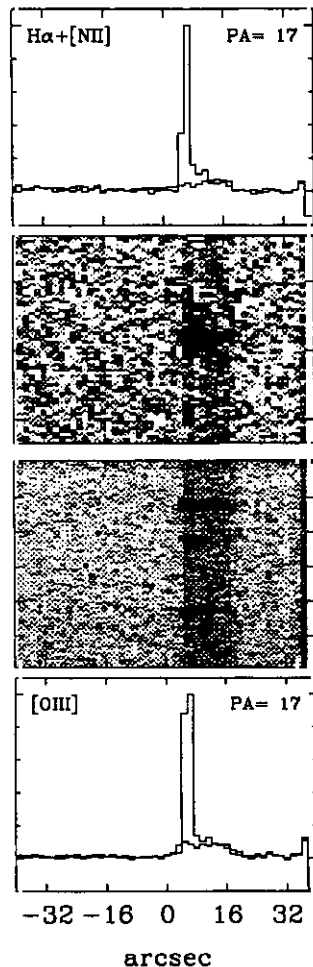
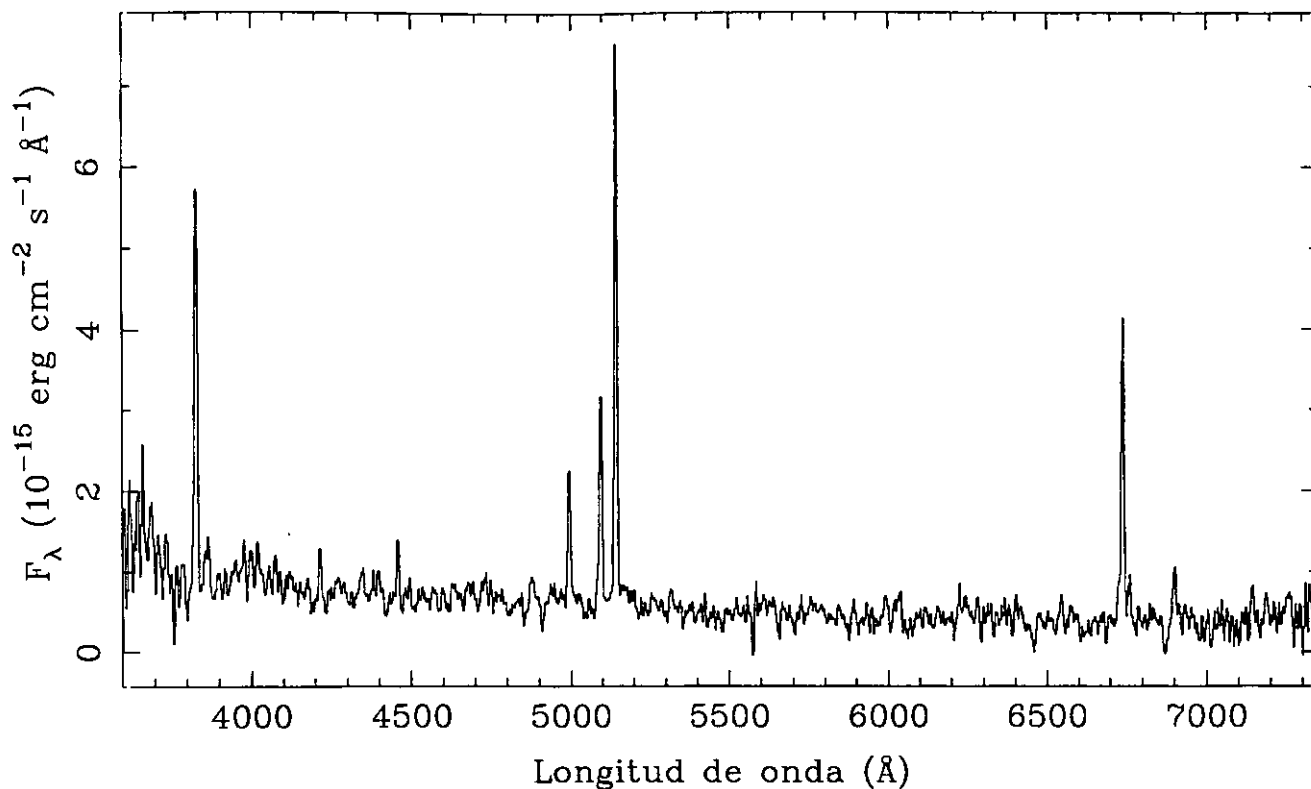


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HHH
[OII] 3727	352	650	$z = 0.0342$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 53$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 7$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}} = 0.595$
H γ 4340	30	39	$C_{\text{H}\beta} = 0.85$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 7.56\text{E-}15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 4.15\text{E-}14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 1.26\text{E+}08$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.11$
[OIII] 4959	115	111	$v-r = 0.12$
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	549	286	
[NII] 6584	64	33	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	102	50	
[SII] 6731	61	30	

UCM1303+2908

J9122839A

228#39

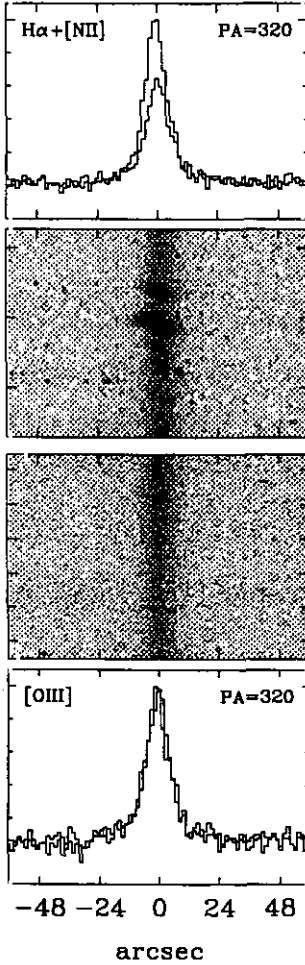
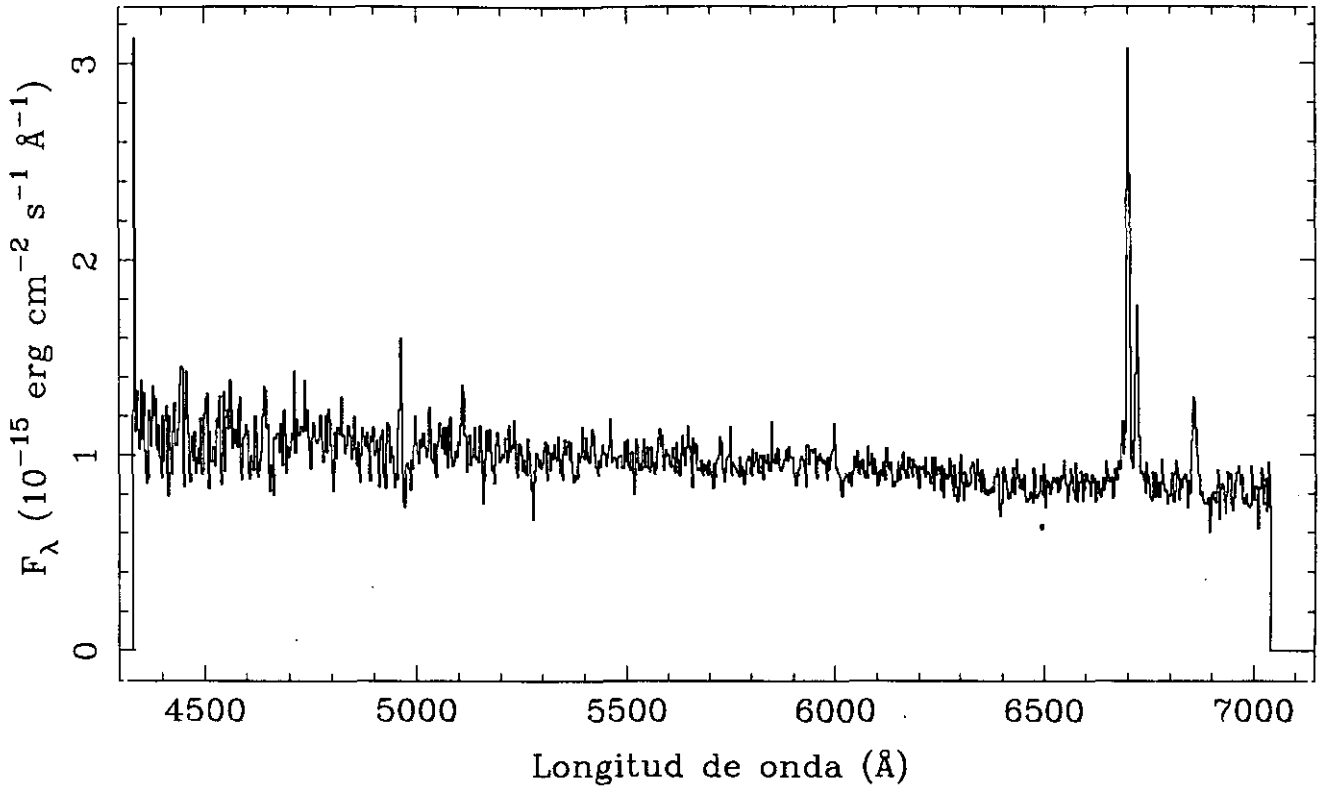


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0261
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 175
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 29
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= ...
H γ 4340	47	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.84E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 5.15E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.20E+08
H β 4861	100	...	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	75	...	$v-r$	= -0.31
[OIII] 5007	226	...		
He I 5876	21	...		
[OI] 6300	8	...		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	285	...		
[NII] 6584	17	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	19	...		
[SII] 6731	18	...		

UCM1304+2808

E9322812

228#12

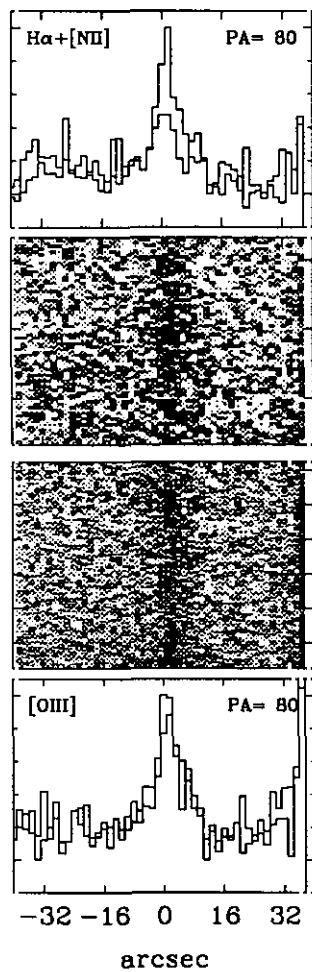
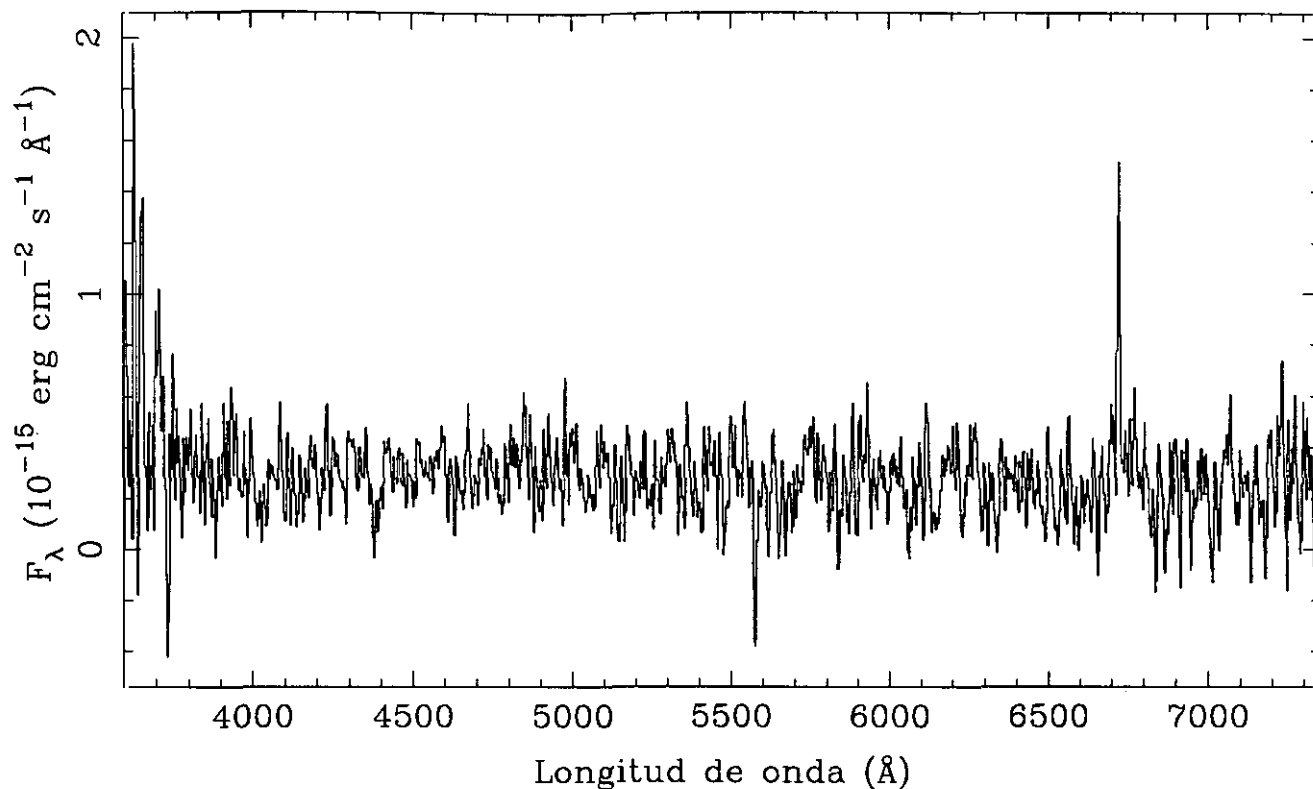


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0210$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 33$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 7$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= 0.114$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= 0.16$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 6.12E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.98E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 5.48E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= ...$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.02$
[OIII] 5007	71	70		
He I 5876	42	39		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	35	31		
H α 6563	324	286		
[NII] 6584	133	117		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1304+2818

J9122811

228#11

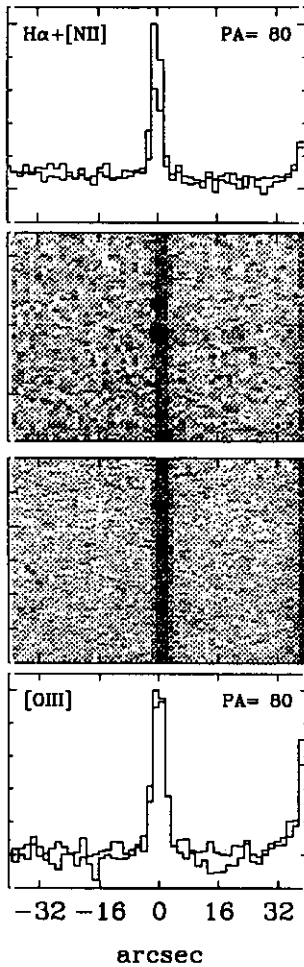
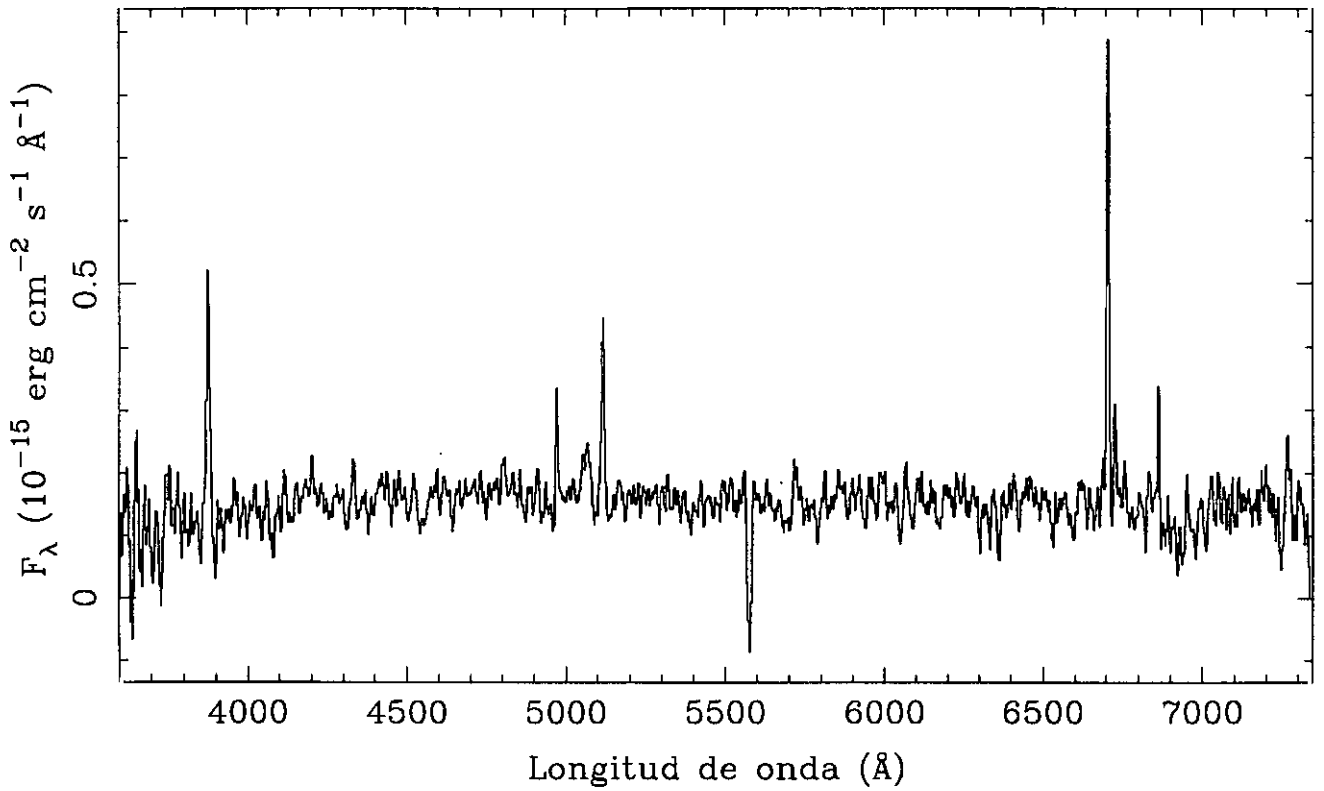


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	$z = 0.0244$
[NeIII]3869	
[NII] 3968	$EW_{H\alpha} = 115$
H δ 4102	
H γ 4340	$EW_{H\beta} = 23$
[OIII] 4363	
He I 4471	$E_{B-v} = 0.111$
He II 4686	
H β 4861	100	100	$C_{H\beta} = 0.16$
[OIII] 4959	
[OIII] 5007	$F_{H\beta} = 4.12E-15$
He I 5876	
[OI] 6300	$F_{H\alpha} = 1.33E-14$
[NII] 6548	
H α 6563	323	286	$L_{H\alpha} = 2.31E+08$
[NII] 6584	
He I 6678	$b-v = 0.27$
[SII] 6716	
[SII] 6731	$v-r = -0.09$

UCM1304+2830

J9122840

228#40

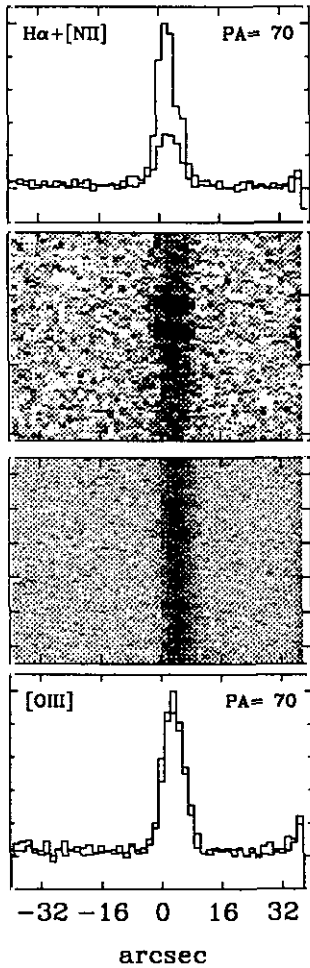
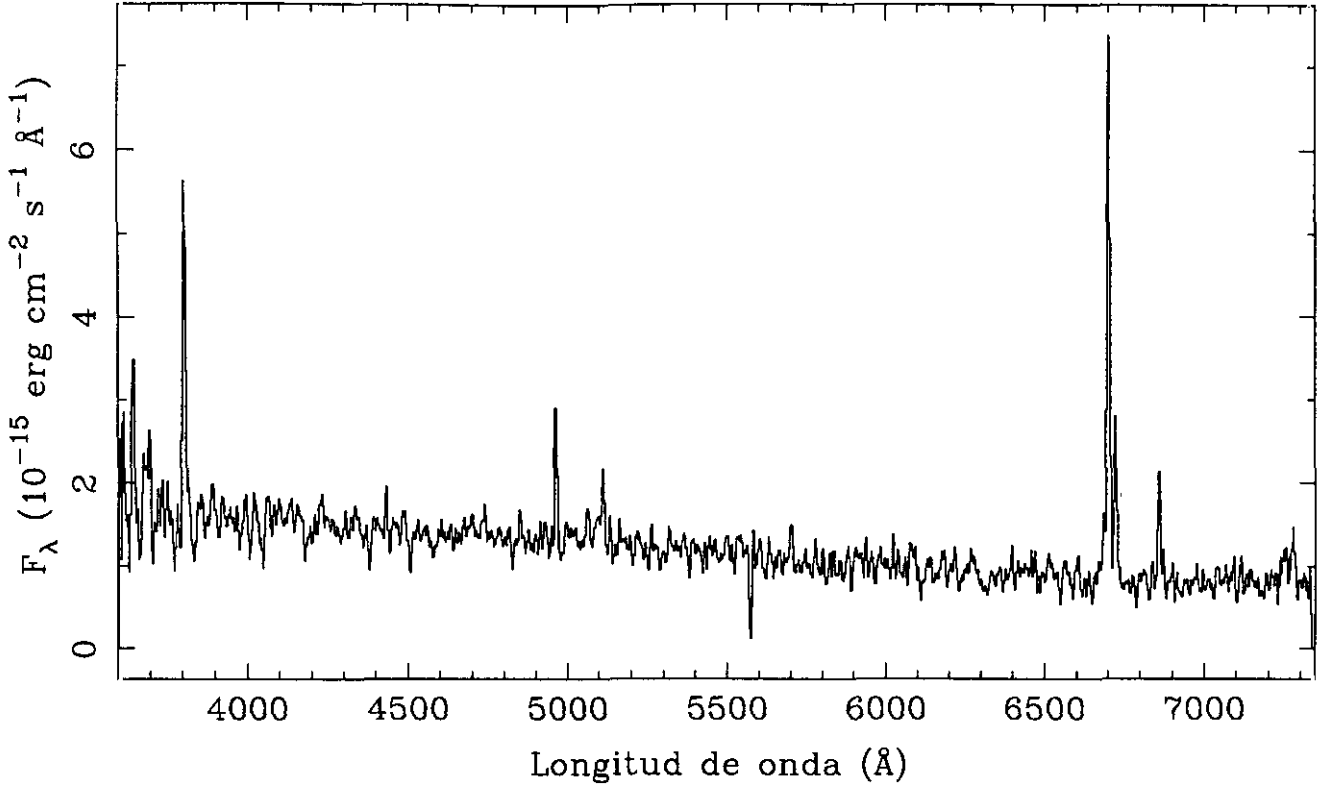


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	348	511	z	= 0.0217
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 67
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 11
H δ 4102	...	...	E _{B-V}	= 0.372
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 0.53
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.62E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 6.97E-15
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 8.15E+06
H β 4861	100	100	b-v	= 0.20
[OIII] 4959	93	91	v-r	= 0.09
[OIII] 5007	203	196		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	31	21		
H α 6563	430	286		
[NII] 6584	84	56		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1306+2938

J9122808

228#08

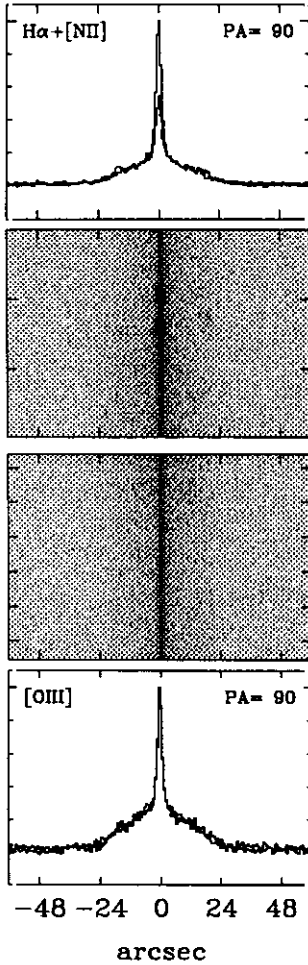
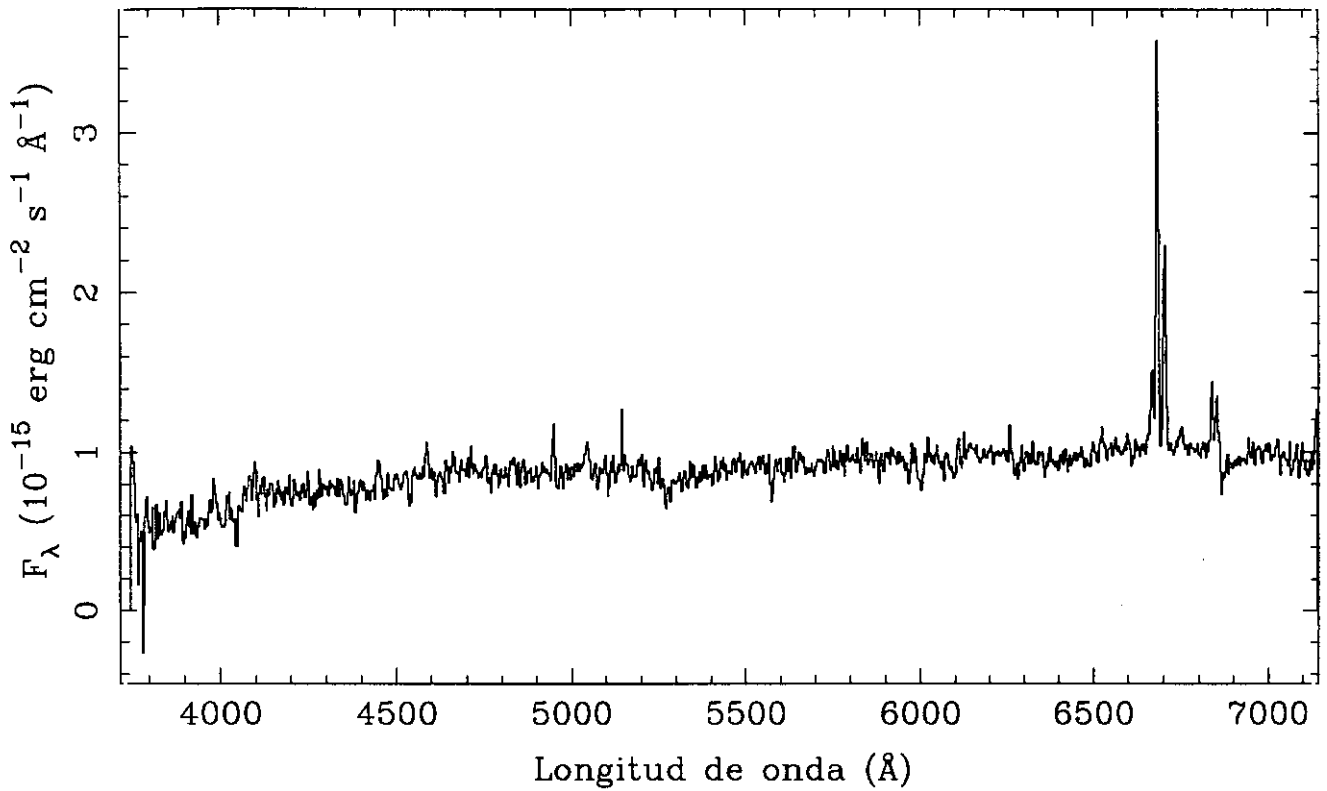


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	353	591	z	= 0.0211
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 133
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 10
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.501
H γ 4340	28	35	$C_{H\beta}$	= 0.71
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.32E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 6.53E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.11E+08
H β 4861	100	100	b-v	= ...
[OIII] 4959	42	41	v-r	= -0.12
[OIII] 5007	75	71		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	34	20		
H α 6563	495	286		
[NII] 6584	139	80		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	95	52		
[SII] 6731	17	9		

UCM1307+2910

J9422809

228#09E

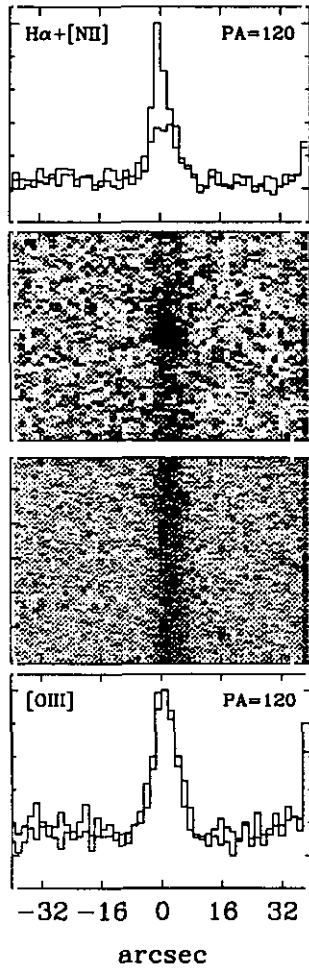
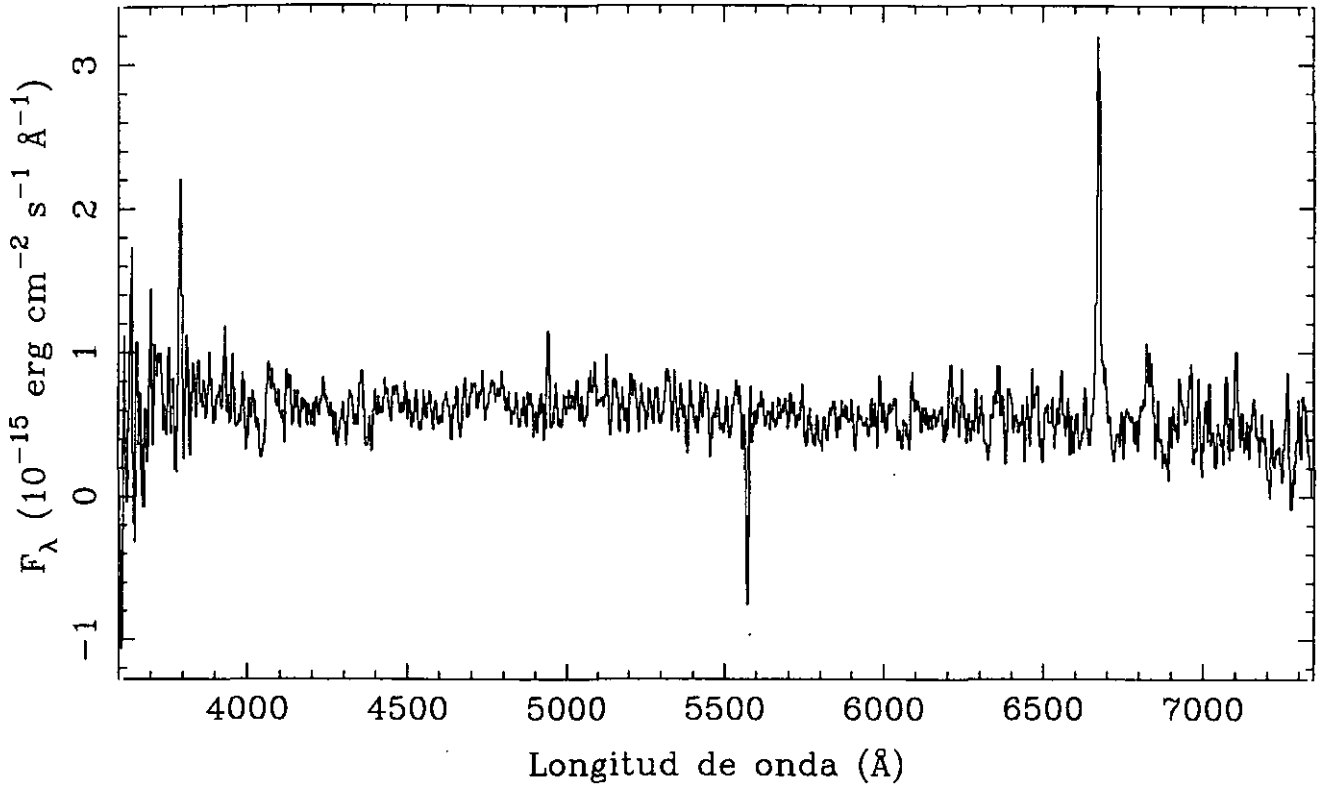


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	345	937	z	= 0.0183
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 39
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 3
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.970
Hγ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.38
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 2.68E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 2.22E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 2.56E+08
Hβ 4861	100	100	b-v	= 0.31
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.52
[OIII] 5007	32	29		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	173	60		
Hα 6563	828	286		
[NII] 6584	463	157		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	124	38		
[SII] 6731	118	36		

UCM1307+3111

J9122804

228#04

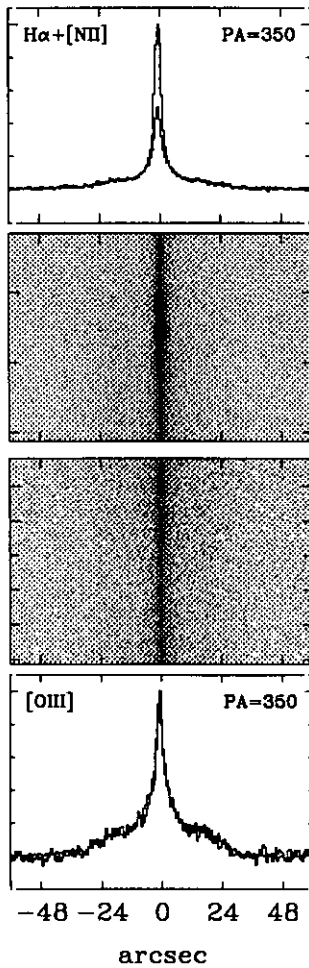
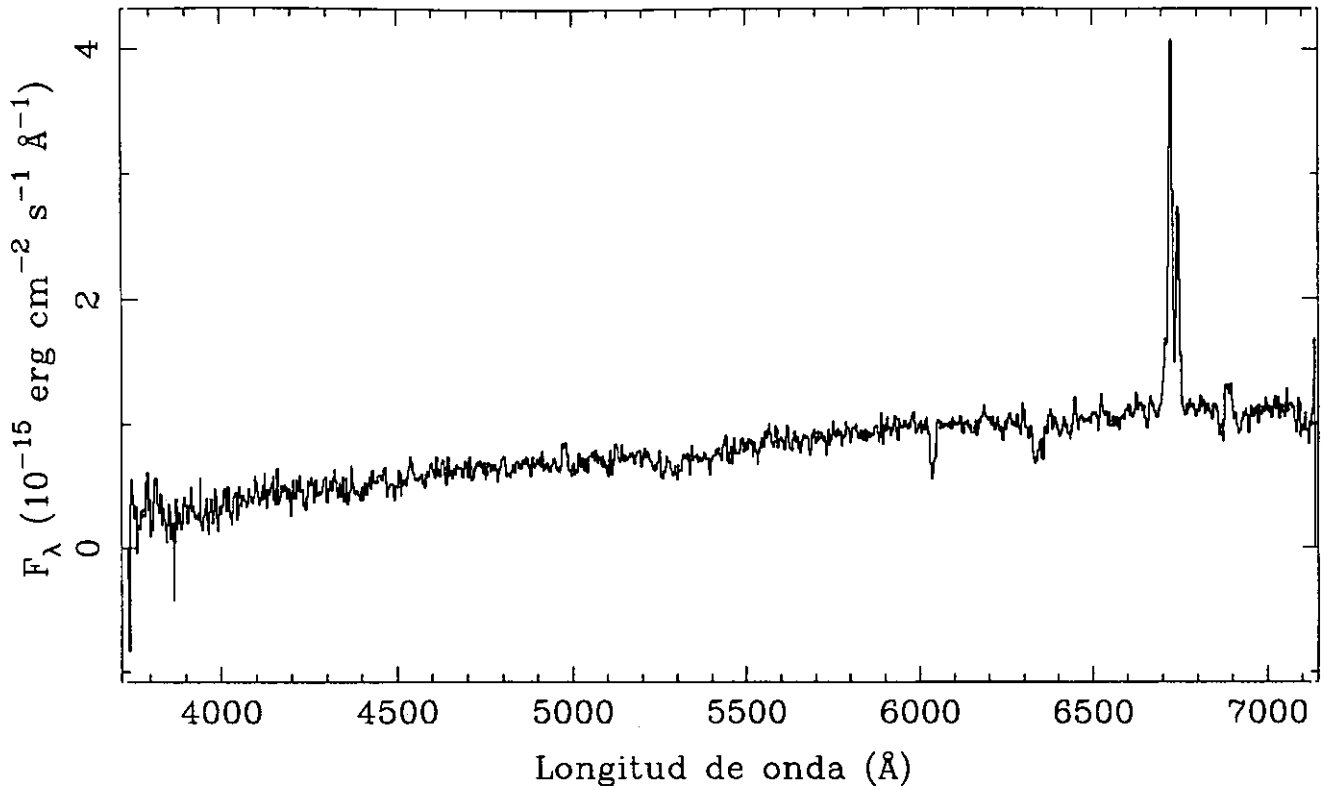


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	328	...	z	= 0.0168
[NeII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 81
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 9
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 4.79E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.97E-02
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 5.31E+07
H β 4861	100	...	b-v	= 0.29
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.01
[OII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	116	...		
[SII] 6731	93	...		

UCM1308+2950

J9422807B

228#07E

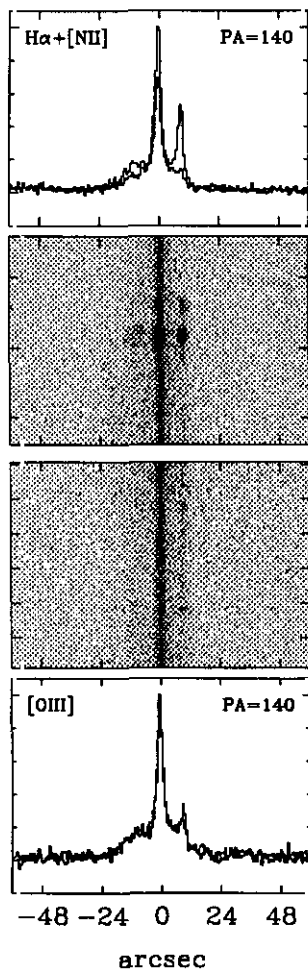
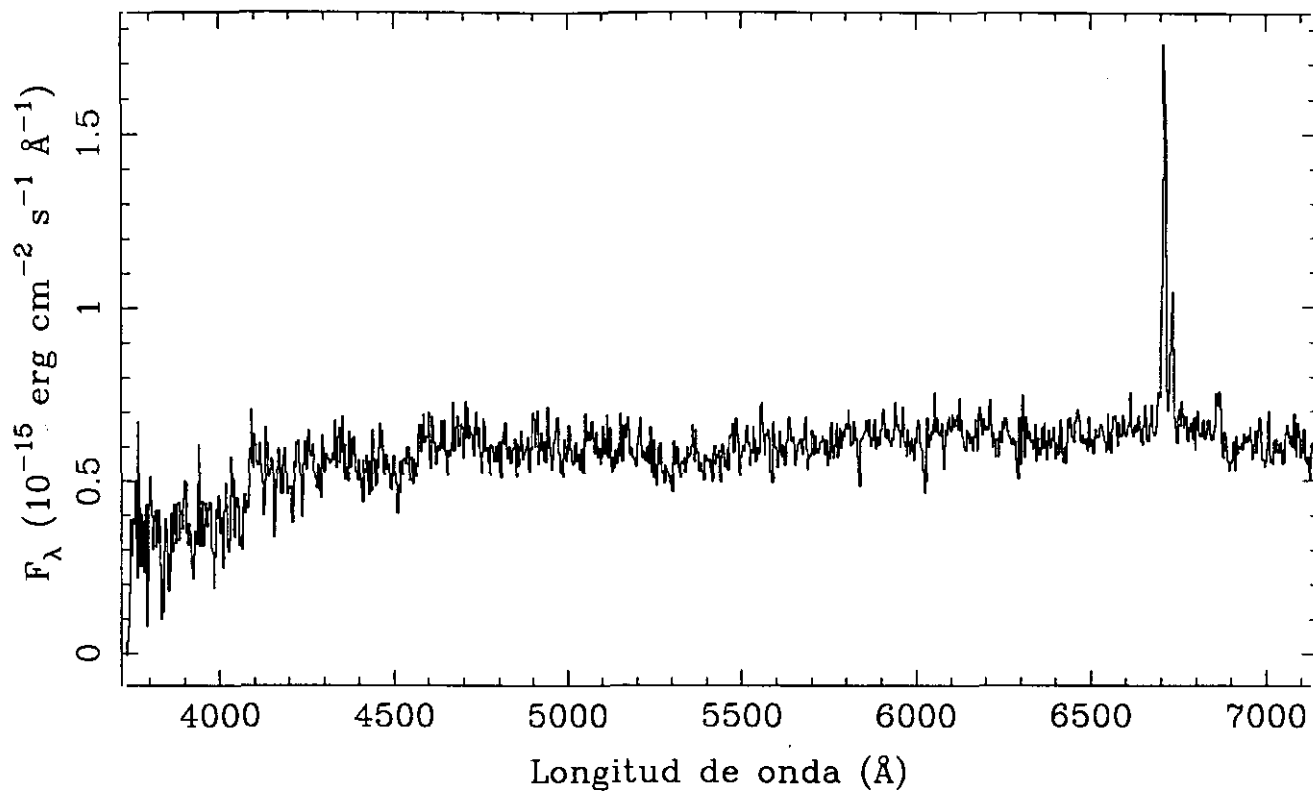


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	129	535	z	= 0.0246
[NeIII]3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 59
[NII] 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 5
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 1.381
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.96
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $2.91\text{E-}15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $3.78\text{E-}14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $3.08\text{E+}08$
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.66
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.85
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	155	35		
H α 6563	1299	286		
[NII] 6584	725	156		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1308+2958

J9422806

228#06E

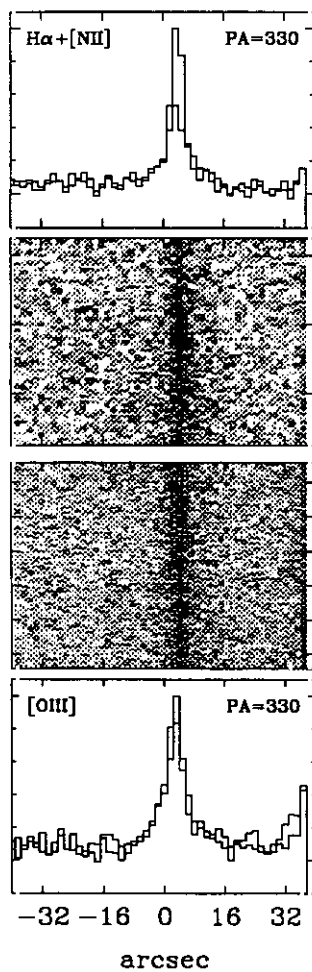
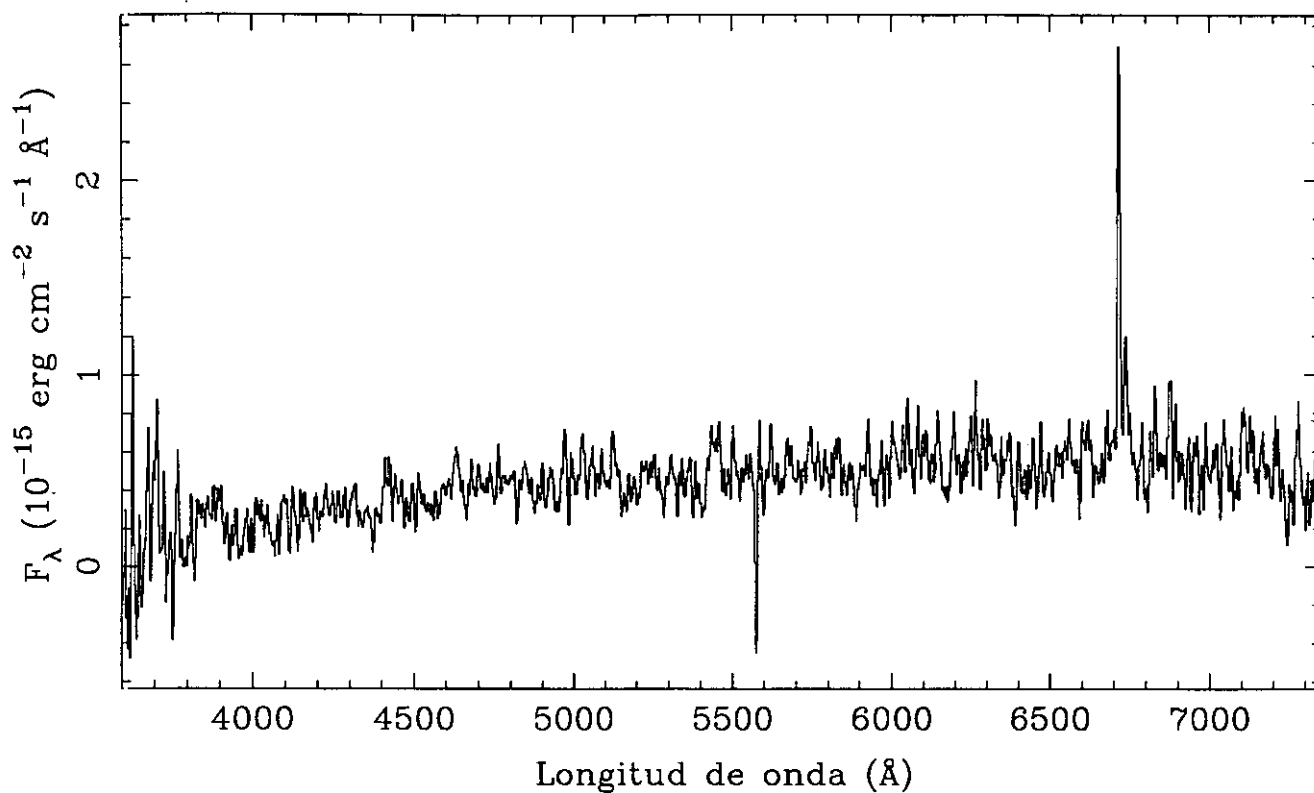


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	$= 0.0223$
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 26$
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 2$
H δ 4102	$E_{\text{B}-\text{v}}$	$= 1.313$
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	$= 1.87$
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	$= 1.02\text{E}-15$
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.23\text{E}-14$
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 7.03\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	$= 0.28$
[OIII] 4959	$\text{v}-\text{r}$	$= 0.40$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	1206	286		
[NII] 6584	409	95		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM1310+3027

J9122835

228#35

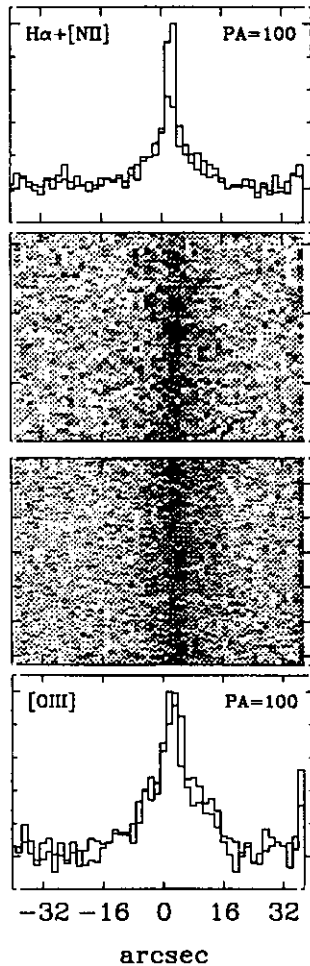
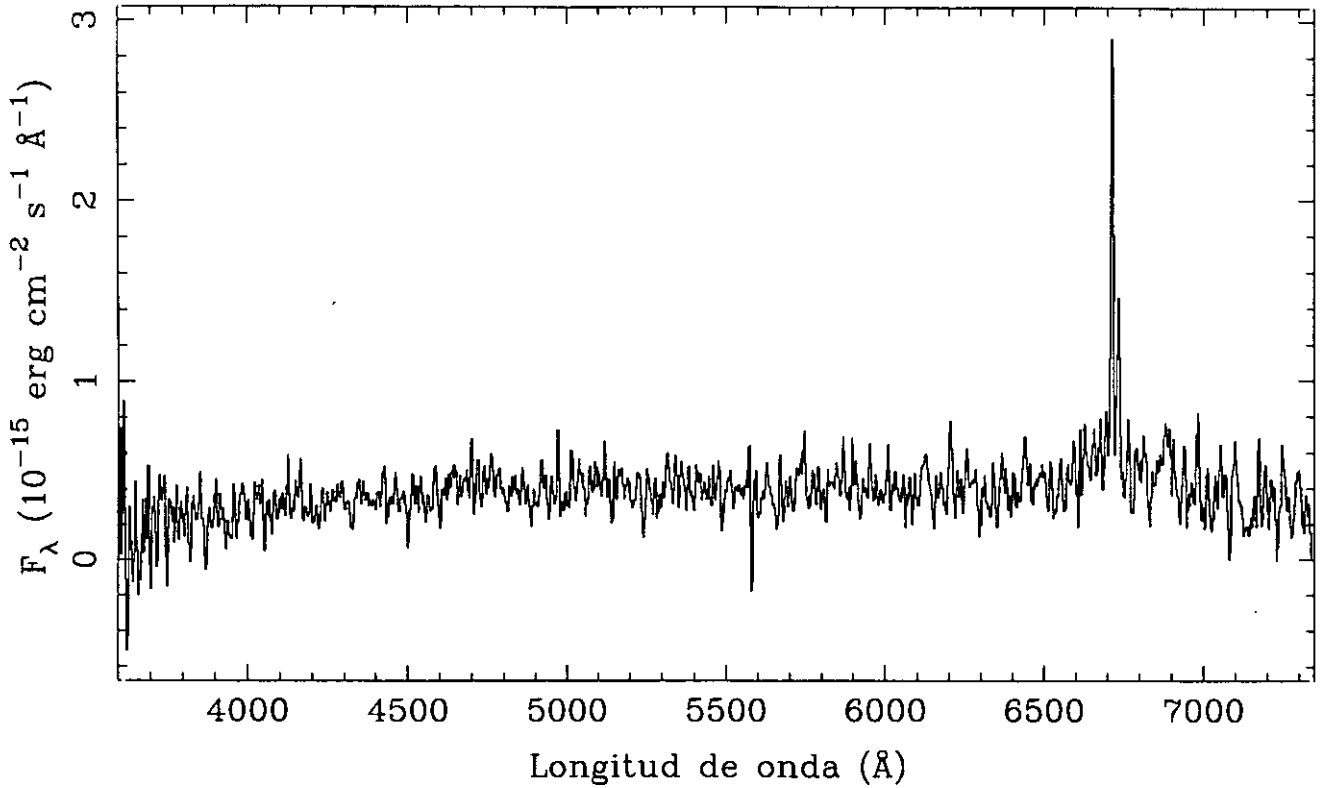


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	z	= 0.0234
[NeIII] 3869	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 70
[NII] 3968	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= $2.36\text{E}-14$
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= $6.35\text{E}+07$
H β 4861	b-v	= 0.70
[OIII] 4959	v-r	= 0.48
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	35	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM1312+2954

J9123204

232#04

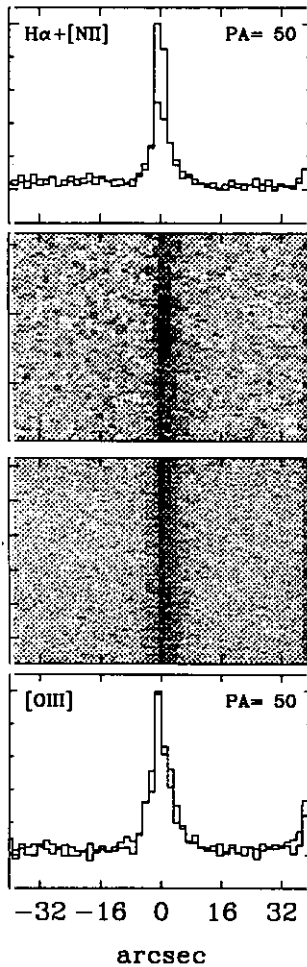
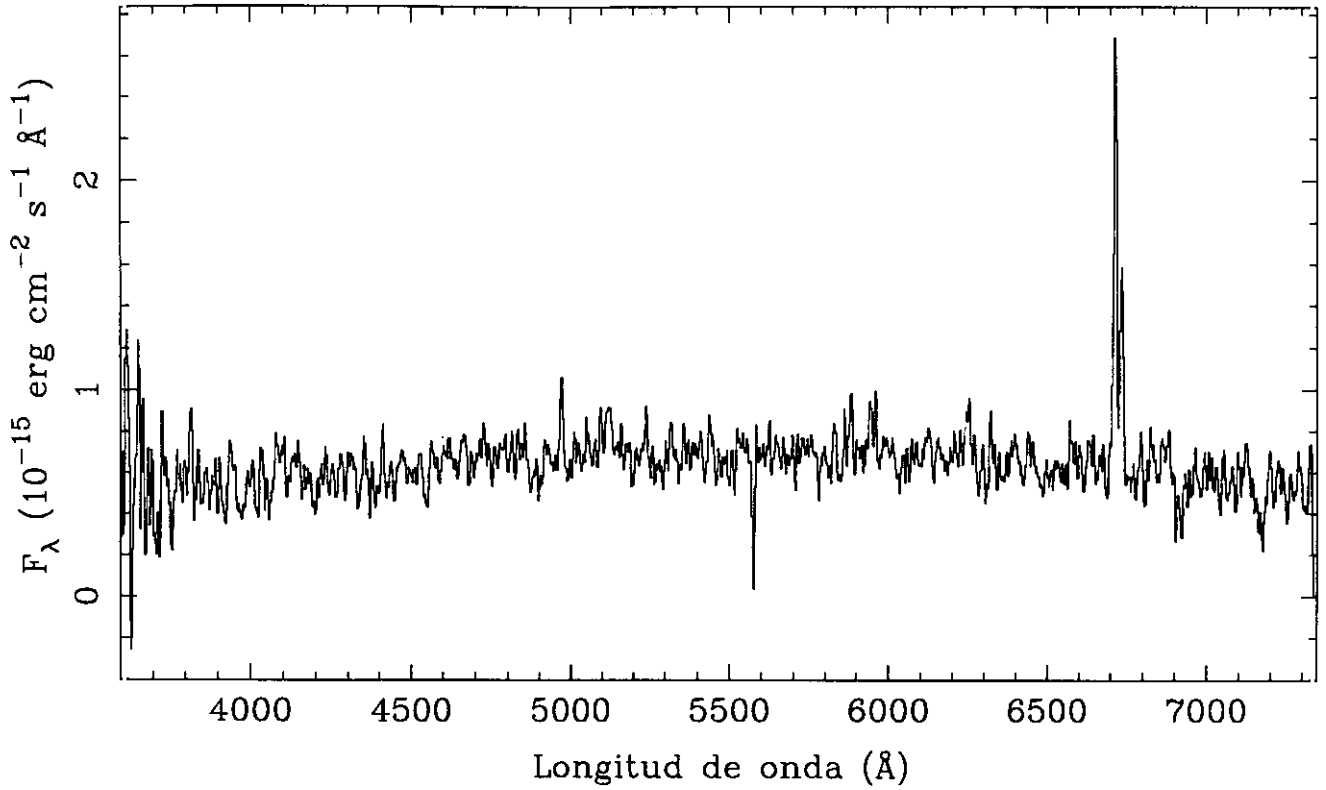


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0230
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 65
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 7
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= 1.087
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.54
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 2.38E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 2.24E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 9.59E+07
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	= 0.53
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.21
[OIII] 5007	115	103		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	273	99		
[NII] 6548	113	35		
H α 6563	941	286		
[NII] 6584	424	127		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1312+3039

J9123201

232#01

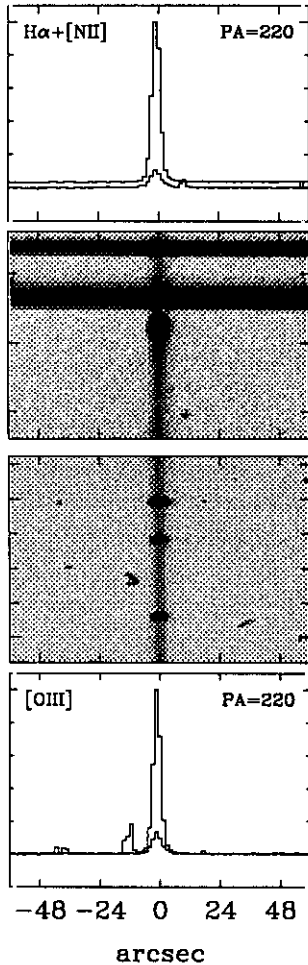
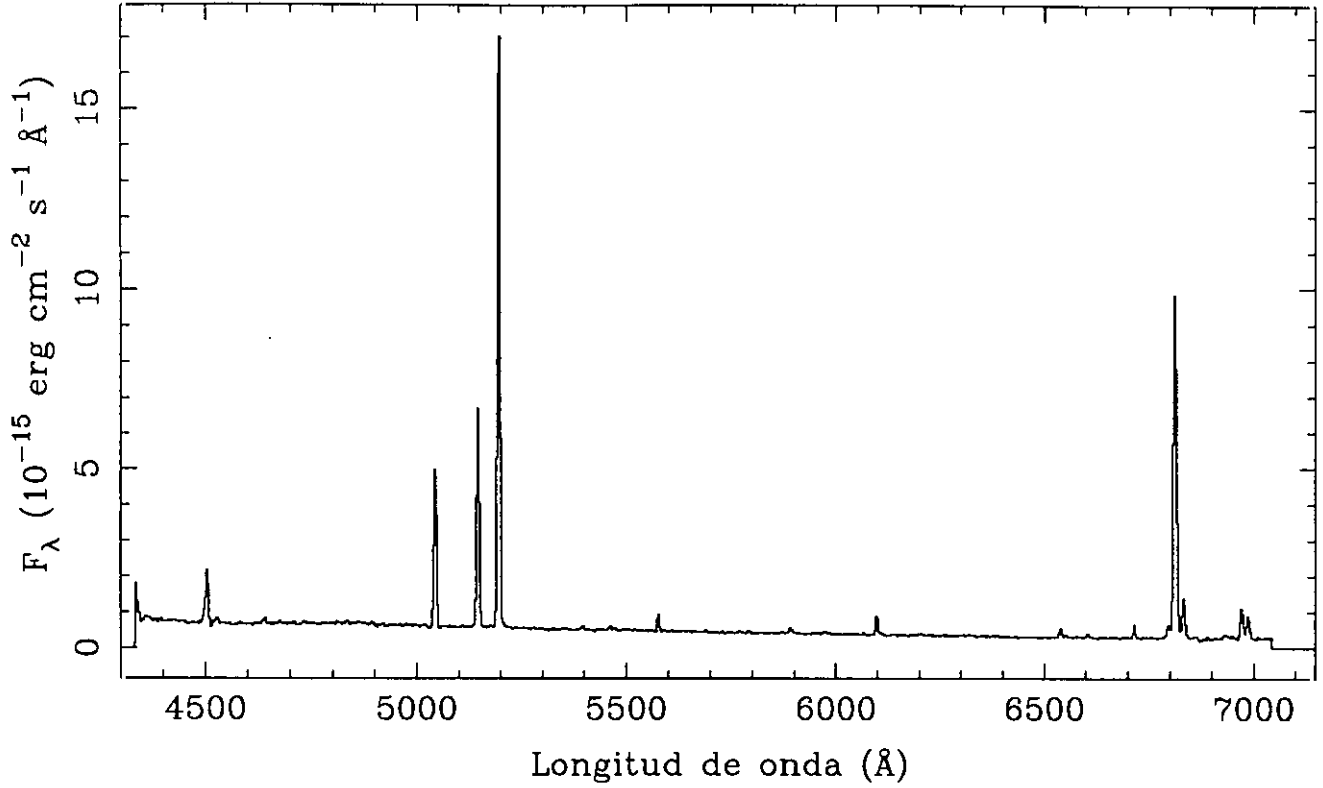


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	82	134	$z = 0.0210$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 81$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 9$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}} = 0.474$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta} = 0.67$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 5.40\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 2.60\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 1.51\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-\text{v} = 0.42$
[OIII] 4959	...	...	$\text{v}-\text{r} = 0.16$
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	481	286	
[NII] 6584	222	131	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1313+2938

E9323203

232#03

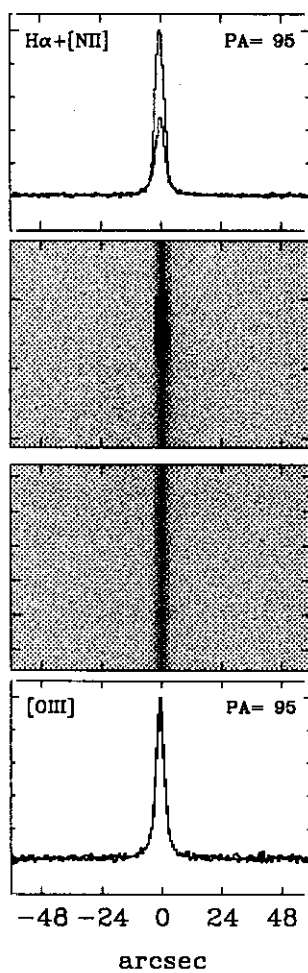
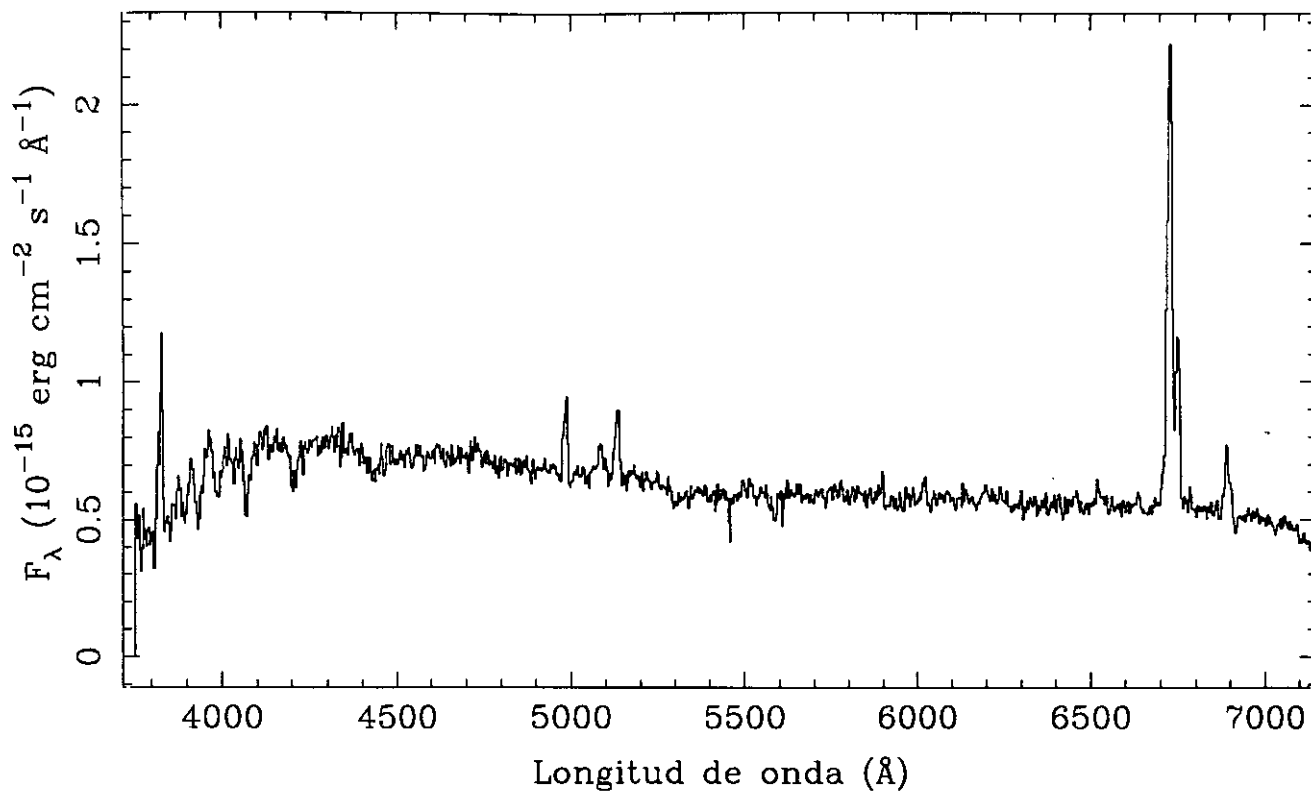


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0380
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 353
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 54
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= ...
H γ 4340	35	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	3	...	$F_{H\beta}$	= 3.24E-14
He I 4471	3	...	$F_{H\alpha}$	= 8.16E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 4.36E+08
H β 4861	100	...	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	132	...	$v-r$	= -0.06
[OIII] 5007	395	...		
He I 5876	11	...		
[OI] 6300	6	...		
[NII] 6548	8	...		
H α 6563	252	...		
[NII] 6584	28	...		
He I 6678	4	...		
[SII] 6716	22	...		
[SII] 6731	16	...		

UCM1314+2827

J9423208B

232#08E

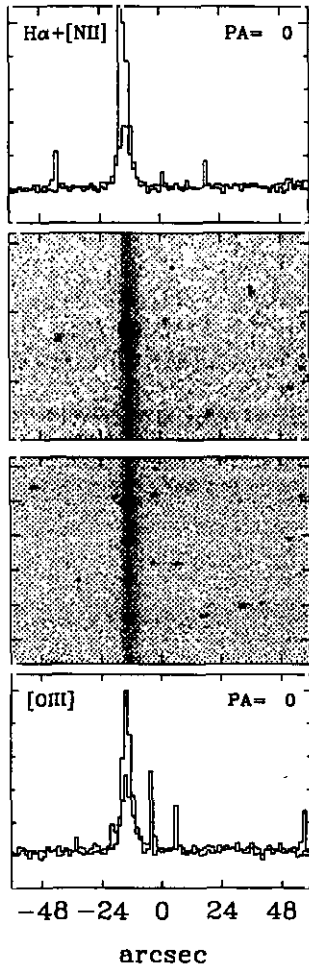
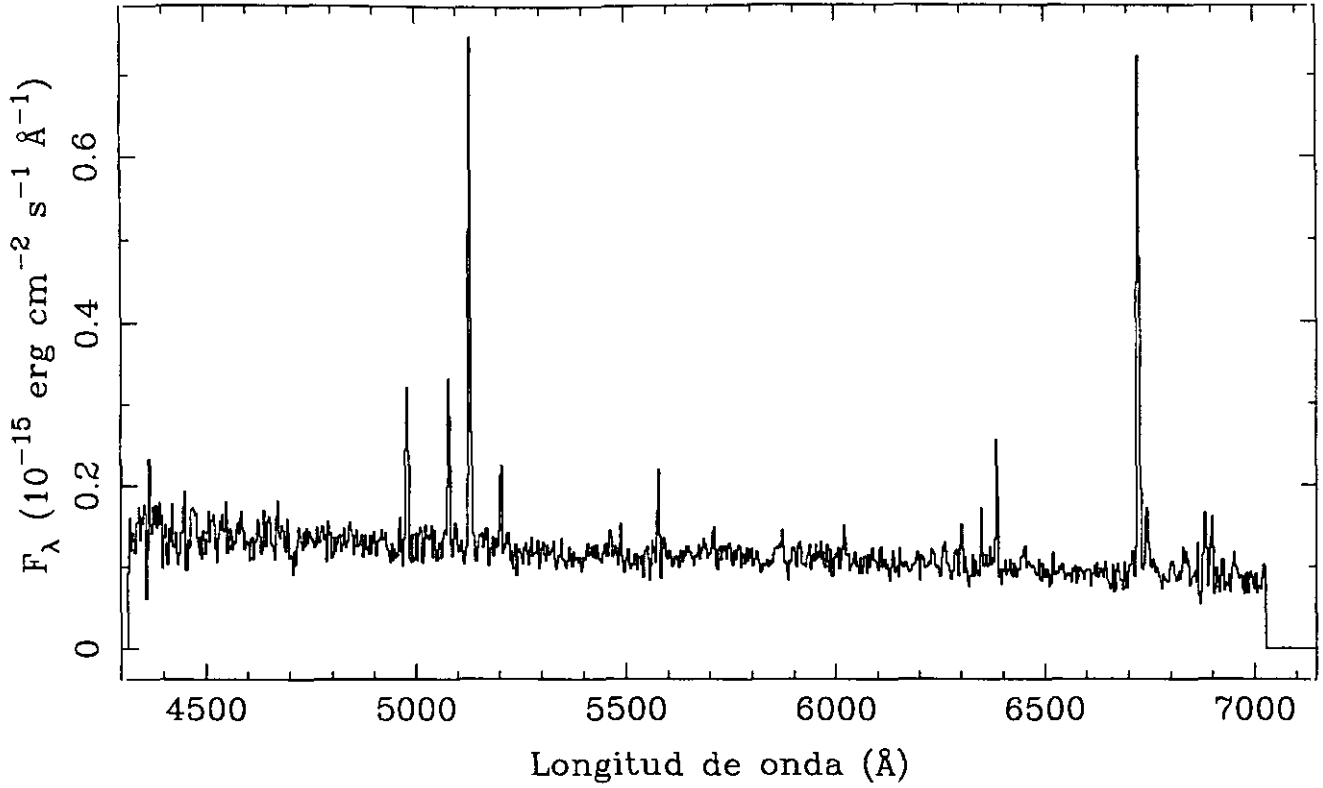


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	195	422	z	$= 0.0253$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 65$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 6$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	$= 0.749$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	$= 1.06$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 4.11\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 2.67\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 8.02\text{E}+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.07$
[OIII] 4959	45	43	$v-r$	$= 0.03$
[OIII] 5007	99	92		
He I 5878	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	650	286		
[NII] 6584	212	92		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	69	28		
[SII] 6731	57	23		

UCM1320+2727

E9323210

232#10

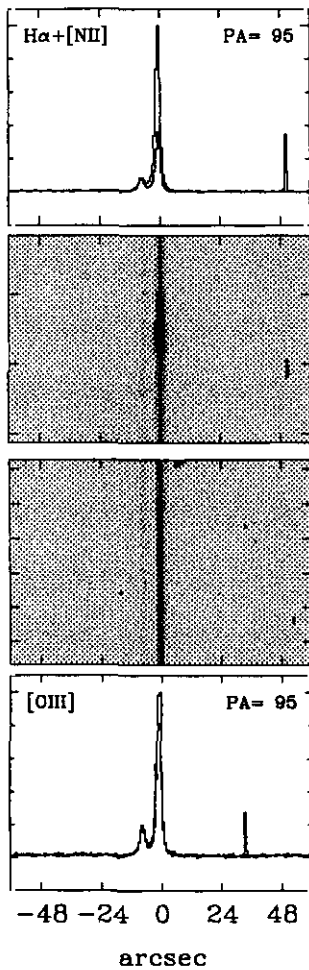
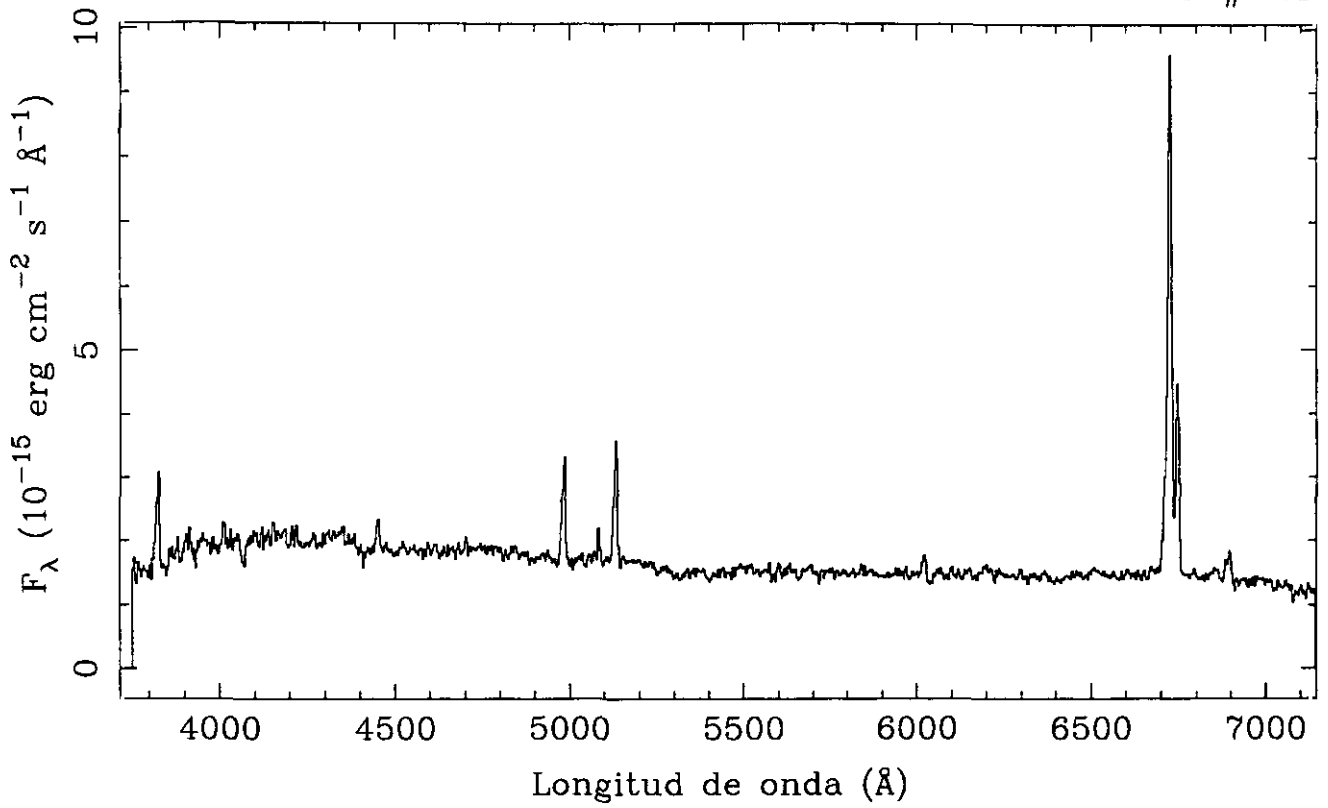


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0247
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 61
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 11
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.205
H γ 4340	27	30	$C_{H\beta}$	= 0.29
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.30E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 4.65E-15
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.28E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	74	73	$v-r$	= -0.31
[OIII] 5007	288	282		
He I 5876	21	18		
[OI] 6300	20	17		
[NII] 6548	21	17		
H α 6563	358	286		
[NII] 6584	63	50		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	67	52		
[SII] 6731	59	46		

UCM1324+2650

J9423212B

232#12E

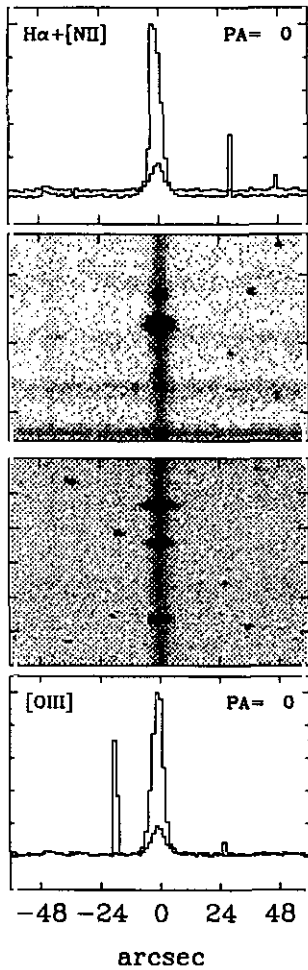
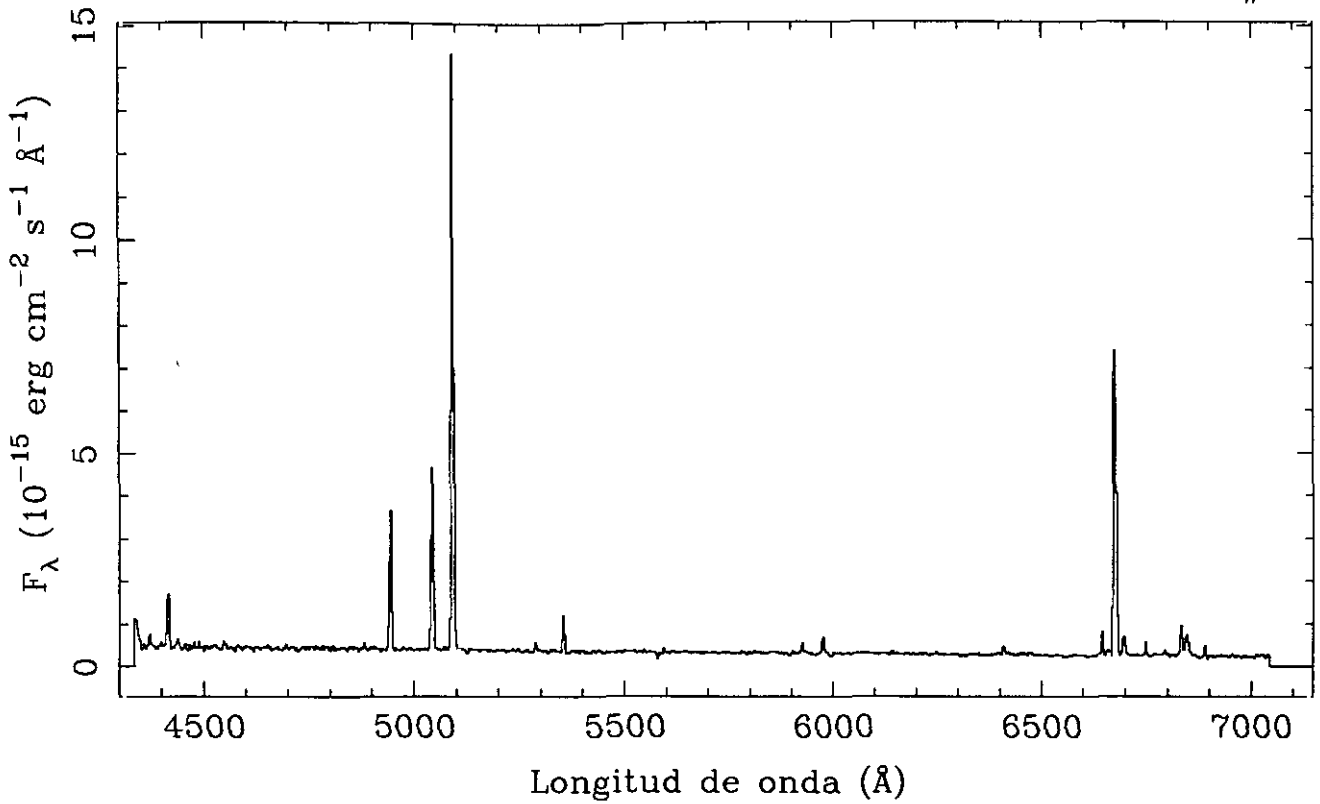


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	89	170	$z = 0.0249$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 101$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 12$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}} = 0.628$
H γ 4340	28	37	$C_{\text{H}\beta} = 0.89$
[OIII] 4363	5	7	$F_{\text{H}\beta} = 2.02\text{E}-14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 1.15\text{E}-13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 3.75\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.12$
[OIII] 4959	25	24	$v-r = 0.19$
[OIII] 5007	110	103	
He I 5876	20	13	
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	569	286	
[NII] 6584	171	85	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	17	8	
[SII] 6731	18	8	

UCM1324+2926

E9323207T

232#07

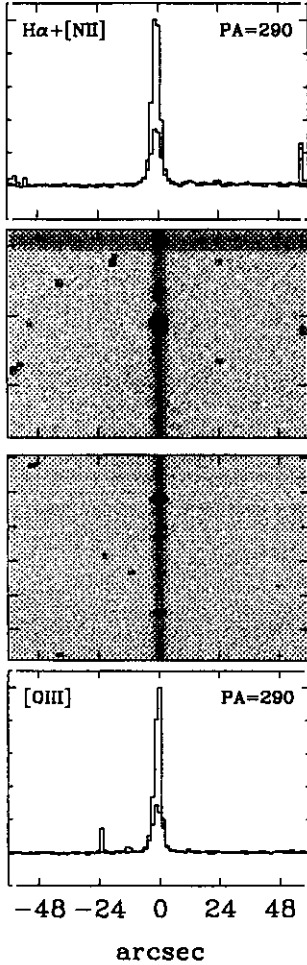
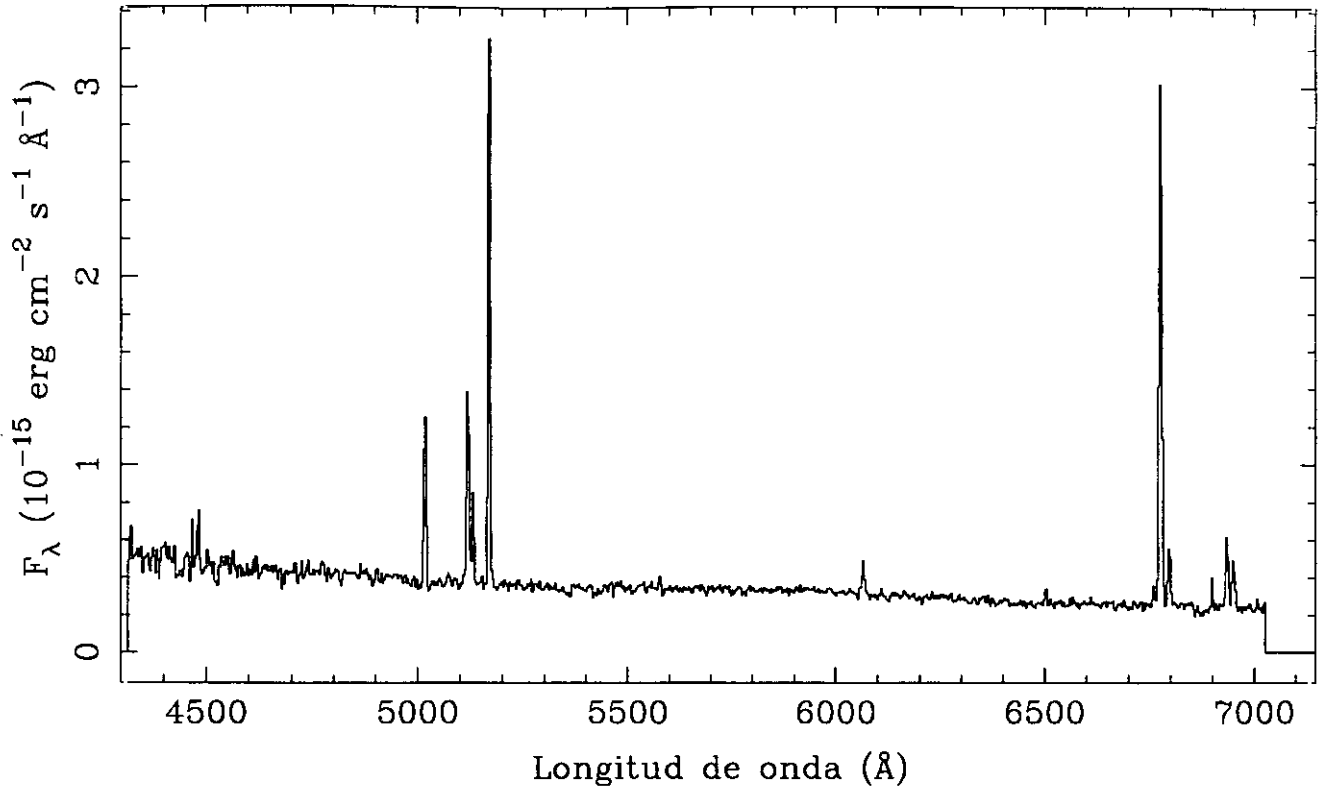


LINEA	F_{obs}	F_c	SS	
[OII] 3727	193	197	z	$= 0.0172$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 251$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 50$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= 0.022$
H γ 4340	43	43	$C_{H\beta}$	$= 0.03$
[OIII] 4363	8	8	$F_{H\beta}$	$= 2.01E-14$
He I 4471	6	6	$F_{H\alpha}$	$= 5.89E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 3.59E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.19$
[OIII] 4959	136	136	$v-r$	$= 0.07$
[OIII] 5007	410	409		
He I 5876	13	13		
[OI] 6300	6	6		
[NII] 6548	4	4		
H α 6563	293	286		
[NII] 6584	17	17		
He I 6678	3	3		
[SII] 6716	24	23		
[SII] 6731	18	18		

UCM1429+2645

E9323417

234#17

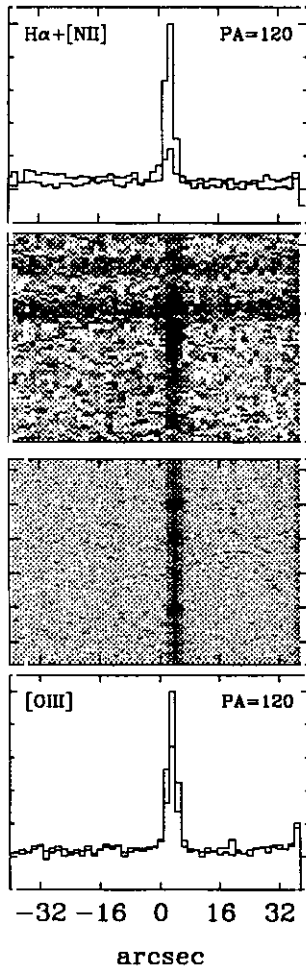
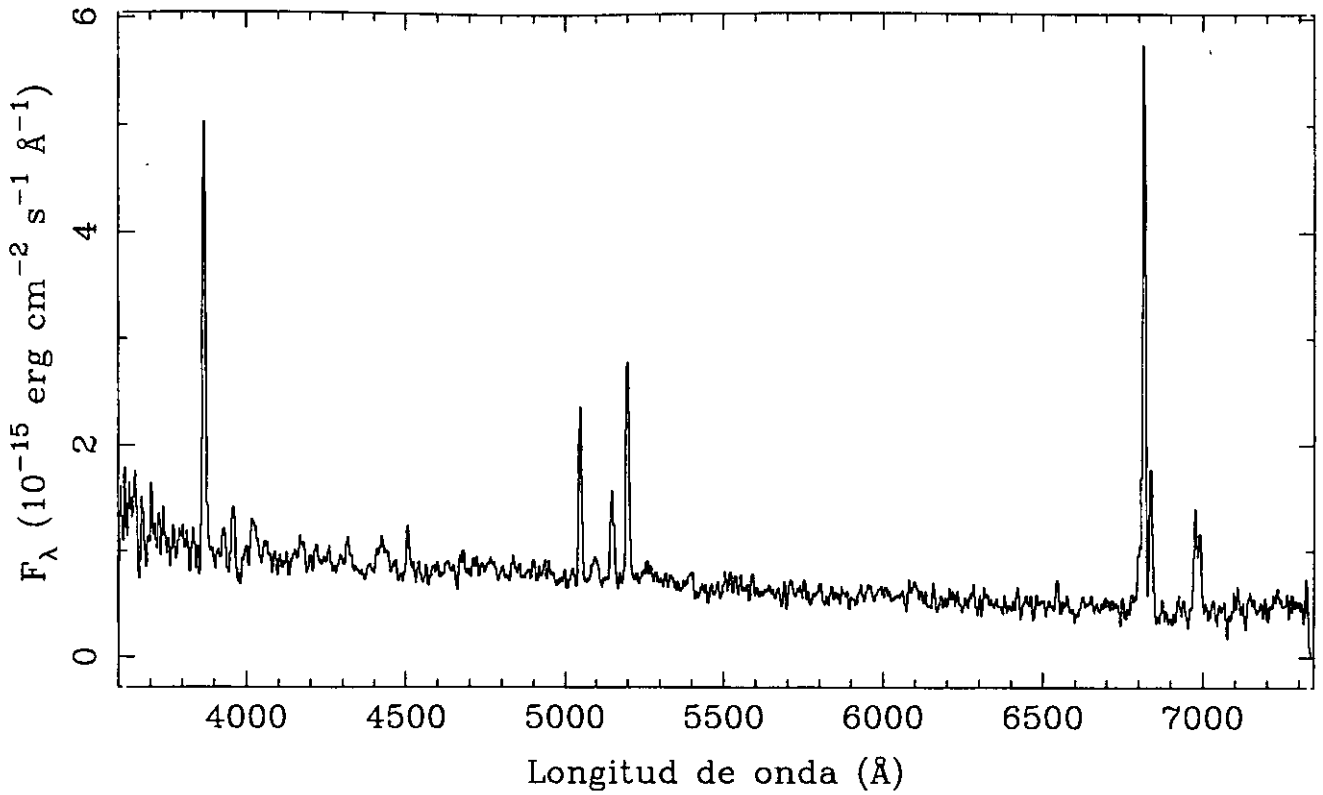


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0328
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 96
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 20
H δ 4102	...	...	E _{B-V}	= 0.105
H γ 4340	34	36	C _{Hβ}	= 0.15
[OIII] 4363	8	8	F _{Hβ}	= 6.79E-15
He I 4471	6	6	F _{Hα}	= 2.18E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 5.47E+07
H β 4861	100	100	b-v	= ...
[OIII] 4959	114	113	v-r	= -0.29
[OIII] 5007	300	297		
He I 5876	22	20		
[OI] 6300	8	7		
[NII] 6548	7	6		
H α 6563	321	286		
[NII] 6584	34	30		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	41	36		
[SII] 6731	29	26		

UCM1431+2702

J9123416T

234#16

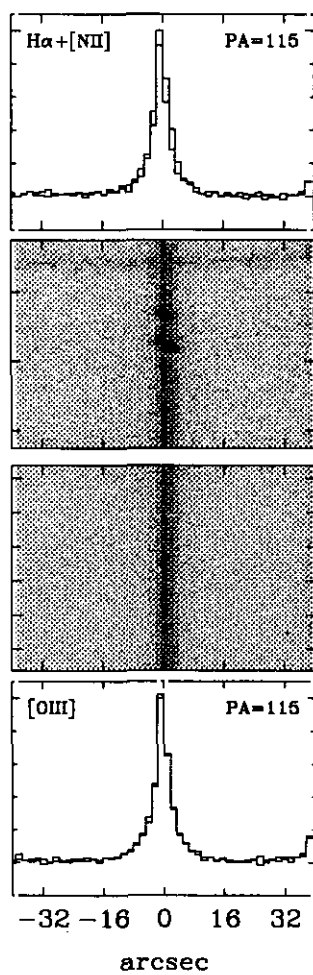
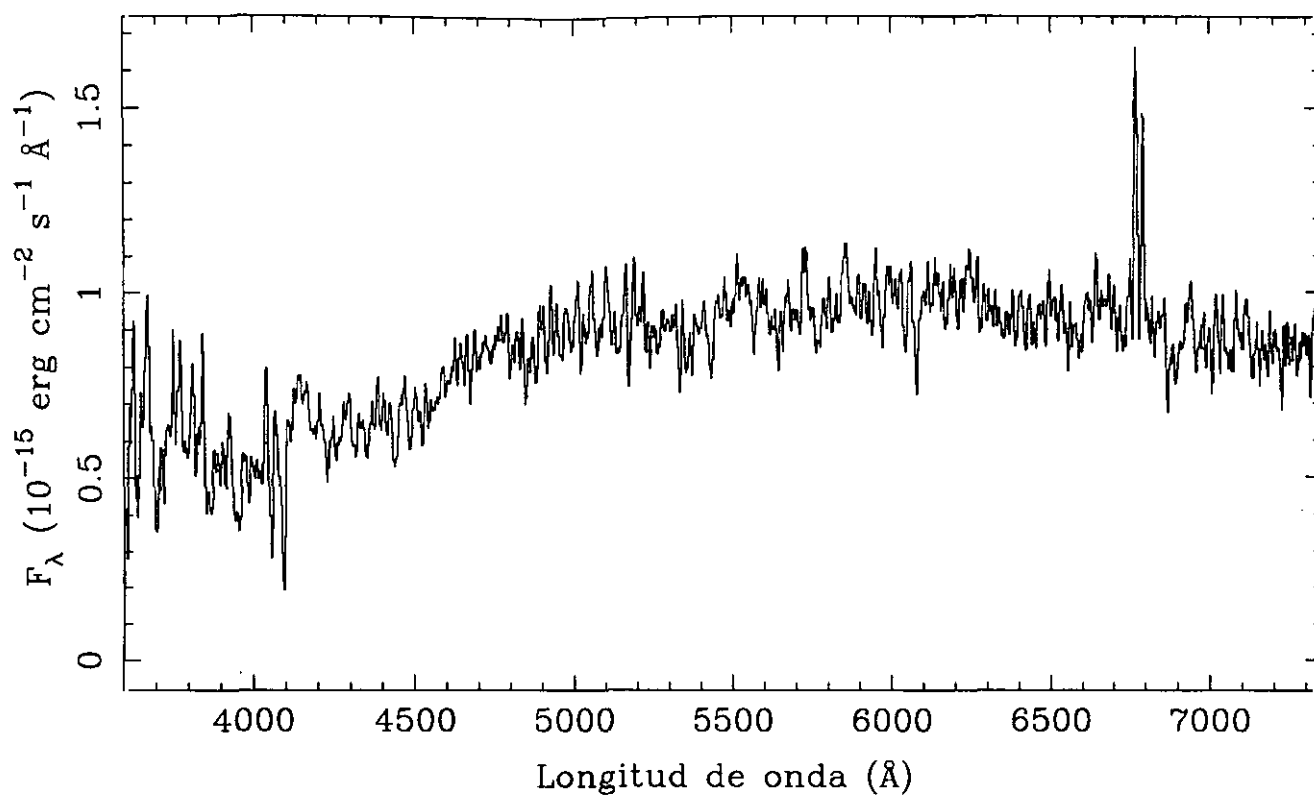


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIIH	
[OII] 3727	258	341	z	$= 0.0384$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 180$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 24$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	$= 0.271$
H γ 4340	30	34	$C_{\text{H}\beta}$	$= 0.39$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 1.21\text{E}-14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 4.66\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 2.05\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	$= 0.01$
[OIII] 4959	47	46	$v-r$	$= 0.08$
[OIII] 5007	136	132		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	7	5		
[NII] 6548	6	4		
H α 6563	385	286		
[NII] 6584	109	81		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	41	30		
[SII] 6731	34	24		

UCM1431+2814

J9123412

234#12

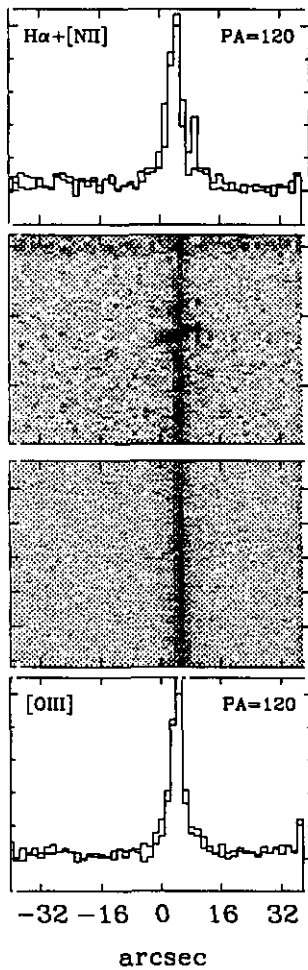
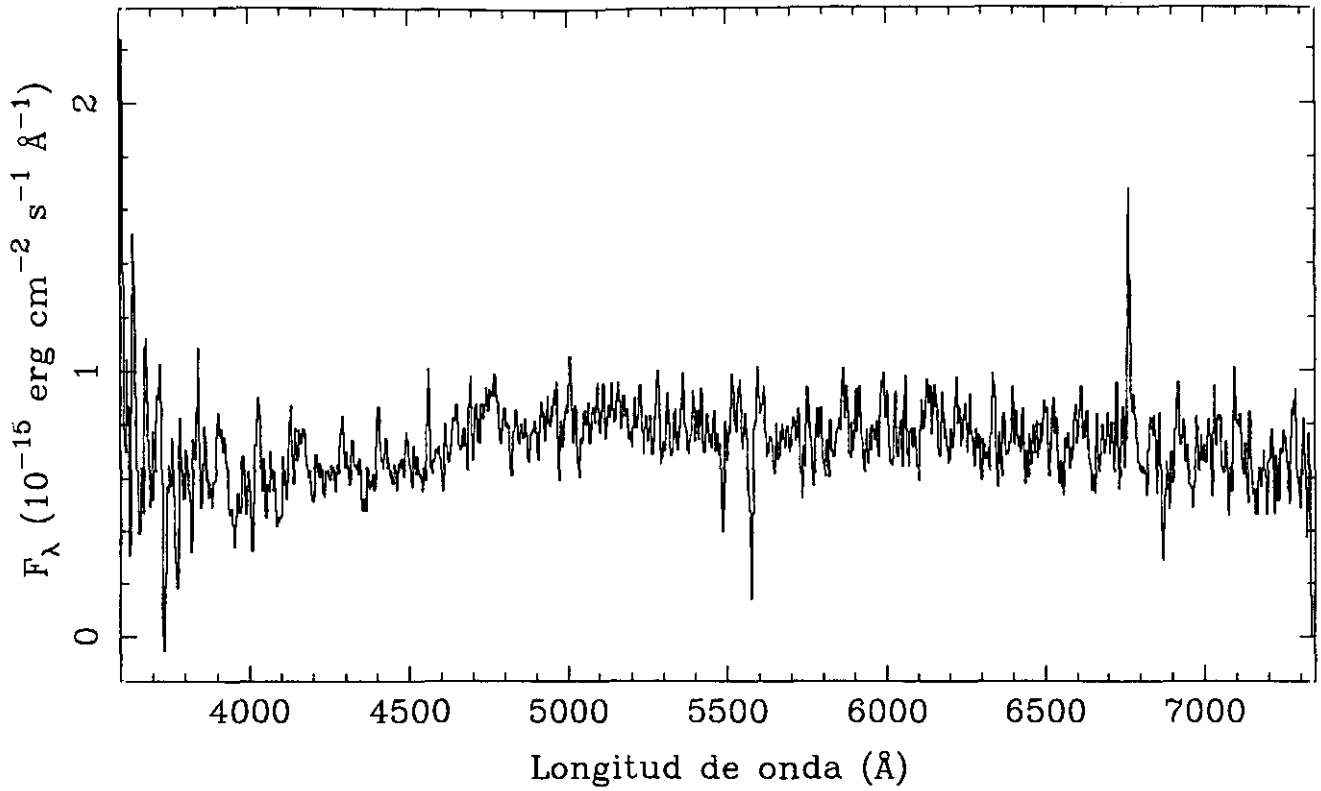


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0320
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 17
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= ...
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= ...
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= ...
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 8.50E-15
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 2.66E+07
H β 4861	...	...	b-v	= 0.60
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.28
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	18	...		
[NII] 6548	21	...		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	63	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1431+2854

J9123411

234#11

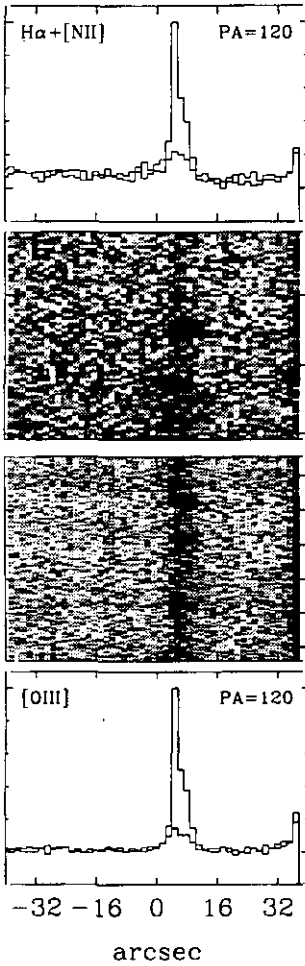
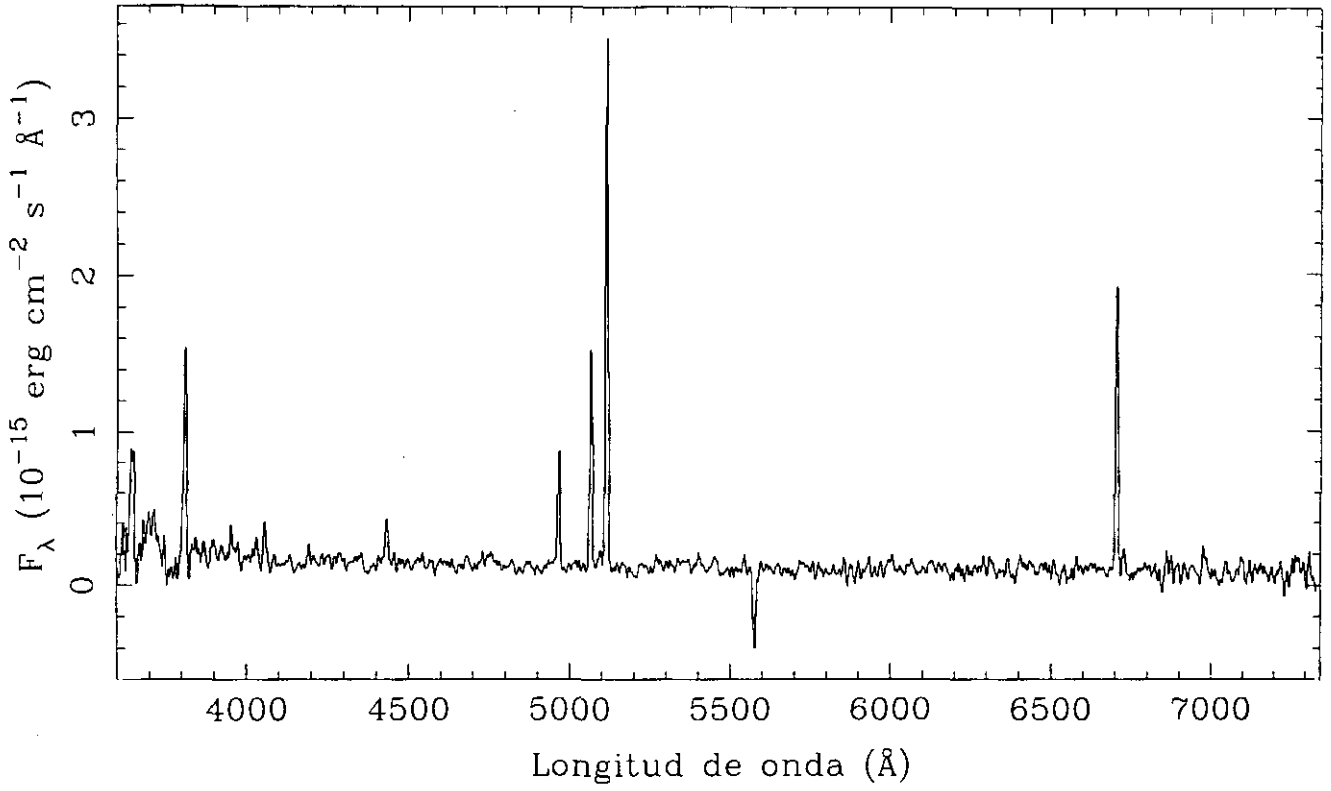


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	34	...	z	= 0.0310
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	= 24
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	= ...
H δ 4102	E_{B-v}	= ...
H γ 4340	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{H\alpha}$	= 9.71E-15
He II 4686	$L_{H\alpha}$	= 8.94E+07
H β 4861	b-v	= 0.46
[OIII] 4959	v-r	= 0.17
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	19	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM1431+2947

J9123402

234#02

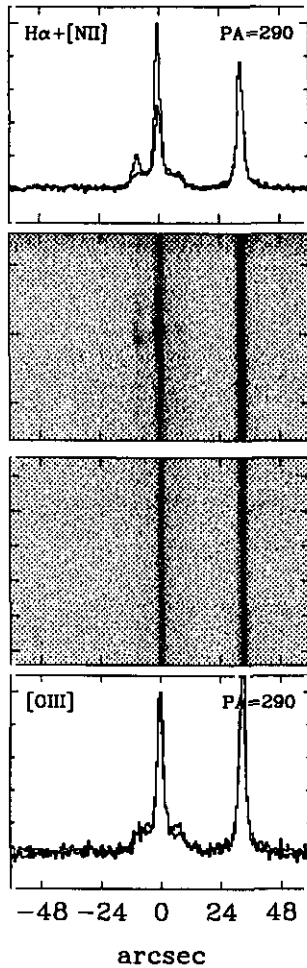
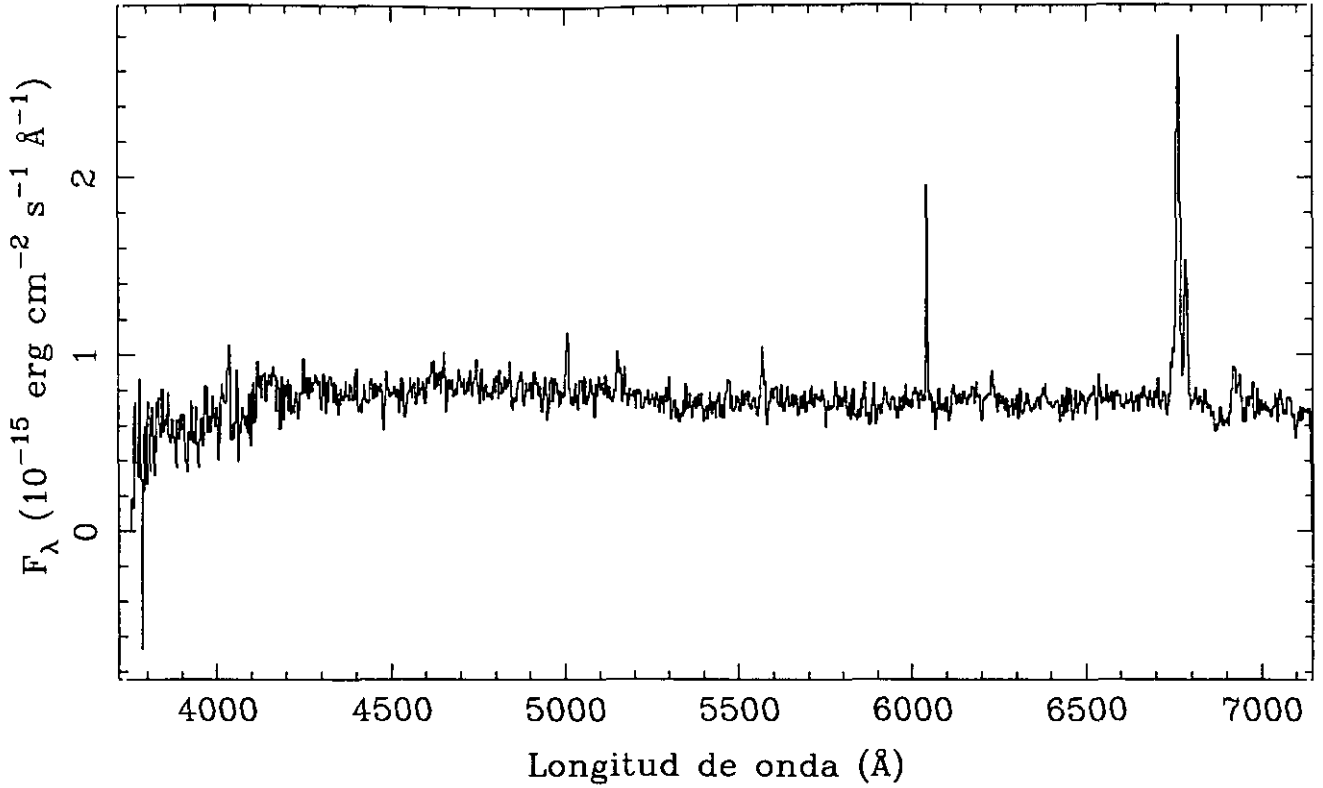


LINEA	F_{obs}	F_c	SS	
$[\text{OII}]$ 3727	209	...	z	= 0.0219
$[\text{NeIII}]$ 3869	28	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 136
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 29
$\text{H}\delta$ 4102	13	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= ...
$\text{H}\gamma$ 4340	43	...	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
$[\text{OIII}]$ 4363	1	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $6.99\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= ...
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $2.11\text{E}+07$
$\text{H}\beta$ 4861	100	...	$b-v$	= 0.07
$[\text{OIII}]$ 4959	155	...	$v-r$	= -0.16
$[\text{OIII}]$ 5007	426	...		
He I 5876	13	...		
$[\text{OI}]$ 6300	7	...		
$[\text{NII}]$ 6548	4	...		
$\text{H}\alpha$ 6563	281	...		
$[\text{NII}]$ 6584	14	...		
He I 6678	...	...
$[\text{SII}]$ 6716	29	...		
$[\text{SH}]$ 6731	10	...		

UCM1432+2645

J9423418

234#18E

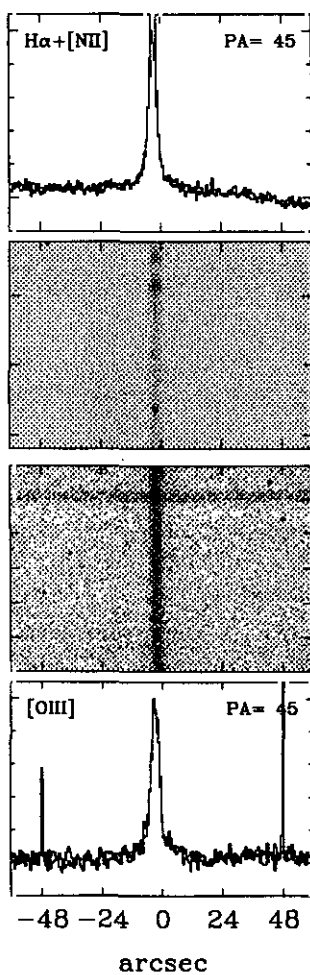
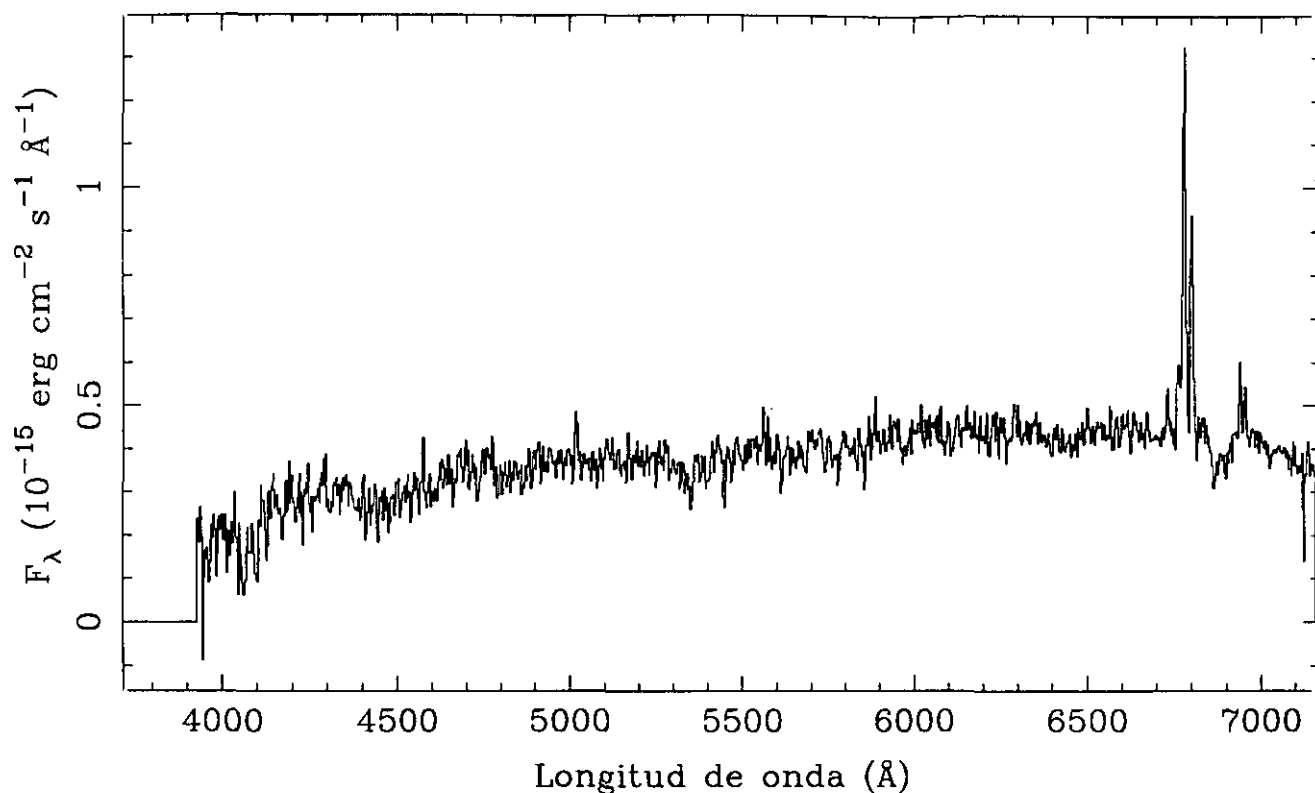


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0307$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 47$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 4$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	$= 0.914$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	$= 1.30$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 3.21\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 2.50\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 2.09\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.14$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.28$
[OIII] 5007	92	84		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	779	286		
[NII] 6584	300	109		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	103	34		
[SII] 6731	84	28		

UCM1440+2511

S9423423

234#23P

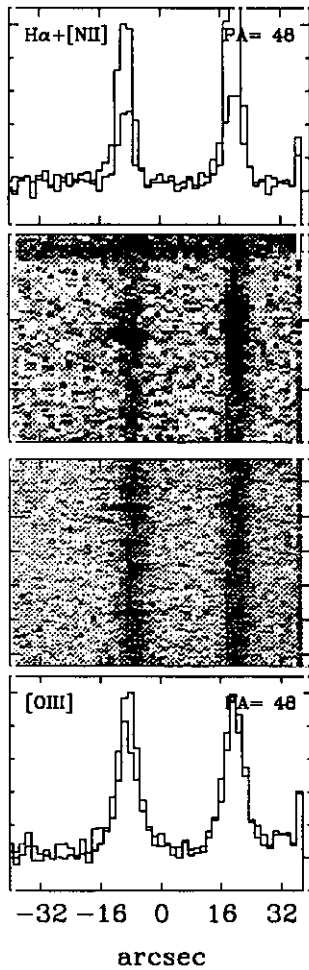
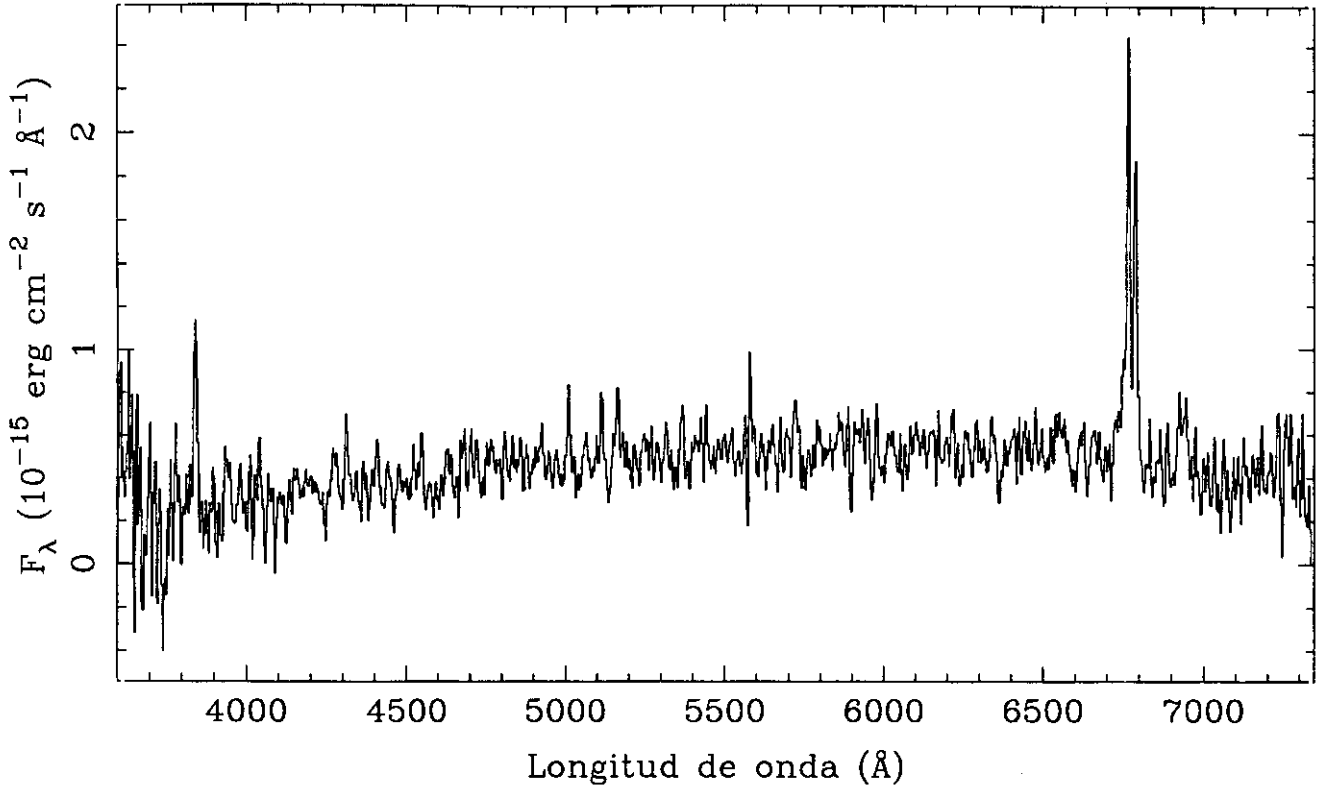


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
$[\text{OII}]$ 3727	...	...	z	= 0.0333
$[\text{NeIII}]$ 3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 35
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 3
$\text{H}\delta$ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= 1.018
$\text{H}\gamma$ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.45
$[\text{OIII}]$ 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $9.93\text{E}-16$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $8.67\text{E}-15$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $5.70\text{E}+07$
$\text{H}\beta$ 4861	100	100	$b-v$	= 0.49
$[\text{OIII}]$ 4959	...	...	$v-r$	= 0.47
$[\text{OIII}]$ 5007	59	53		
He I 5876	...	...
$[\text{OI}]$ 6300	...	...
$[\text{NII}]$ 6548	164	54		
$\text{H}\alpha$ 6563	873	286		
$[\text{NII}]$ 6584	488	157		
He I 6678	...	...
$[\text{SII}]$ 6716	132	38		
$[\text{SII}]$ 6731	96	28		

UCM1440+2521N

J9123421

234#21

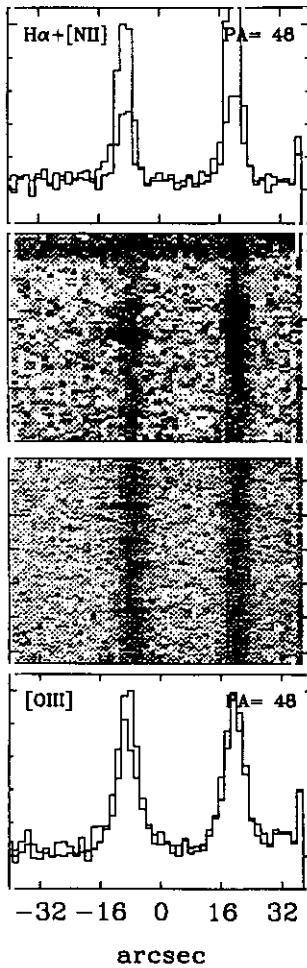
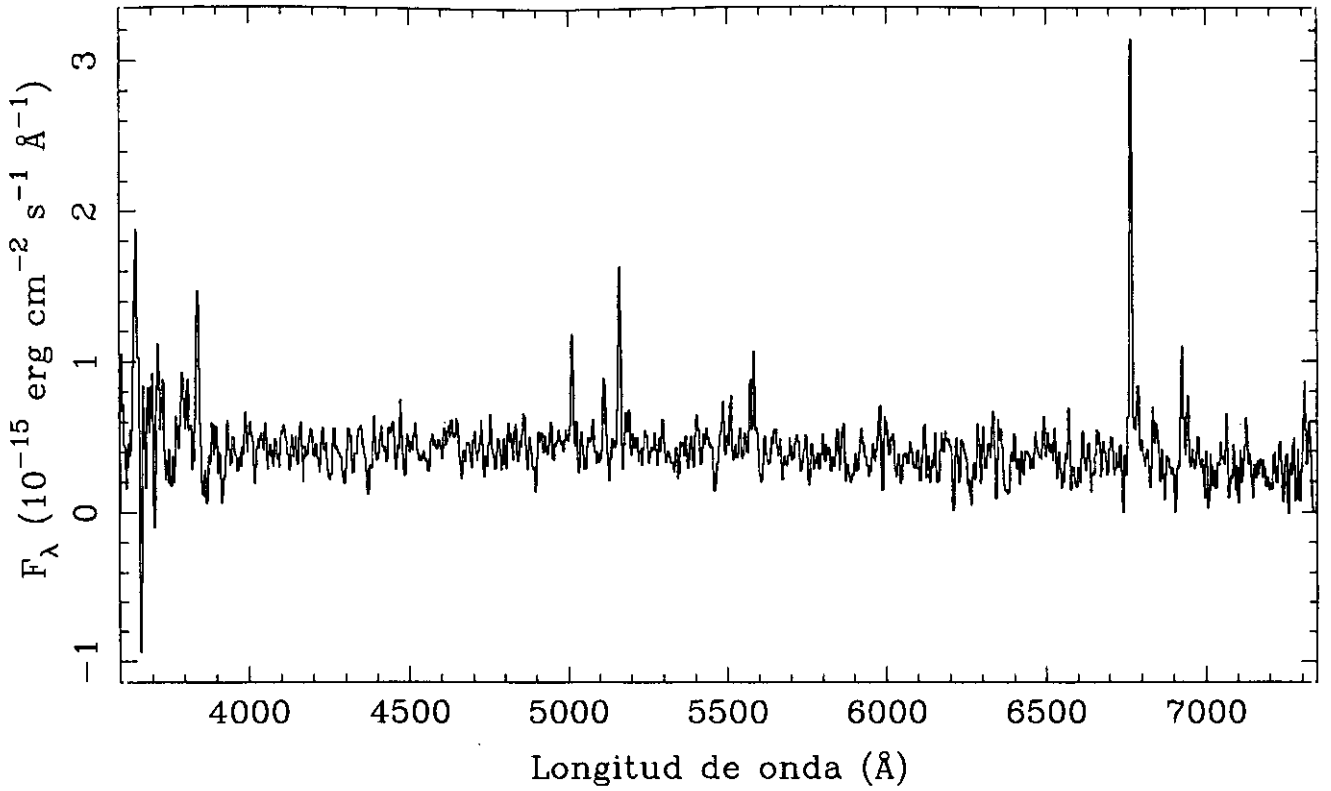


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	299	663	z	= 0.0315
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 104
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 9
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= 0.773
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.10
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 3.81E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 2.54E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.59E+08
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	= 0.66
[OIII] 4959	90	86	$v-r$	= 0.09
[OIII] 5007	134	124		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	139	60		
H α 6563	667	286		
[NII] 6584	520	220		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	82	32		
[SII] 6731	82	32		

UCM1440+2521S

J9123422

234#22

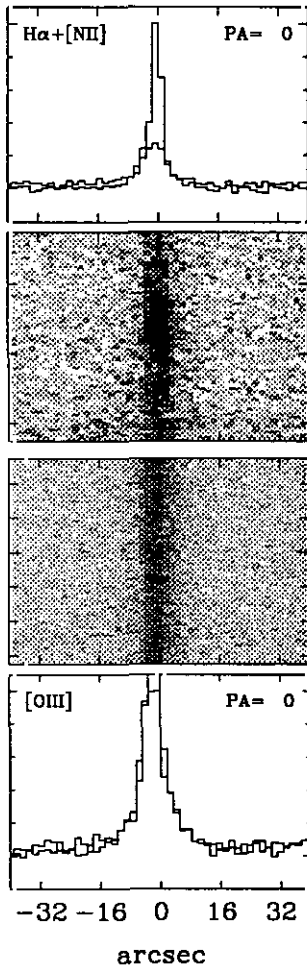
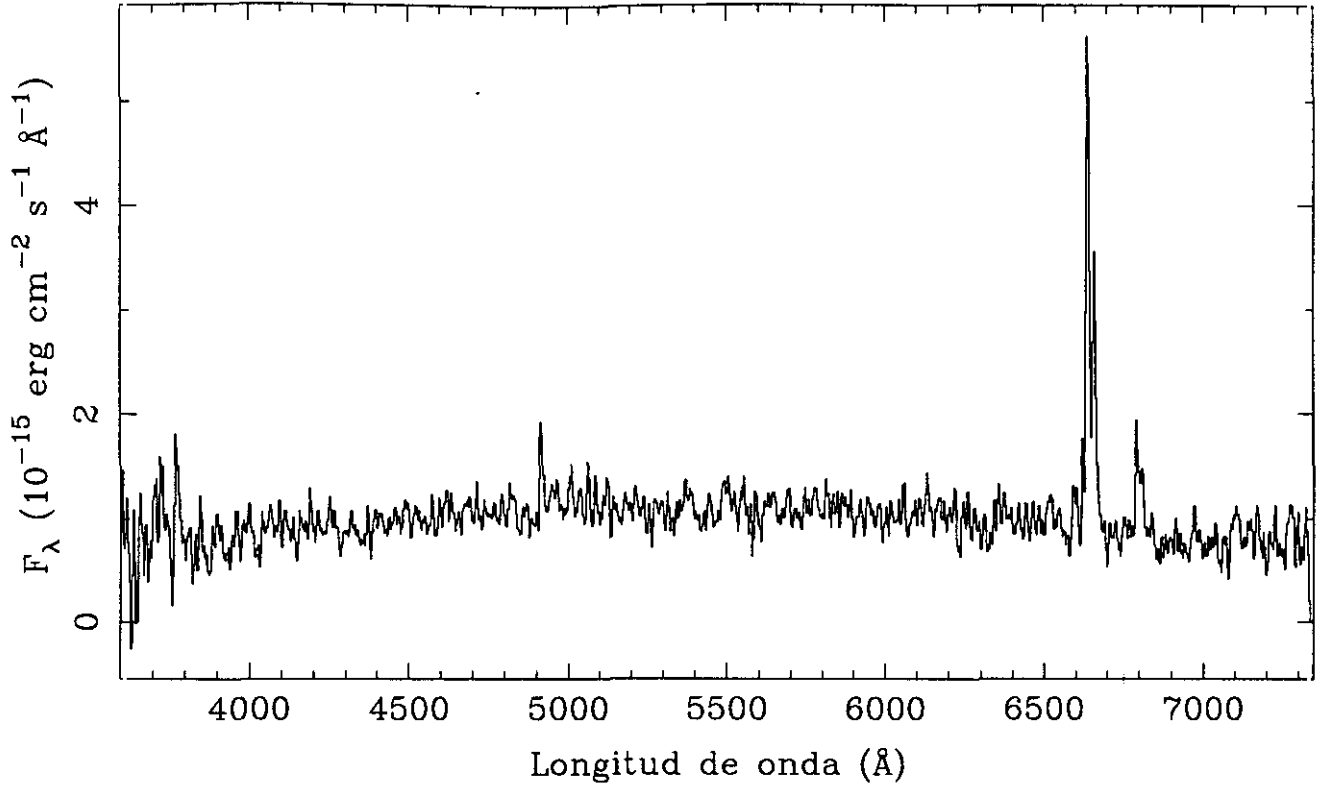


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	183	247	z	$= 0.0314$
[NeII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 100$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 17$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	$= 0.292$
H γ 4340	50	57	$C_{\text{H}\beta}$	$= 0.42$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 7.06\text{E-}15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 2.78\text{E-}14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 1.04\text{E+}08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.23$
[OIII] 4959	70	69	$v-r$	$= -0.02$
[OIII] 5007	164	159		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	394	286		
[NII] 6584	74	53		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	107	75		
[SII] 6731	56	39		

UCM1442+2845

J9123410

234#10

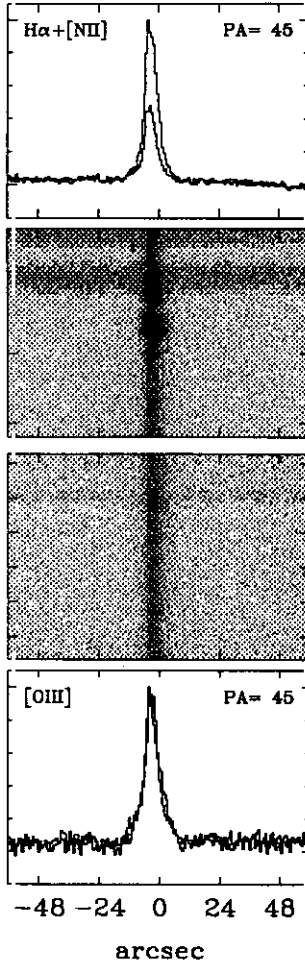
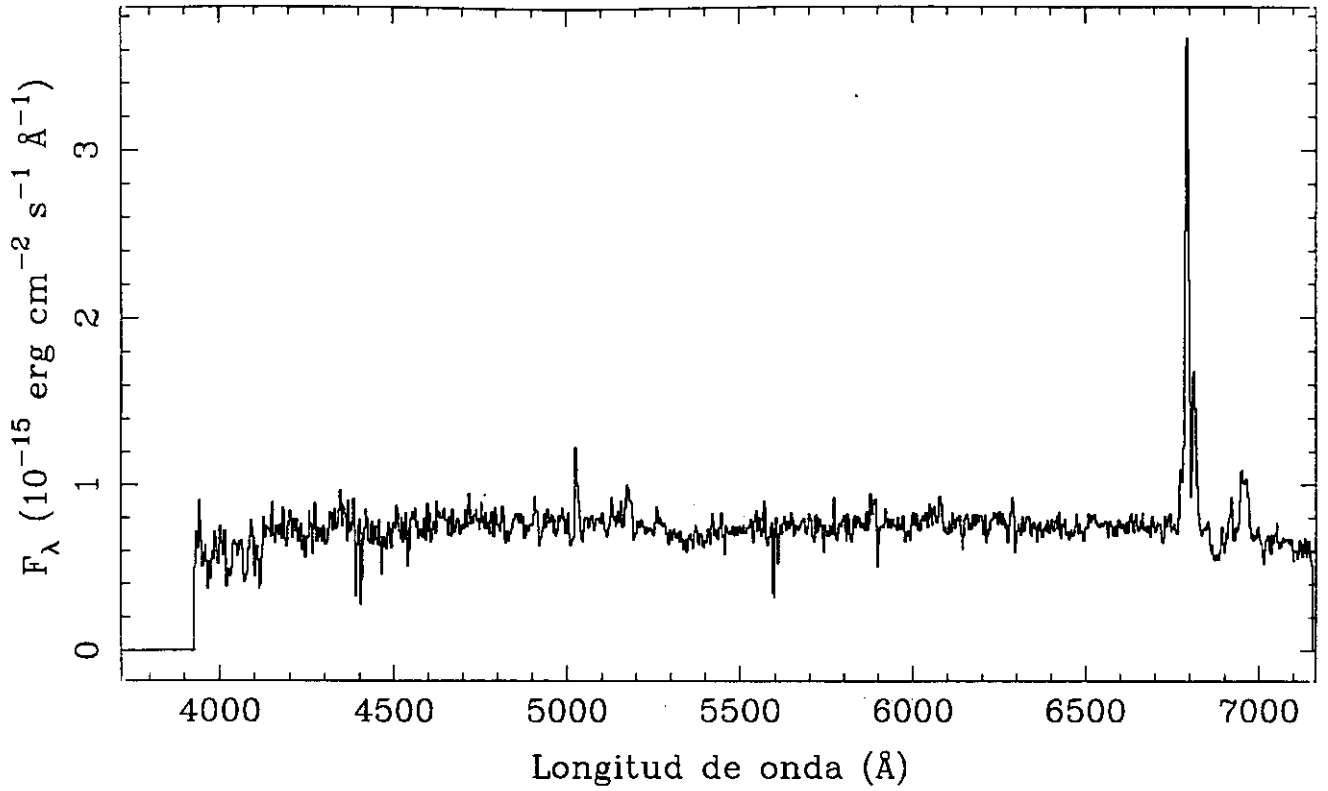


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	141	284	z	= 0.0110
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 135
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 10
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= 0.681
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.97
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 1.02E-14
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 6.15E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 6.61E+07
H β 4861	100	100	b-v	= 0.36
[OIII] 4959	...	...	v-r	= -0.01
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	71	34		
H α 6563	603	286		
[NII] 6584	327	153		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	113	50		
[SII] 6731	61	27		

UCM1443+2548

S9423424

234#24P

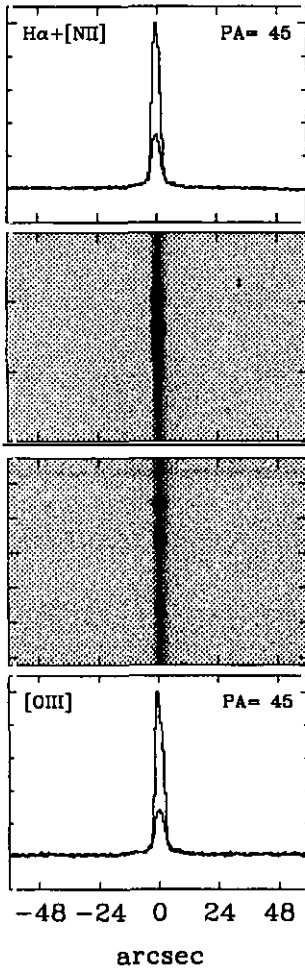
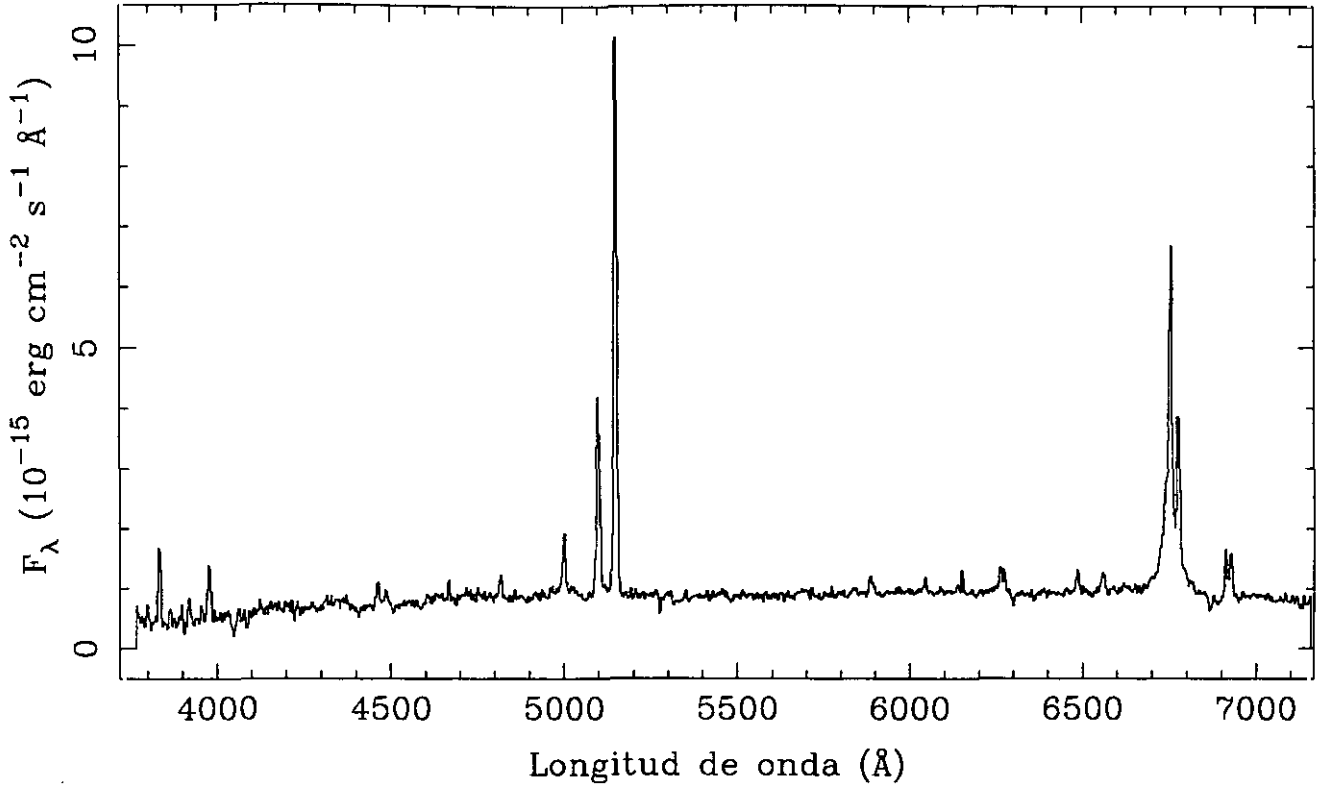


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0351
[NeII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 76
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 9
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.726
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.03
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 6.18E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.92E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 2.63E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.19
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.35
[OIII] 5007	62	58		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	634	286		
[NII] 6584	197	88		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	69	29		
[SII] 6731	55	23		

UCM1443+2714

S9423414

234#14P

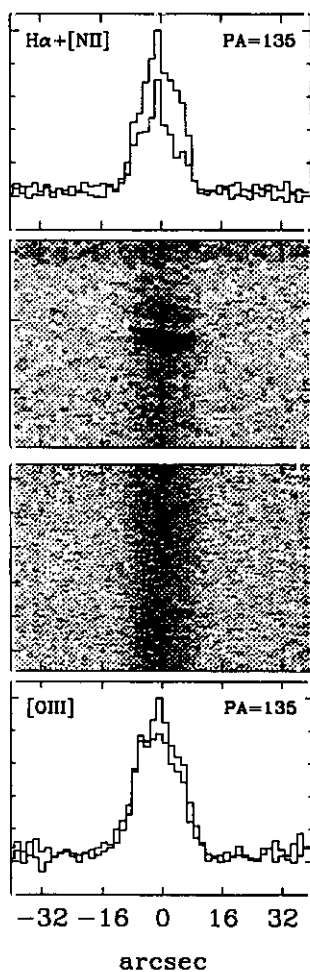
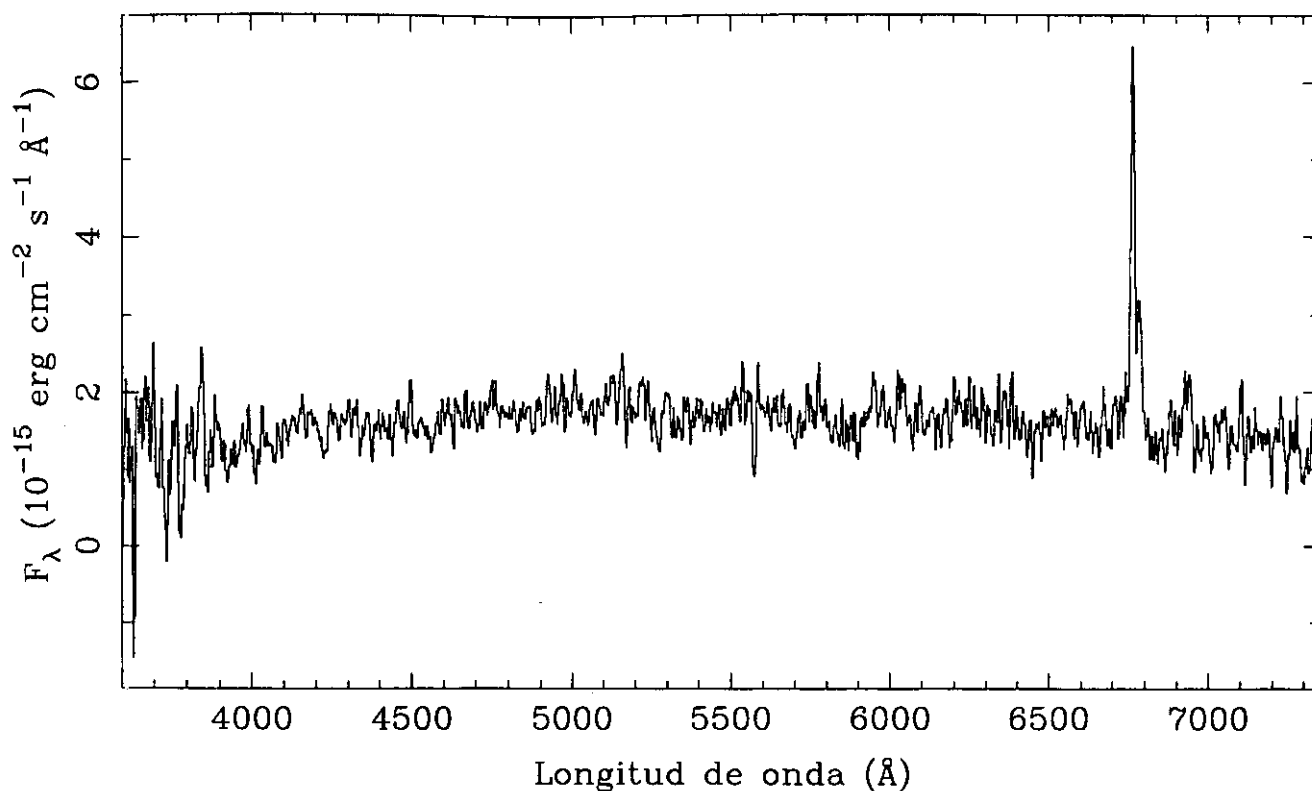


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 2
[OII] 3727	103	291	$z = 0.0290$
[NeIII] 3869	83	202	
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 149$
H δ 4102	...	...
H γ 4340	34	53	$EW_{\text{H}\beta} = 13$
[OIII] 4363	23	35	
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-v}} = 1.008$
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta} = 1.43$
[OIII] 4959	305	286	
[OIII] 5007	906	821	$F_{\text{H}\beta} = 1.17\text{E-}14$
He I 5876	18	9	
[OI] 6300	30	12	$F_{\text{H}\alpha} = 1.01\text{E-}13$
[NII] 6548	...	...
H α 6563	863	286	$L_{\text{H}\alpha} = 4.60\text{E+}08$
[NII] 6584	326	106	
He I 6678	...	...	$b-v = 0.45$
[SII] 6716	59	17	
[SII] 6731	59	17	$v-r = 0.34$

UCM1443+2844

J9123409

234#09

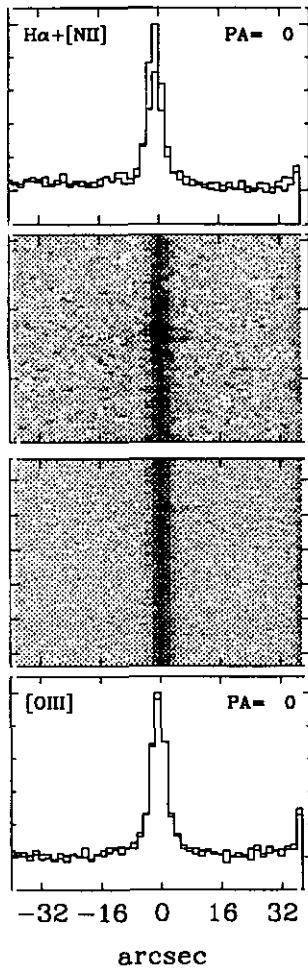
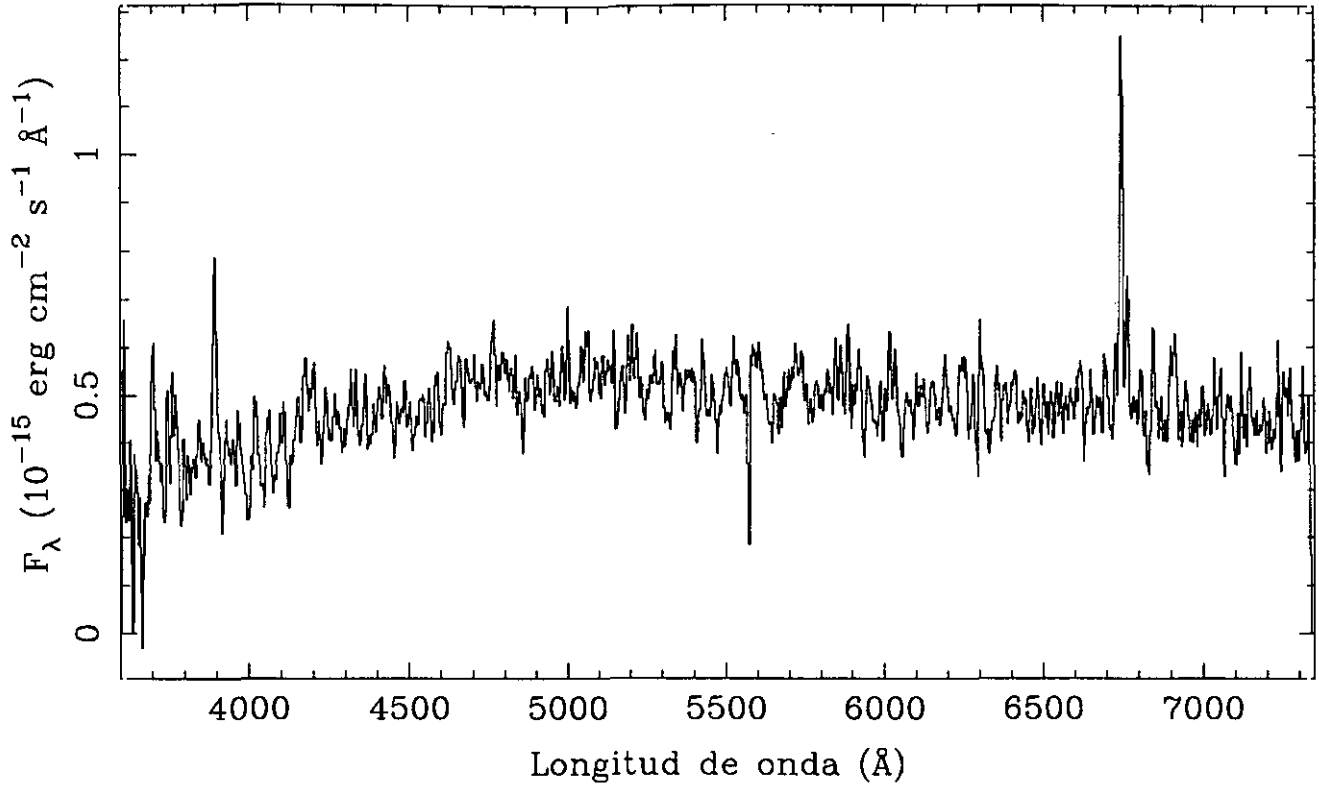


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	39	...	z	= 0.0279
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 75
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 6.86E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.99E+08
H β 4861	...	...	$b-\text{v}$	= 0.29
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.15
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	10	...		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	37	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1444+2923

J9123405

234#05

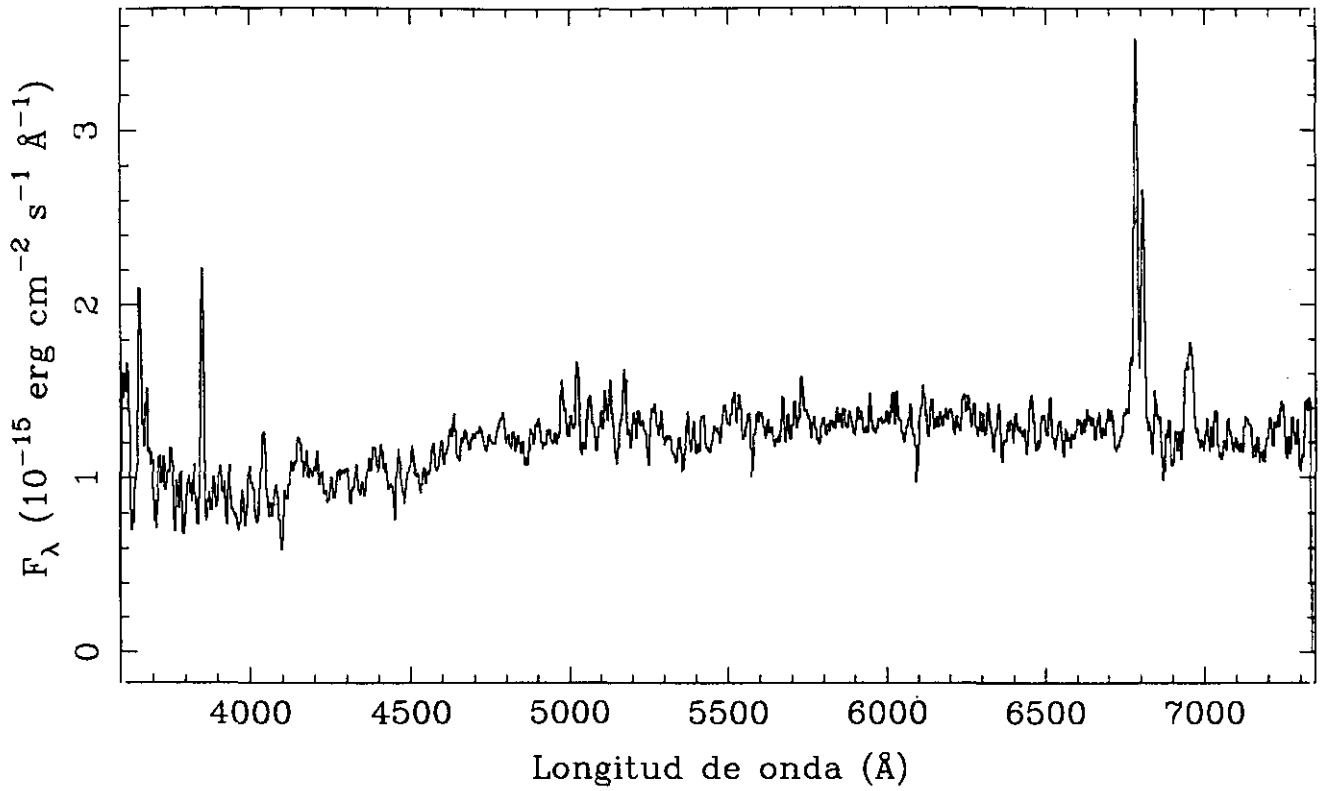


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	556	1253	z	= 0.0281
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 29
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 3
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.785
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.12
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $1.35\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $9.13\text{E}-15$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $3.71\text{E}+07$
H β 4861	100	100	b-v	= 0.36
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.16
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	111	47		
H α 6563	676	286		
[NII] 6584	246	103		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1452+2754

J9123413

234#13

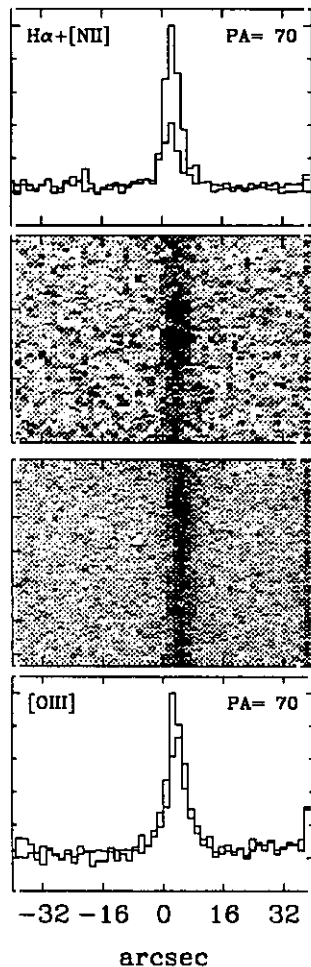
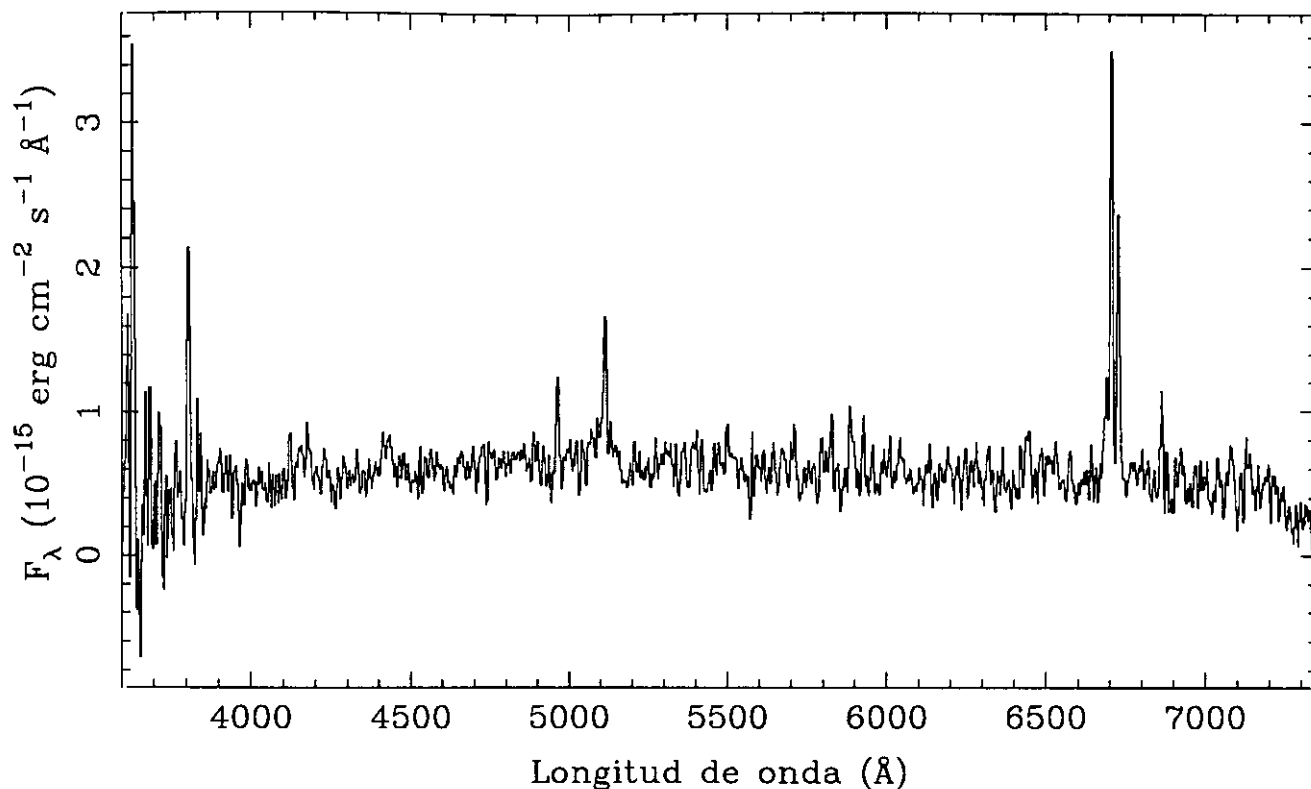


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	308	656	z	= 0.0339
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 135
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 4
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.733
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.04
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 4.77E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.05E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 3.09E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.45
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.36
[OIII] 5007	86	80		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	39	20		
[NII] 6548	74	33		
H α 6563	639	286		
[NII] 6584	400	177		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	79	33		
[SII] 6731	162	67		

UCM1506+1924

J9123602

236#02

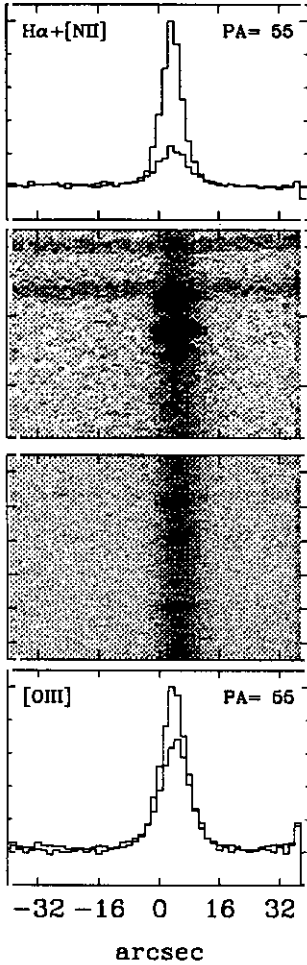
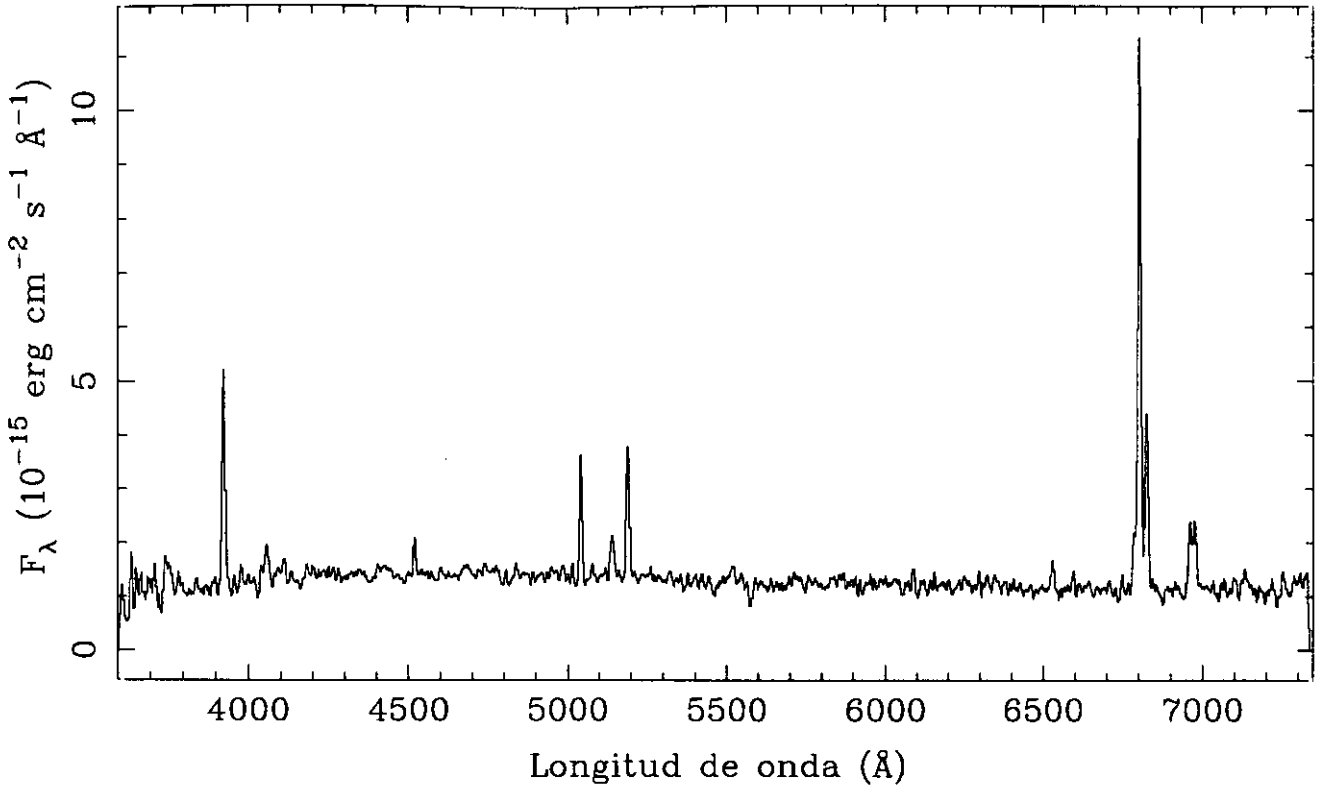


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIII	
[OII] 3727	272	434	z	= 0.0205
[NeIII]3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 140
[NII] 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 12
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.453
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.64
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $6.94\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $3.26\text{E}-15$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $1.95\text{E}+08$
H β 4861	100	100	b-v	= 0.26
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.03
[OIII] 5007	206	197		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	114	70		
H α 6563	470	286		
[NII] 6584	310	187		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	83	48		
[SII] 6731	32	18		

UCM1513+2012

J9123601

236#01

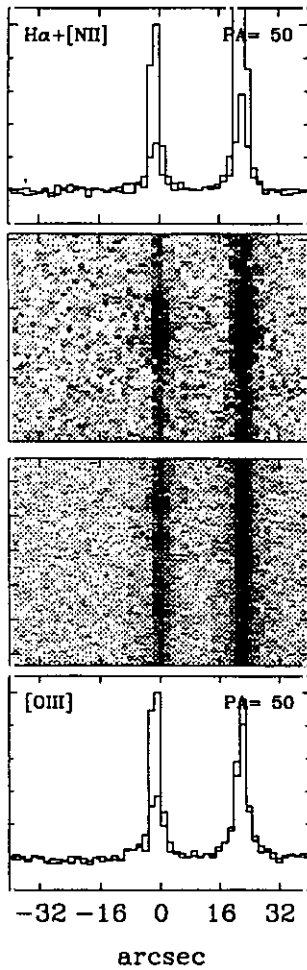
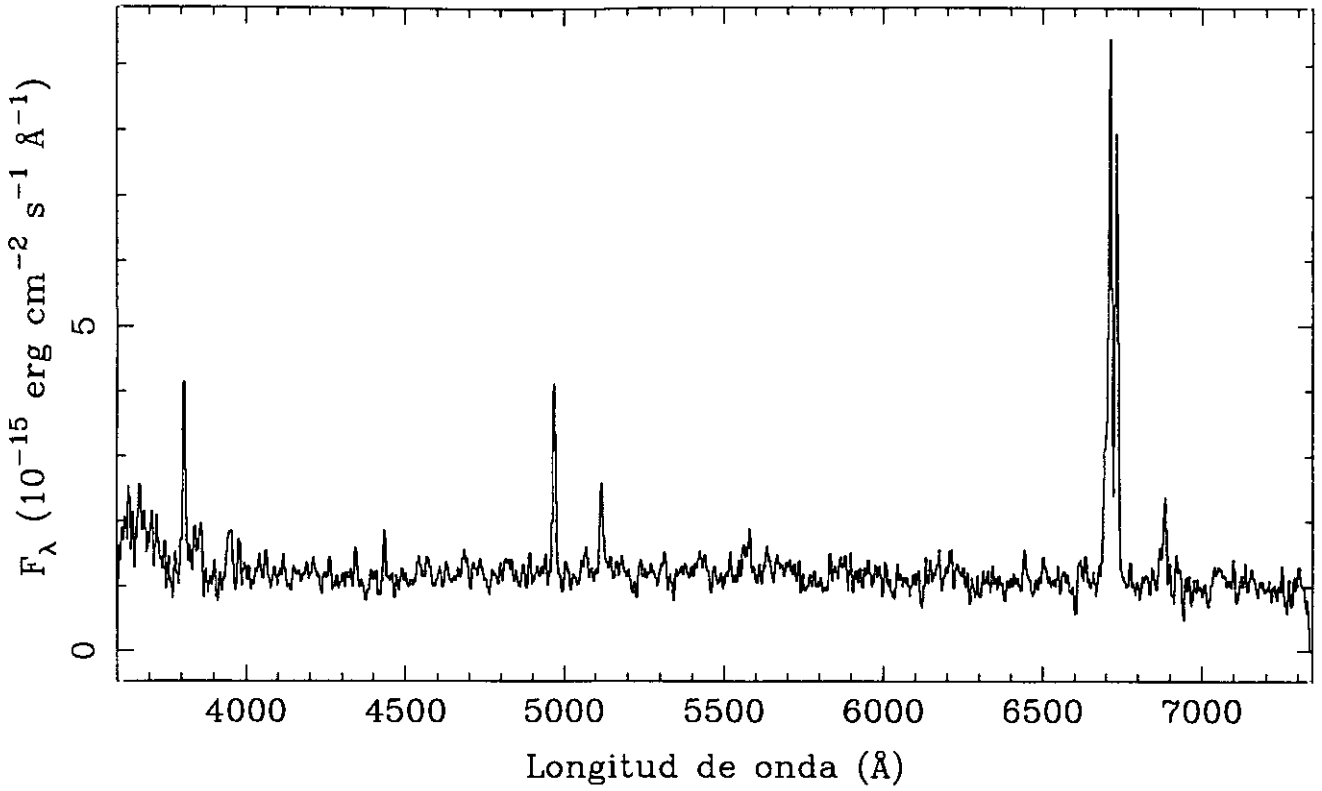


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	185	323	z	$= 0.0369$
[NeIII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 150$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 18$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	$= 0.540$
H γ 4340	28	36	$C_{\text{H}\beta}$	$= 0.77$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 2.30\text{E-}14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.19\text{E-}13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 6.18\text{E+}08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.21$
[OIII] 4959	46	44	$v-r$	$= 0.36$
[OIII] 5007	123	117		
He I 5878	...	...
[OI] 6300	26	16		
[NII] 6548	39	22		
H α 6563	517	286		
[NII] 6584	161	88		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	60	31		
[SII] 6731	60	31		

UCM1537+2506

J9122501B

225#01B

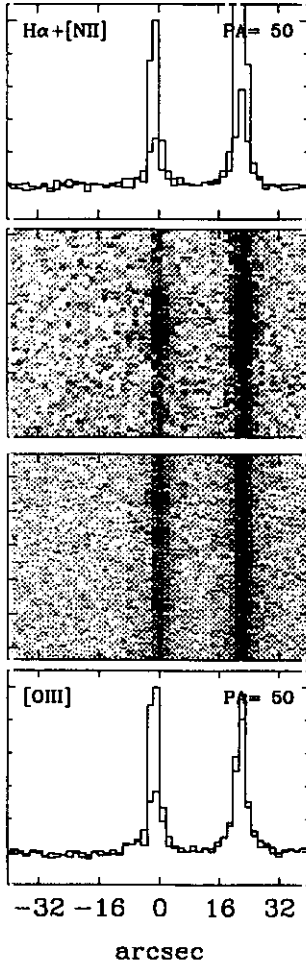
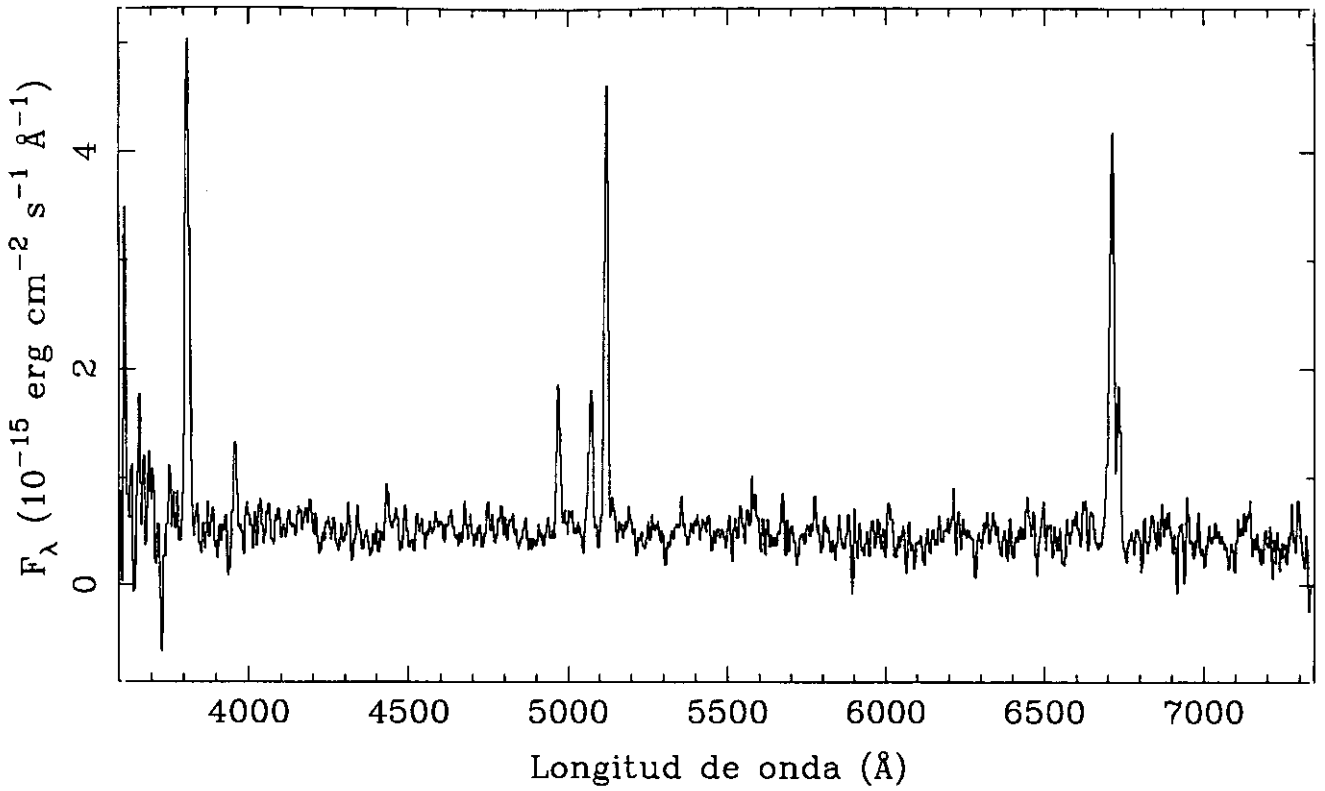


LINEA	F_{obs}	F_{c}		
[OII] 3727	82	118	z	$= 0.0231$
[NeIII]3869	48	66	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 201$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 26$
H δ 4102	4	5	$E_{\text{B}-\text{V}}$	$= 0.357$
H γ 4340	20	23	$C_{\text{H}\beta}$	$= 0.51$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 3.10\text{E}-14$
He I 4471	12	14	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.31\text{E}-13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 1.88\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.24$
[OIII] 4959	14	14	$v-r$	$= 0.11$
[OIII] 5007	59	57		
He I 5876	4	3		
[OI] 6300	18	13		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	423	286		
[NII] 6584	268	180		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	14	9		
[SII] 6731	45	29		

UCM1537+2506

J9122501

225#01A

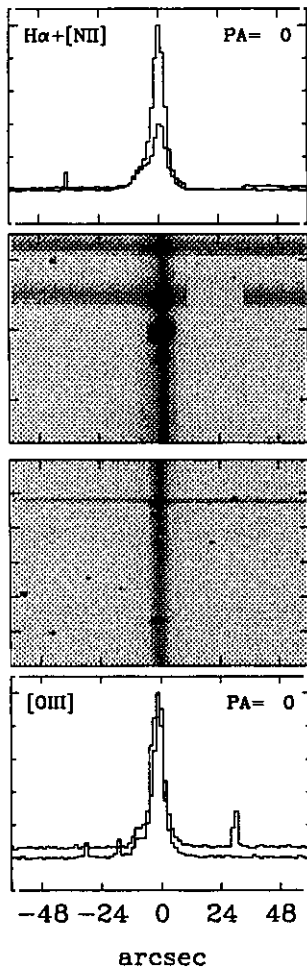
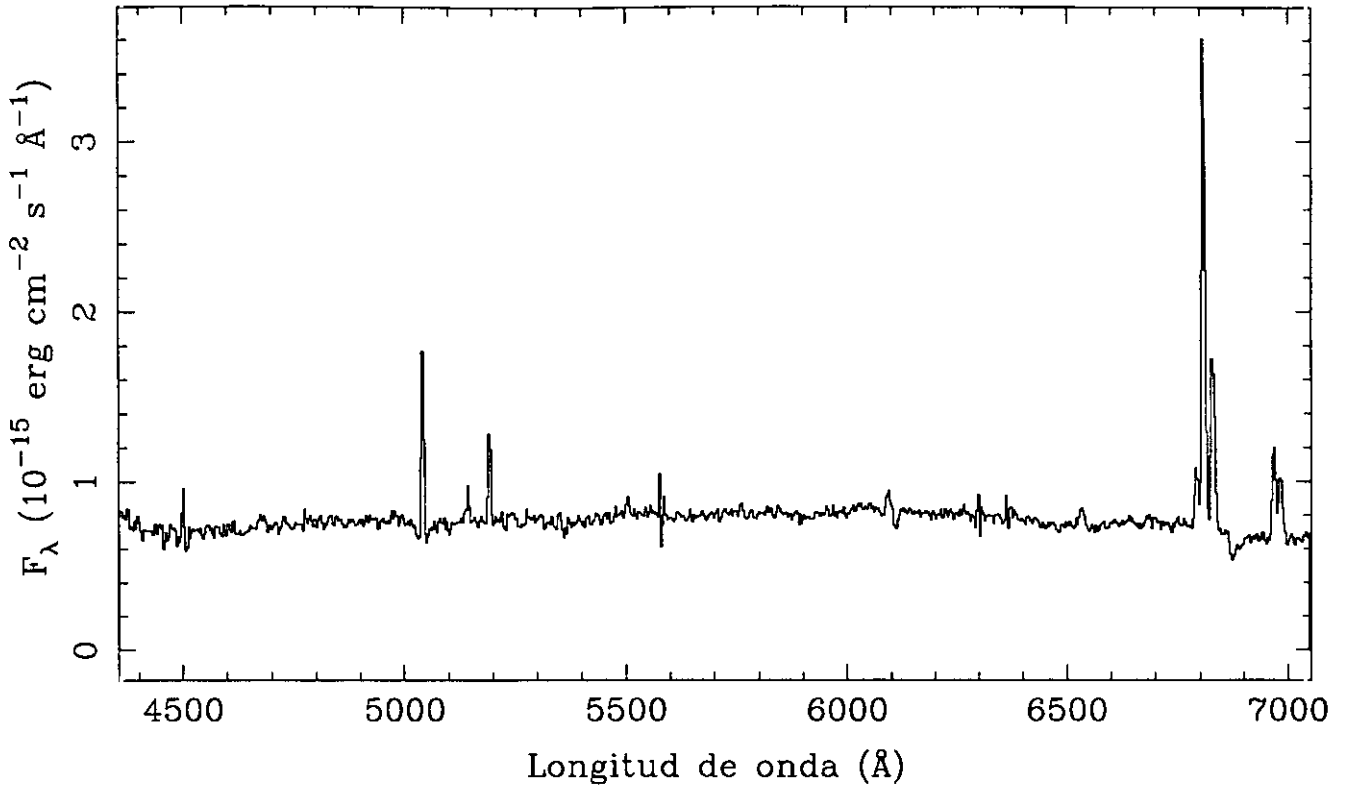


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	396	499	z	= 0.0231
[NeIII] 3869	48	59	EW _{Hα}	= 200
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 38
H δ 4102	16	19	E _{B-v}	= 0.225
H γ 4340	25	28	C _{Hβ}	= 0.32
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.85E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 6.77E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 5.35E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.05
[OIII] 4959	108	106	v-r	= 0.17
[OIII] 5007	310	303		
He I 5876	32	27		
[OI] 6300	25	20		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	366	286		
[NII] 6584	97	76		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	14	11		
[SII] 6731	7	5		

UCM1557+1423

a9323002b

230#02

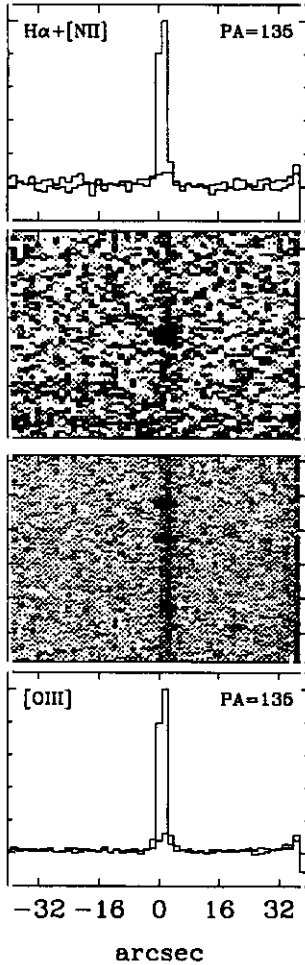
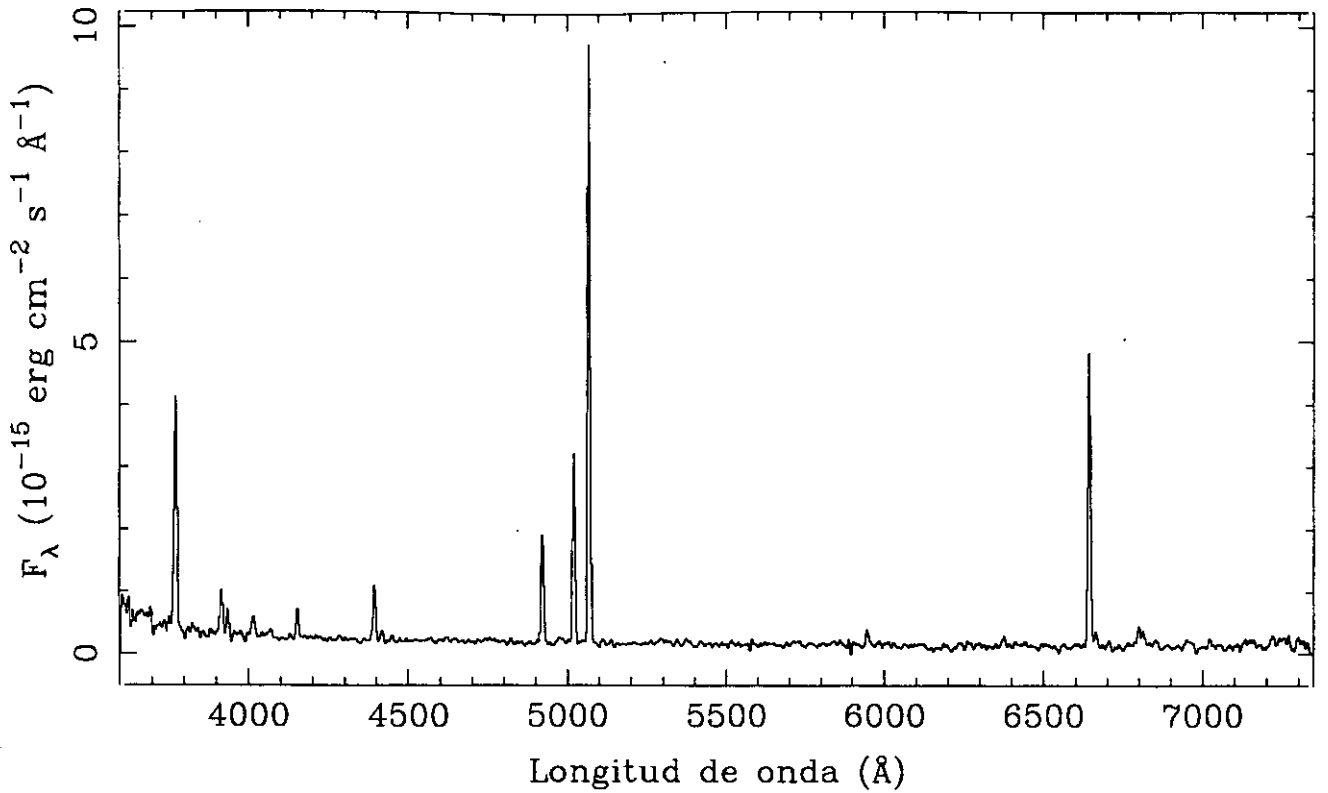


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0275
[NeII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 54
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 10
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.374
H γ 4340	29	34	C _{Hβ}	= 0.53
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 6.54E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 2.82E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 6.39E+07
H β 4861	100	100	b-v	= ...
[OIII] 4959	25	24	v-r	= 0.22
[OIII] 5007	52	50		
He I 5876	28	22		
[OI] 6300	18	13		
[NII] 6548	41	27		
H α 6563	431	286		
[NII] 6584	150	99		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	77	49		
[SII] 6731	55	35		

UCM1612+1309

J9123004T

230#04

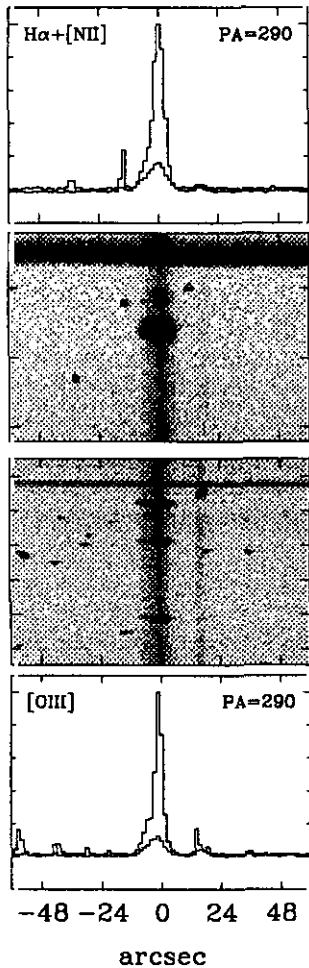
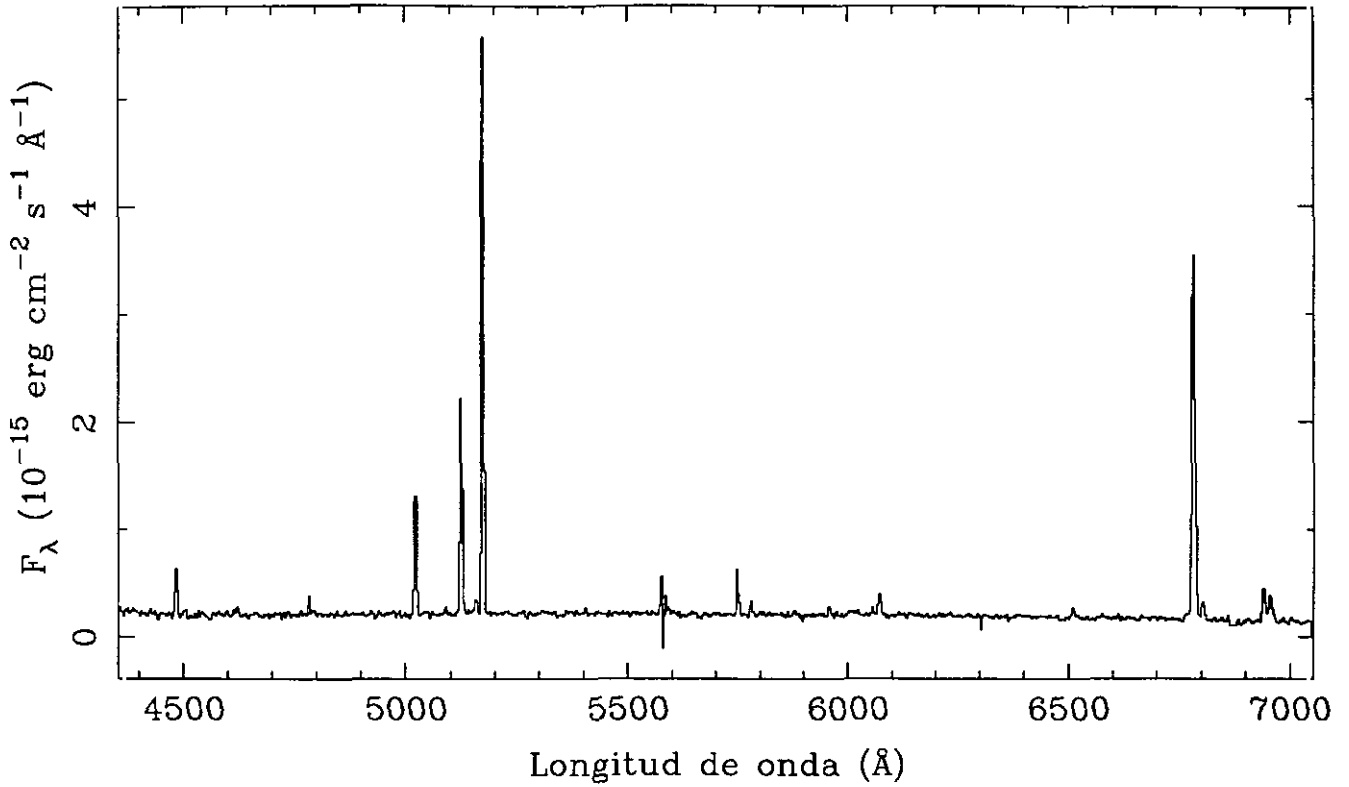


LINEA	F_{obs}	F_c	SS
[OII] 3727	253	261	$z = 0.0114$
[NeIII] 3869	45	46	$EW_{H\alpha} = 550$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta} = 94$
H δ 4102	27	28	$E_{B-V} = 0.031$
H γ 4340	55	56	$C_{H\beta} = 0.04$
[OIII] 4363	10	10	$F_{H\beta} = 1.62E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha} = 4.80E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha} = 1.54E+07$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.31$
[OIII] 4959	153	153	$v-r = -0.22$
[OIII] 5007	549	547	
He I 5876	16	16	
[OI] 6300	10	10	
[NII] 6548	...	...
H α 6563	296	286	
[NII] 6584	19	18	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	19	18	
[SII] 6731	15	14	

UCM1646+2725

A9323101

231#01

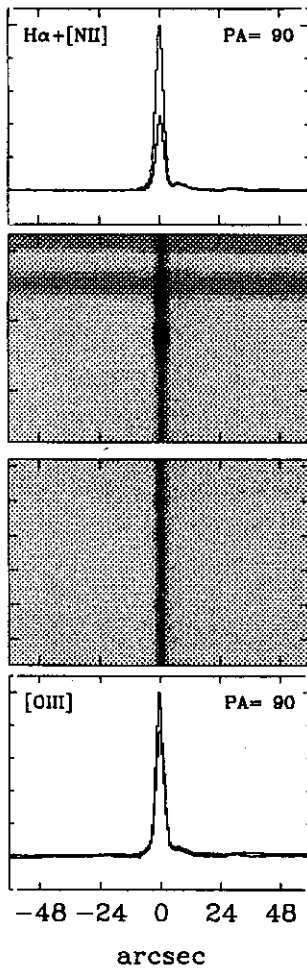
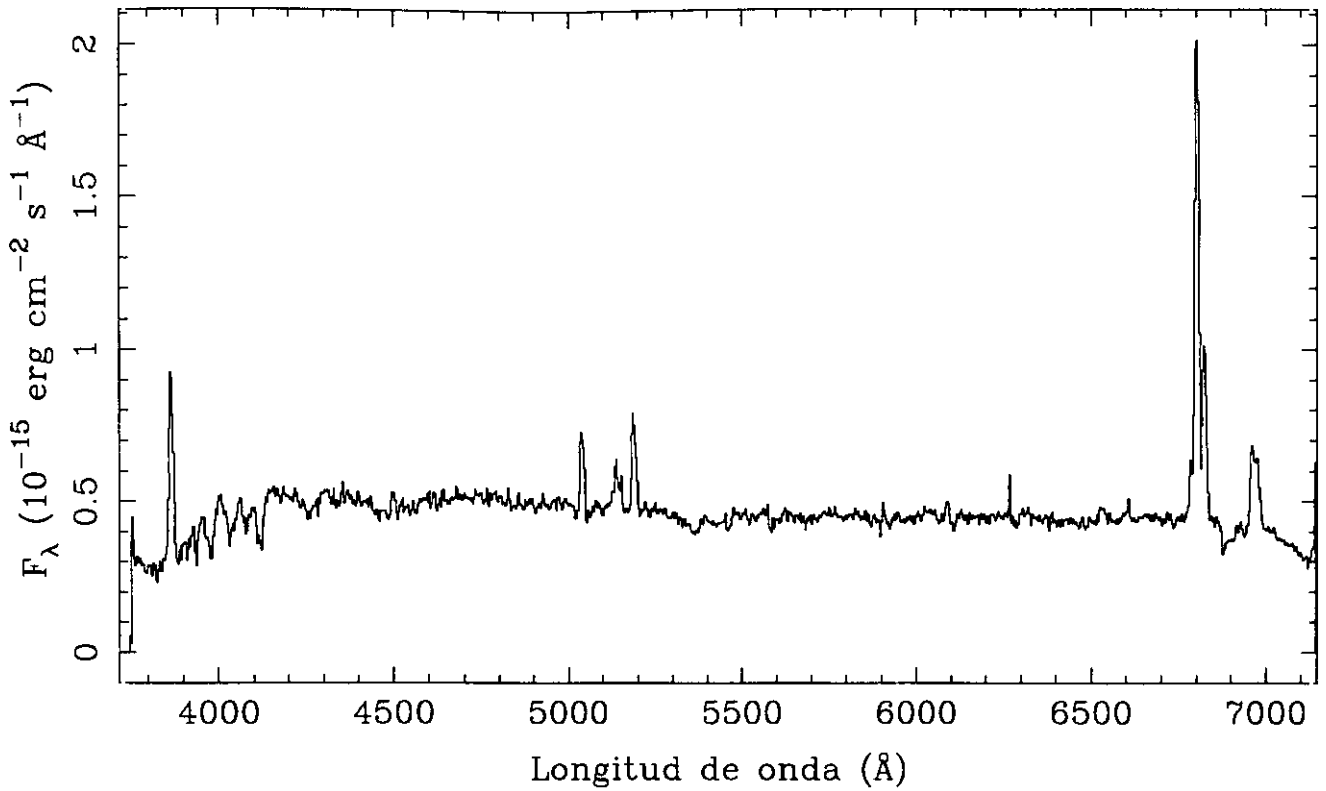


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0339
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 225
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 41
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.288
H γ 4340	31	35	$C_{H\beta}$	= 0.41
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 8.13E-15
He I 4471	6	7	$F_{H\alpha}$	= 3.19E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 5.00E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	146	143	$v-r$	= -0.05
[OIII] 5007	422	410		
He I 5876	15	12		
[OI] 6300	8	6		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	392	286		
[NII] 6584	19	14		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	33	23		
[SII] 6731	29	20		

UCM1647+2727

J9423106

231#06E

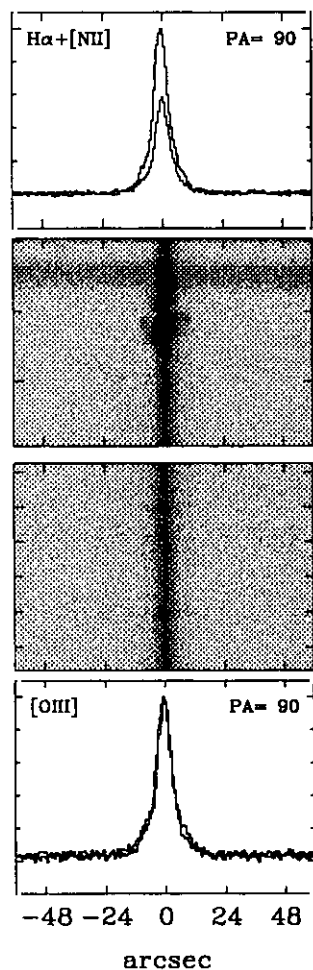
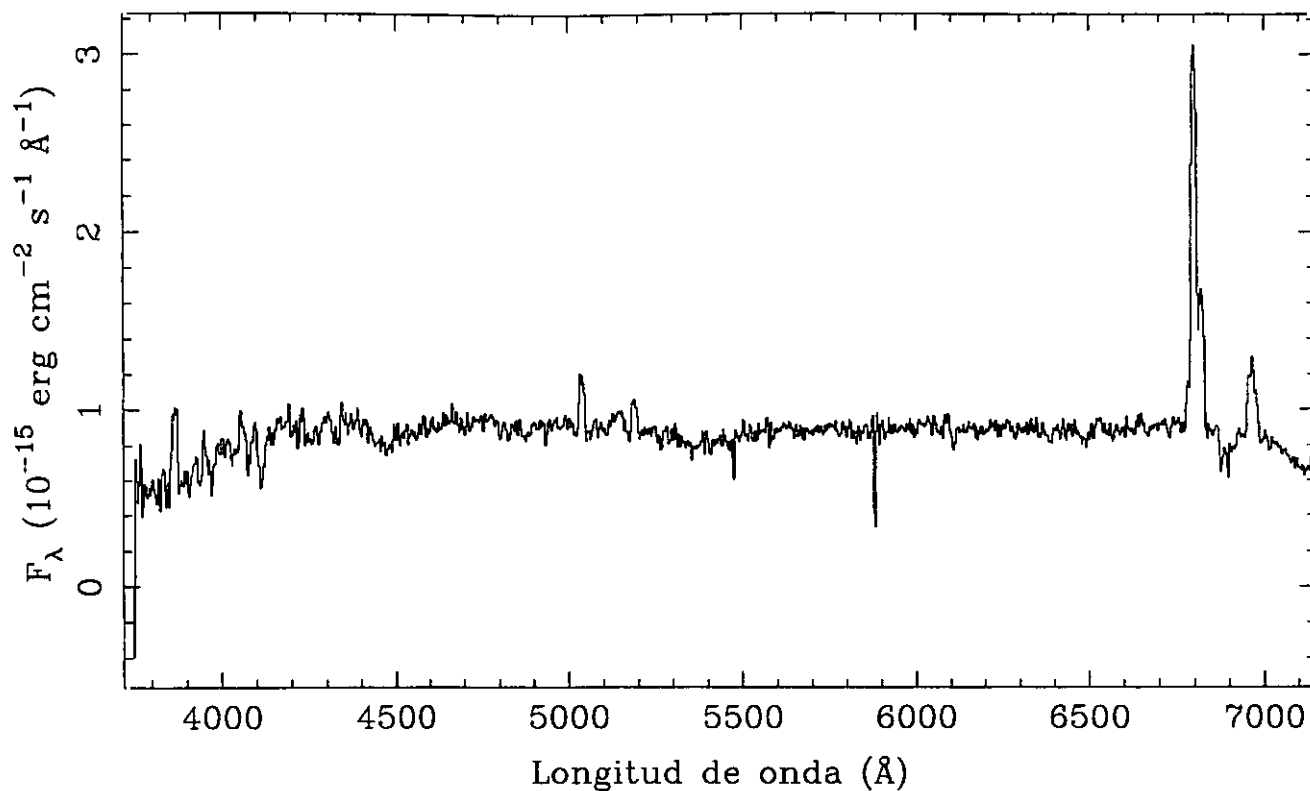


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	230	462	z	= 0.0369
[NeII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 79
H δ 4102	...	...
H γ 4340	24	32	$EW_{\text{H}\beta}$	= 9
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.678
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.96
[OIII] 4959	41	39		
[OIII] 5007	108	101	$F_{\text{H}\beta}$	= 3.93E-15
He I 5876	23	14		
[OI] 6300	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 2.36E-14
[NII] 6548	51	24		
H α 6563	601	286	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.03E+08
[NII] 6584	216	102		
He I 6678	...	...	b-v	= 0.08
[SII] 6716	98	43		
[SII] 6731	91	40	v-r	= 0.35

UCM1647+2729

J9422910

229#10E

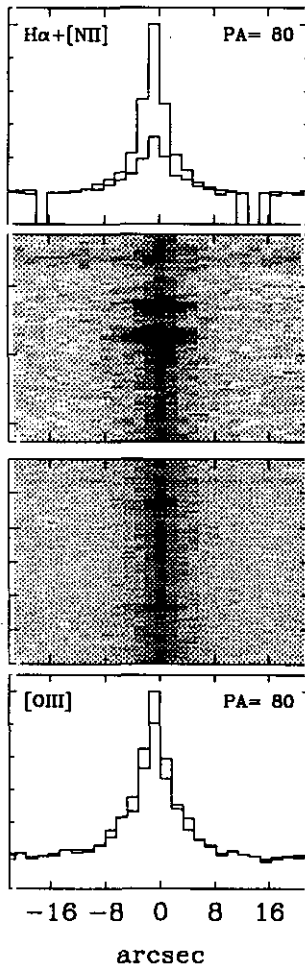
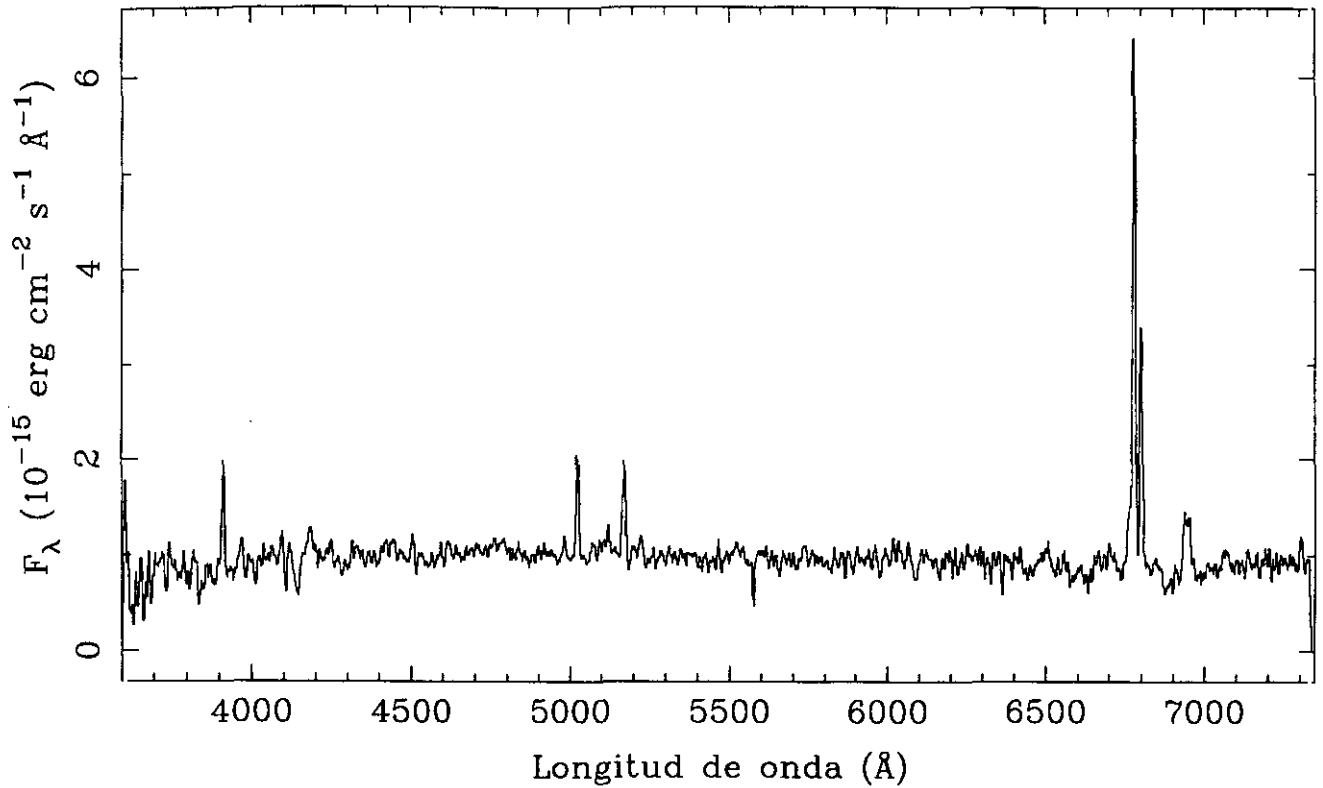


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	159	400	z	= 0.0366
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 59
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 6
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= 0.895
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.27
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 4.98E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.80E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 2.06E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.15
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.41
[OIII] 5007	71	65		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	48	18		
H α 6563	763	286		
[NII] 6584	237	88		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM1647+2950

J9122902

229#02

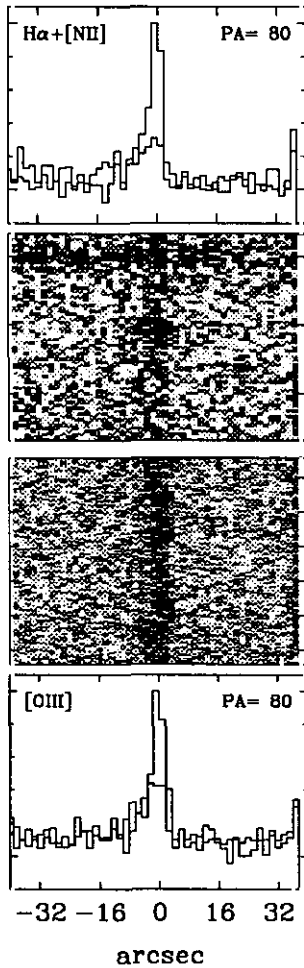
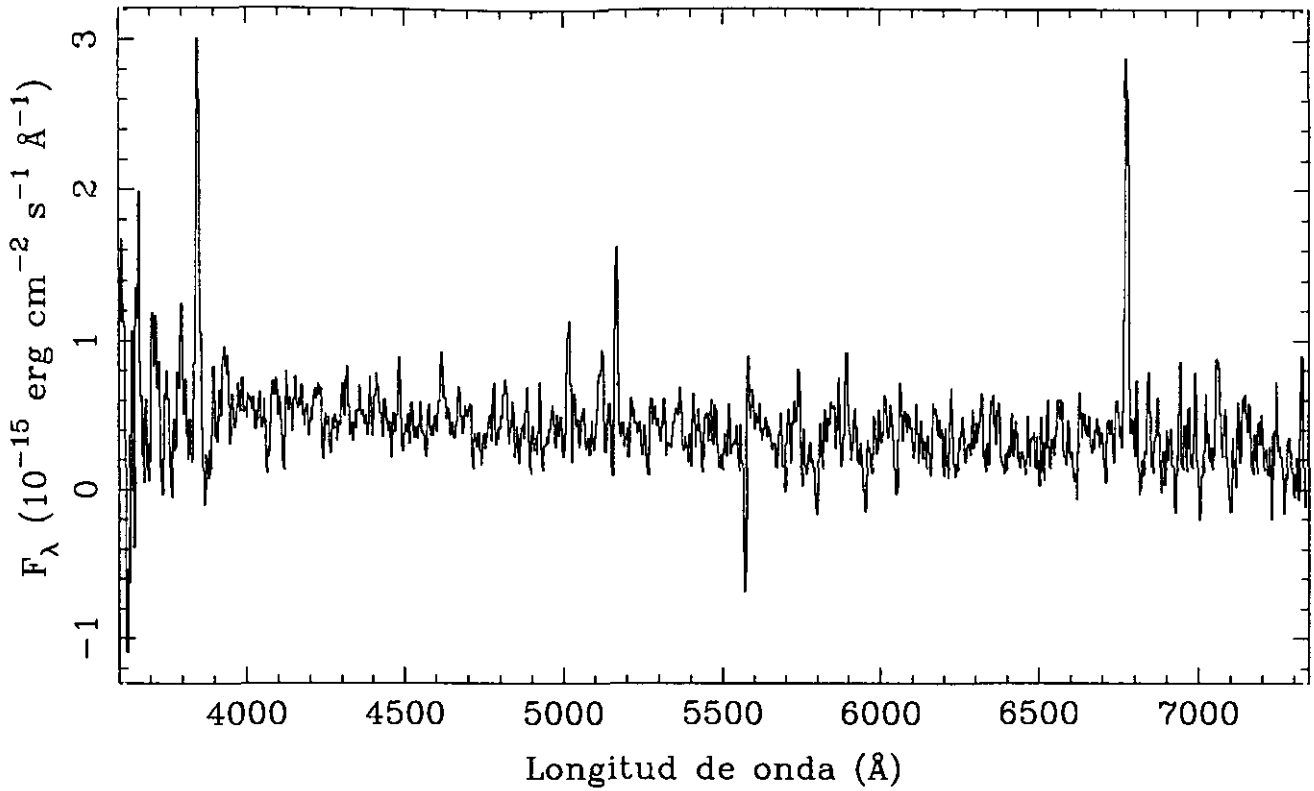


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	107	229	z	= 0.0290
[NeIII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 110
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 11
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= 0.736
H γ 4340	22	30	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.05
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $1.07\text{E}-14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $6.86\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $3.76\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.18
[OIII] 4959	31	30	$v-r$	= 0.17
[OIII] 5007	111	103		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	641	286		
[NII] 6584	258	114		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	298	122		
[SII] 6731	283	116		

UCM1648+2855

J9122903

229#03

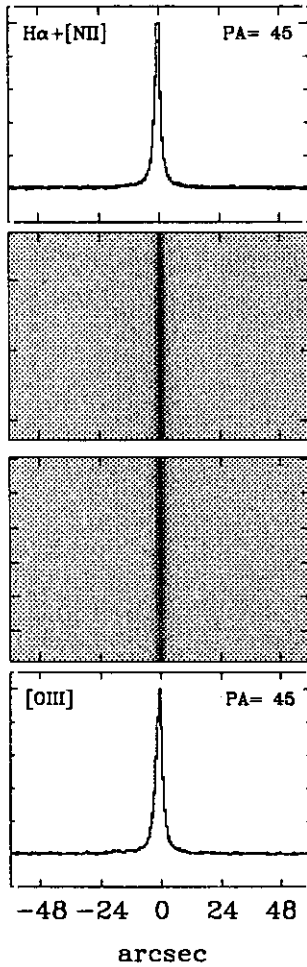
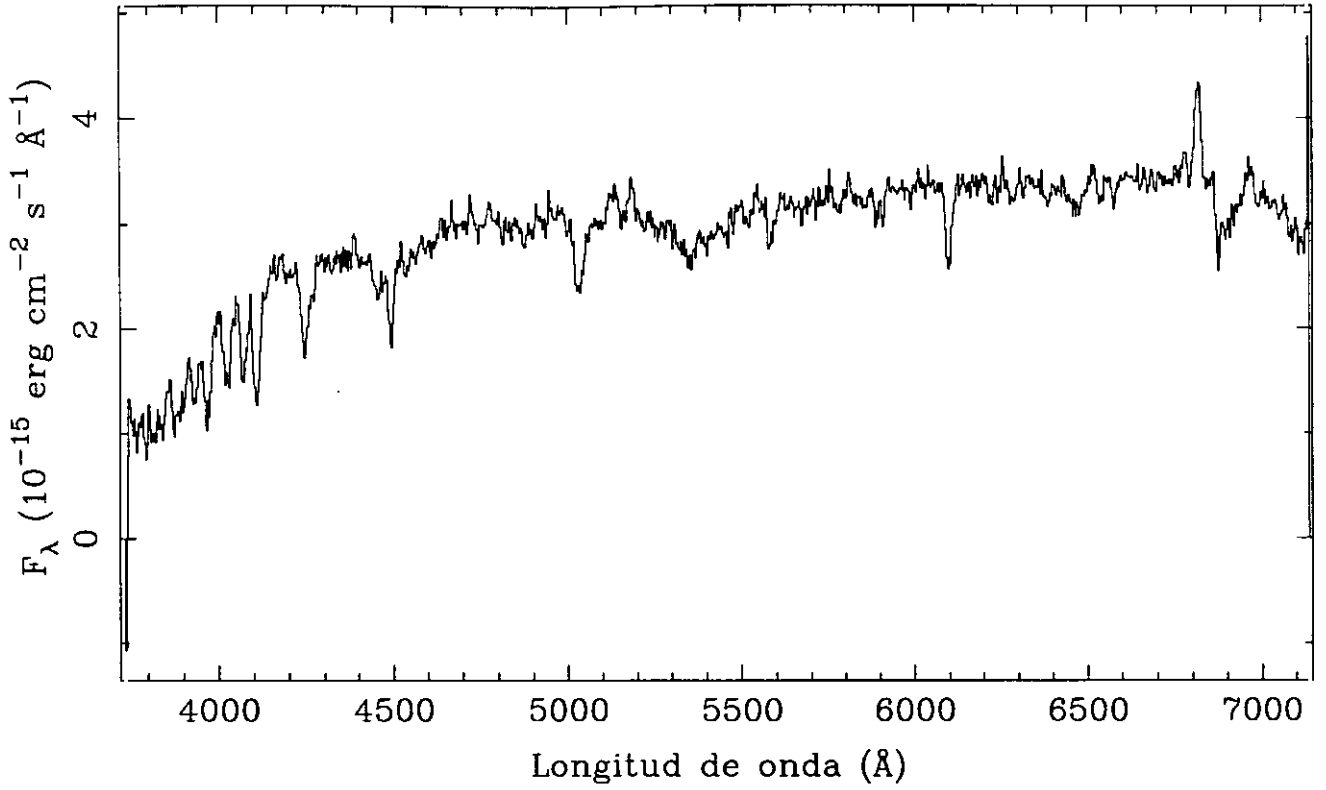


LINEA	F_{obs}	F_c	HHH
[OII] 3727	366	472	$z = 0.0308$
[NeIII] 3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 240$
H δ 4102	...	...
H γ 4340	45	50	$EW_{\text{H}\beta} = 24$
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}} = 0.247$
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta} = 0.35$
[OIII] 4959	106	104	
[OIII] 5007	142	139	$F_{\text{H}\beta} = 9.23\text{E}-15$
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 3.46\text{E}-14$
[NII] 6548	...	...
H α 6563	375	286	$L_{\text{H}\alpha} = 6.23\text{E}+08$
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...	$b-v = -0.13$
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...	$v-r = -0.11$

UCM1653+2644

J9422911

229#11E

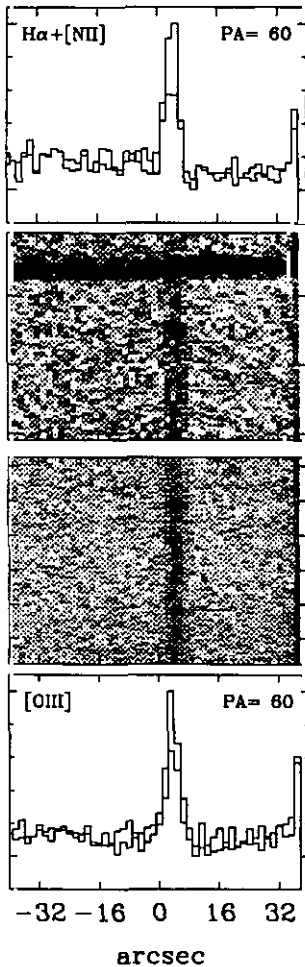
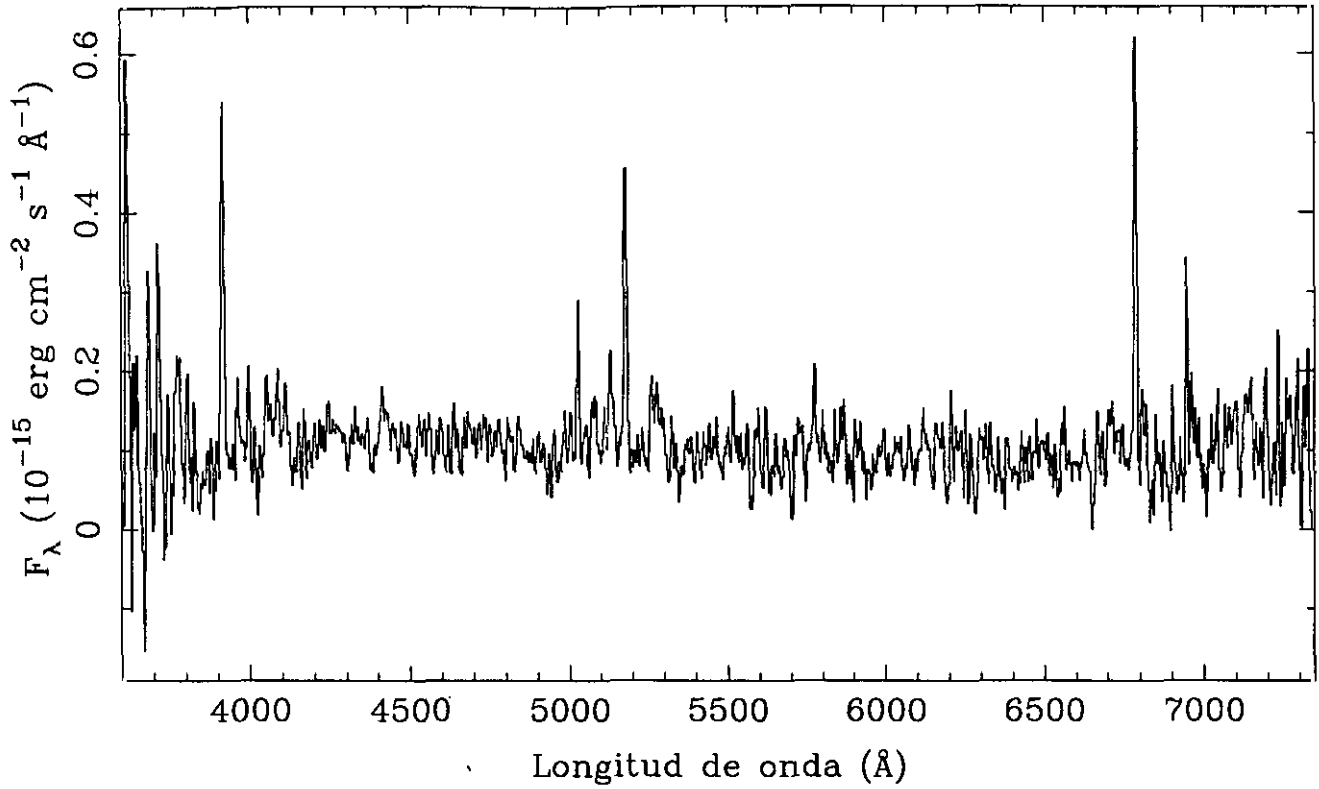


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0393
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 5
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= $1.80\text{E}-14$
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= $8.65\text{E}+07$
H β 4861	$b-v$	= 0.41
[OIII] 4959	$v-r$	= 0.44
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM1654+2812

J9122907

229#07

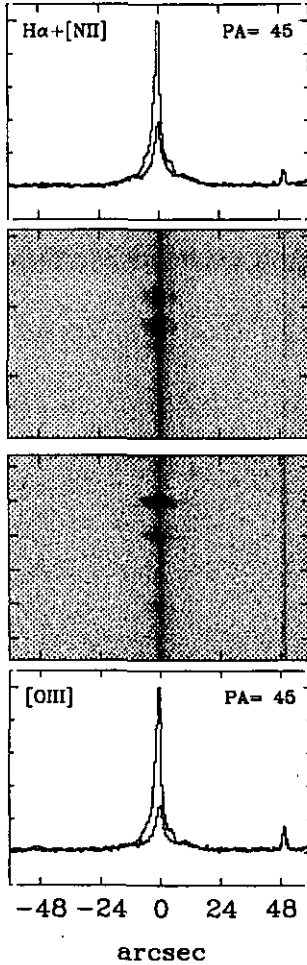
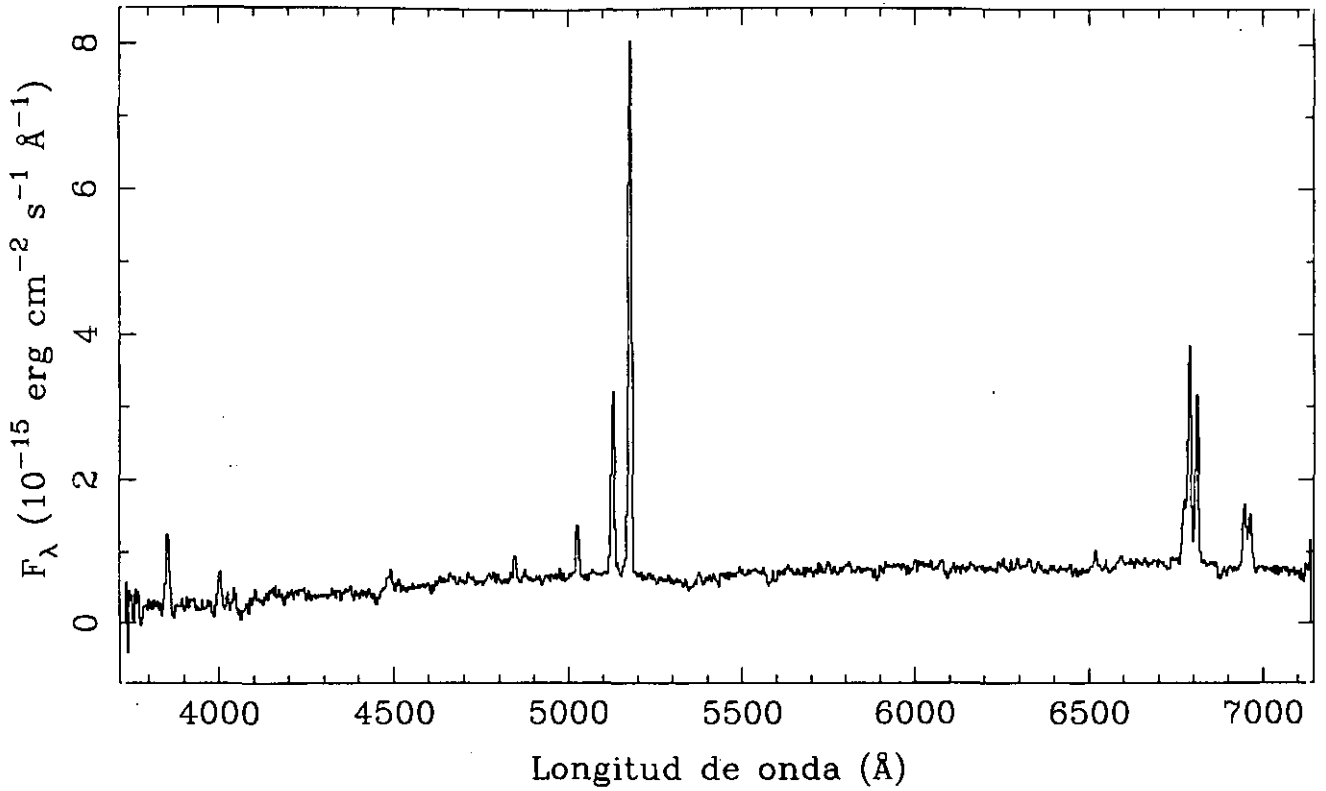


LINEA	F_{obs}	F_c	DIIIH	
[OII] 3727	340	469	z	= 0.0348
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 70
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 15
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.313
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.44
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.51E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 6.08E-15
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 3.34E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.28
[OIII] 4959	121	119	$v-r$	= 0.25
[OII] 5007	278	270		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	403	286		
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	136	93		
[SII] 6731	65	45		

UCM1655+2755

J9422908A

229#08E

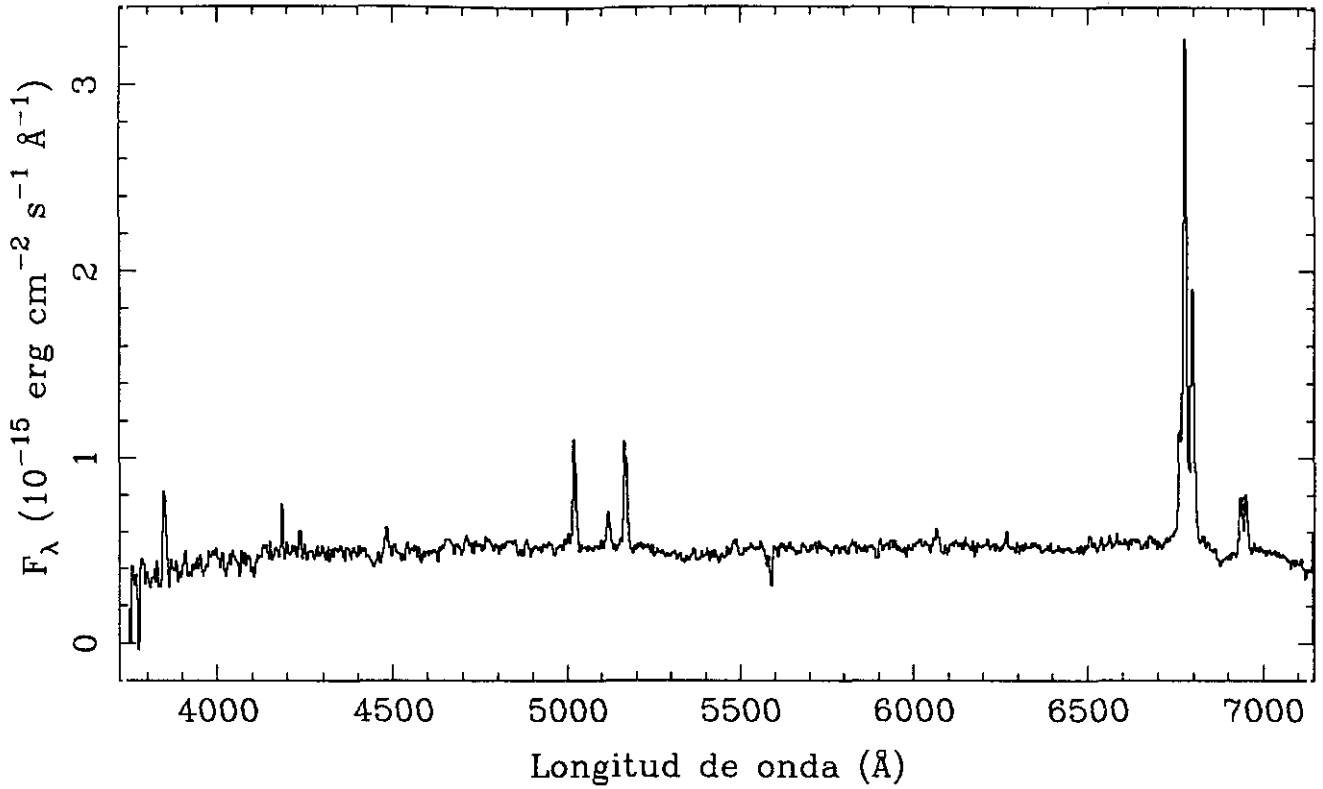


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 2
[OII] 3727	160	292	$z = 0.0349$
[NeIII]3869	80	134	
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\alpha} = 81$
H δ 4102	...	...
H γ 4340	62	80	$EW_{H\beta} = 11$
[OIII] 4363	17	22	
He I 4471	...	...	$E_{B-V} = 0.583$
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta} = 0.83$
[OIII] 4959	382	368	
[OIII] 5007	1074	1014	$F_{H\beta} = 7.57E-15$
He I 5876	...	...
[OI] 6300	26	15	$F_{H\alpha} = 4.10E-14$
[NII] 6548	...	...
H α 6563	542	286	$L_{H\alpha} = 4.66E+08$
[NII] 6584	358	187	
He I 6678	...	...	$b-v = 0.59$
[SII] 6716	128	63	
[SII] 6731	121	60	$v-r = 0.73$

UCM1656+2744

J9422901

229#01E

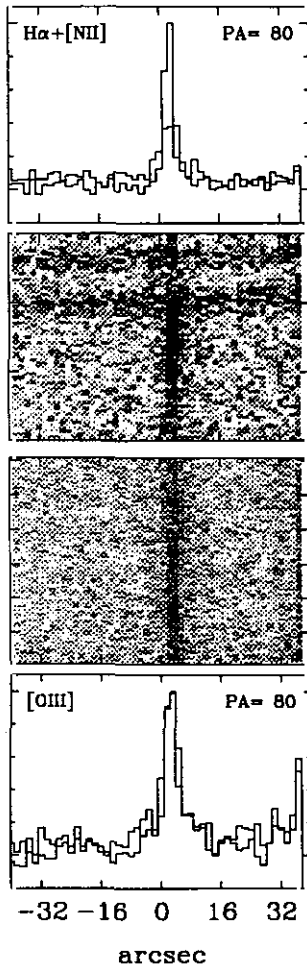
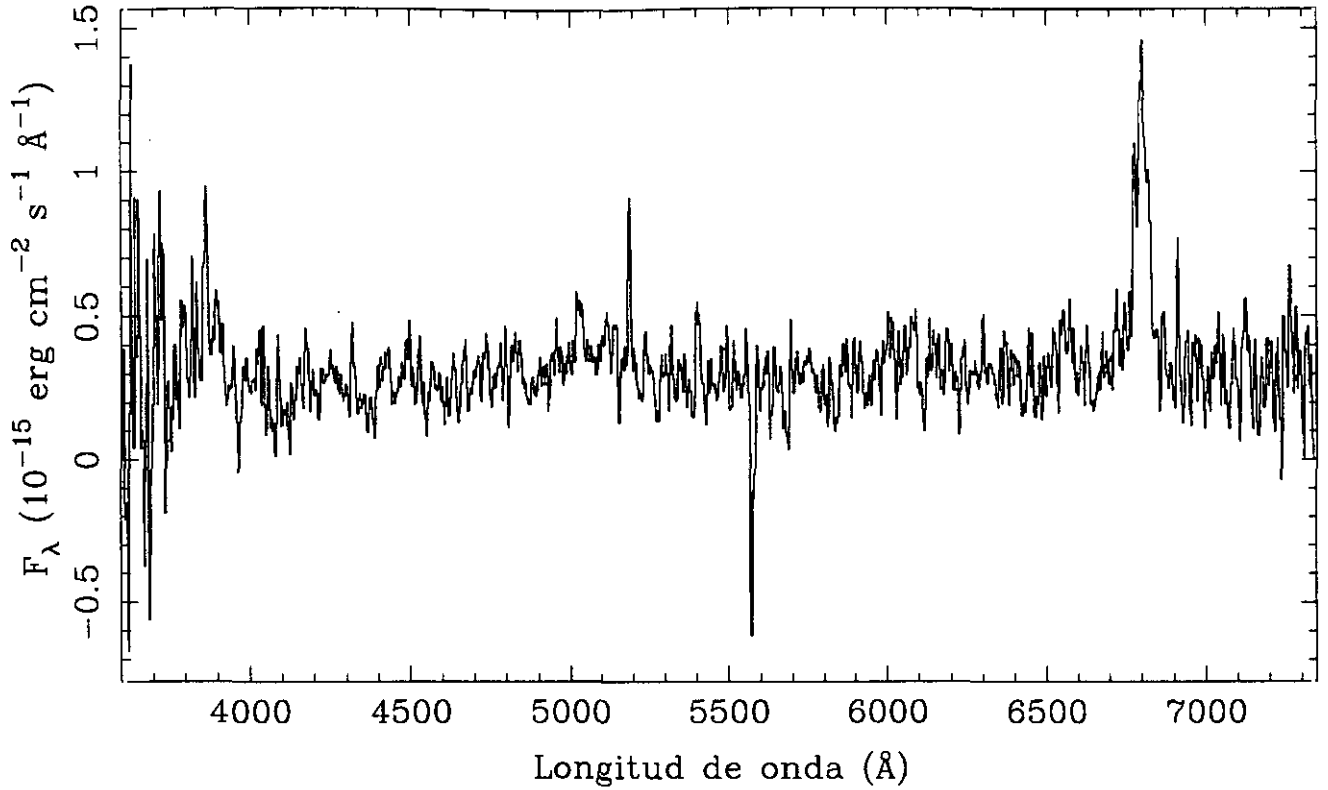


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	95	172	z	$= 0.0330$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 108$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 12$
H δ 4102	13	19	E_{B-v}	$= 0.578$
H γ 4340	25	32	$C_{H\beta}$	$= 0.82$
[OIII] 4363	8	10	$F_{H\beta}$	$= 6.38E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 3.42E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.08E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.13$
[OIII] 4959	38	37	$v-r$	$= 0.38$
[OIII] 5007	100	94		
He I 5876	31	21		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	84	45		
H α 6563	539	286		
[NII] 6584	259	136		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	52	26		
[SII] 6731	54	27		

UCM1659+2928

J9122904

229#04

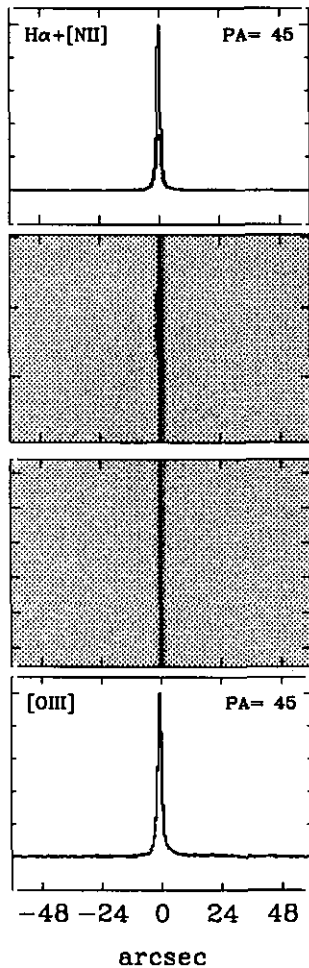
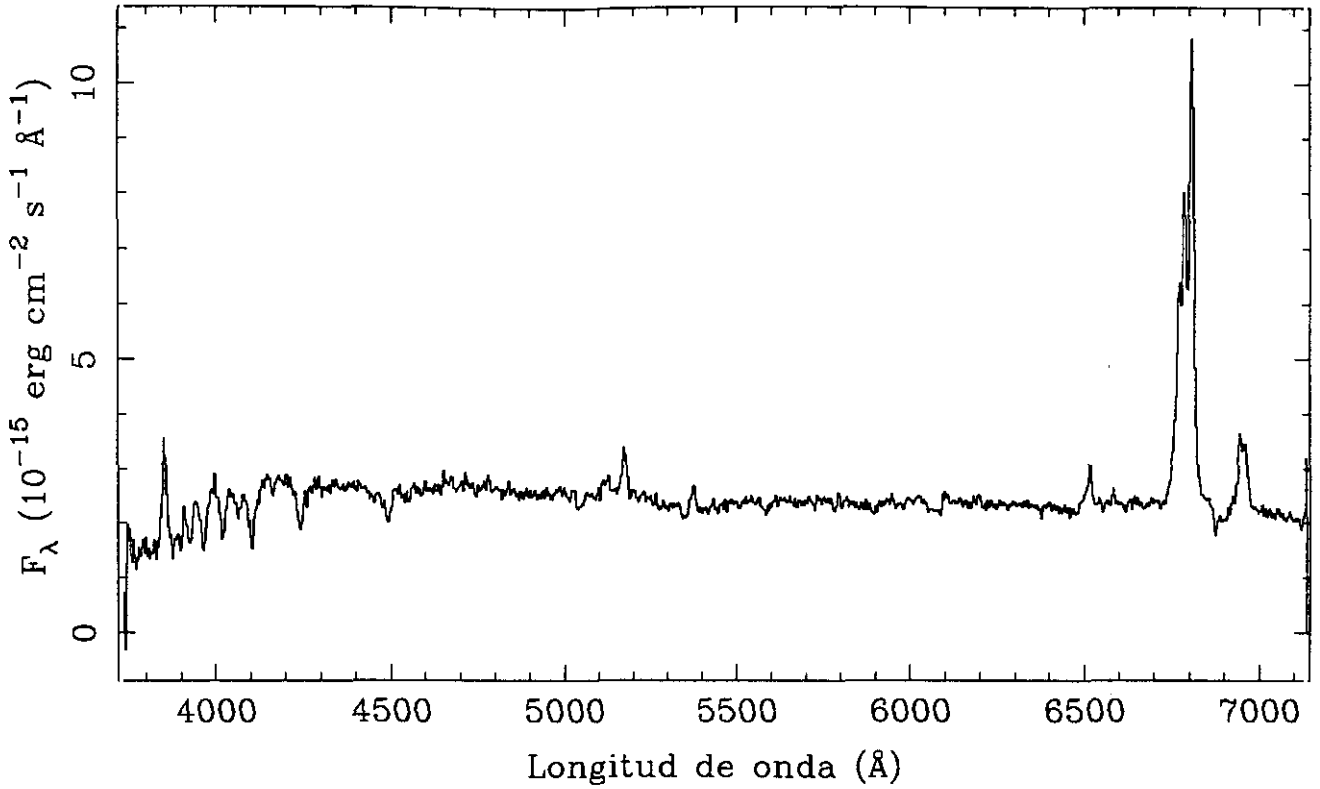


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 1	
[OII] 3727	245	422	z	= 0.0369
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 217
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{H\beta}$	= 13
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	E_{B-v}	= 0.528
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta}$	= 0.75
[OIII] 4959	...	...
[OIII] 5007	109	103	$F_{H\beta}$	= 4.73E-15
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{H\alpha}$	= 2.41E-14
[NII] 6548	205	116		
H α 6563	510	286	$L_{H\alpha}$	= 8.80E+08
[NII] 6584	169	94		
He I 6678	...	...	b-v	= 0.25
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...	v-r	= 0.40

UCM1701+3131

J9422909B

229#09E

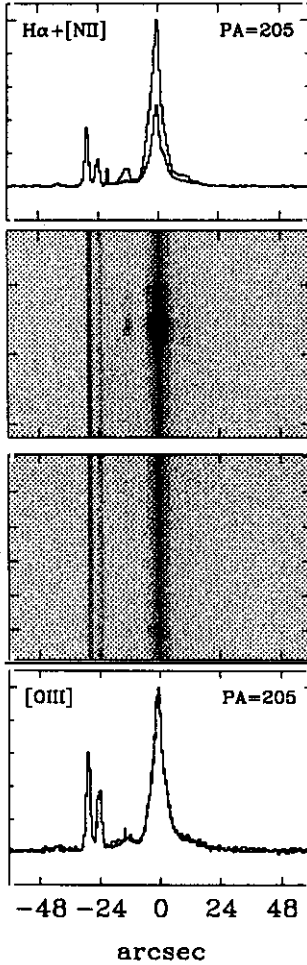
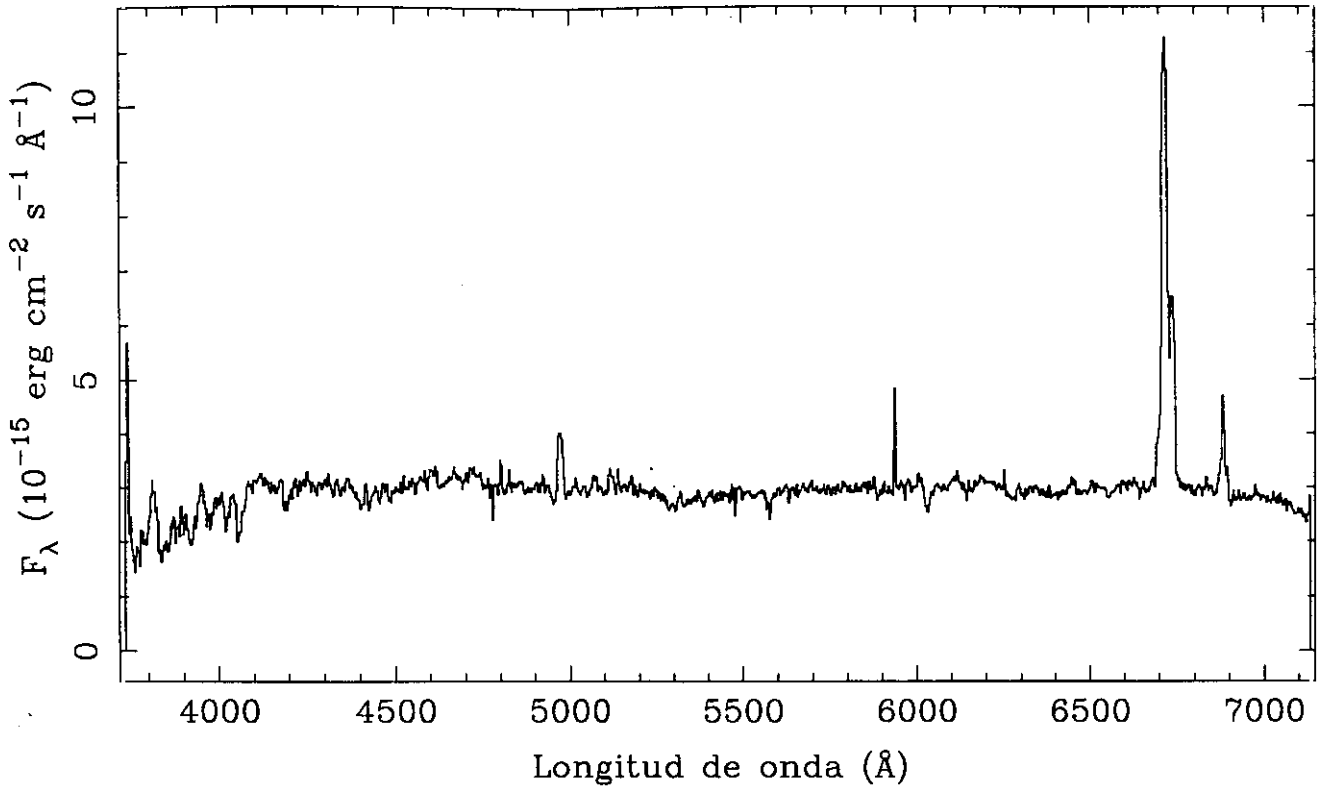


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 1	
[OII] 3727	716	5097	z	$= 0.0345$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 121$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 2$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= 1.904$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= 2.71$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 4.08E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 9.41E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 7.23E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.10$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.36$
[OIII] 5007	355	294		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	270	46		
[NII] 6548	1341	169		
H α 6563	2306	286		
[NII] 6584	3309	398		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	449	45		
[SII] 6731	422	42		

UCM2238+2308

J9420003

200#03E

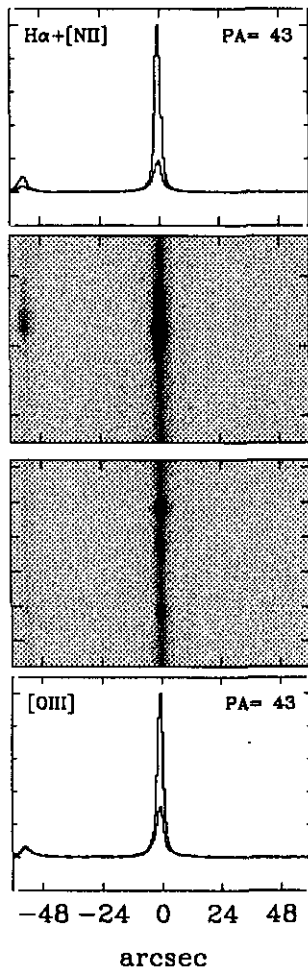
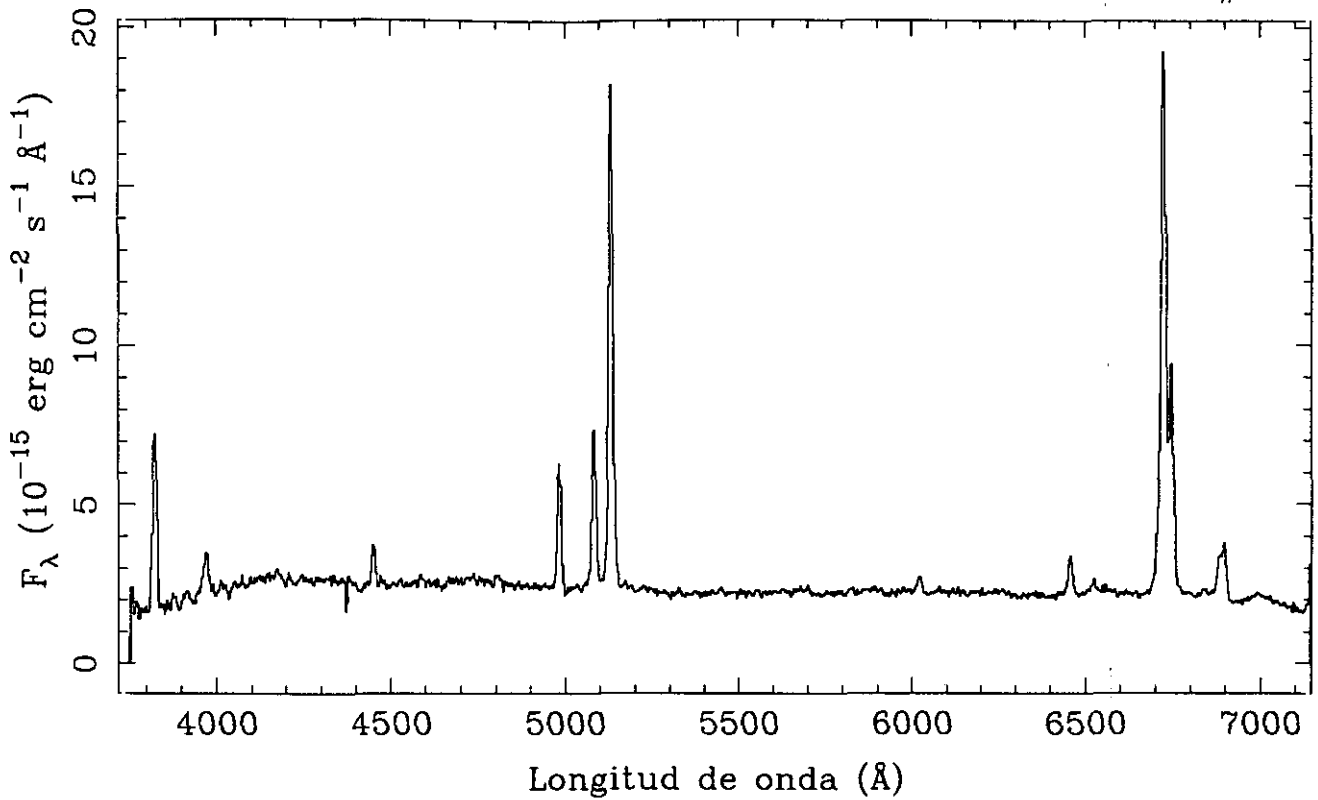


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	129	381	z	= 0.0240
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 69
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 6
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 1.051
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.49
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.68E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.52E-13
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 3.15E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.14
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.33
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	905	286		
[NII] 6584	313	97		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2239+1959

J9420004B

200#04F

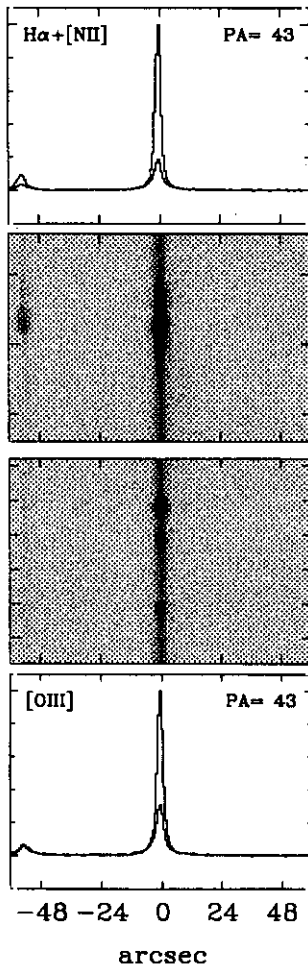
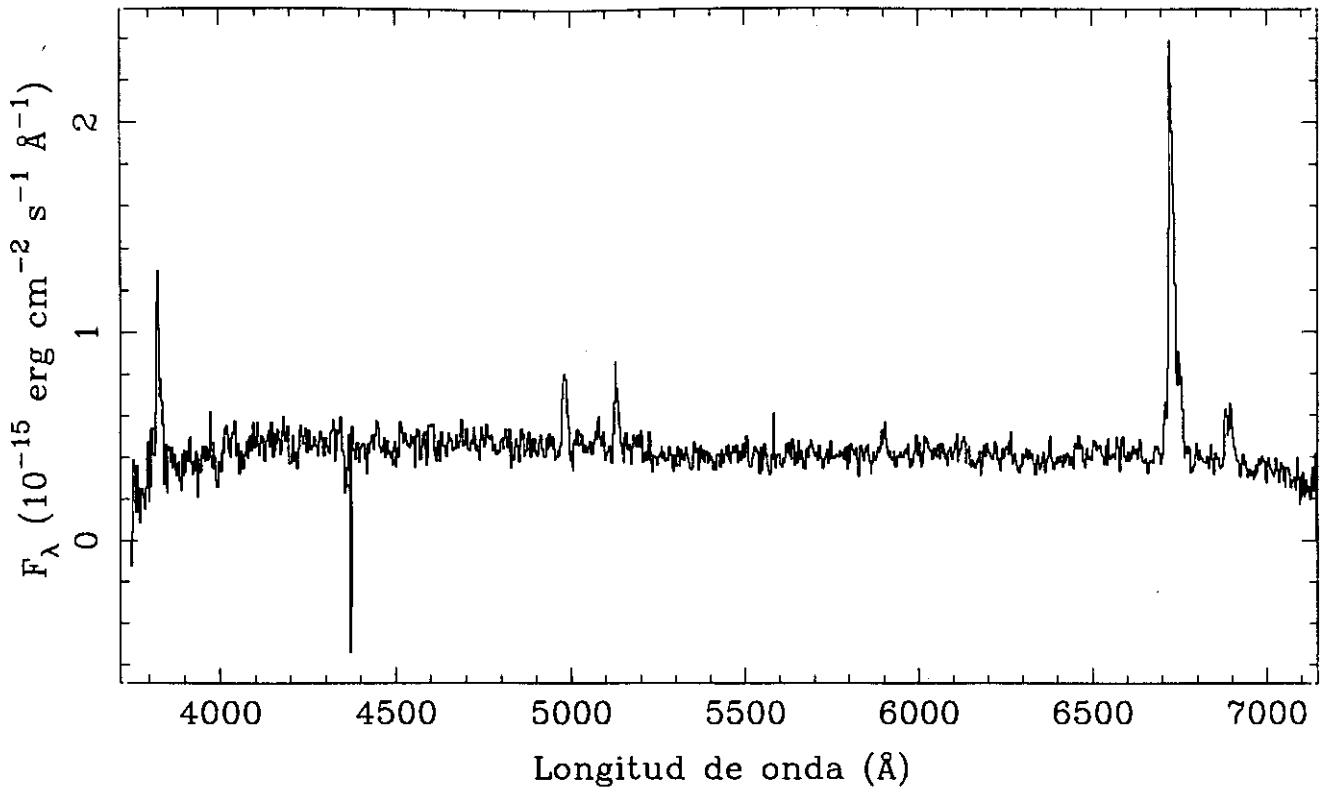


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	159	276	z	= 0.0258
[NeIII] 3869	45	72	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 173
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 22
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= 0.537
H γ 4340	30	38	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.76
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 5.20E-14
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 2.68E-13
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 5.00E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.04
[OIII] 4959	135	130	$v-r$	= 0.15
[OIII] 5007	444	421		
He I 5876	15	10		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	515	286		
[NII] 6584	194	107		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	38	20		
[SII] 6731	42	22		

UCM2239+1959

J9420004A

200#04E

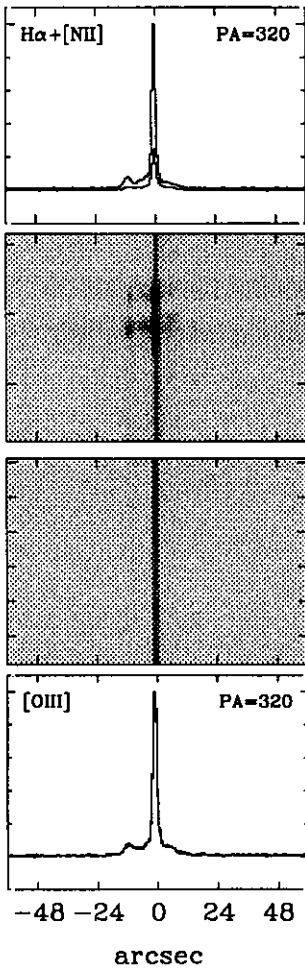
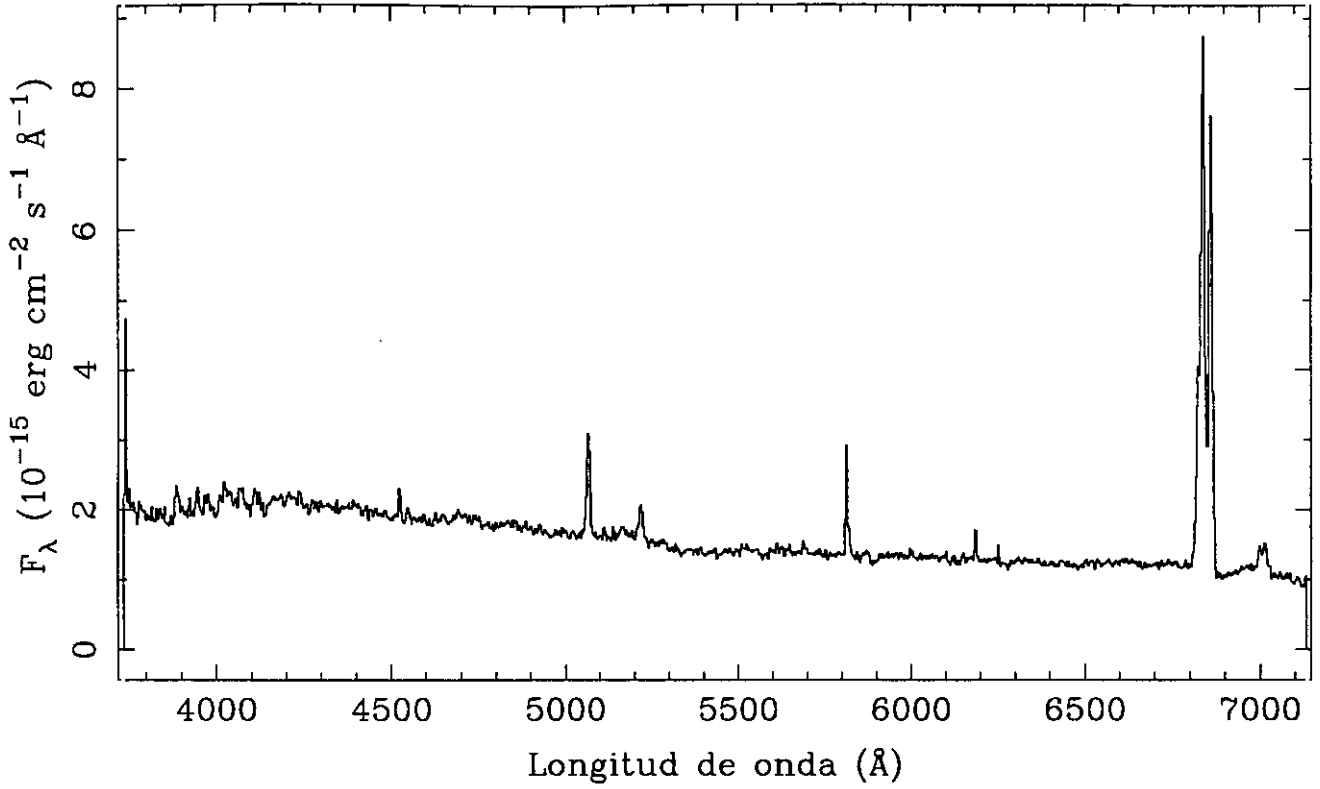


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	271	576	z	= 0.0258
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 116
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 12
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.732
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.04
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.27E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.36E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 5.00E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.04
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.15
[OII] 5007	77	72		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	20	10		
[NII] 6548	44	20		
H α 6563	638	286		
[NII] 6584	131	58		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	50	21		
[SII] 6731	62	26		

UCM2250+2427

J9420008B

200#08F

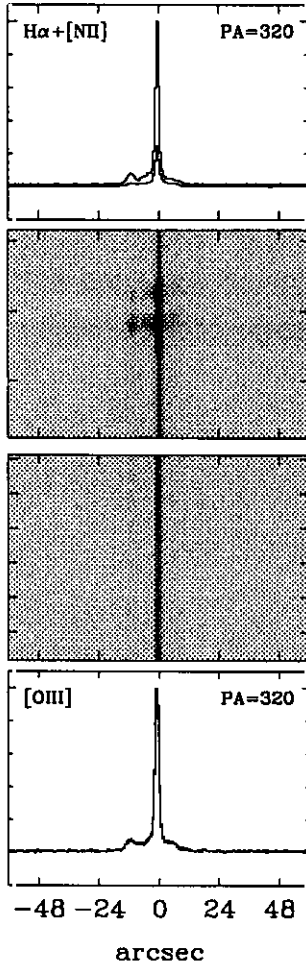
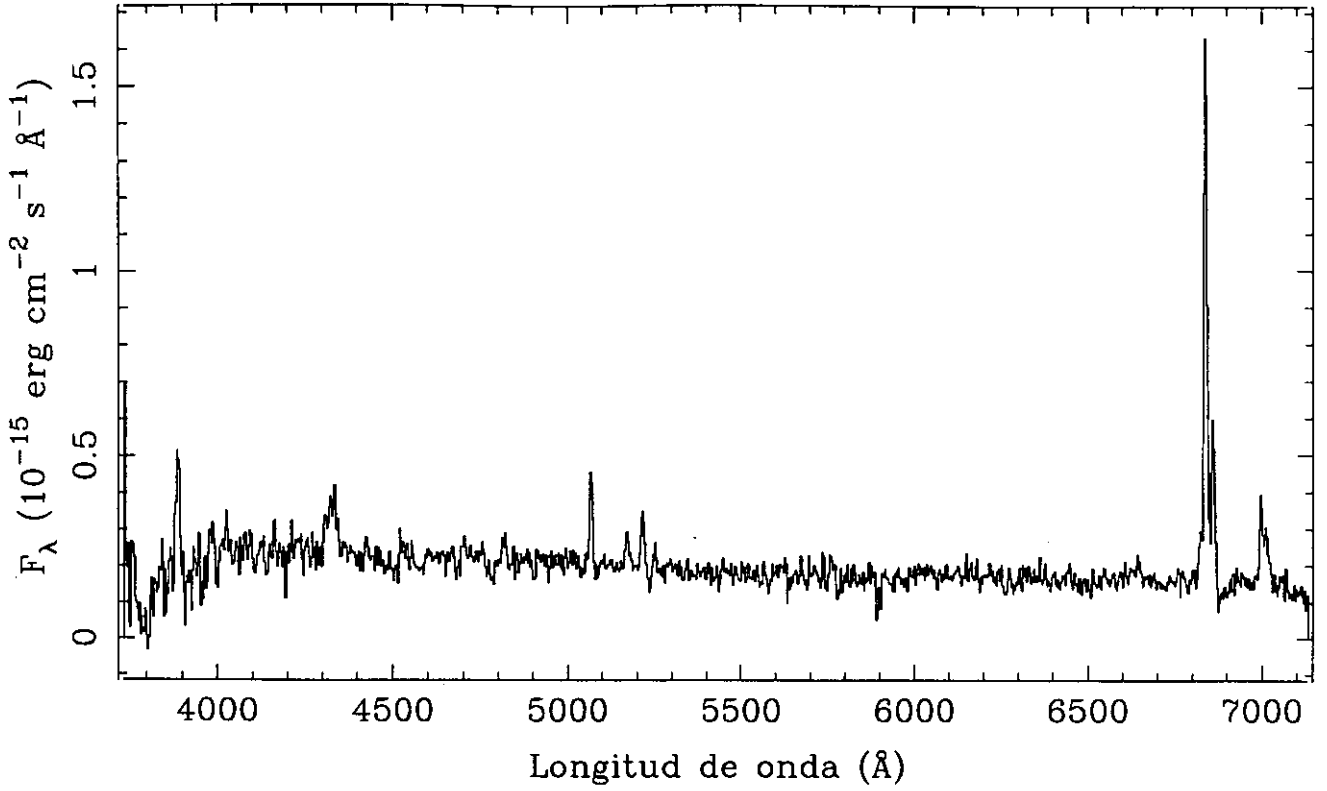


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN
[OII] 3727	27	60	$z = 0.0429$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 165$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta} = 10$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}} = 0.773$
H γ 4340	21	30	$C_{\text{H}\beta} = 1.10$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta} = 1.62\text{E-}14$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 1.08\text{E-}13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha} = 1.07\text{E+}09$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.19$
[OIII] 4959	...	...	$v-r = 0.10$
[OIII] 5007	43	40	
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	667	286	
[NII] 6584	460	195	
He I 6678	...	...
[SII] 6716	27	11	
[SII] 6731	30	12	

UCM2250+2427

J9420008A

200#08E

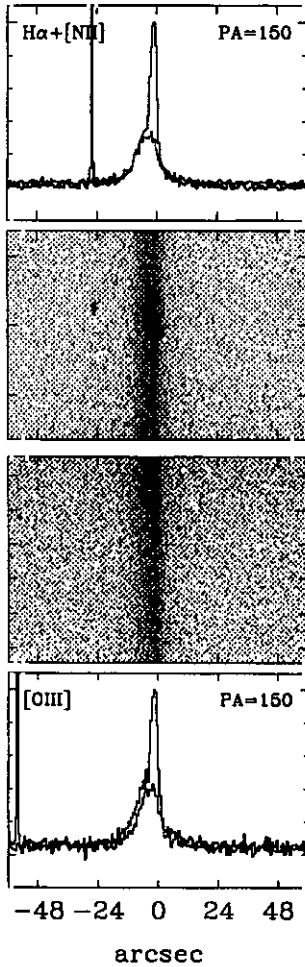
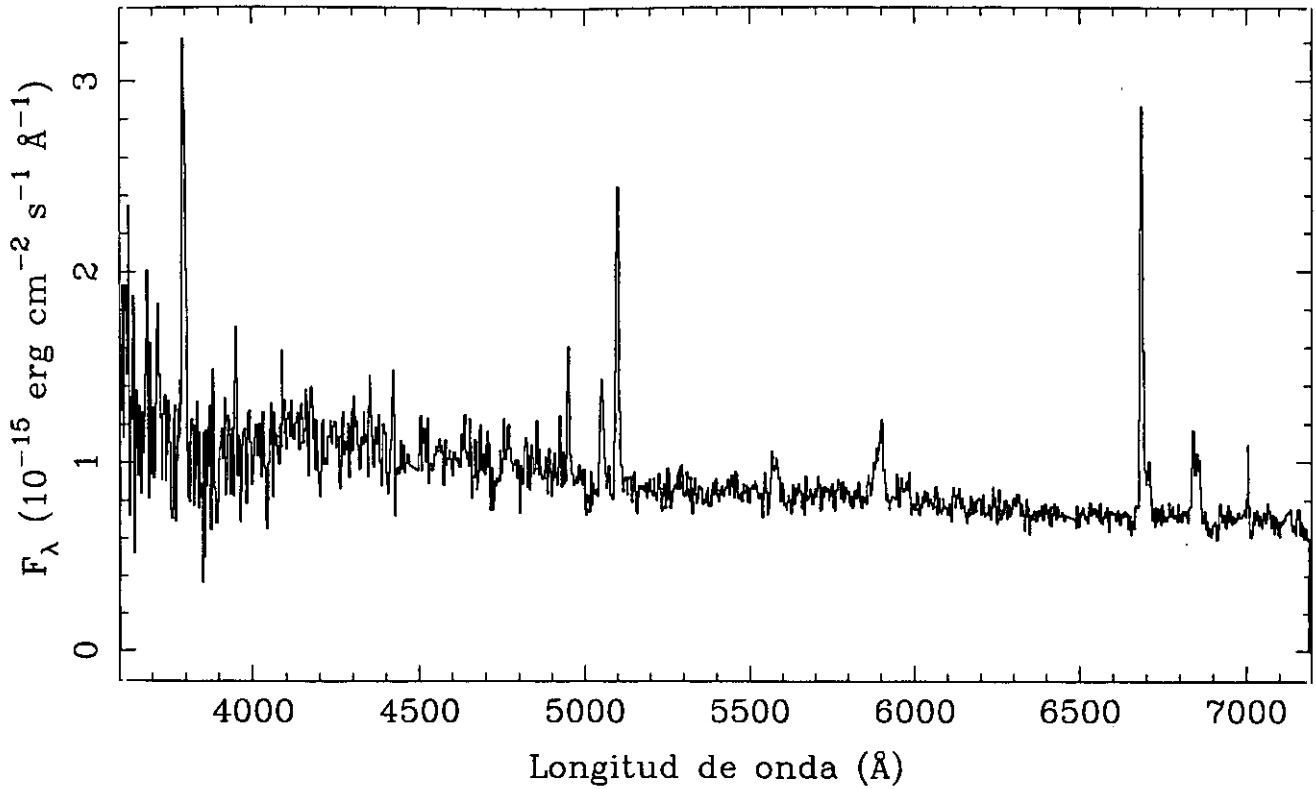


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	183	380	z	= 0.0427
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 175
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 15
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.709
Hγ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.01
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 2.78E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.73E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.11E+09
Hβ 4861	100	100	b-v	= -0.03
[OIII] 4959	39	37	v-r	= 0.32
[OIII] 5007	73	68		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	58	27		
Hα 6563	622	286		
[NII] 6584	179	81		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	91	39		
[SII] 6731	72	31		

UCM2255+1926

N9320503A

205#03A

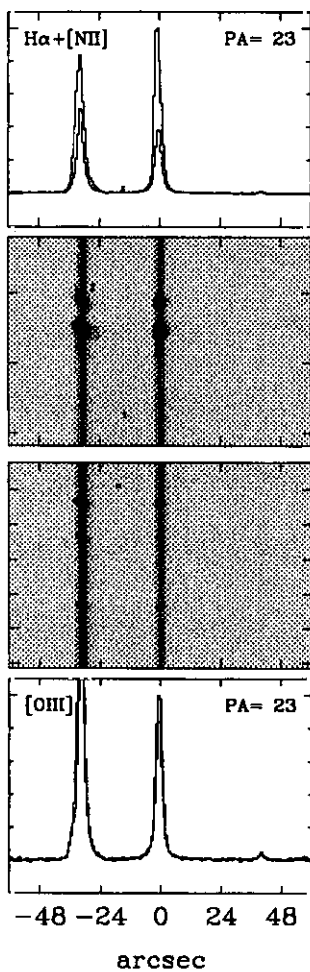
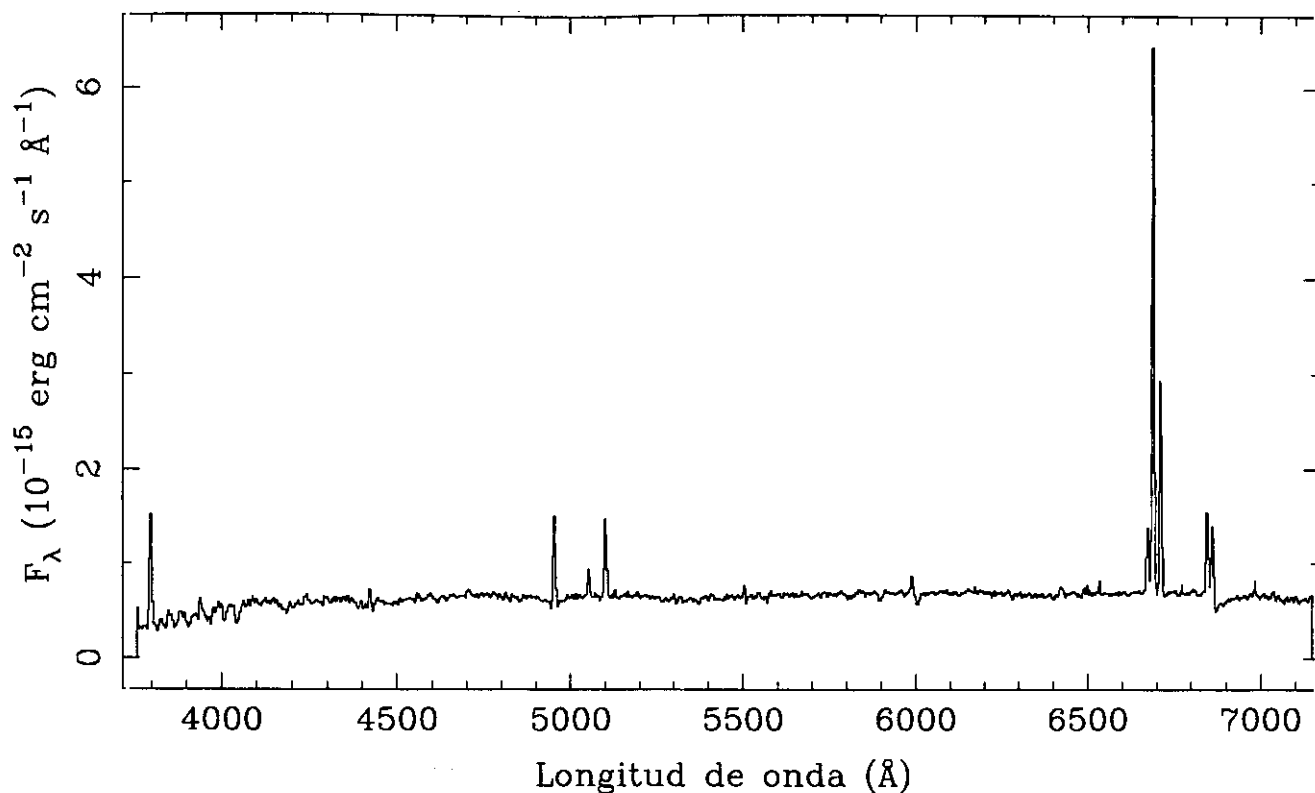


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	509	742	z	= 0.0193
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 37
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 6
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.366
H γ 4340	83	98	$C_{H\beta}$	= 0.52
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.25E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 2.24E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.62E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= -0.07
[OIII] 4959	141	138	$v-r$	= 0.10
[OIII] 5007	310	299		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	427	286		
[NII] 6584	68	45		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	73	47		
[SII] 6731	68	44		

UCM2255+1930N

S9420502

205#02P

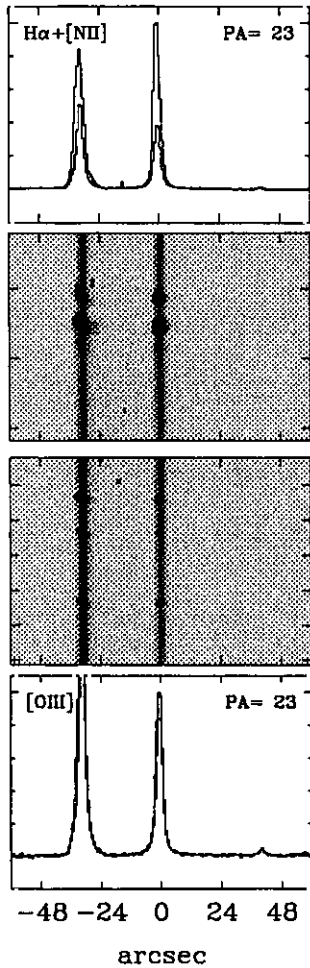
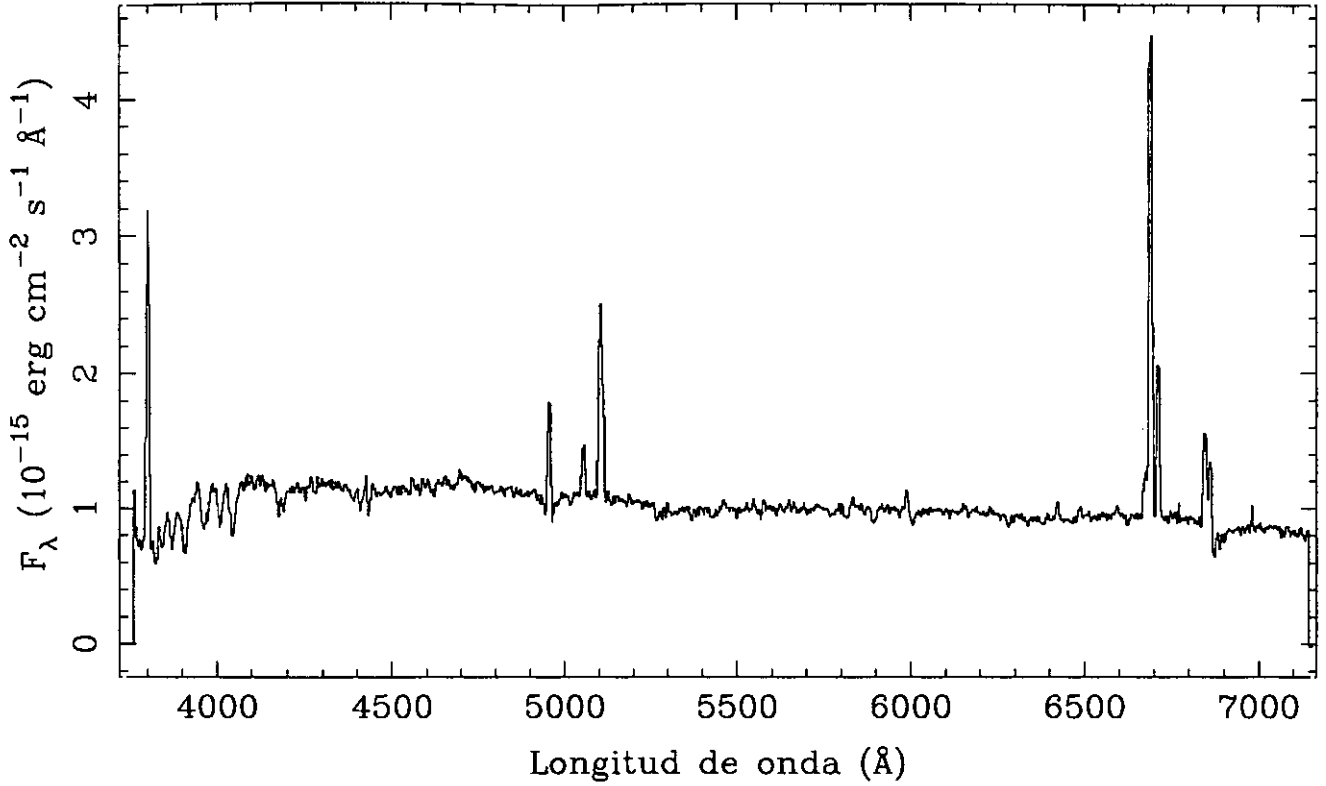


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	130	267	z	$= 0.0198$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 97$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 14$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.699$
H γ 4340	21	29	$C_{H\beta}$	$= 0.99$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 7.37E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 4.53E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.38E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.31$
[OIII] 4959	29	28	$v-r$	$= 0.38$
[OIII] 5007	94	88		
He I 5876	24	15		
[OI] 6300	15	8		
[NII] 6548	68	32		
H α 6563	615	286		
[NII] 6584	225	103		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	98	42		
[SII] 6731	72	31		

UCM2255+1930S

S9420501

205#01P

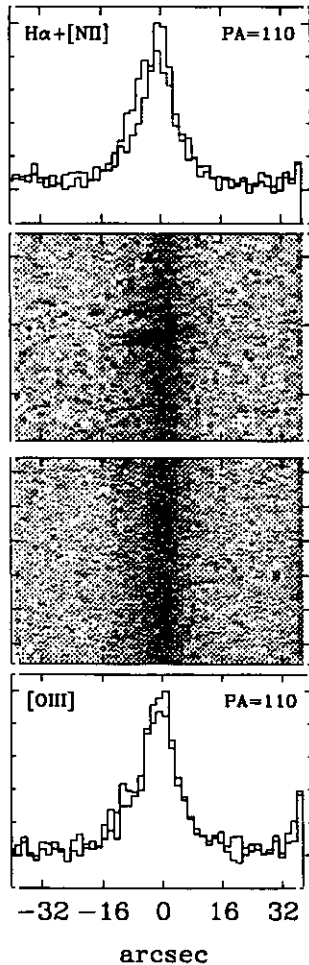
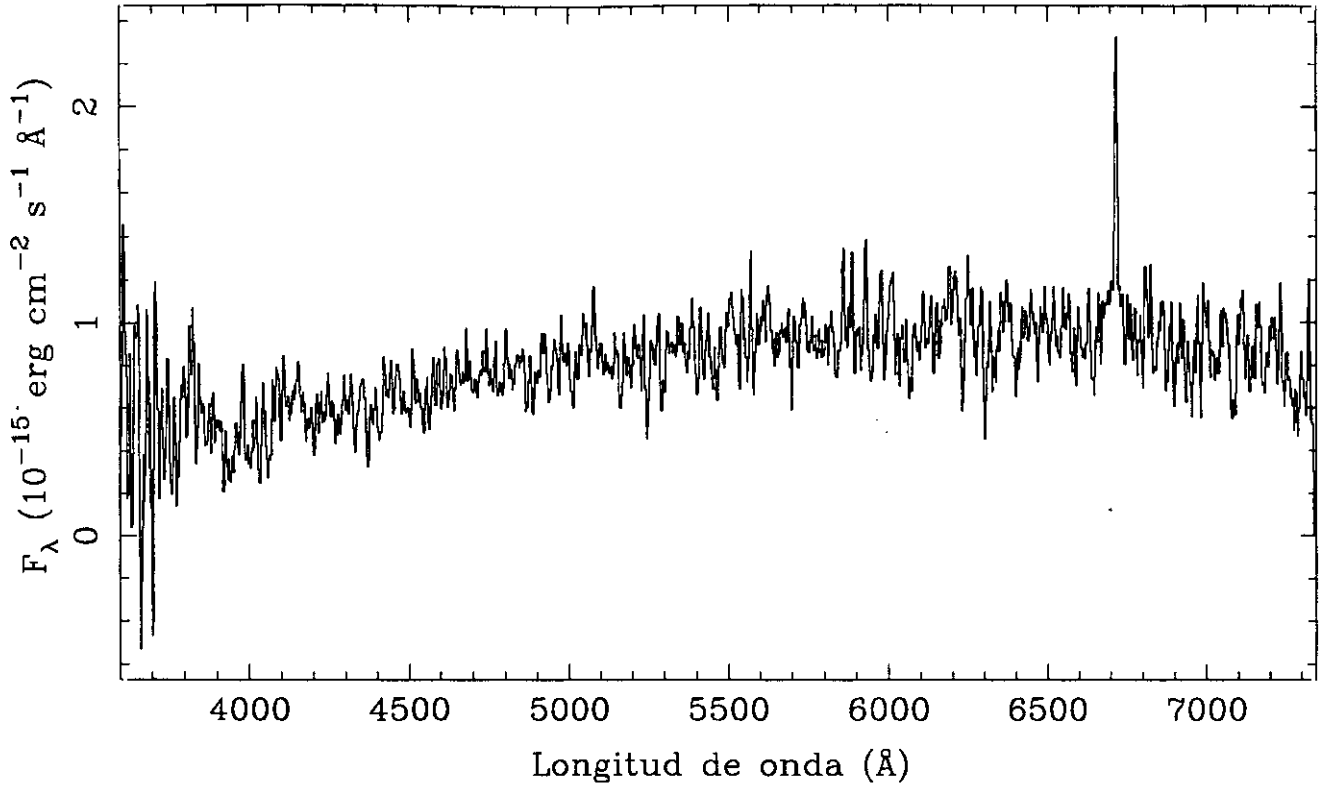


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	279	464	z	= 0.0203
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 61
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 9
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}}$	= 0.493
H γ 4340	32	40	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.70
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 8.54E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 4.19E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 5.19E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.08
[OIII] 4959	49	47	$v-r$	= 0.17
[OII] 5007	201	192		
He I 5876	20	14		
[OI] 6300	13	8		
[NII] 6548	36	21		
H α 6563	491	286		
[NII] 6584	144	83		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	87	48		
[SII] 6731	53	29		

UCM2256+2002

J9120552

205#52

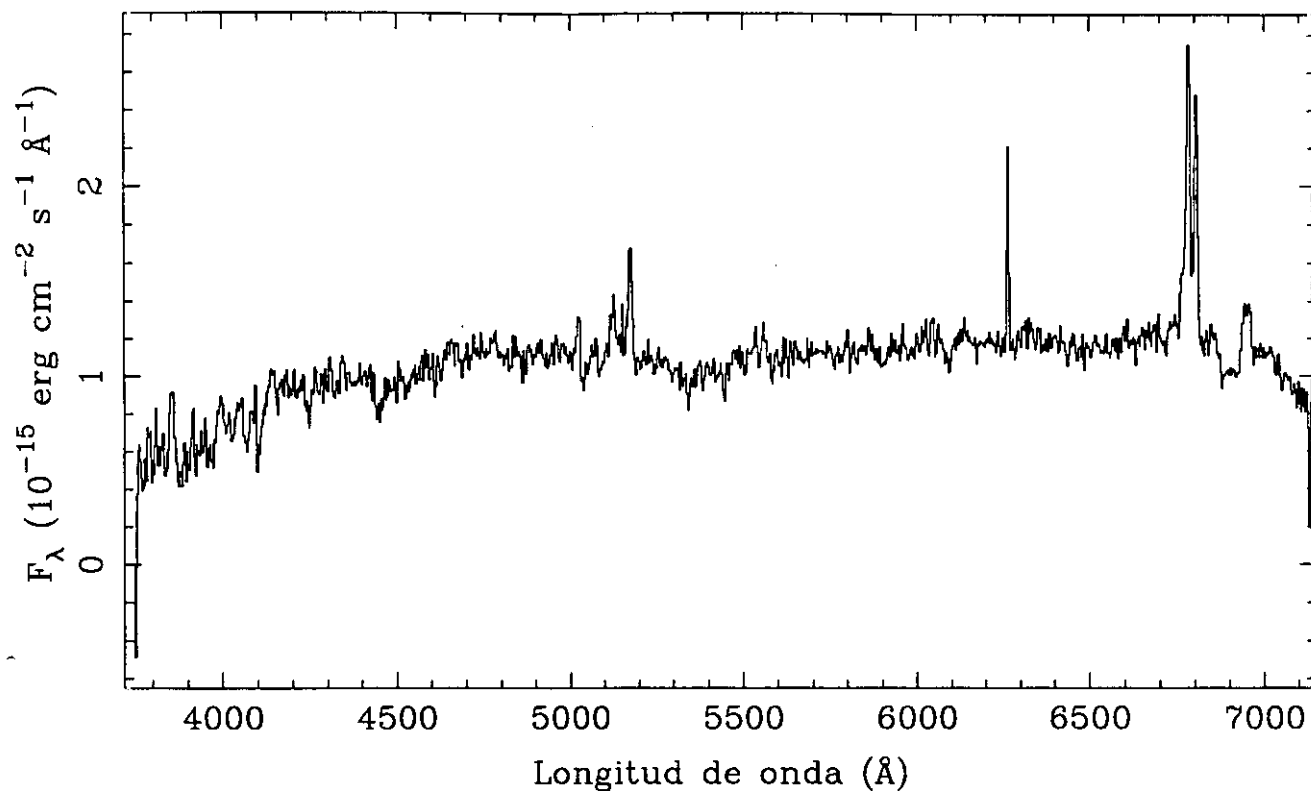


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	z	= 0.0242
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 15
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= $1.40\text{E}-14$
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= $4.25\text{E}+07$
H β 4861	b-v	= 0.64
[OIII] 4959	v-r	= 0.35
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2257+1606

J9420560

205#60E

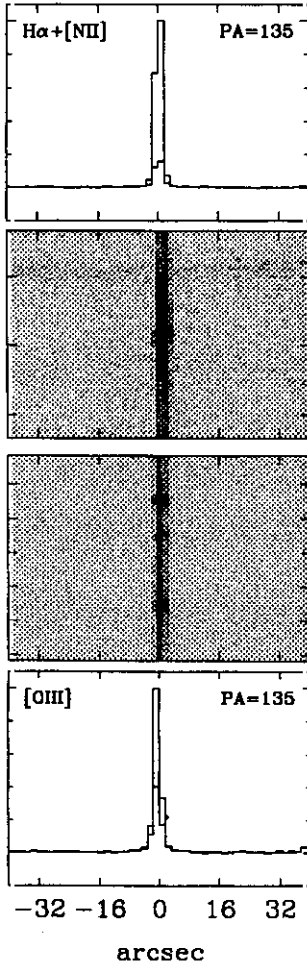
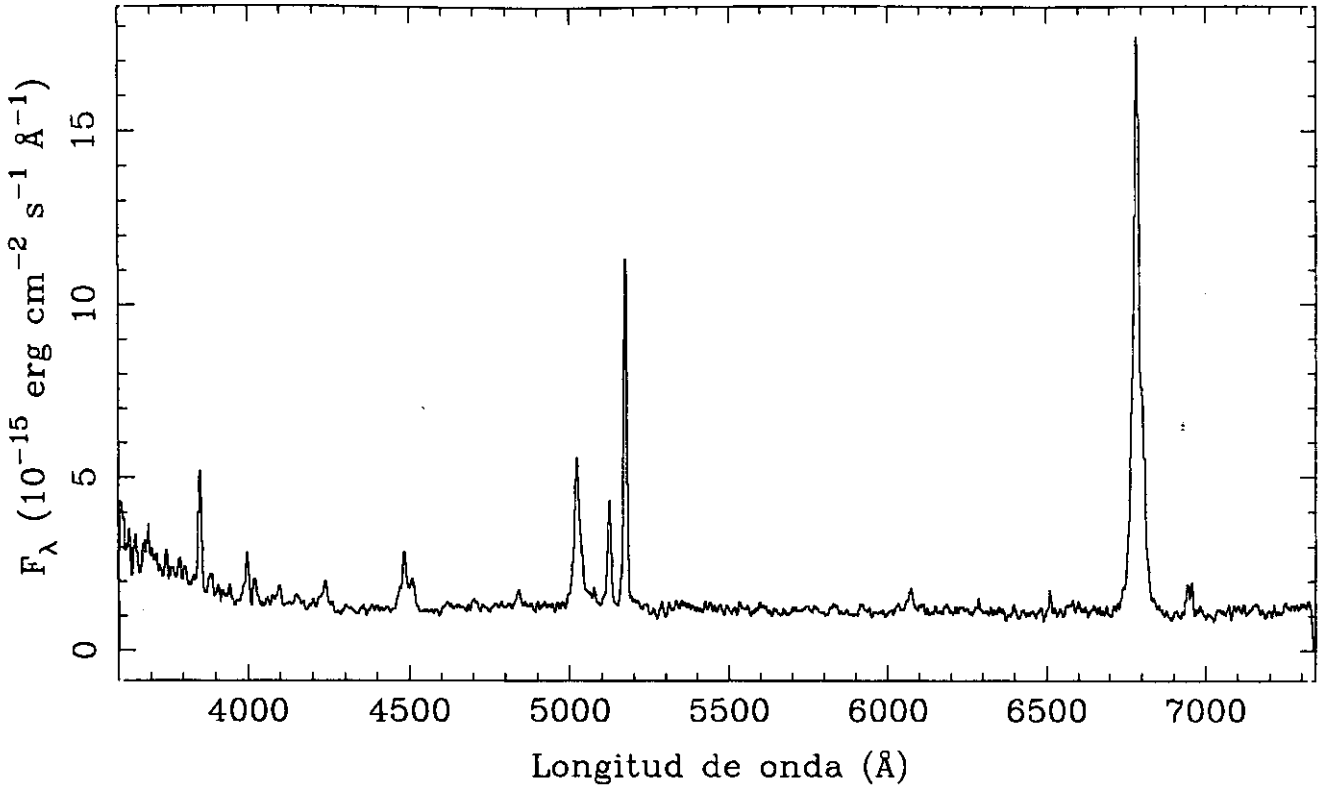


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
$[\text{OII}]$ 3727	199	457	z	= 0.0339
$[\text{NeIII}]$ 3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 32
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 3
$\text{H}\delta$ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= 0.807
$\text{H}\gamma$ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.15
$[\text{OIII}]$ 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $3.42\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $2.37\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= ...
$\text{H}\beta$ 4861	100	100	$b-v$	= 0.33
$[\text{OIII}]$ 4959	127	120	$v-r$	= 0.42
$[\text{OIII}]$ 5007	276	255		
He I 5876	...	...
$[\text{OI}]$ 6300	...	...
$[\text{NII}]$ 6548	...	...
$\text{H}\alpha$ 6563	693	286		
$[\text{NII}]$ 6584	421	171		
He I 6678	...	...
$[\text{SII}]$ 6716	117	44		
$[\text{SII}]$ 6731	124	47		

UCM2257+2438

J9120013

200#13

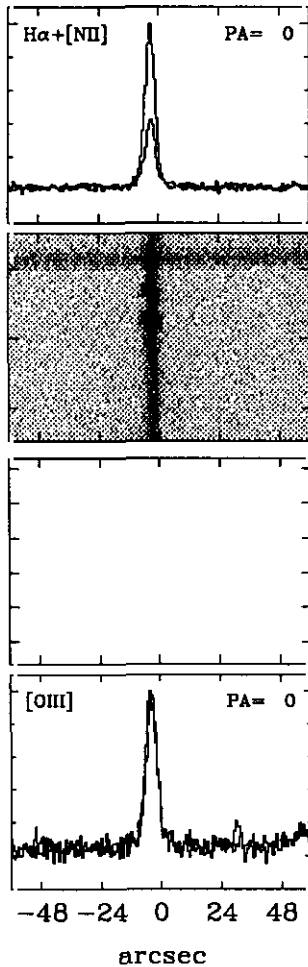
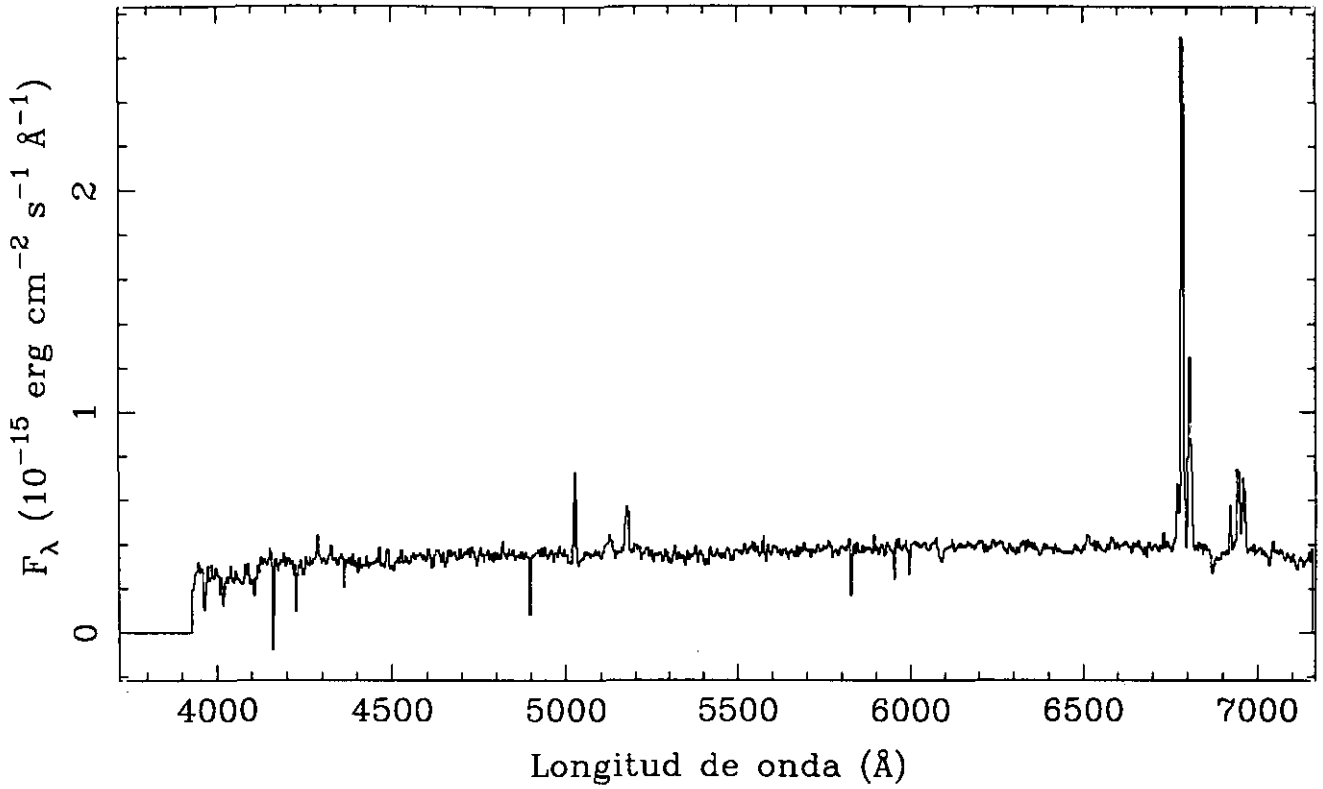


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 1
[OII] 3727	41	67	$z = 0.0345$
[NeIII] 3869	10	15	
[NII] 3968	6	9	$EW_{\text{H}\alpha} = 365$
H δ 4102	17	23	
H γ 4340	41	52	$EW_{\text{H}\beta} = 66$
[OIII] 4363	7	9	
He I 4471	4	5	$E_{\text{B}-\text{V}} = 0.540$
He II 4686	5	6	
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta} = \dots$
[OIII] 4959	37	35	
[OIII] 5007	118	109	$F_{\text{H}\beta} = 7.60\text{E}-15$
He I 5876	11	7	
[OI] 6300	7	4	$F_{\text{H}\alpha} = 1.55\text{E}-13$
[NII] 6548	8	4	
H α 6563	540	301	$L_{\text{H}\alpha} = 4.67\text{E}+08$
[NII] 6584	25	13	
He I 6678	...	...	$b-v = 0.03$
[SII] 6716	17	9	
[SII] 6731	15	8	$v-r = 0.26$

UCM2300+2014

S9420530

205#30P

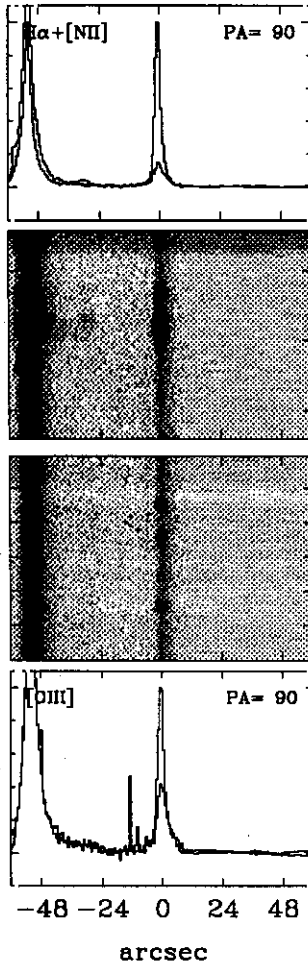
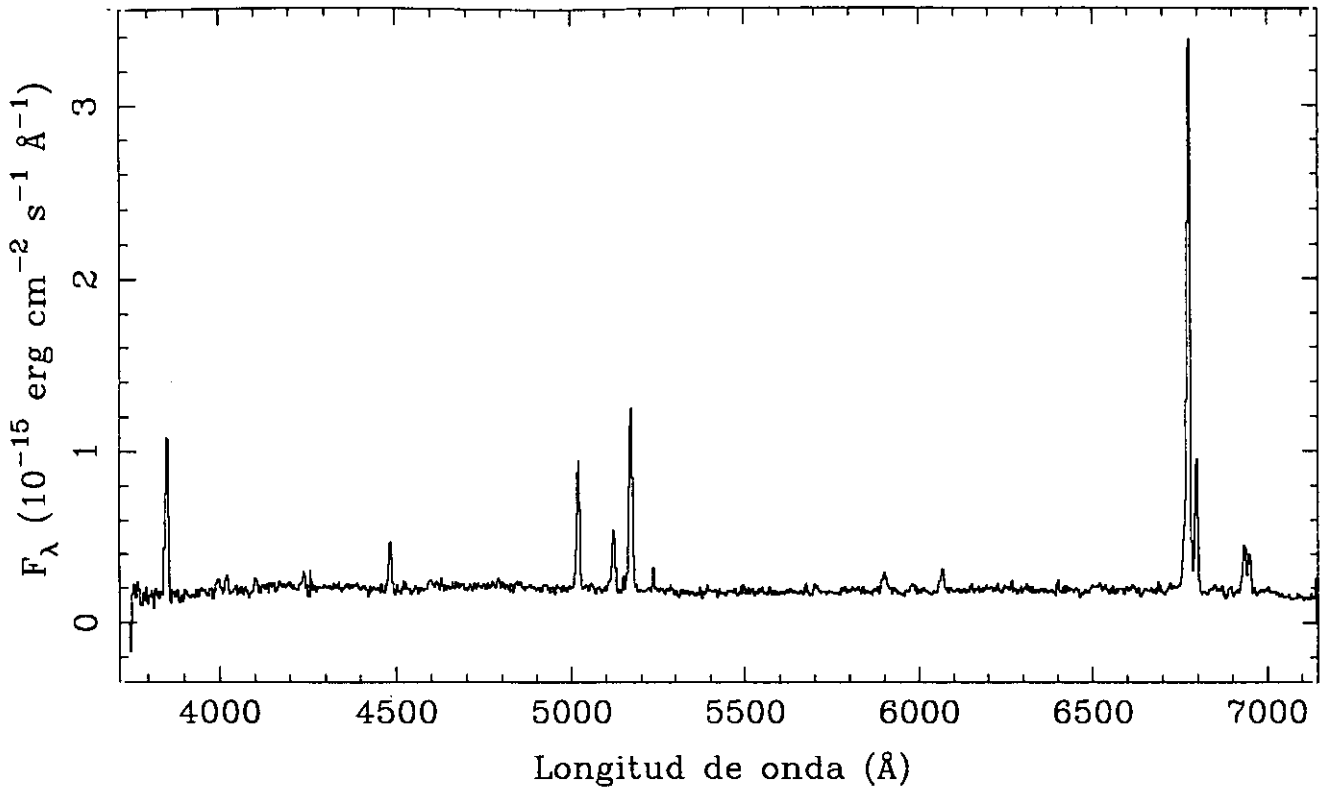


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0346
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 159
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 27
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	= 0.326
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.46
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 4.72E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 1.93E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 3.17E+08
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	= 0.41
[OIII] 4959	147	144	$v-r$	= 0.46
[OIII] 5007	462	447		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	4	3		
H α 6563	409	286		
[NII] 6584	16	11		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	32	22		
[SII] 6731	24	16		

UCM2302+2053E

J9420532

205#32E

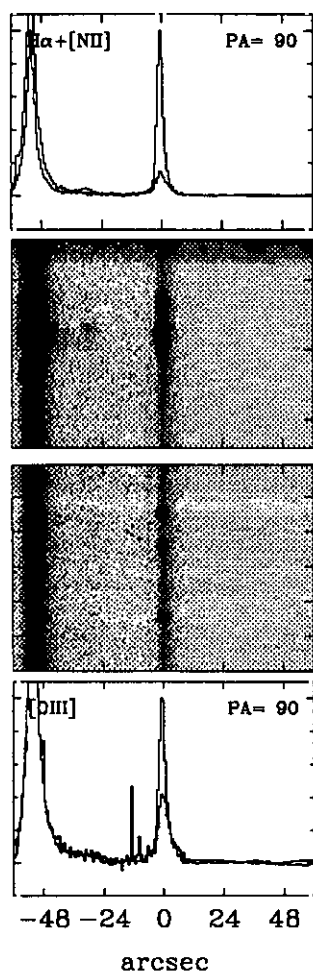
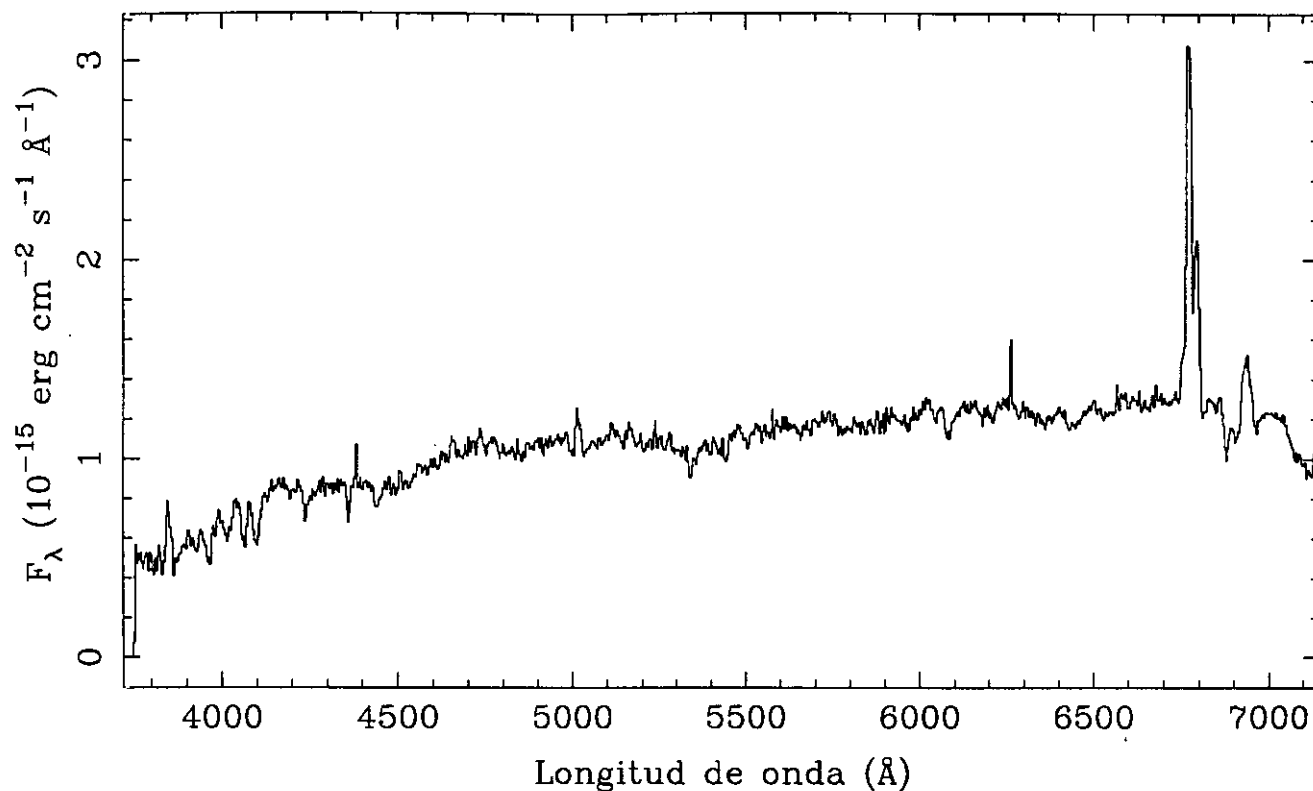


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	163	623	z	= 0.0328
[NeII] 3869	...	...	EW _{Hα}	= 36
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 3
H δ 4102	...	...	E _{B-V}	= 1.301
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.85
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 2.68E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 3.19E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.68E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.02
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.31
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	1190	286		
[NII] 6584	511	120		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2302+2053W

J9420531

205#31E

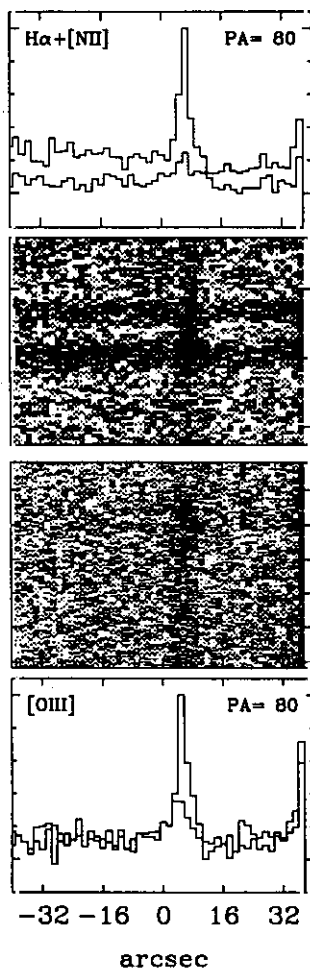
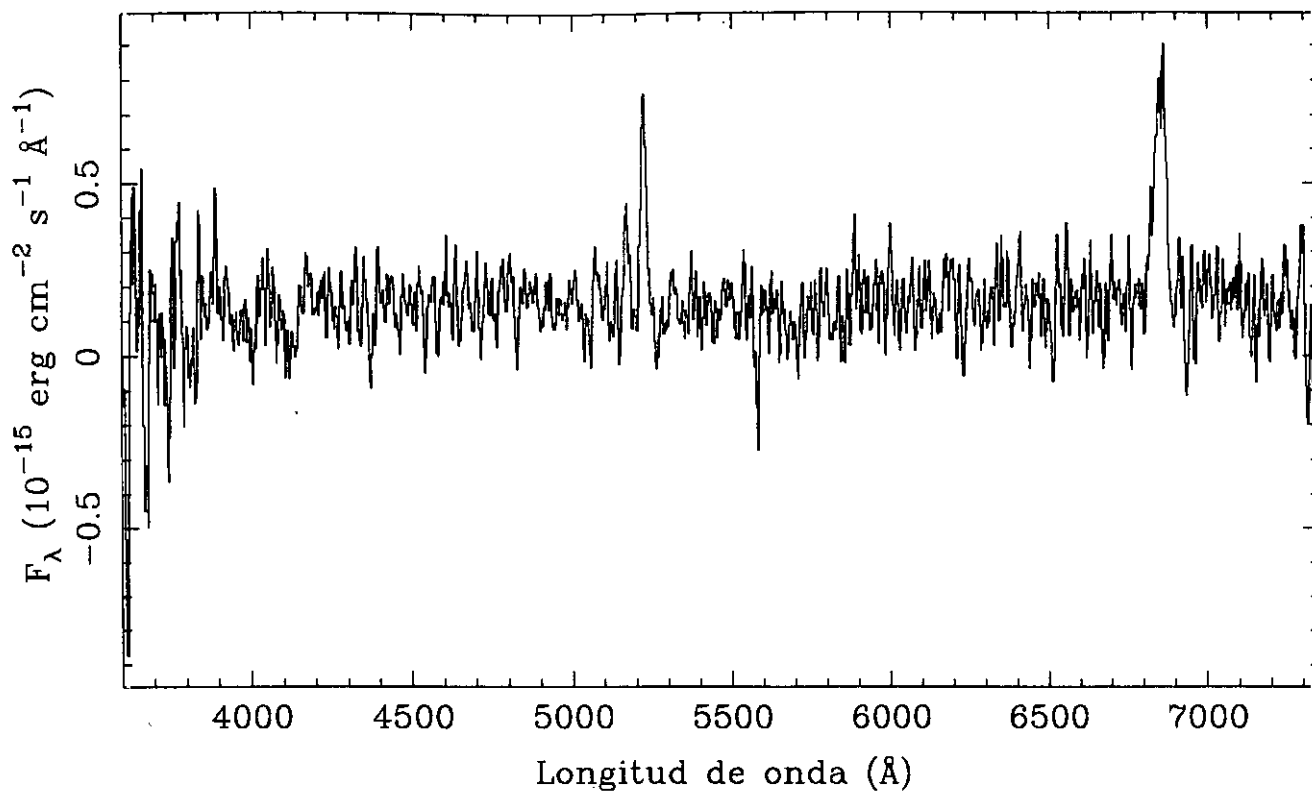


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	123	197	z	= 0.0328
[NeIII]3869	14	21		
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 260
H δ 4102	10	13		
H γ 4340	40	49	$EW_{H\beta}$	= 42
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	E_{B-v}	= 0.457
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta}$	= 0.65
[OIII] 4959	47	46		
[OIII] 5007	139	133	$F_{H\beta}$	= 8.30E-15
He I 5876	22	16		
[OI] 6300	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.92E-14
[NII] 6548	...	...
H α 6563	472	286	$L_{H\alpha}$	= 1.38E+08
[NII] 6584	99	60		
He I 6678	4	2	b-v	= 0.46
[SII] 6716	35	20		
[SII] 6731	25	14	v-r	= 0.47

UCM2303+1702

J9120517

205#17

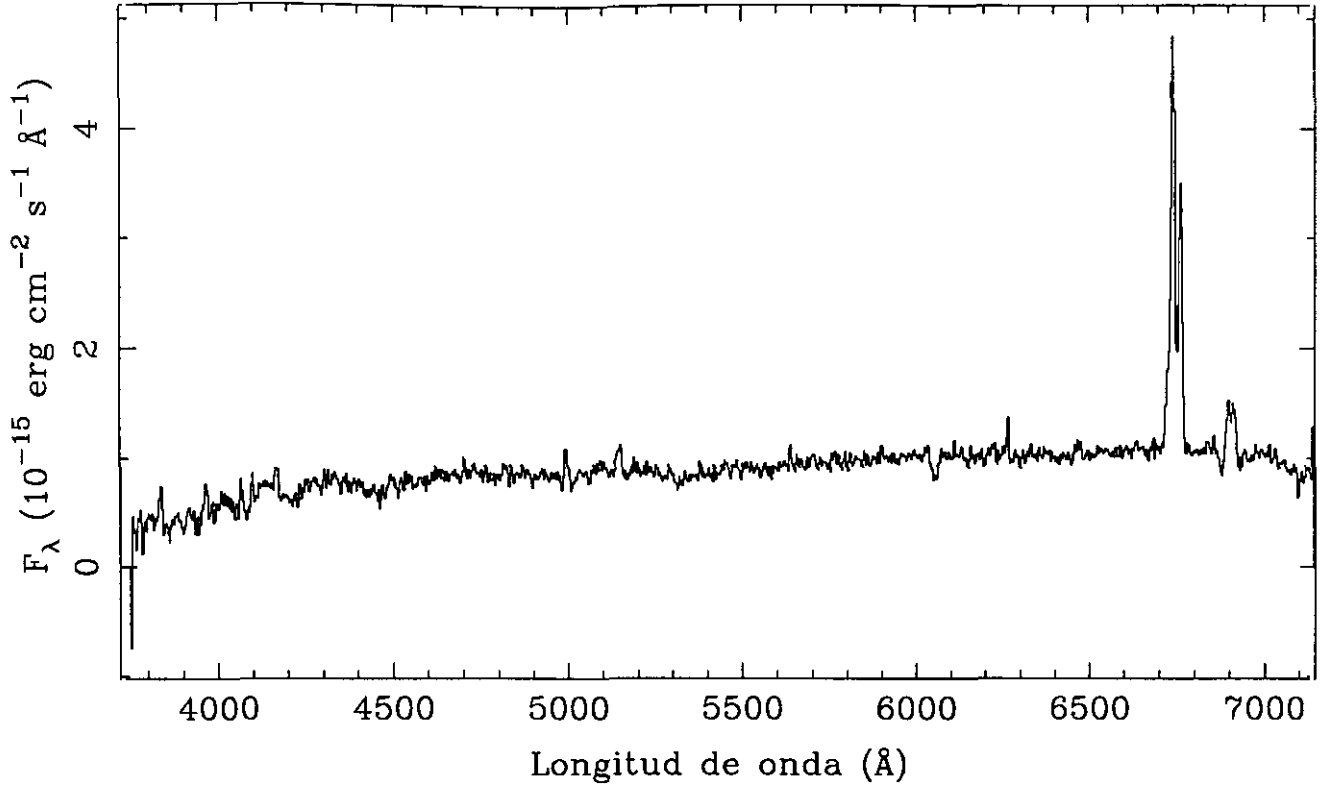


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 2	
[OII] 3727	273	462	z	$= 0.0428$
[NeIII] 3869	150	235	$EW_{H\alpha}$	$= 185$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 6$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.416$
H γ 4340	19	24	$C_{H\beta}$	$= 0.83$
[OIII] 4363	38	47	$F_{H\beta}$	$= 4.90E-16$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.72E-14$
He II 4686	20	21	$L_{H\alpha}$	$= 3.19E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.18$
[OIII] 4959	361	350	$v-r$	$= ...$
[OIII] 5007	1012	963		
He I 5876	19	14		
[OI] 6300	257	160		
[NII] 6548	497	286		
H α 6563	542	310		
[NII] 6584	1417	803		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2303+1856

J9420526B

205#26E

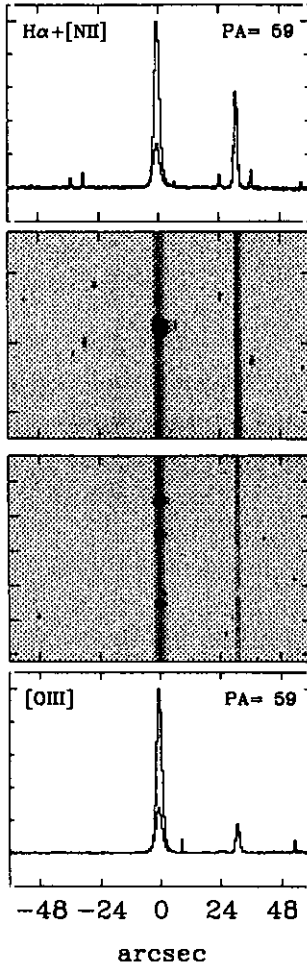
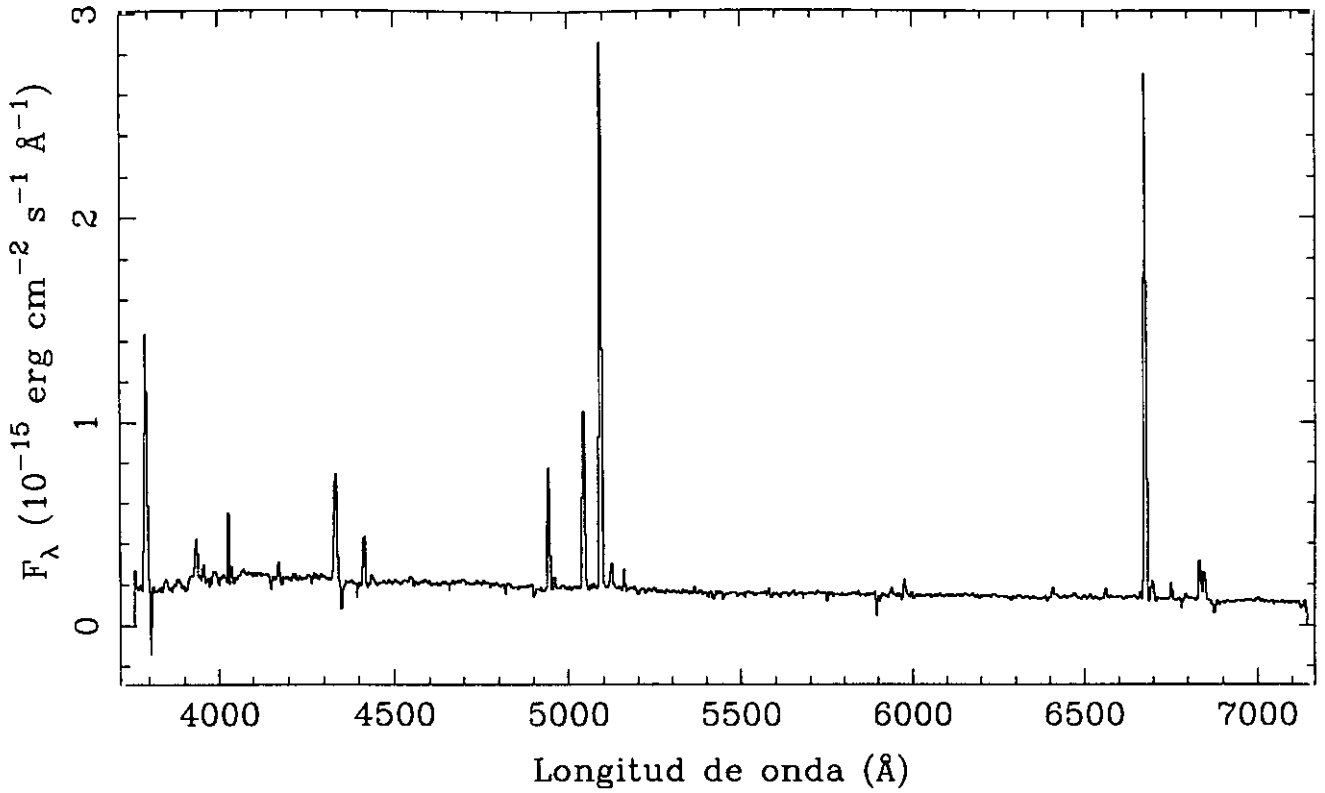


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	79	272	z	$= 0.0276$
[NeIII] 3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 79$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= 7$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B}-\text{v}}$	$= 1.199$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	$= 1.70$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= 4.99\text{E}-15$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 5.31\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 2.41\text{E}+08$
H β 4861	100	100	$b-\text{v}$	$= 0.43$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.53$
[OIII] 5007	95	84		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	1064	286		
[NII] 6584	629	166		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	123	29		
[SII] 6731	144	34		

UCM2304+1640

S9420519

205#19P

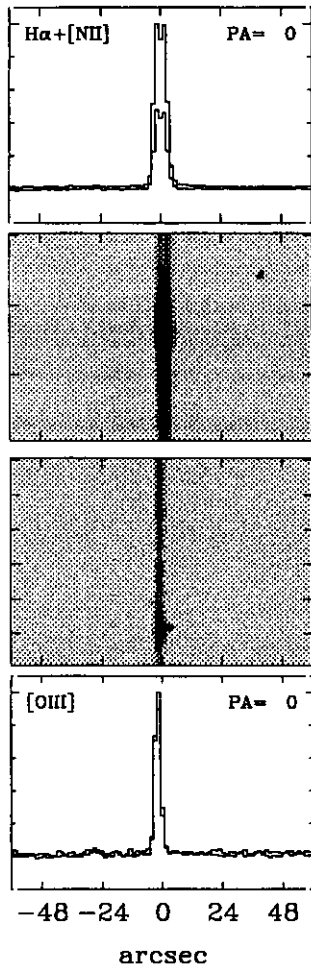
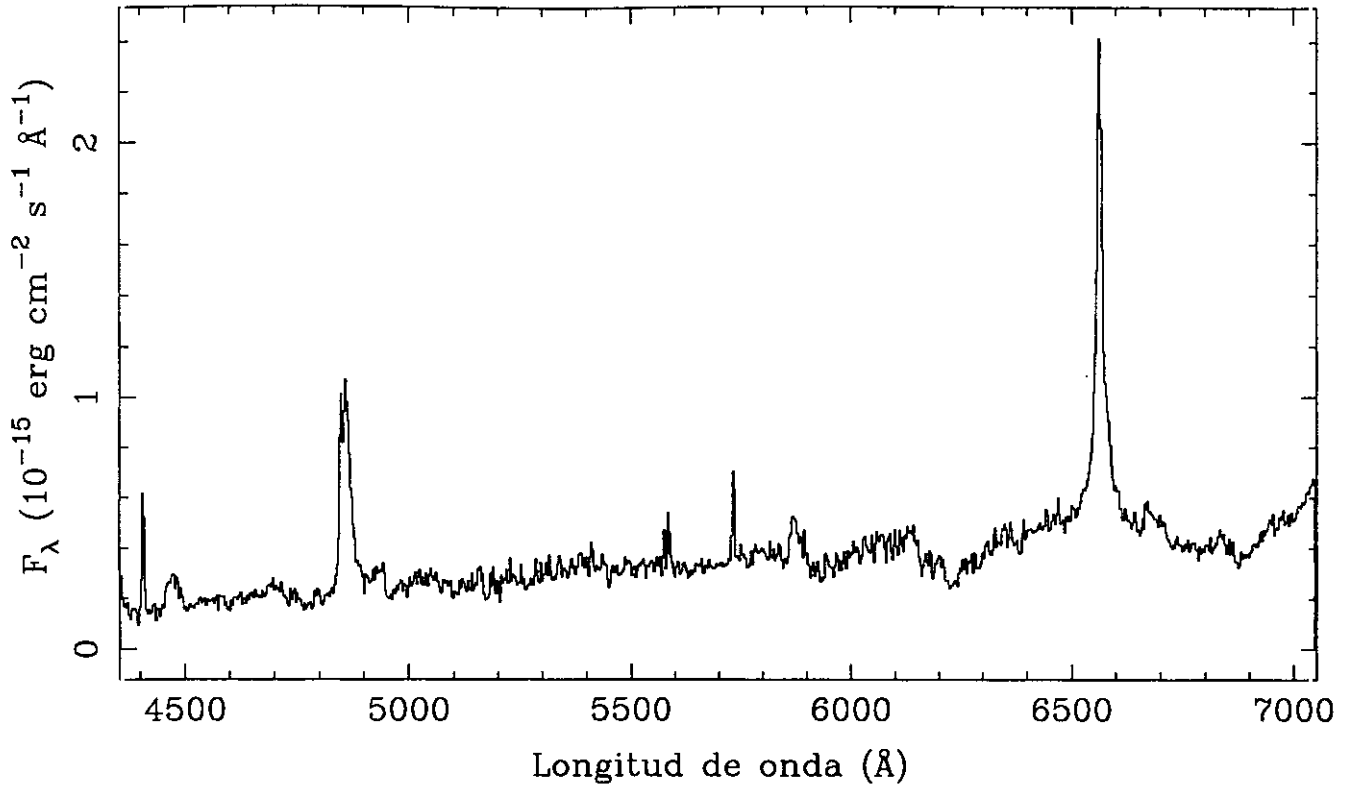


LINEA	F_{obs}	F_c	SS
[OII] 3727	237	334	$z = 0.0179$
[NeII] 3869	33	44	$EW_{H\alpha} = 155$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta} = 27$
H δ 4102	13	16	$E_{B-V} = 0.333$
H γ 4340	42	49	$C_{H\beta} = 0.47$
[OIII] 4363	7	8	$F_{H\beta} = 4.68E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha} = 1.93E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha} = 1.99E+07$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.16$
[OIII] 4959	147	144	$v-r = -0.05$
[OIII] 5007	468	453	
He I 5876	13	10	
[OI] 6300	7	5	
[NII] 6548	4	3	
H α 6563	412	286	
[NII] 6584	15	10	
He I 6678	4	3	
[SII] 6716	34	23	
[SII] 6731	22	15	

UCM2307+2118

A9320533

205#33

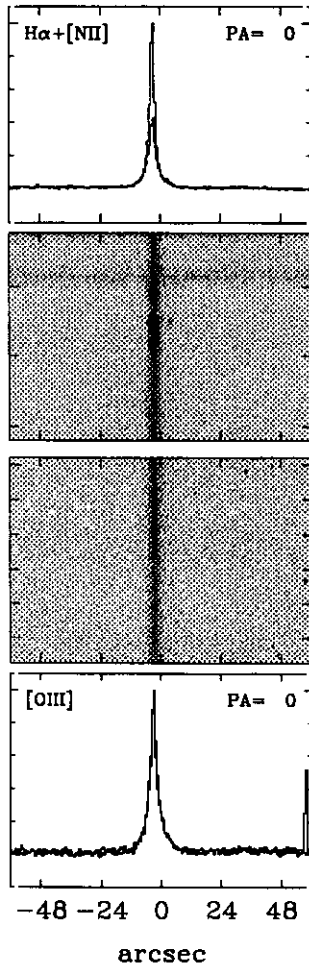
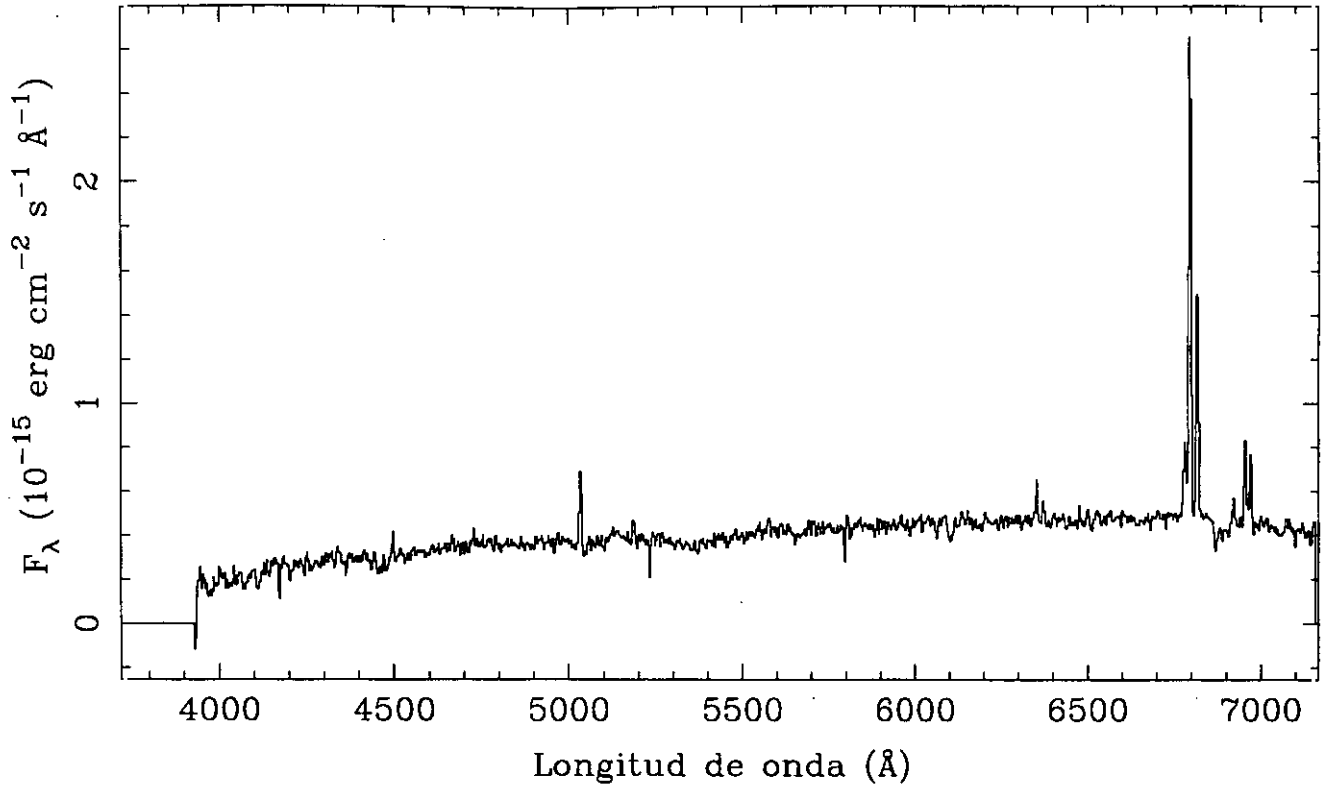


LINEA	F_{obs}	F_c	SIMB	
[OII] 3727	...	...	z	= ...
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 75
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 91
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 2.71E-14
He I 4471	17	...	$F_{H\alpha}$	= 4.85E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= ...
H β 4861	100	...	$b-v$	= ...
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.92
[OII] 5007	...	...
He I 5876	14	...		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	179	...		
[NII] 6584	...	...
He I 6678	20	...		
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2310+1800

S9420535

205#35P

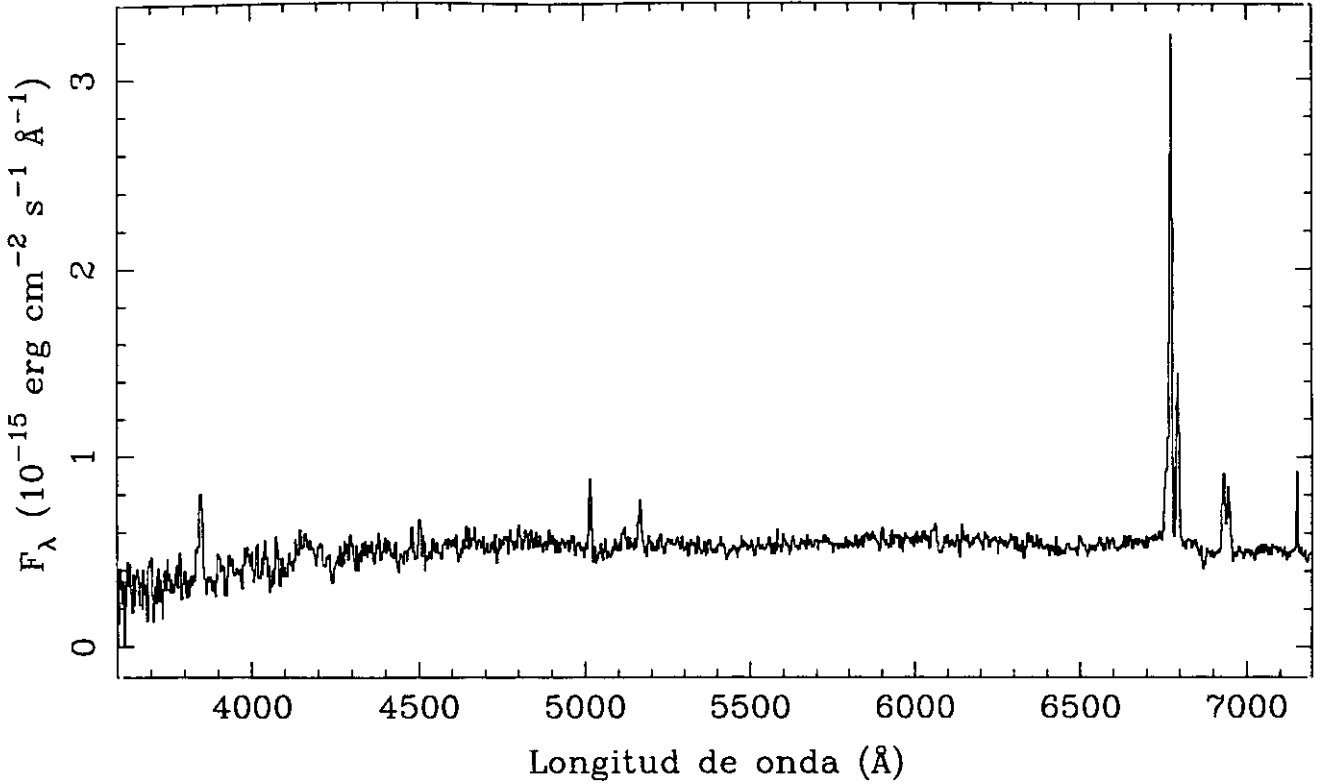


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0363$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 63$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 7$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.904$
H γ 4340	36	54	$C_{H\beta}$	$= 1.28$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 2.39E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 1.84E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.46E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.62$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.62$
[OIII] 5007	35	32		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	118	44		
H α 6563	770	286		
[NII] 6584	377	138		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	124	42		
[SII] 6731	101	34		

UCM2312+2204

N9319401A

194#01A

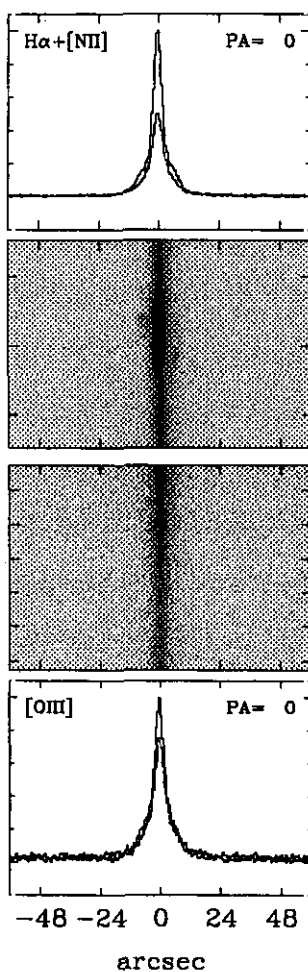
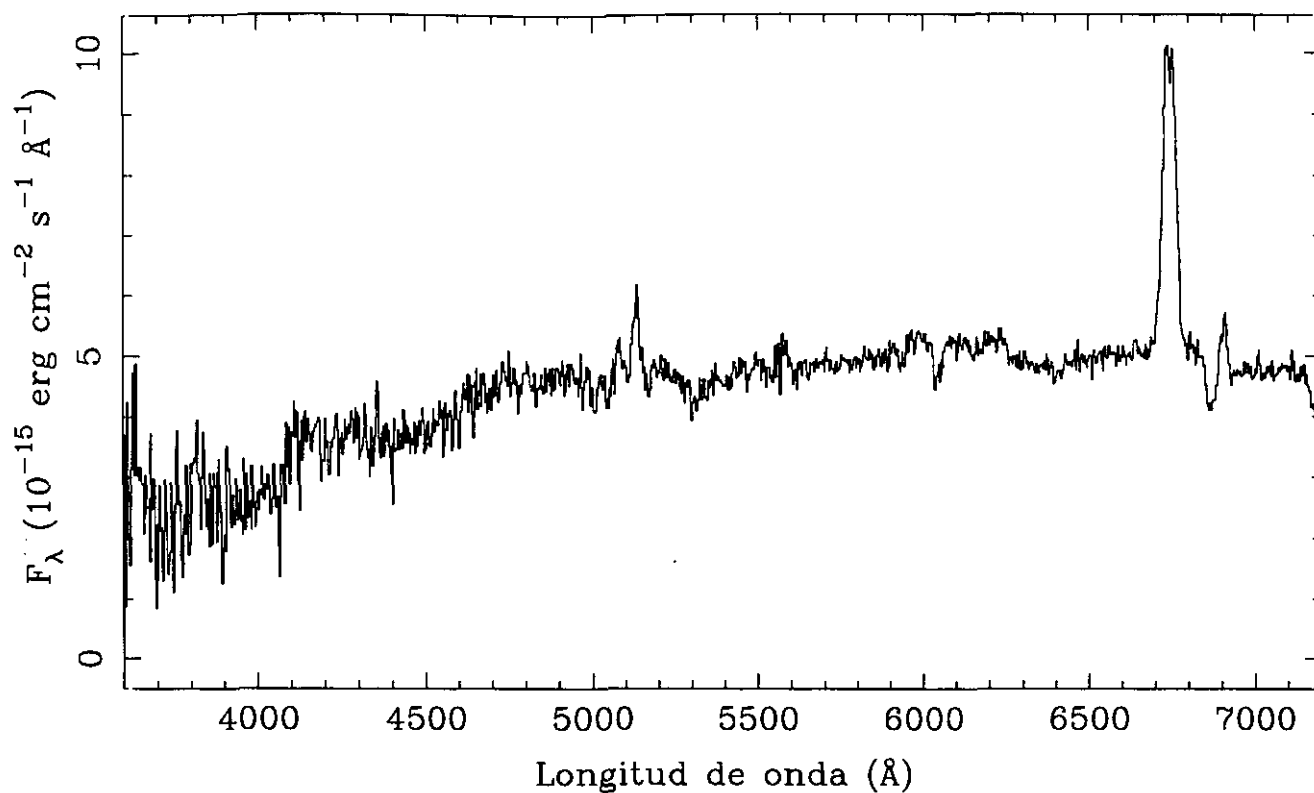


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	189	460	z	$= 0.0327$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 63$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 7$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.864$
H γ 4340	29	42	$C_{H\beta}$	$= 1.23$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 3.65E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 2.69E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.35E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.32$
[OIII] 4959	37	35	$v-r$	$= 0.24$
[OIII] 5007	81	74		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	19	8		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	737	286		
[NII] 6584	237	91		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	125	44		
[SII] 6731	95	33		

UCM2313+2516

N9319477A

194#77A

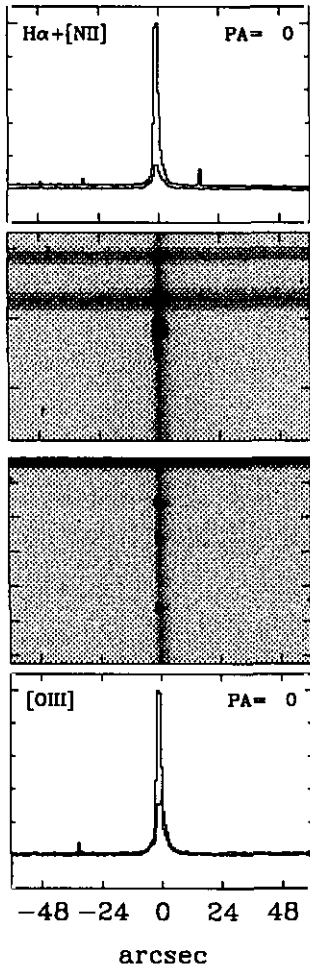
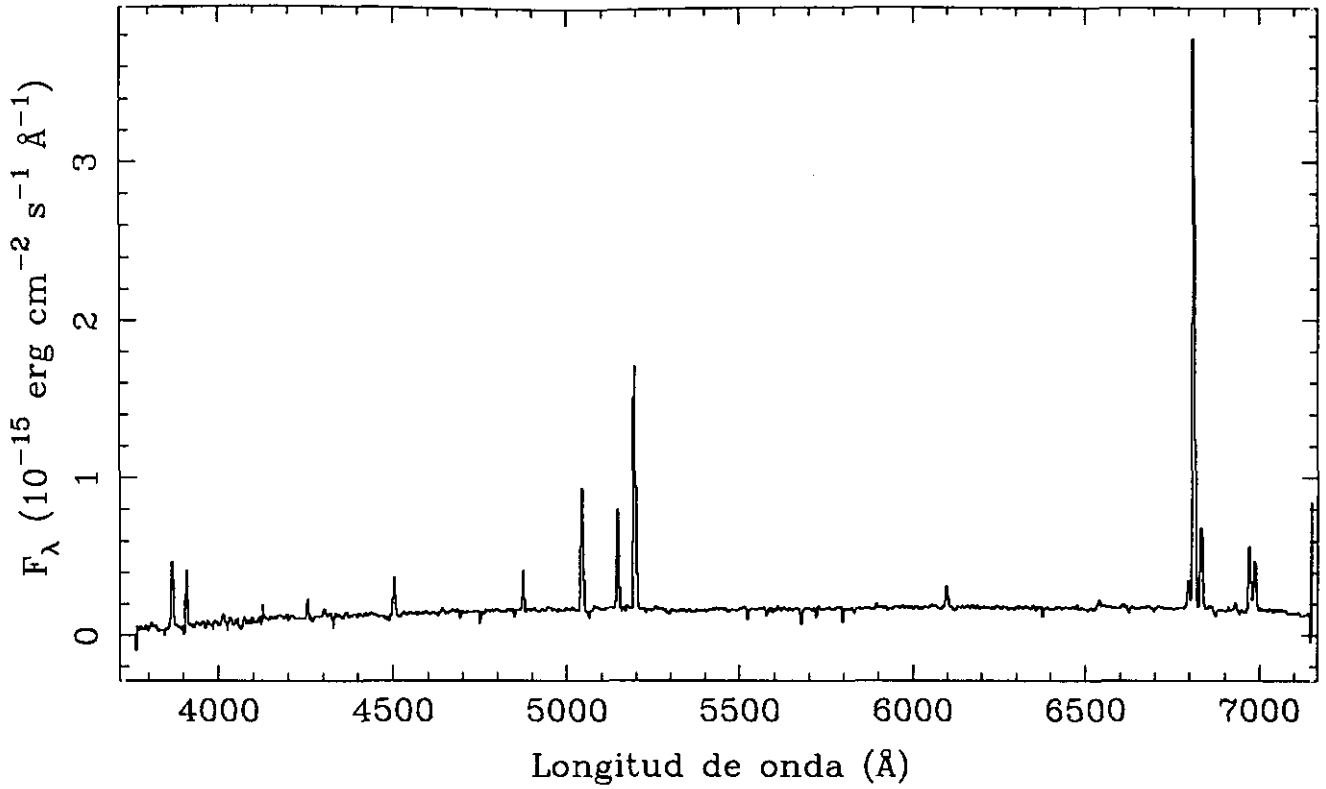


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	$= 0.0273$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	$= 47$
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	$= \dots$
H γ 4340	...	...	$C_{\text{H}\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	$= \dots$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	$= 1.09\text{E}-13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	$= 4.11\text{E}+08$
H β 4861	...	...	$b-v$	$= 0.45$
[OIII] 4959	9	...	$v-r$	$= 0.38$
[OIII] 5007	26	...		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	100	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2315+1923

S9420551

205#51P

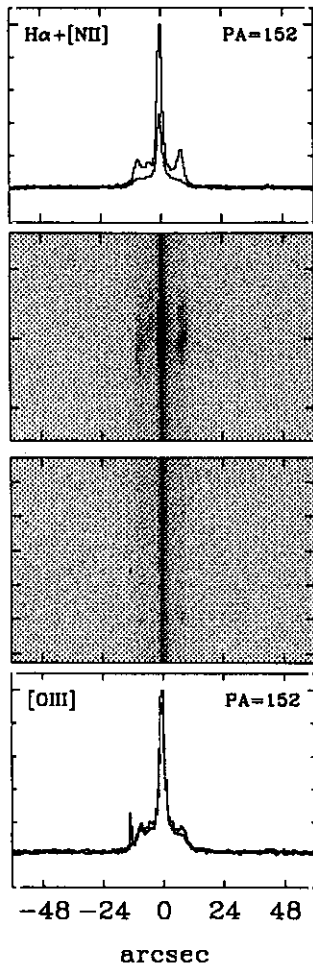
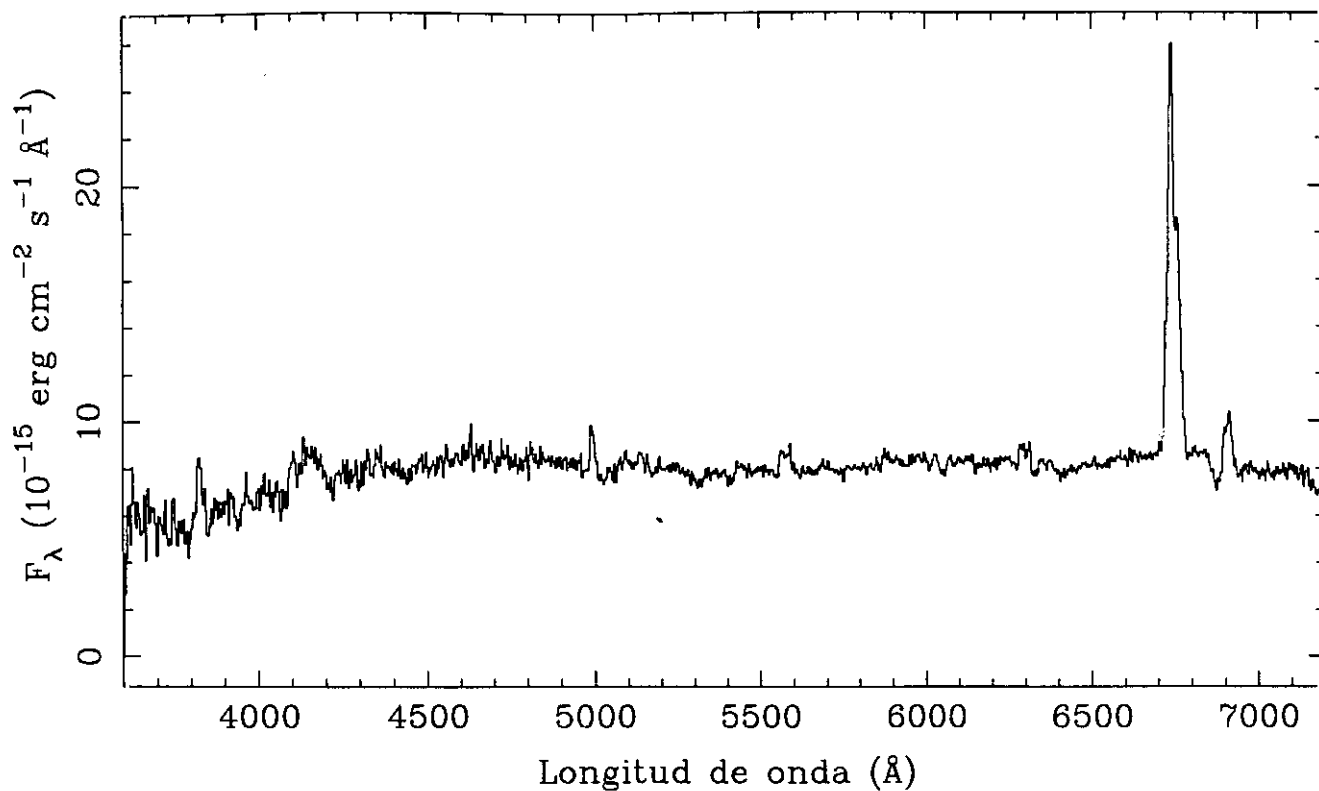


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	56	93	z	$= 0.0385$
[NeII]3869	9	14	$EW_{H\alpha}$	$= 190$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 35$
H δ 4102	13	18	E_{B-V}	$= 0.495$
H γ 4340	28	35	$C_{H\beta}$	$= 0.70$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 5.91E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 2.91E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.49E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.57$
[OIII] 4959	83	80	$v-r$	$= 0.65$
[OIII] 5007	222	211		
He I 5876	19	14		
[OI] 6300	7	4		
[NII] 6548	21	12		
H α 6563	492	286		
[NII] 6584	67	39		
He I 6678	6	3		
[SII] 6716	58	32		
[SII] 6731	46	25		

UCM2316+2457

N9319412T

194#12T

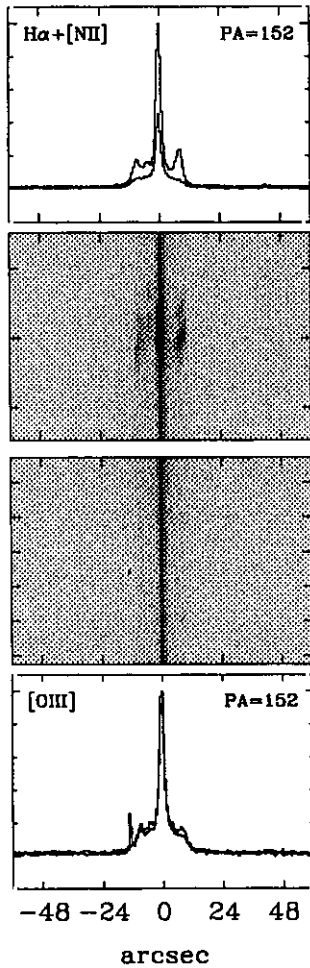
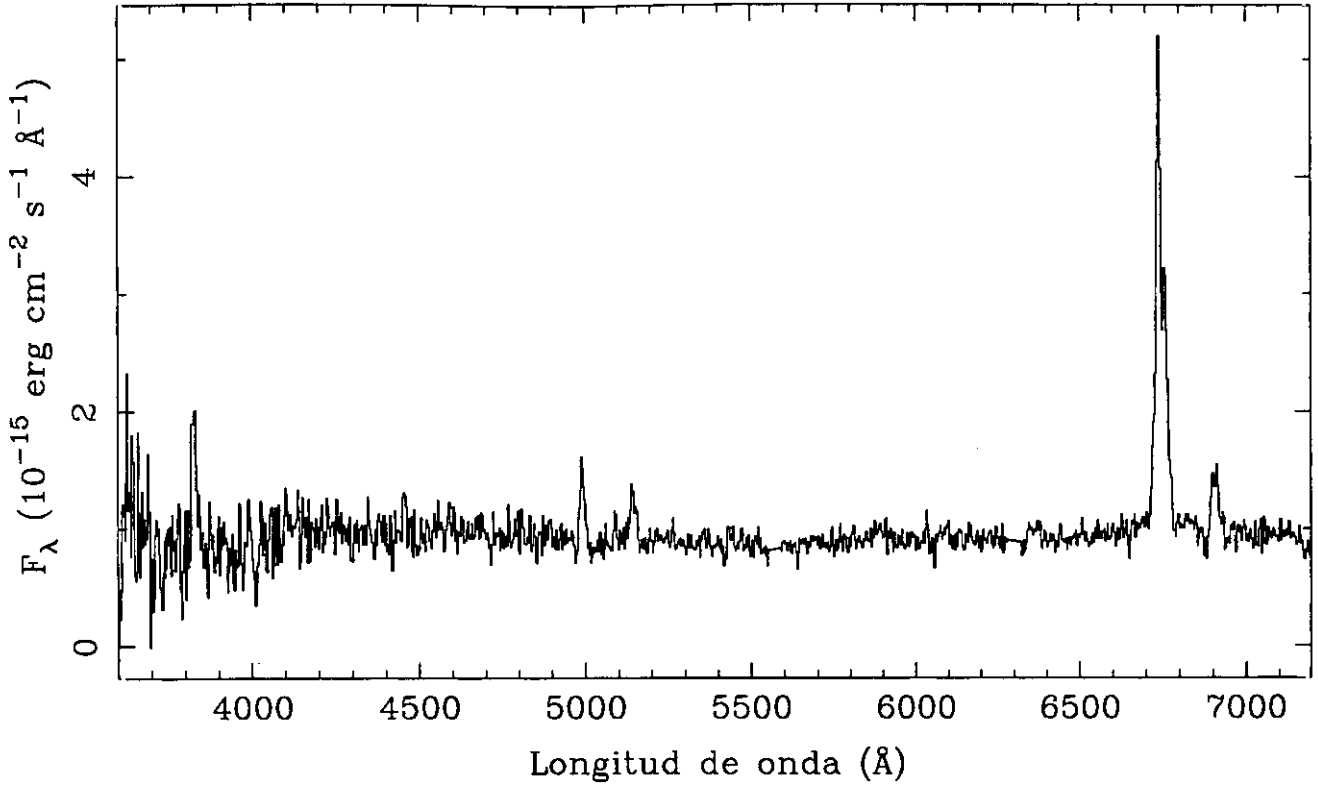


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	242	999	$z = 0.0277$
[NeIII]3869	...	...
[NII] 3968	95	332	$EW_{H\alpha} = 50$
H δ 4102	...	...
H γ 4340	...	...	$EW_{H\beta} = 4$
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{B-v} = 1.626$
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{H\beta} = 2.31$
[OIII] 4959	...	...
[OIII] 5007	...	...	$F_{H\beta} = 3.00E-14$
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{H\alpha} = 5.10E-13$
[NII] 6548	...	...
H α 6563	1700	286	$L_{H\alpha} = 5.15E+08$
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...	$b-v = 0.19$
[SII] 6716	89	12	
[SII] 6731	95	13	$v-r = 0.33$

UCM2316+2457

N9319412A

194#12A

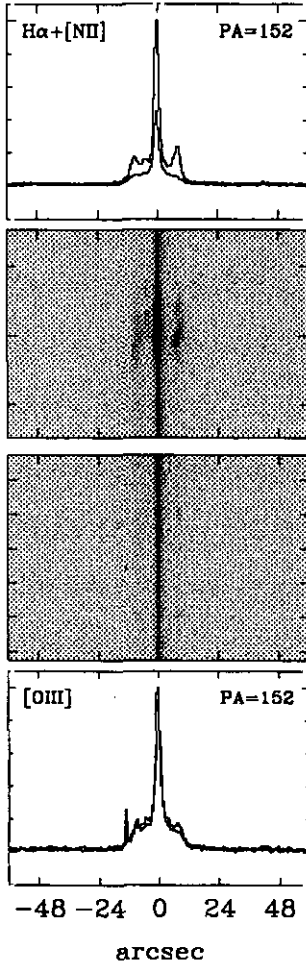
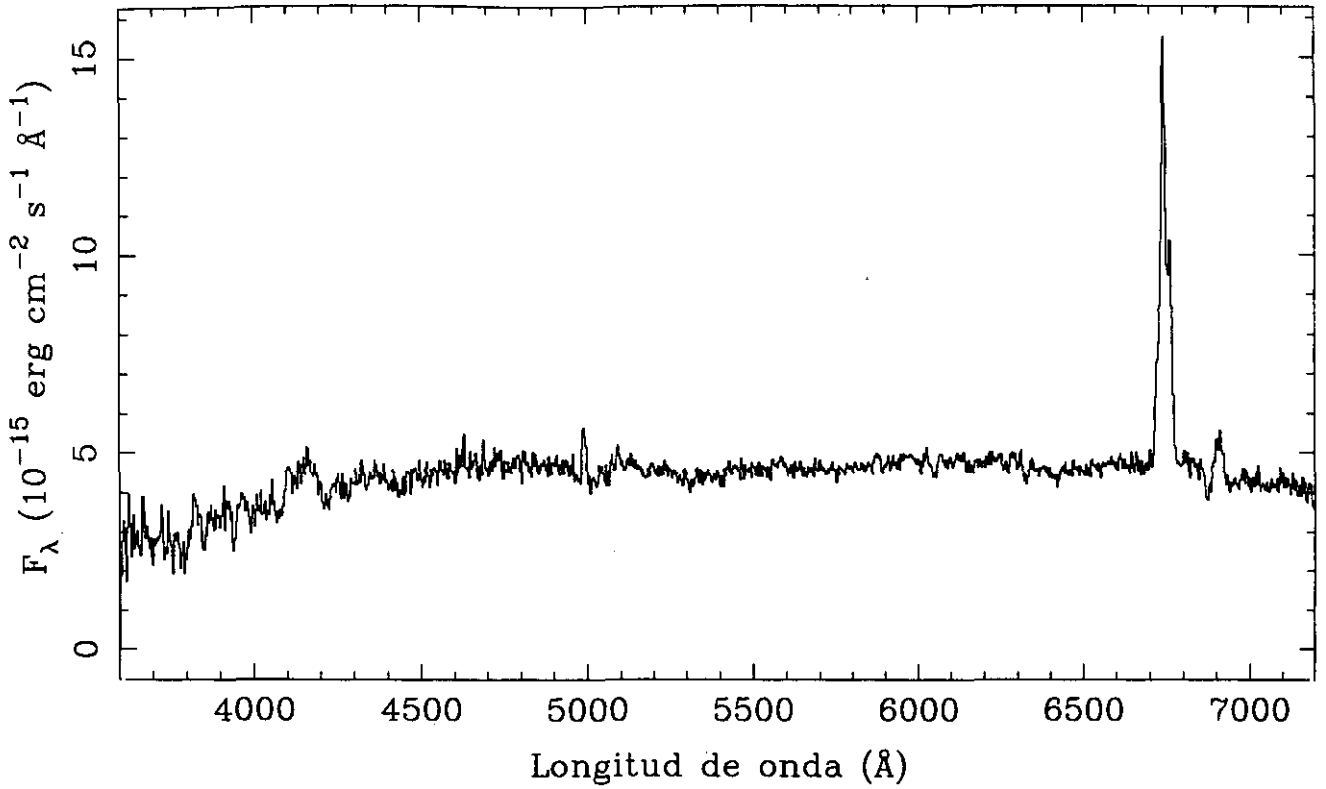


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	163	333	z	= 0.0277
[NeII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 109
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 13
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.693
H γ 4340	42	57	$C_{H\beta}$	= 0.98
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 1.10E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 6.72E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.06E+09
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.10
[OIII] 4959	21	20	$v-r$	= 0.38
He I 5876	14	9		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	611	286		
[NII] 6584	344	159		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	51	22		
[SII] 6731	54	23		

UCM2316+2457

N9319412B

194#12B

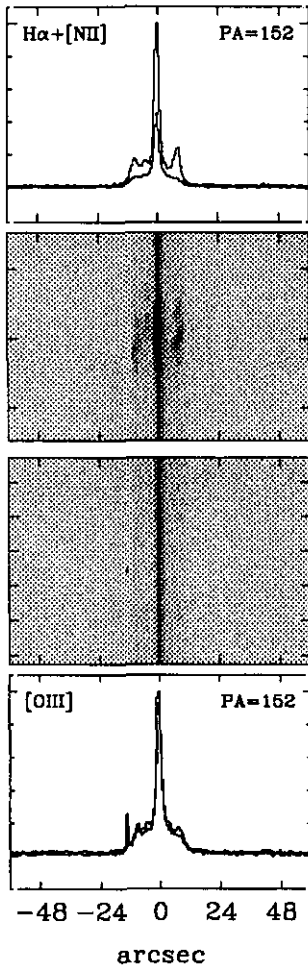
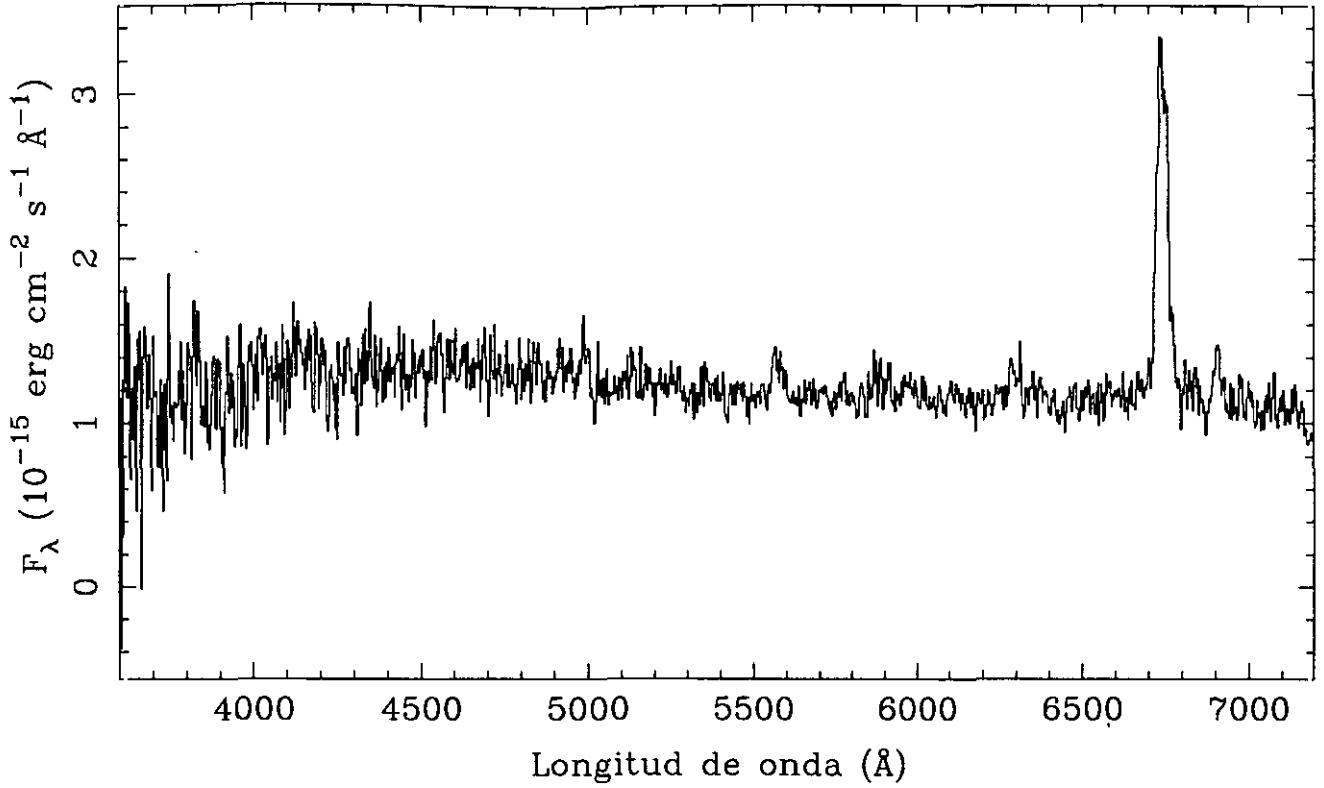


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0277
[NeII] 3869	...	...	EW _{Hα}	= 57
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 4
Hδ 4102	...	...	E _{B-v}	= 1.172
Hγ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.66
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.84E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.90E-13
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 5.83E+08
Hβ 4861	100	100	b-v	= 0.24
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.28
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
Hα 6563	1033	286		
[NII] 6584	412	112		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	72	17		
[SII] 6731	75	18		

UCM2316+2457

N9319412C

194#12C

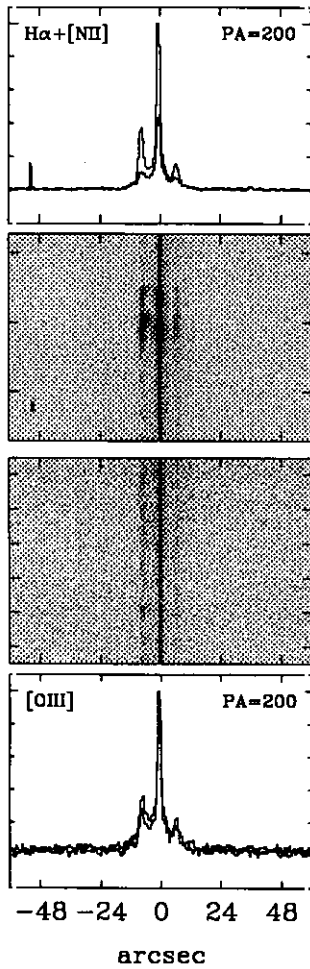
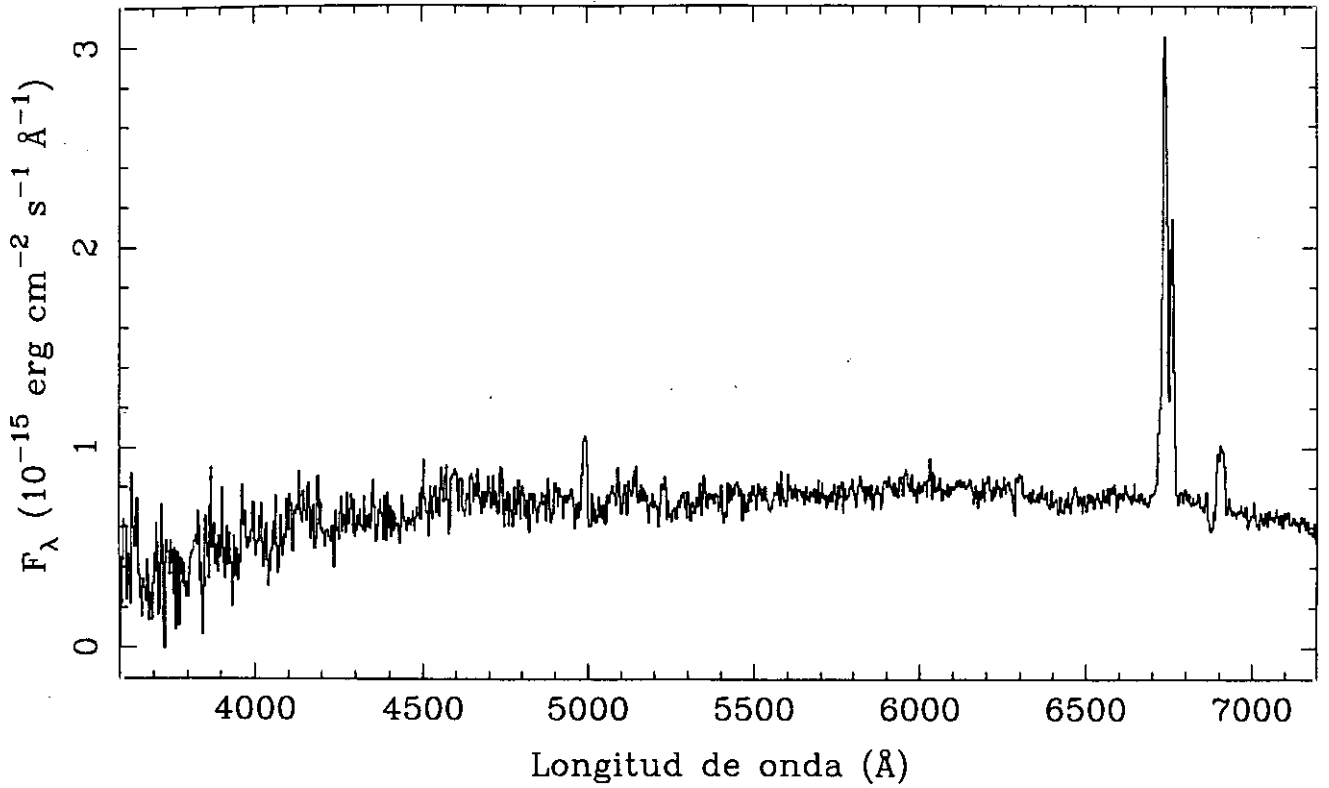


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0277
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 69
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= 5.05E-14
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= 6.97E+08
H β 4861	b-v	= 0.14
[OIII] 4959	v-r	= 0.21
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	91	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2316+2459

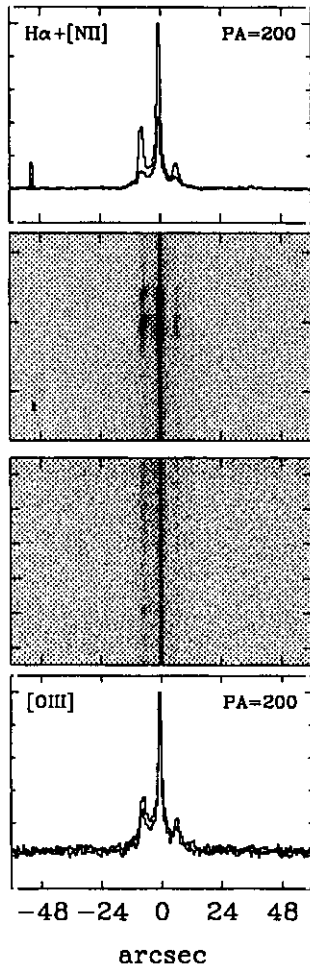
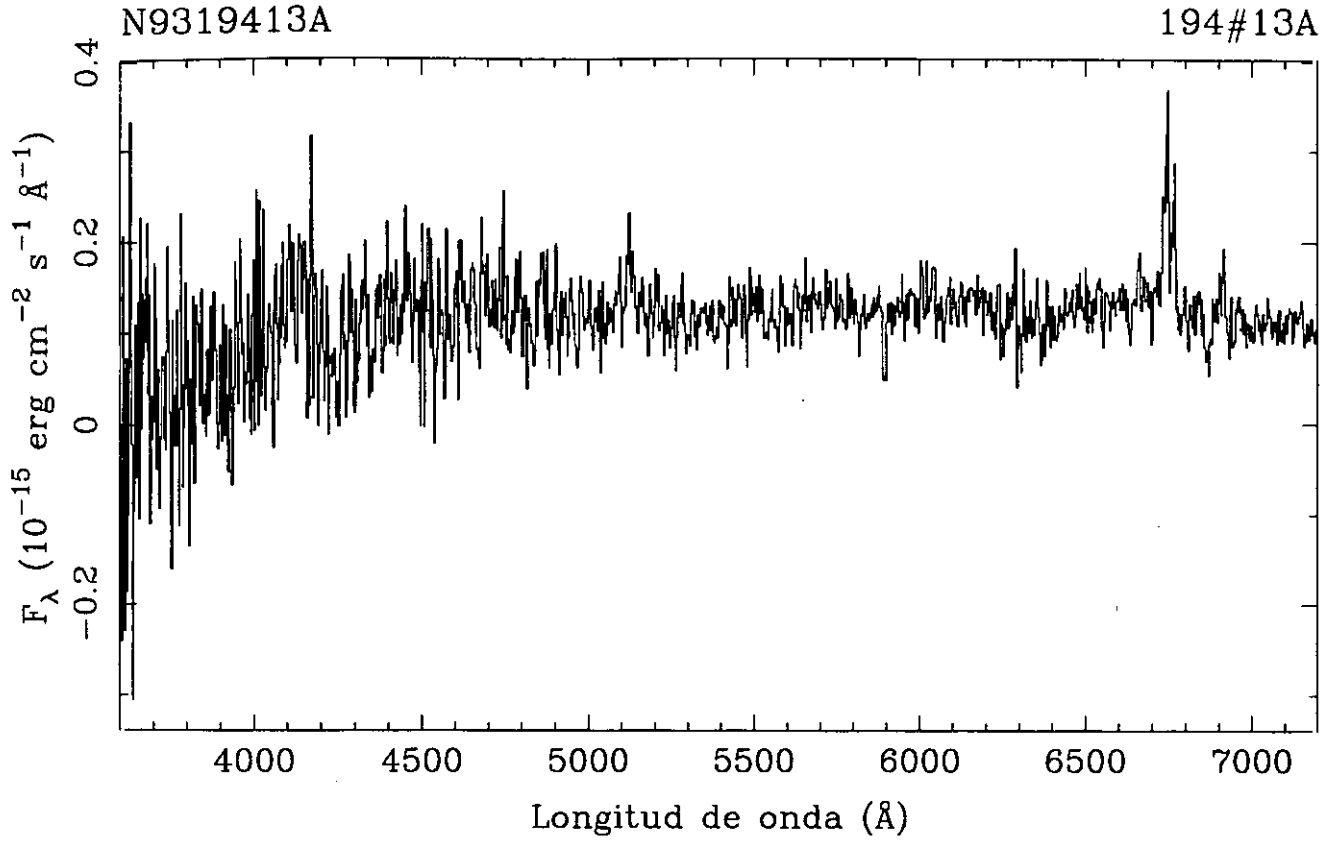
N9319413T

194#13T



LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0274
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 52
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 7
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	= 0.894
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 1.27
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.00E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.81E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.05E+09
H β 4861	100	100	b-v	= 0.36
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.21
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	762	286		
[NII] 6584	352	130		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	74	25		
[SII] 6731	78	26		

UCM2316+2459

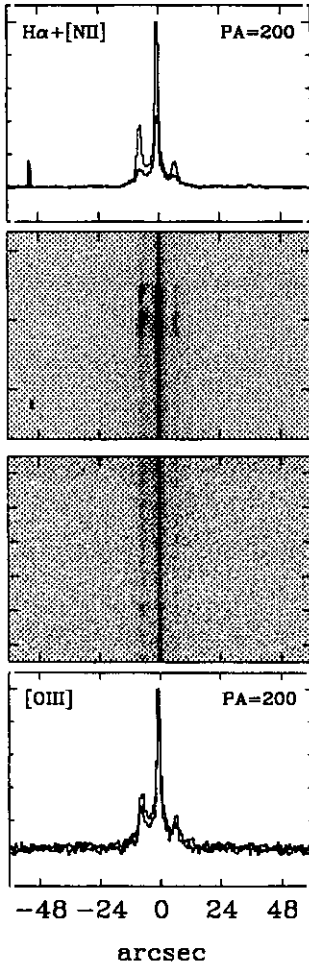
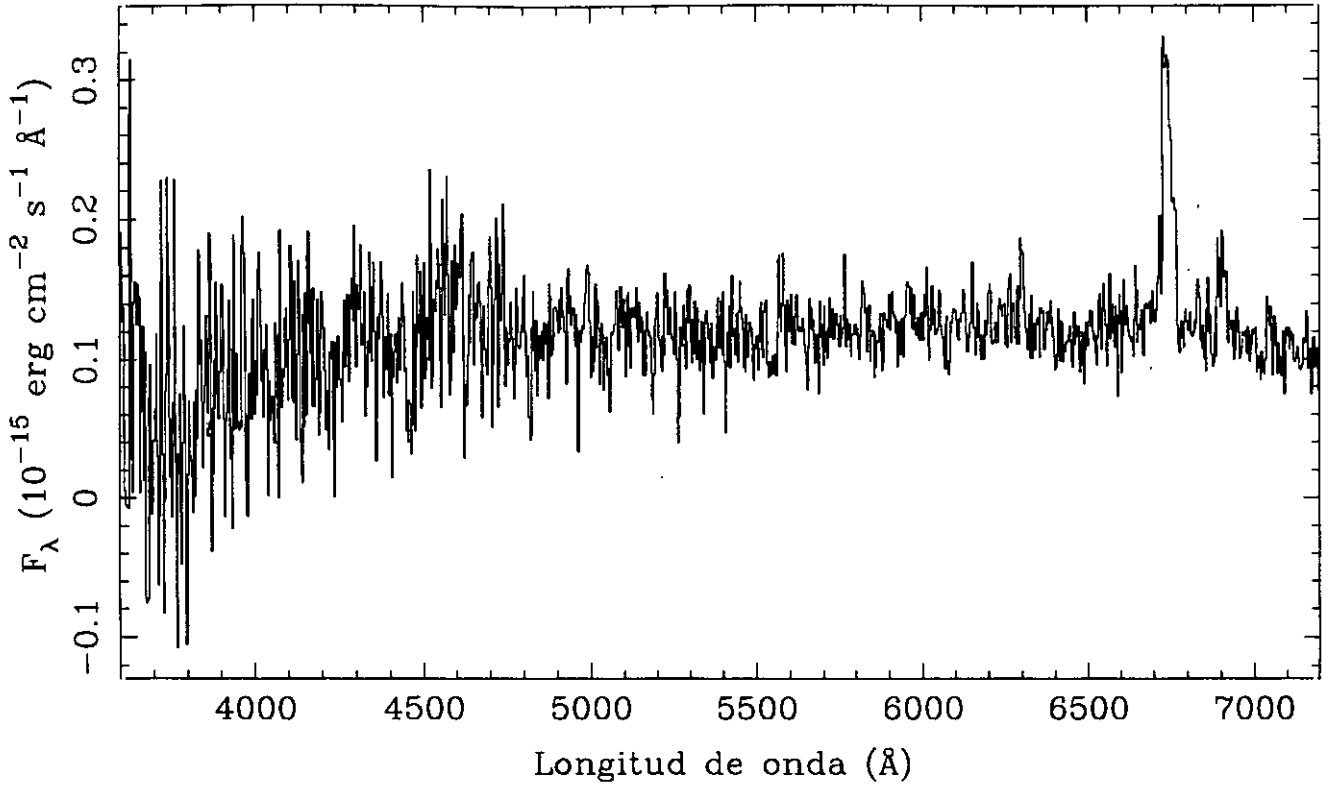


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0274
[NeIII]3869	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 42
[NII] 3968	$EW_{\text{H}\beta}$	= ...
H δ 4102	$E_{\text{B-V}}$	= ...
H γ 4340	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{\text{H}\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{\text{H}\alpha}$	= 3.33E-15
He II 4686	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.02E+08
H β 4861	$b-v$	= 0.37
[OIII] 4959	$v-r$	= 0.29
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	54	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2316+2459

N9319413B

194#13B

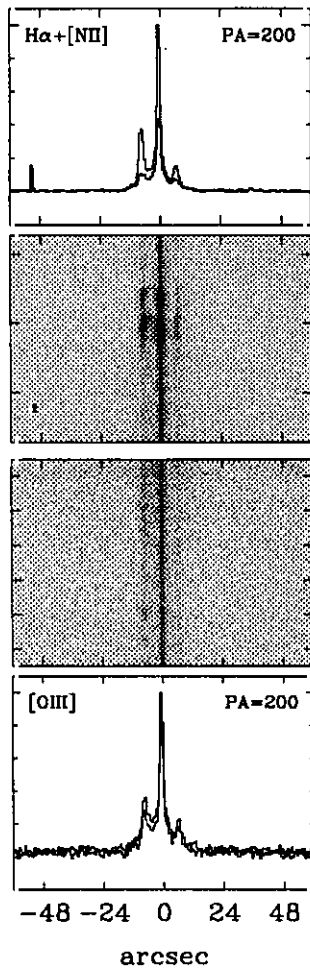
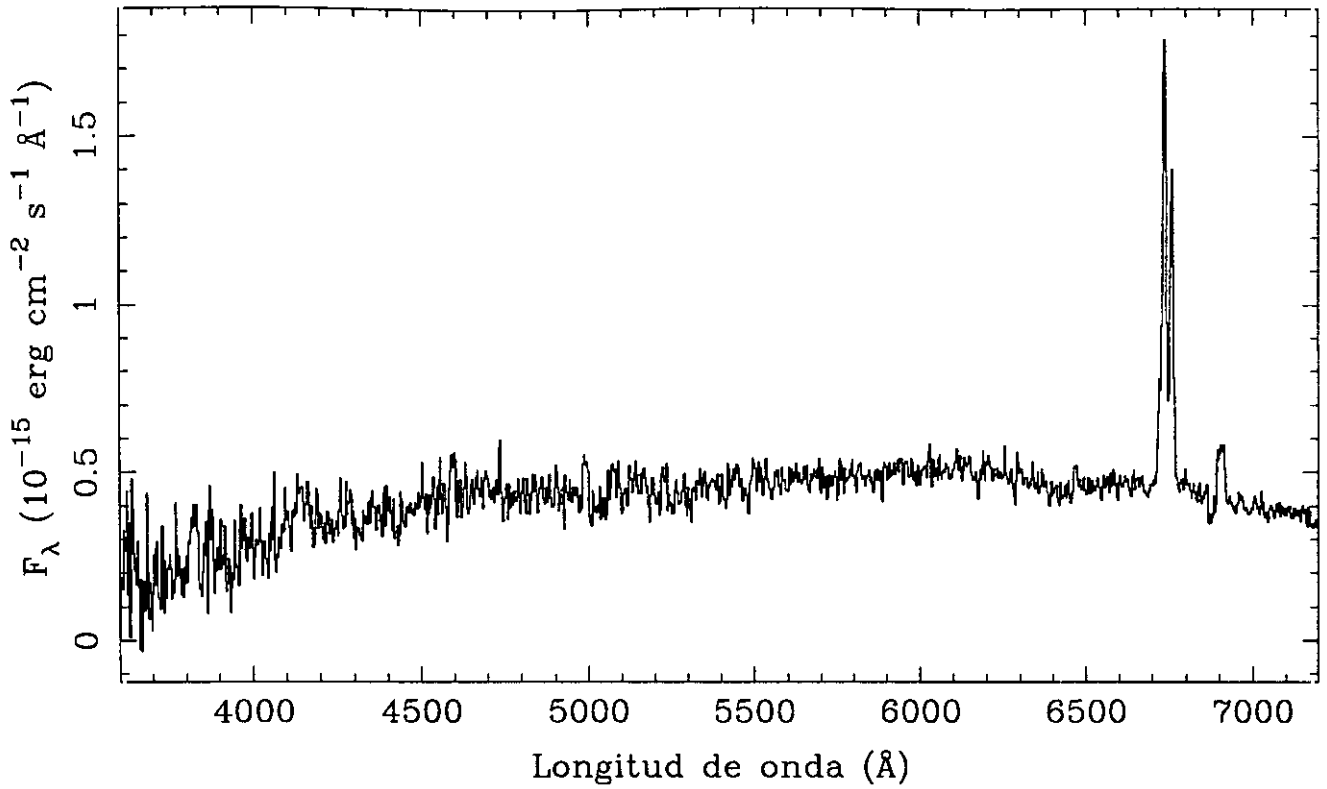


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	$= 0.0274$
[NeIII] 3869	$EW_{H\alpha}$	$= 54$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 6.32E-15$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= 1.30E+08$
H β 4861	$b-v$	$= 0.24$
[OIII] 4959	$v-r$	$= 0.28$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2316+2459

N9319413C

194#13C

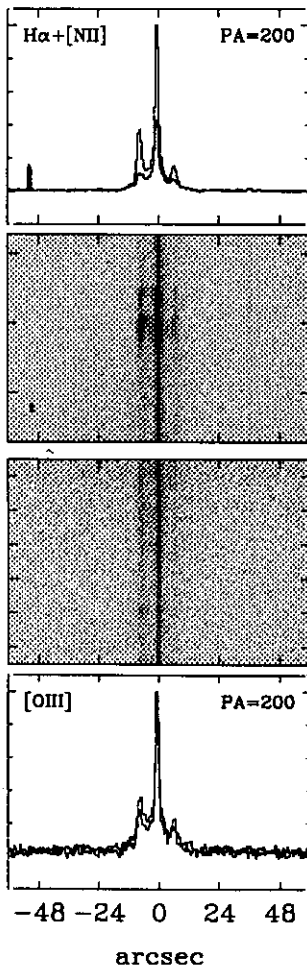
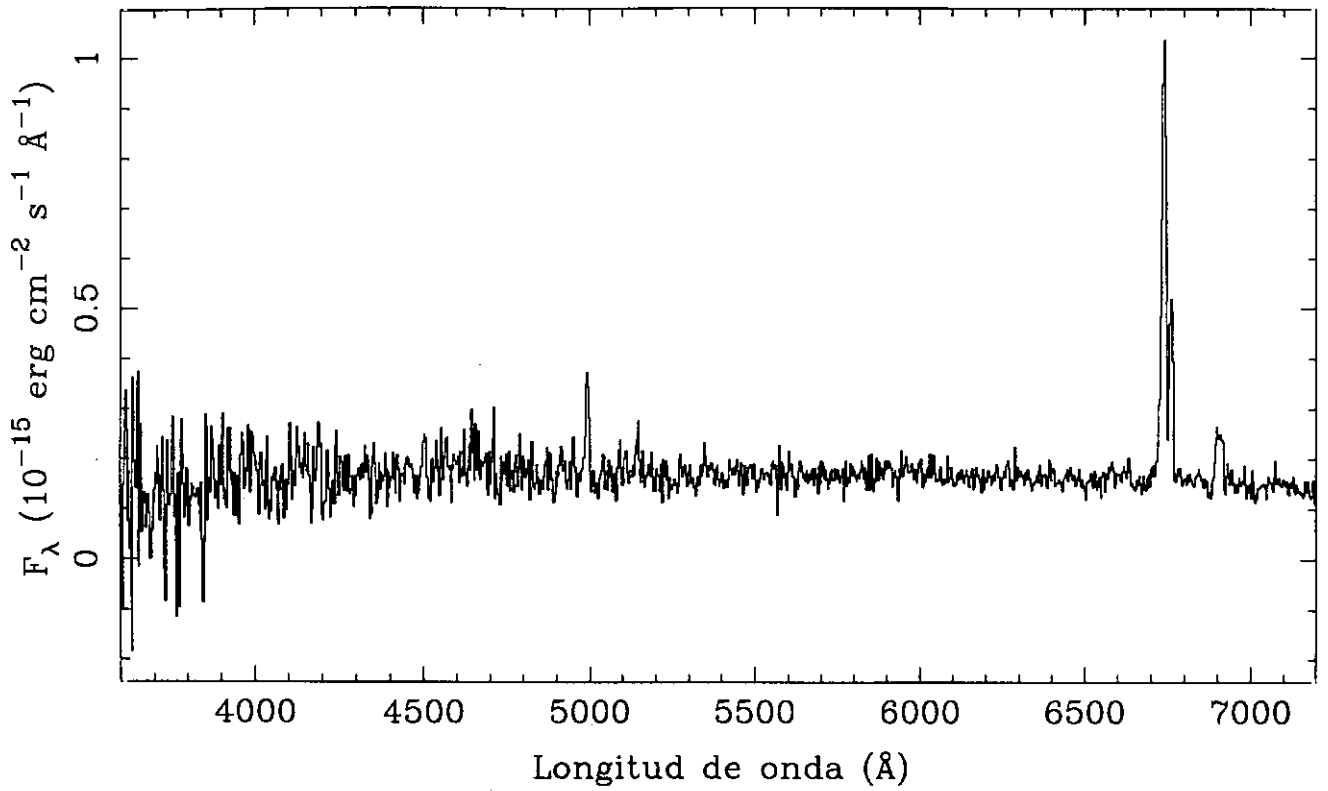


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	$= 0.0274$
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	$= 61$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 1.64E-14$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= 1.46E+08$
H β 4861	$b-v$	$= 0.19$
[OIII] 4959	$v-r$	$= 0.16$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	68	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2316+2459

N9319413D

194#13D

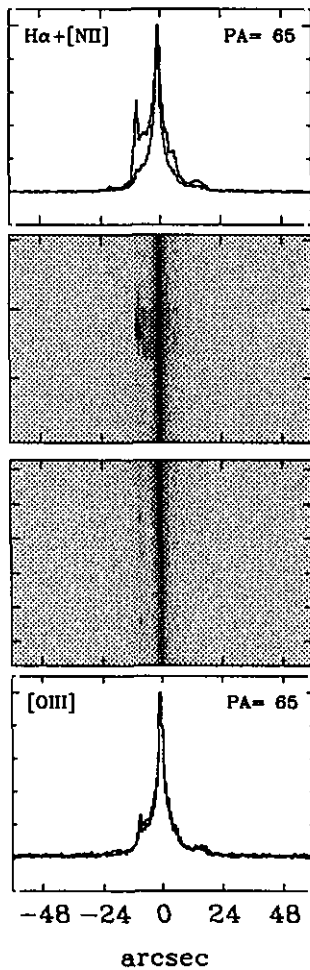
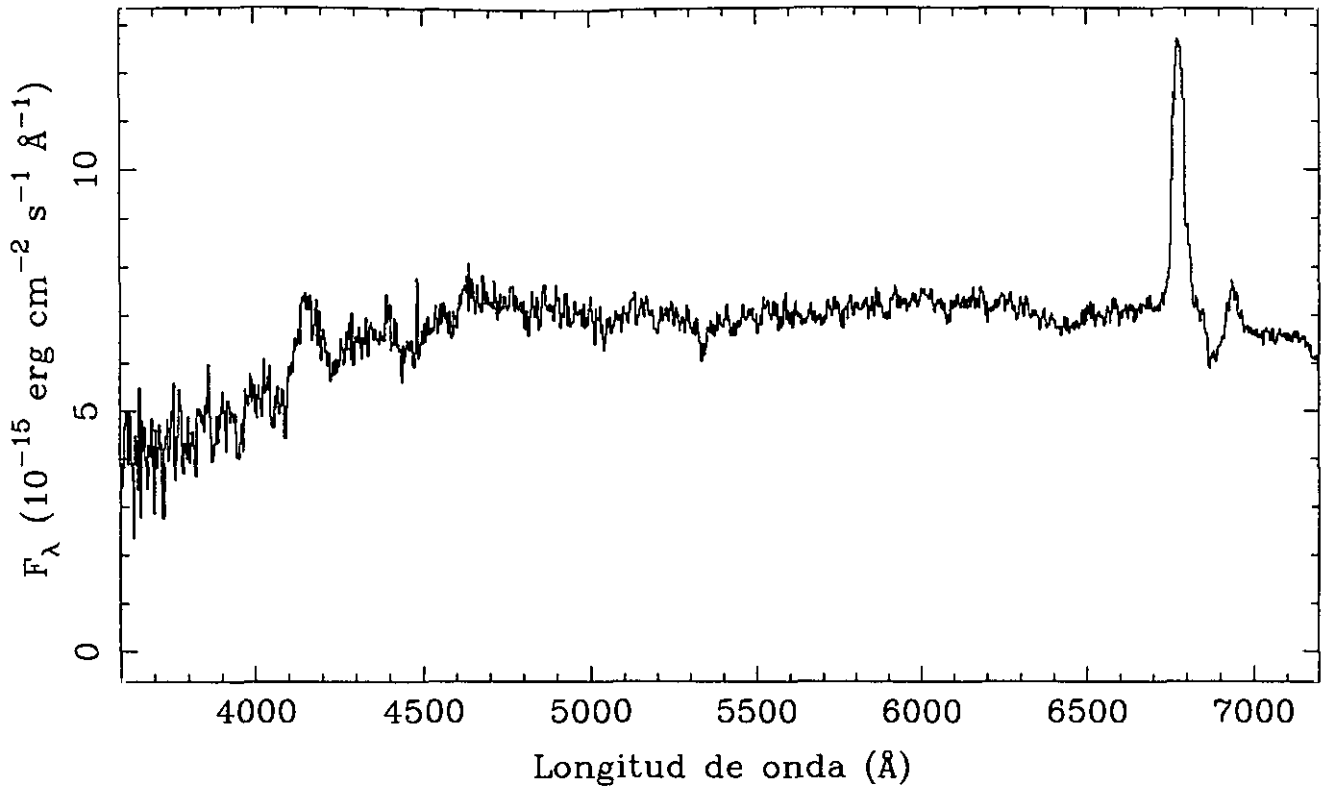


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0274
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 72
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 16
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.568
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 0.81
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 2.40E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.28E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.02E+09
H β 4861	100	100	b-v	= 0.19
[OIII] 4959	32	31	v-r	= 0.16
[OIII] 5007	48	45		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	533	286		
[NII] 6584	180	96		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2317+2356

N9319414T

194#14T

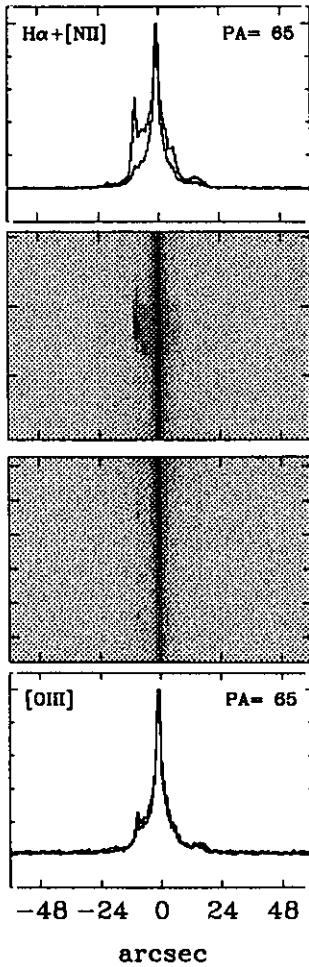
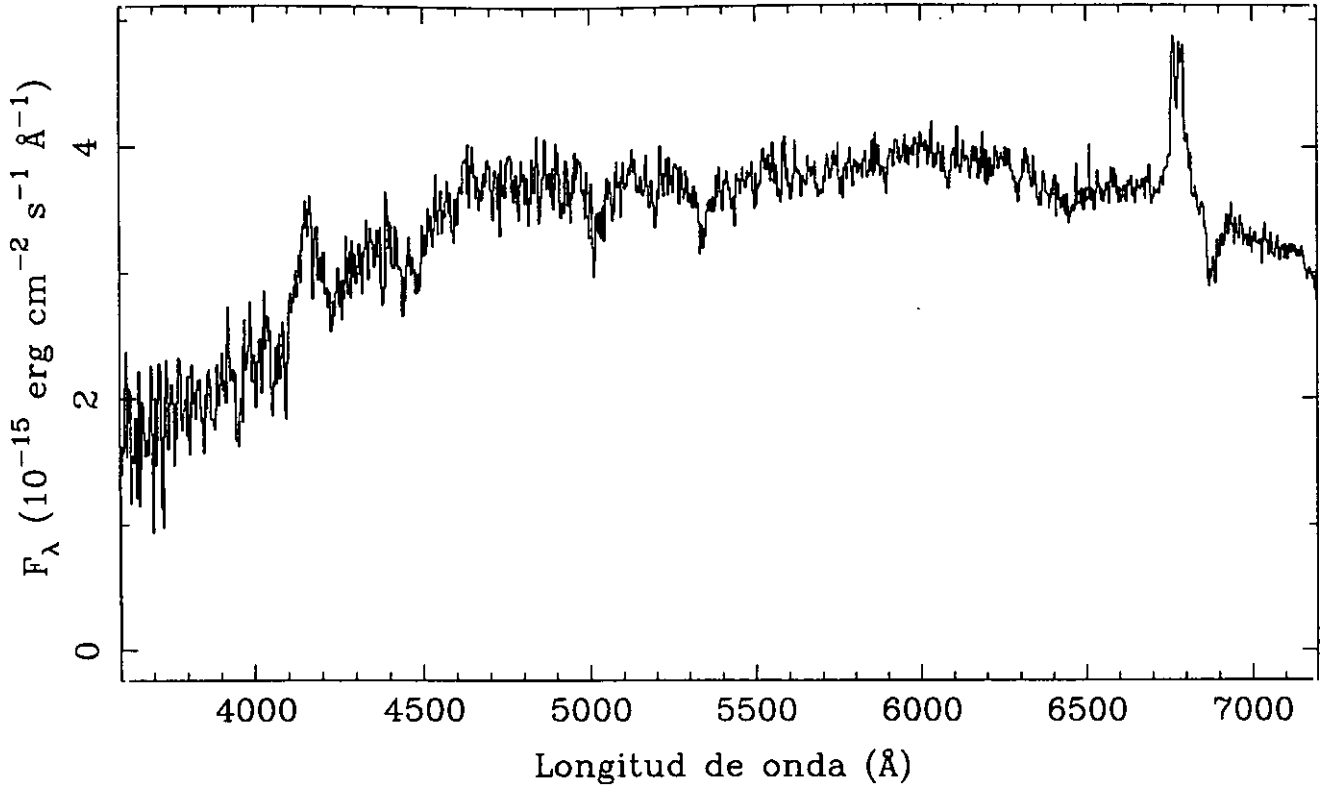


LINEA	F _{obs}	F _c	SBN	
[OII] 3727	z	= 0.0334
[NeIII]3869	EW _{Hα}	= 29
[NII] 3968	EW _{Hβ}	= ...
Hδ 4102	E _{B-v}	= ...
Hγ 4340	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	F _{Hβ}	= ...
He I 4471	F _{Hα}	= 1.98E-13
He II 4686	L _{Hα}	= 5.59E+08
Hβ 4861	b-v	= 0.26
[OIII] 4959	v-r	= 0.30
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
Hα 6563		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2317+2356

N9319414A

194#14A

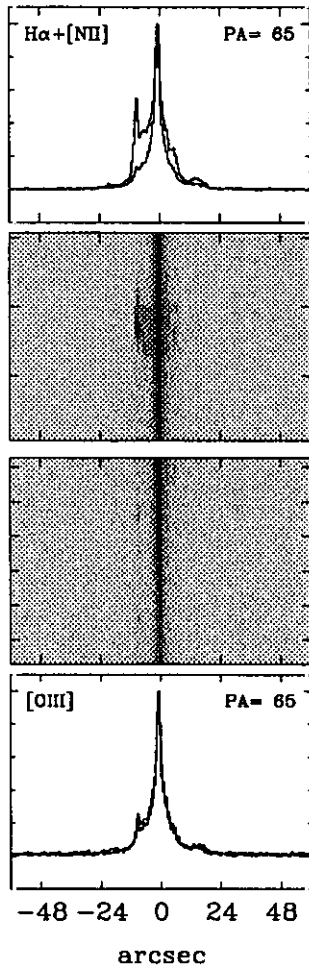
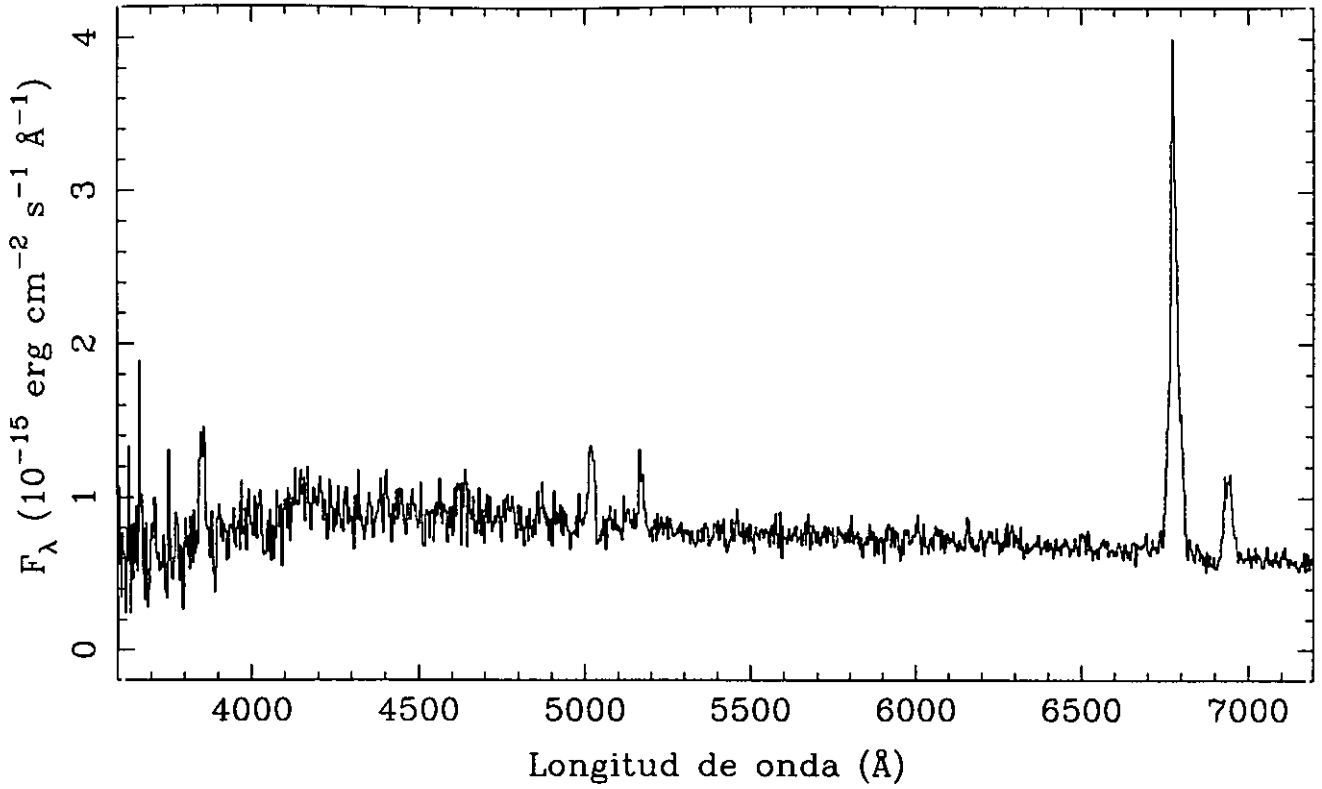


LINEA	F_{obs}	F_c	LINER	
[OII] 3727	z	= 0.0334
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	= 11
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	= ...
H δ 4102	E_{B-v}	= ...
H γ 4340	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	= ...
He I 4471	$F_{H\alpha}$	= 1.78E-14
He II 4686	$L_{H\alpha}$	= 2.16E+08
H β 4861	$b-v$	= 0.40
[OIII] 4959	$v-r$	= 0.20
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	122	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2317+2356

N9319414B

194#14B

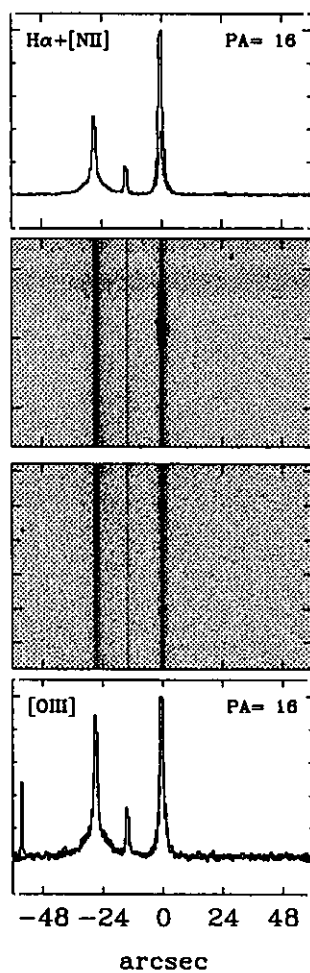
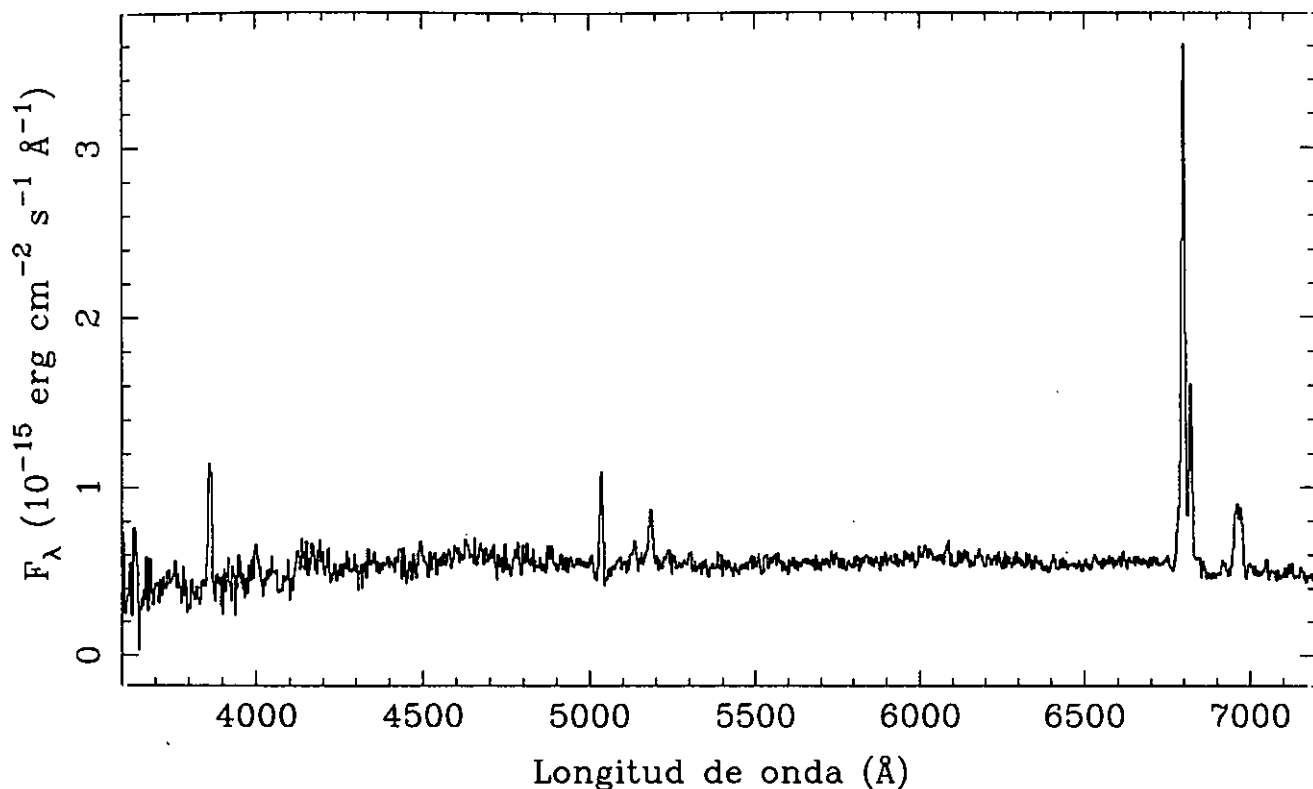


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	128	...	z	$= 0.0334$
[NeIII] 3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 128$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 20$
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	$= \dots$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 1.10E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 7.00E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 2.23E+09$
H β 4861	100	...	$b-v$	$= -0.04$
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	$= 0.09$
[OII] 5007	60	...		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	66	...		
[SII] 6731	67	...		

UCM2319+2234

N9319426A

194#26A

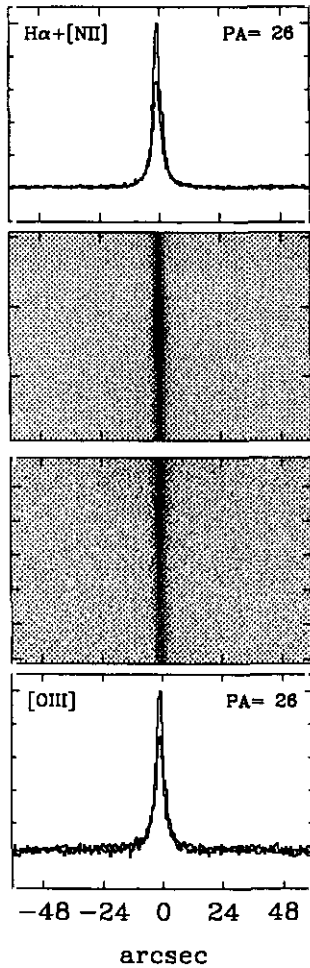
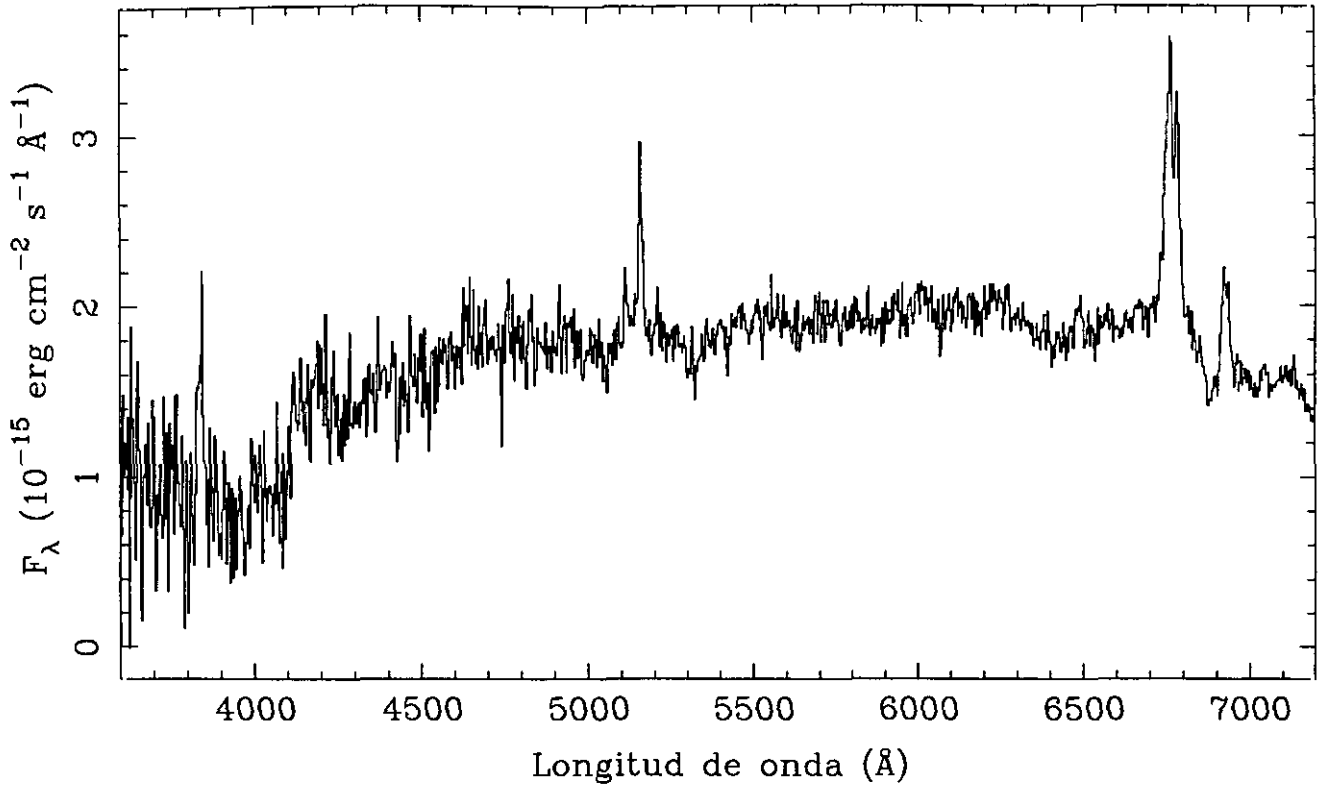


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	126	231	z	$= 0.0364$
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 108$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 18$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= 0.588$
H γ 4340	23	30	$C_{H\beta}$	$= 0.84$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 7.91E-15$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 4.31E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 1.91E+08$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= 0.21$
[OIII] 4959	98	94	$v-r$	$= 0.41$
[OIII] 5007	59	56		
He I 5876	17	11		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	545	286		
[NII] 6584	159	83		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	69	34		
[SII] 6731	67	33		

UCM2319+2243

N9319465A

194#65A

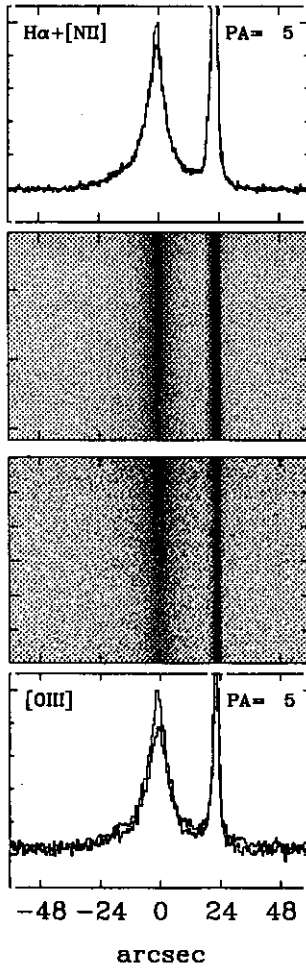
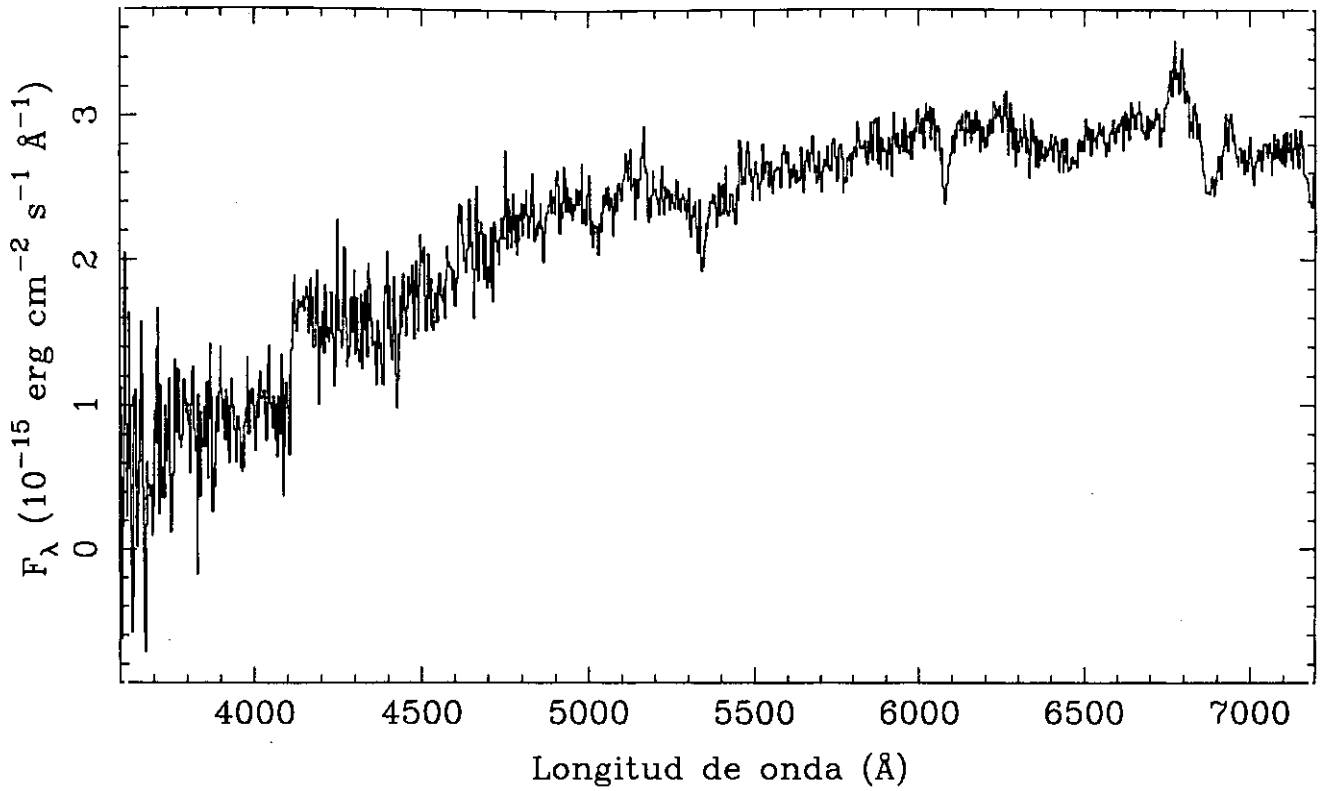


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	57	...	z	= 0.0313
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 33
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= ...
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= ...
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 3.97E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.34E+08
H β 4861	...	...	$b-v$	= 0.39
[OIII] 4959	...	...	$v-r$	= 0.20
[OIII] 5007	39	...		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	57	...		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	6	...		
[SII] 6731	5	...		

UCM2320+2428

N9319466B

194#66B

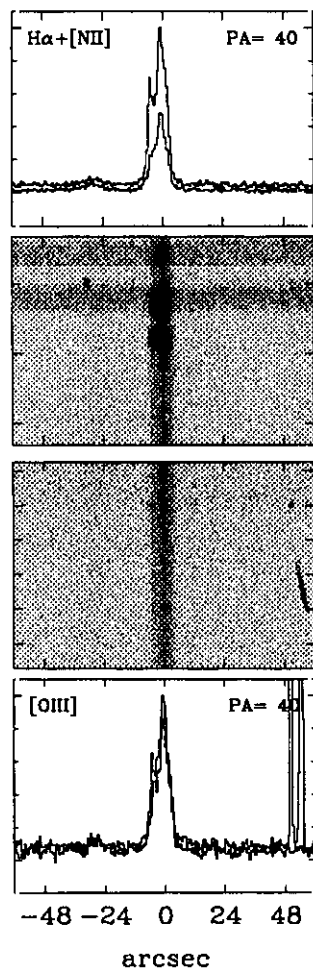
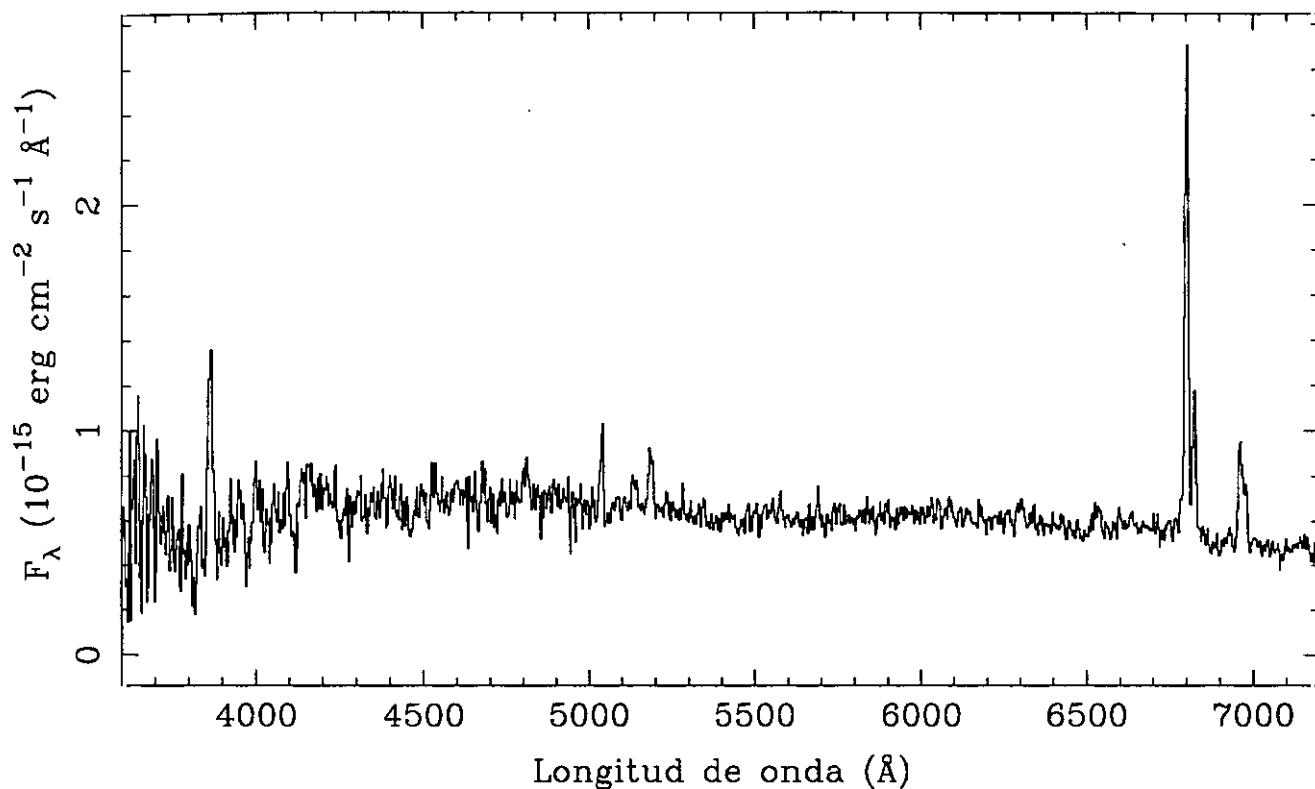


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	z	= 0.0328
[NeIII]3869	EW _{Hα}	= 7
[NII] 3968	EW _{Hβ}	= ...
H δ 4102	E _{B-v}	= ...
H γ 4340	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	F _{Hβ}	= ...
He I 4471	F _{Hα}	= 1.15E-14
He II 4686	L _{Hα}	= 4.22E+07
H β 4861	b-v	= 0.63
[OIII] 4959	v-r	= 0.47
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548	48	...		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	68	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2321+2149

N9319430A

194#30A

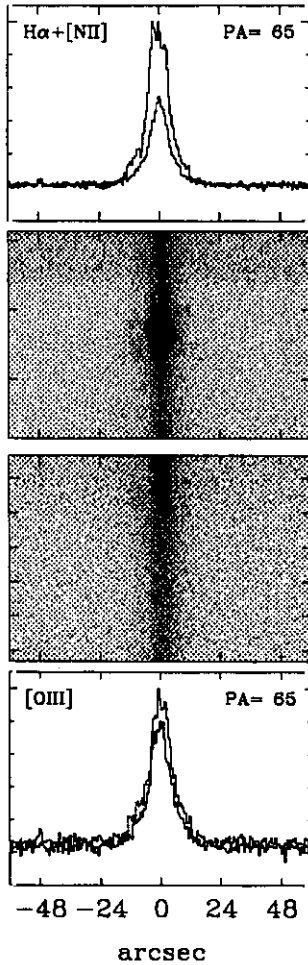
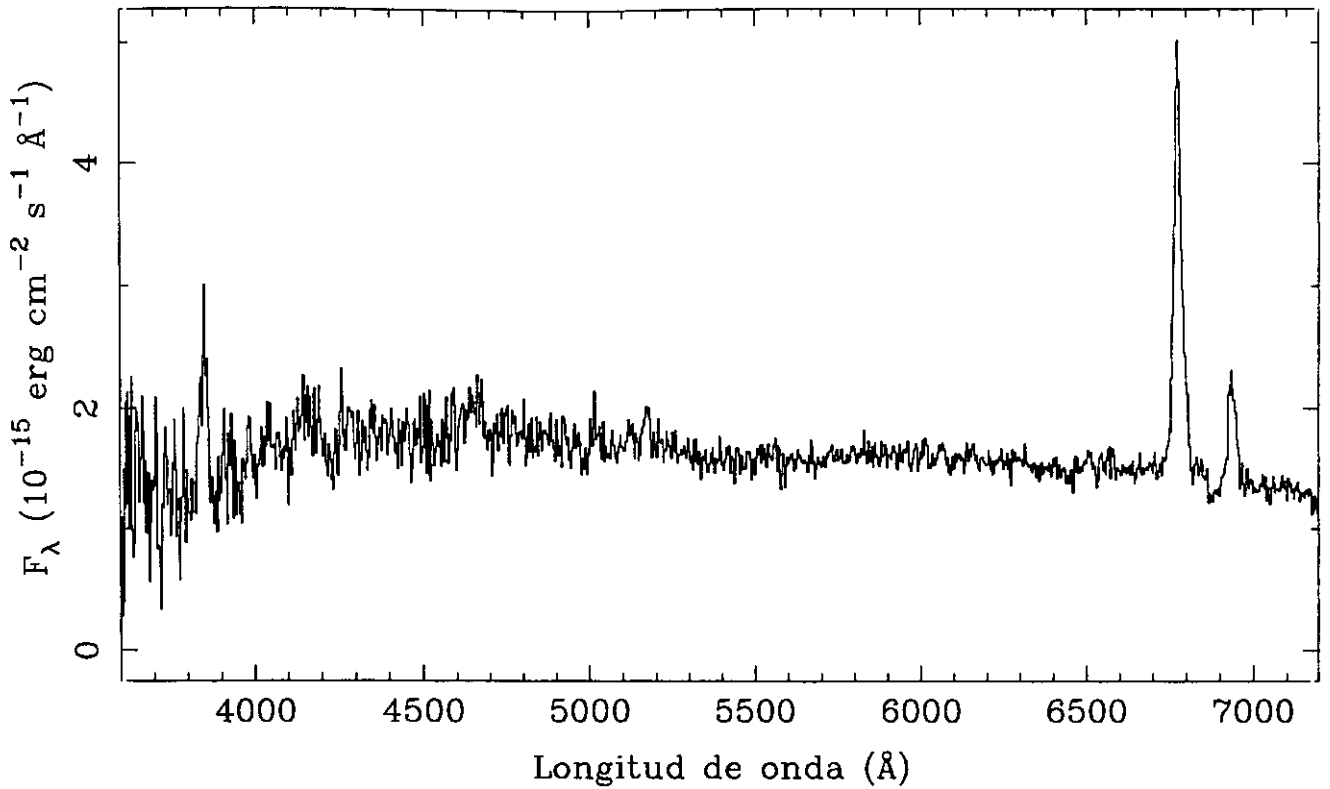


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	305	543	z	= 0.0374
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 68
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 9
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.559
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= 0.79
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 5.21E-15
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 2.75E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 1.38E+08
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.08
[OIII] 4959	47	45	$v-r$	= 0.21
[OIII] 5007	78	74		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	528	286		
[NII] 6584	143	77		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	96	49		
[SII] 6731	77	39		

UCM2321+2506

N9319428A

194#28A

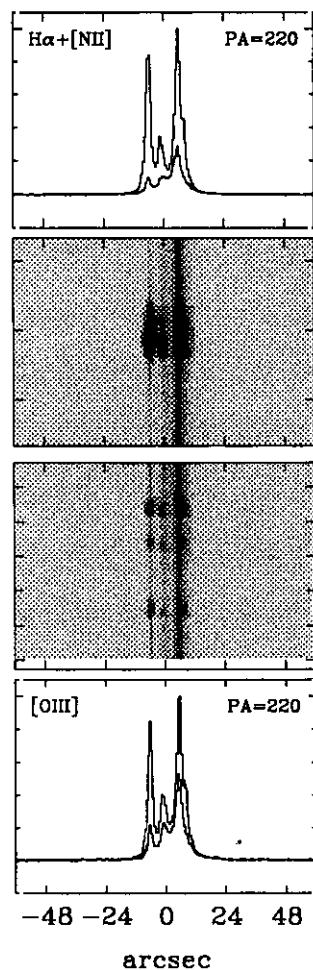
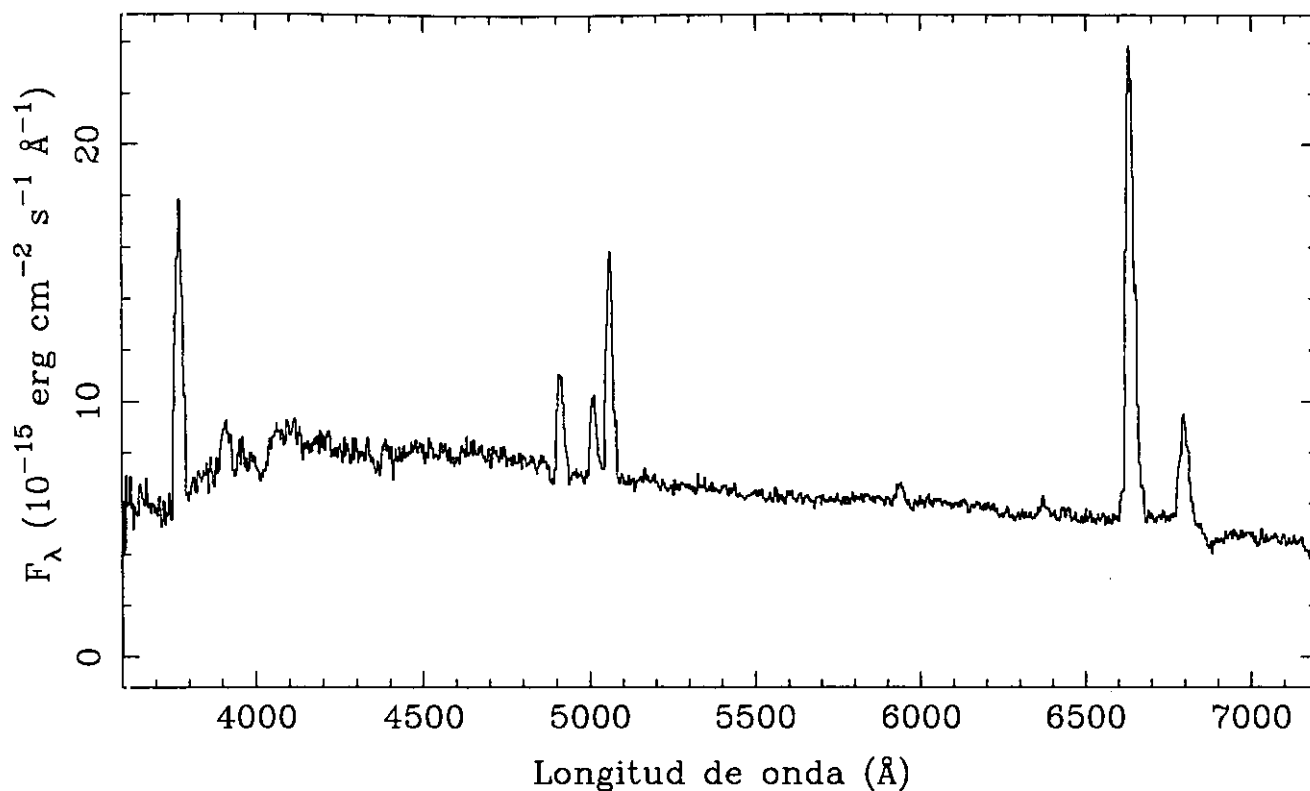


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	1033	...	z	= 0.0331
[NeIII]3869	EW _{Hα}	= 60
[NII] 3968	EW _{Hβ}	= 2
H δ 4102	E _{B-v}	= ...
H γ 4340	C _{Hβ}	= ...
[OIII] 4363	F _{Hβ}	= 3.64E-15
He I 4471	F _{Hα}	= 8.00E-14
He II 4686	L _{Hα}	= 1.65E+08
H β 4861	100	...	b-v	= 0.14
[OIII] 4959	v-r	= 0.13
[OIII] 5007	153	...		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563		
[NII] 6584		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2325+2318

N9319438A

194#38A

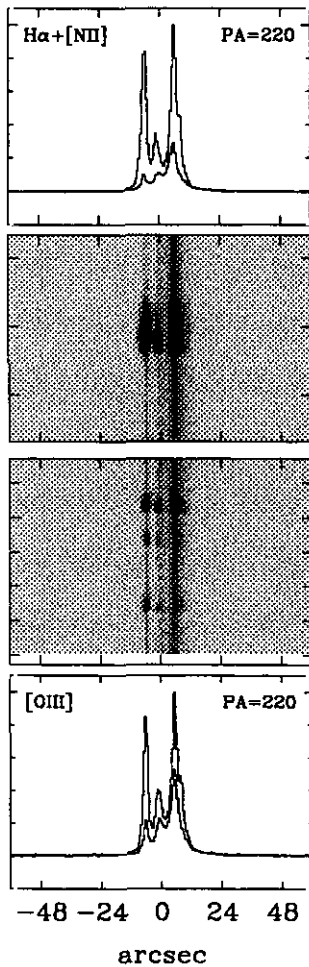
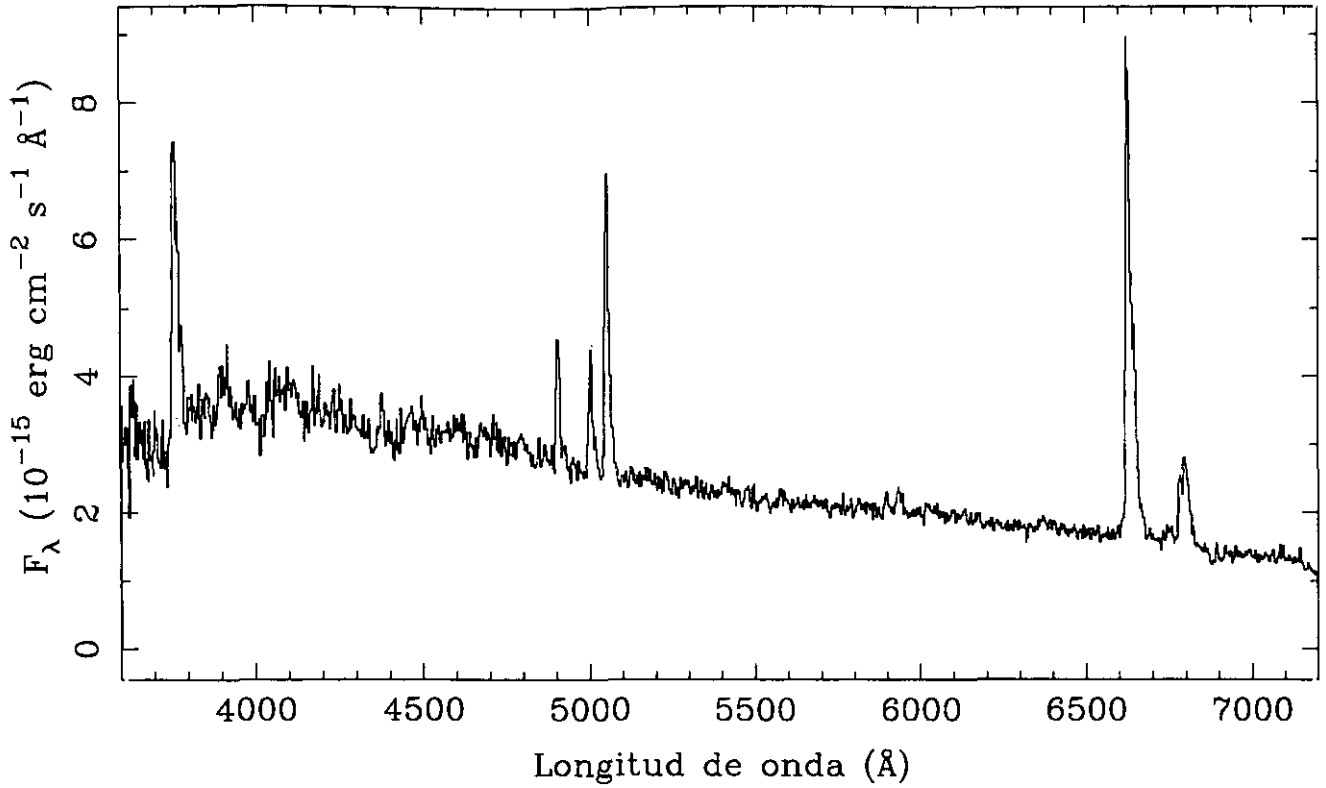


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	325	...	z	= 0.0122
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 101
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 13
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 9.02E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 4.51E-13
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 3.18E+08
H β 4861	100	...	$b-v$	= -0.02
[OIII] 4959	77	...	$v-r$	= -0.08
[OIII] 5007	235	...		
He I 5876	19	...		
[OI] 6300	15	...		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2325+2318

N9319438B

194#38B

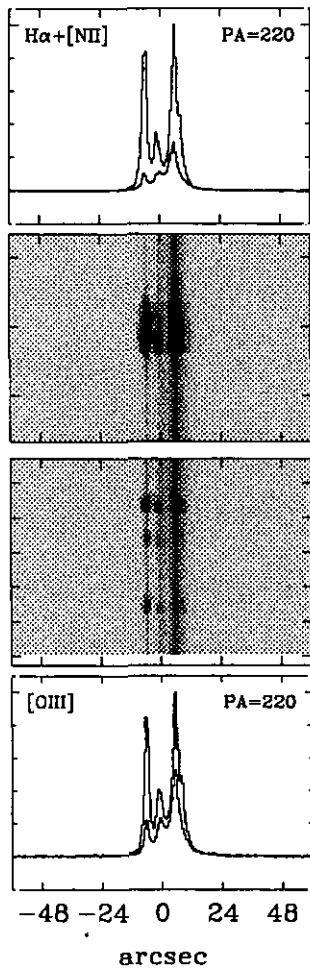
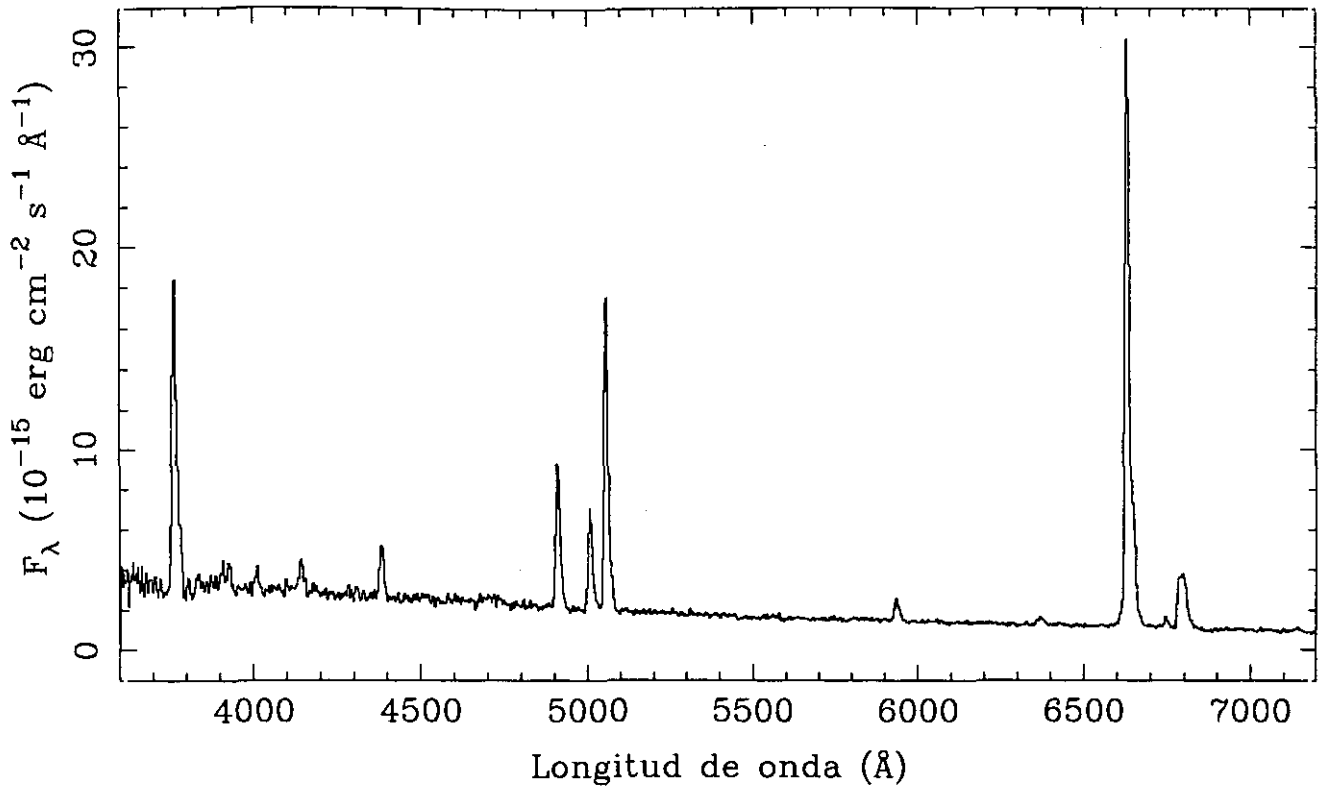


LINEA	F_{obs}	F_c	HIII	
[OII] 3727	424	...	z	$= 0.0105$
[NeII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	$= 92$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	$= 8$
H δ 4102	...	...	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	$= 2.31E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	$= 8.97E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 2.17E+08$
H β 4861	100	...	$b-v$	$= -0.19$
[OIII] 4959	104	...	$v-r$	$= -0.30$
He I 5876	30	...		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	72	...		
[SII] 6731	79	...		

UCM2325+2318

N9319438C

194#38C

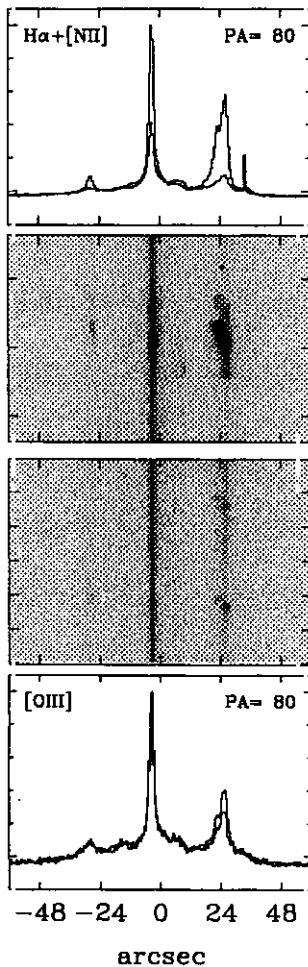
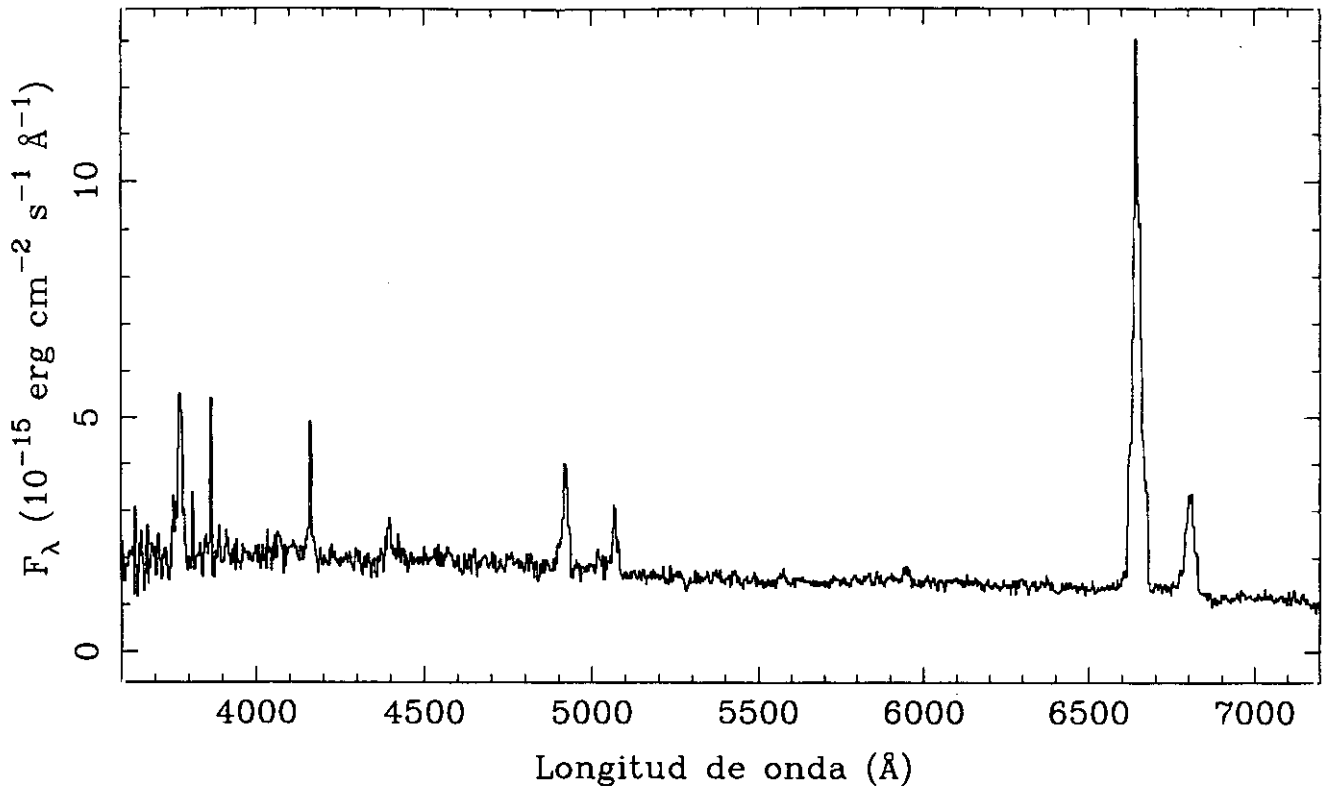


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	235	...	z	= 0.0108
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 440
[NII] 3968	15	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 53
H δ 4102	22	...	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	34	...	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= $1.14\text{E}-13$
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= $4.32\text{E}-13$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $8.11\text{E}+08$
H β 4861	100	...	$b-v$	= -0.29
[OIII] 4959	63	...	$v-r$	= -0.33
[OIII] 5007	208	...		
He I 5876	14	...		
[OI] 6300	8	...		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	6	...		
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2325+2208

N9319440A

194#40A

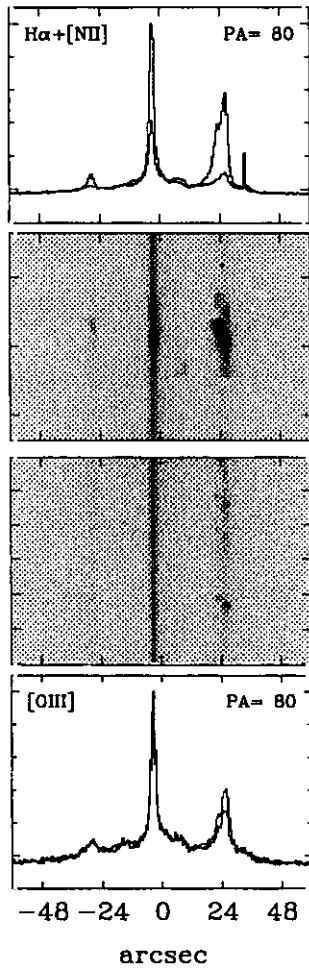
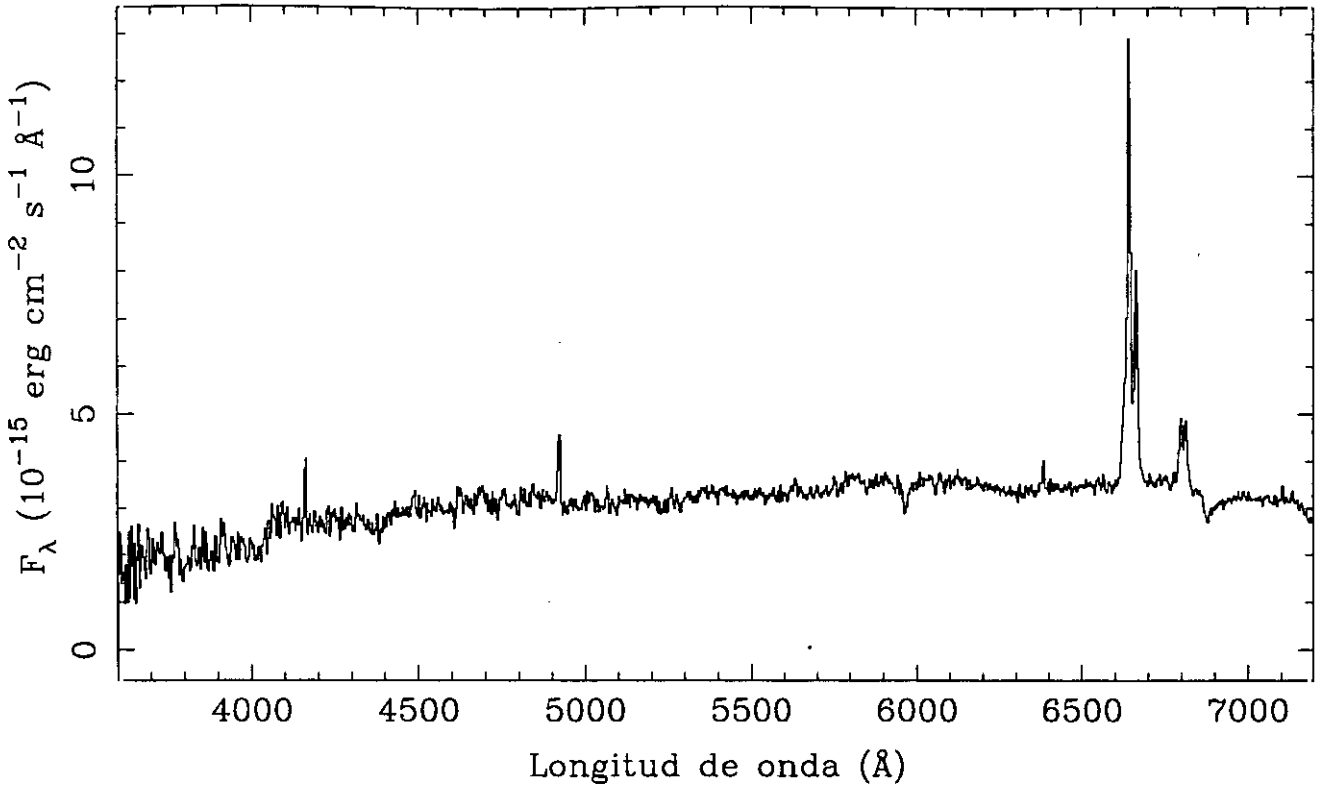


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	122	...	z	= 0.0130
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 237
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 27
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-v}}$	= ...
H γ 4340	23	...	$C_{\text{H}\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 4.72E-14
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 2.20E-13
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 1.57E+09
H β 4861	100	...	b-v	= -0.18
[OIII] 4959	...	...	v-r	= -0.01
[OIII] 5007	40	...		
He I 5876	13	...		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	...	...
[SII] 6731	...	...

UCM2325+2208

N9319440B

194#40B

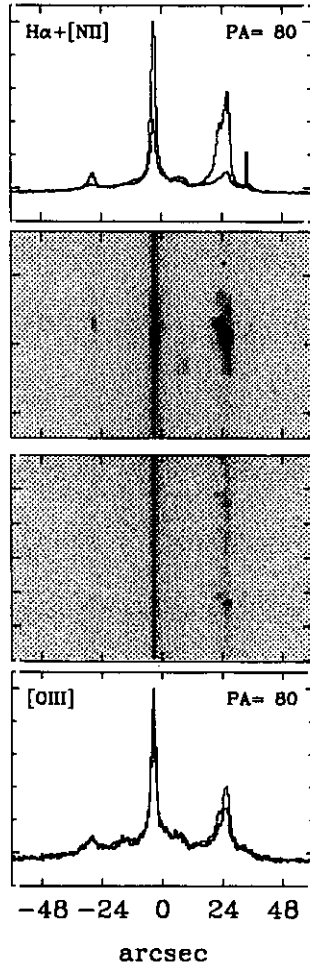
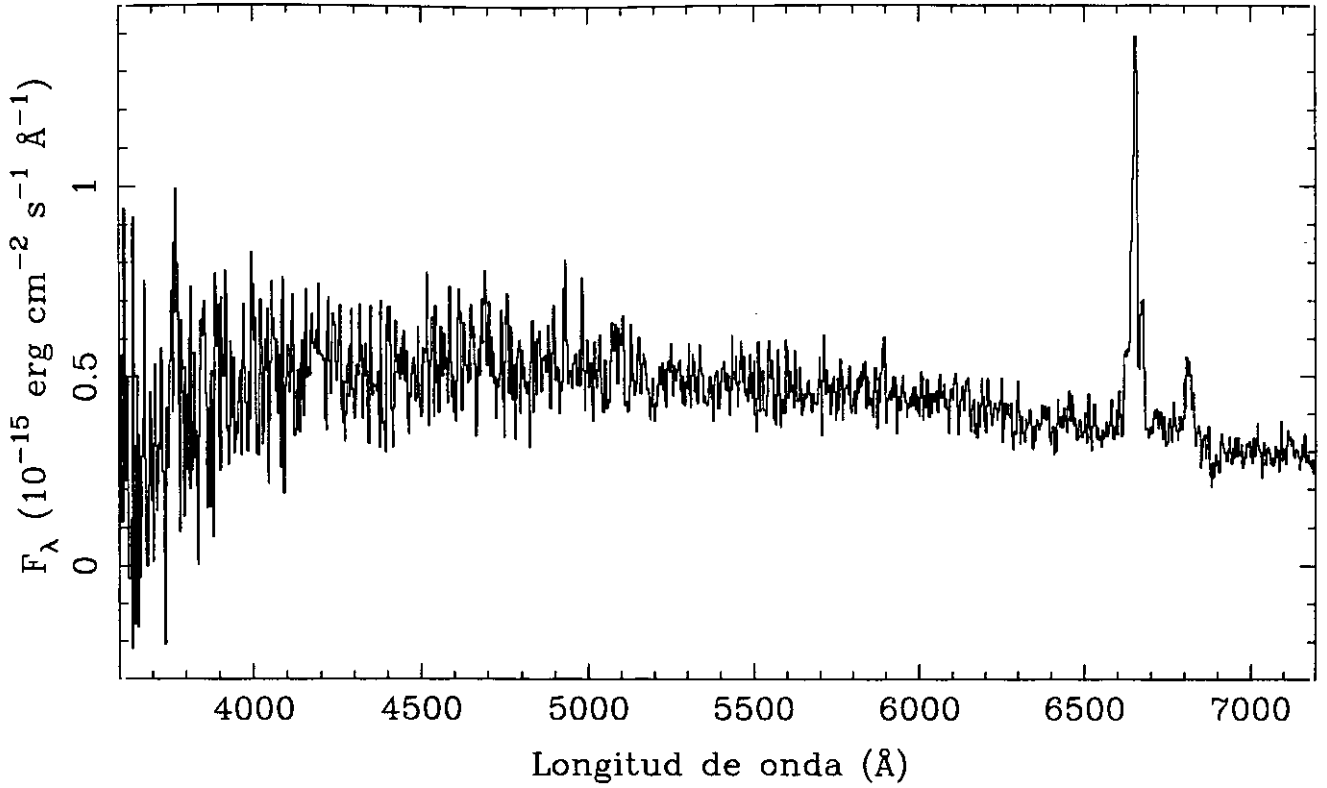


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0130
[NeIII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 49
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 4
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 1.105
H γ 4340	...	...	C _{Hβ}	= 1.57
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 1.26E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 1.21E-13
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 3.90E+08
H β 4861	100	100	b-v	= 0.39
[OIII] 4959	...	...	v-r	= 0.31
[OIII] 5007	...	...
He I 5876	...	...
[OI] 6300	33	12		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	960	286		
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	407	107		
[SII] 6731	380	100		

UCM2325+2208

N9319440C

194#40C

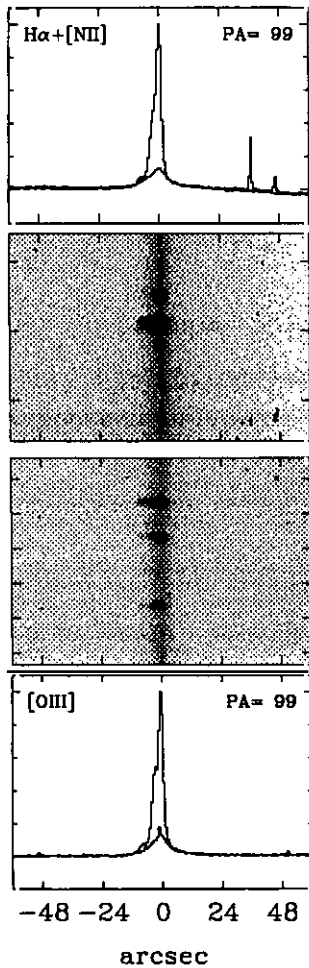
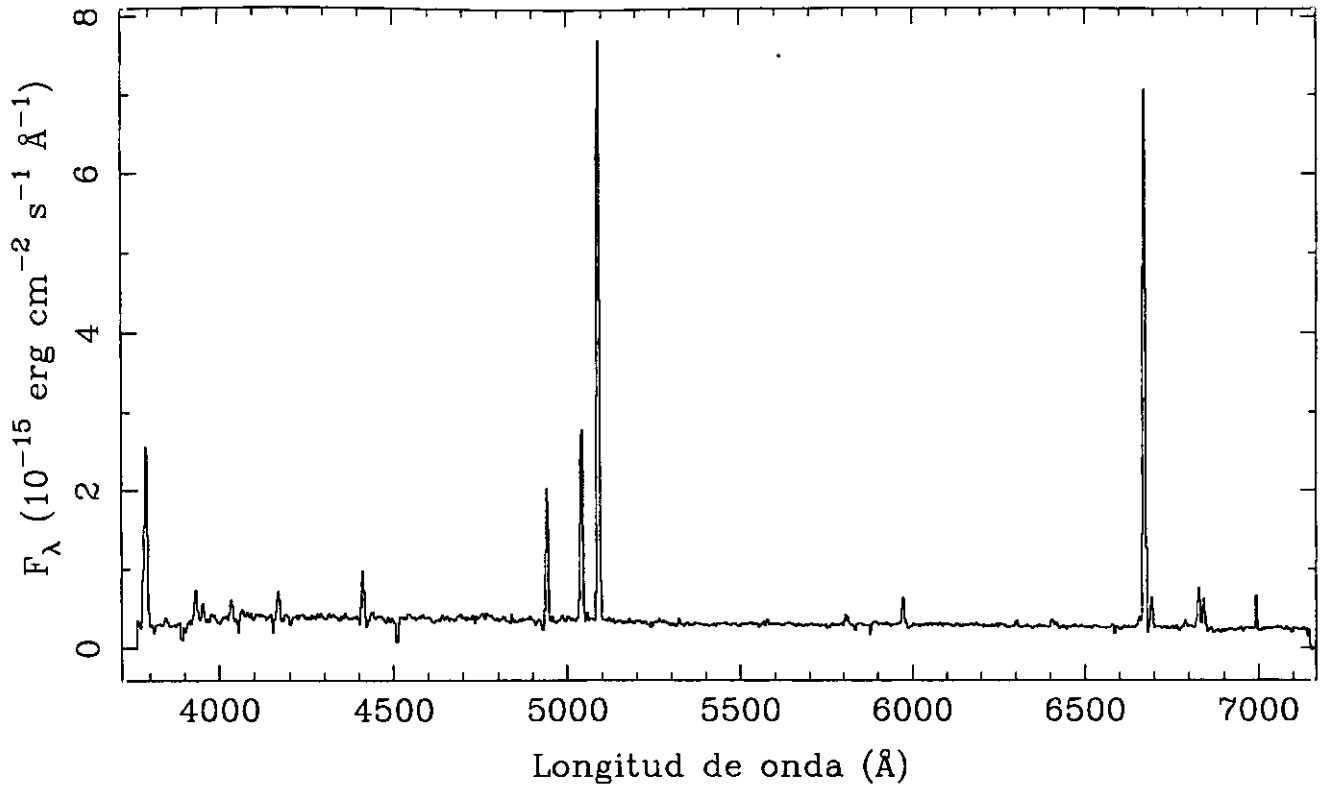


LINEA	F_{obs}	F_c	SBN	
[OII] 3727	z	$= 0.0145$
[NeIII] 3869	$EW_{H\alpha}$	$= 68$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 1.85E-14$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= 6.59E+08$
H β 4861	$b-v$	$= 0.10$
[OIII] 4959	$v-r$	$= -0.25$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	28	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2326+2435

S9419442

194#42P

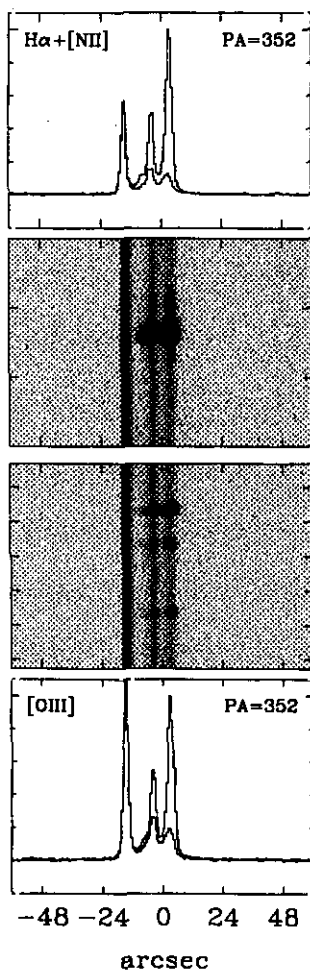
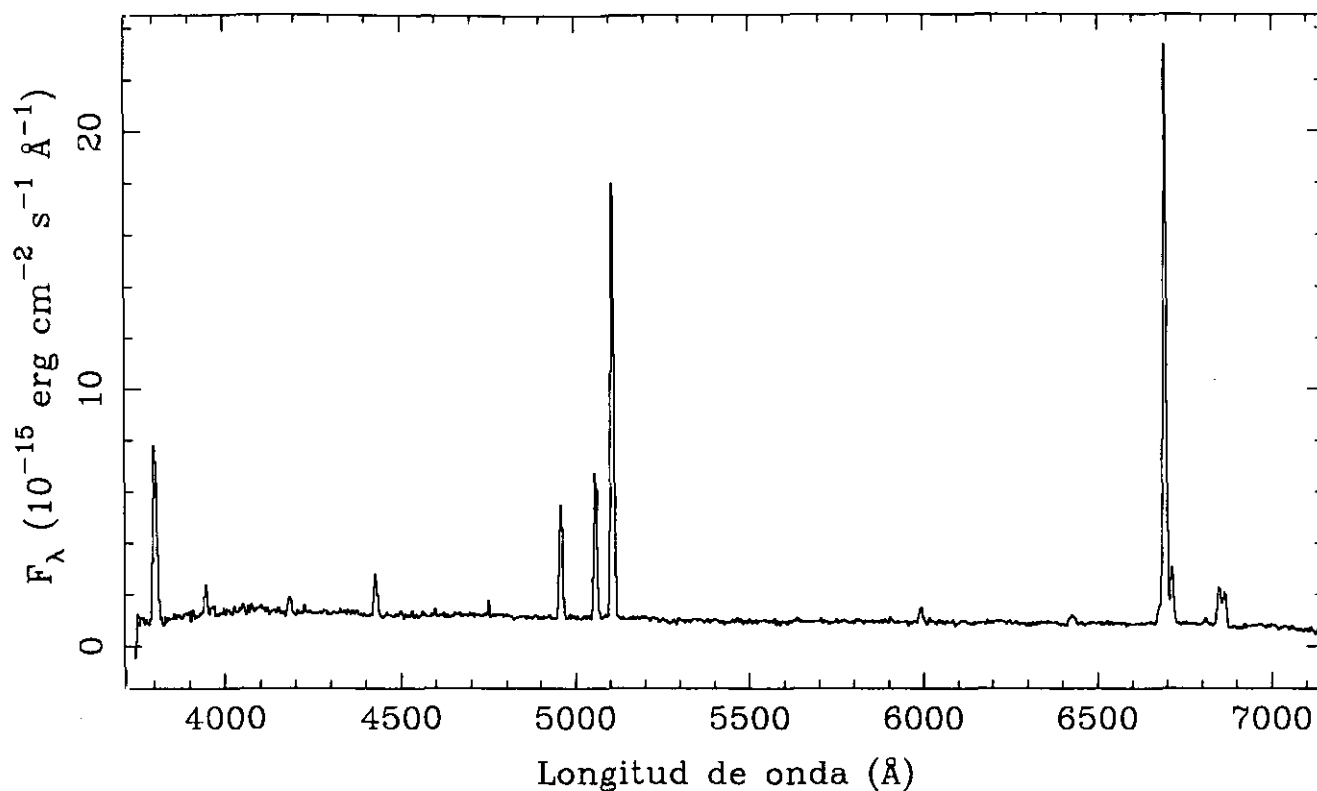


LINEA	F_{obs}	F_c	DIIIH	
[OII] 3727	183	244	z	$= 0.0174$
[NeIII]3869	27	35	$EW_{H\alpha}$	$= 224$
[NII] 3968	15	19	$EW_{H\beta}$	$= 40$
H δ 4102	23	28	E_{B-V}	$= 0.278$
H γ 4340	42	47	$C_{H\beta}$	$= 0.40$
[OIII] 4363	6	7	$F_{H\beta}$	$= 1.39E-14$
He I 4471	5	6	$F_{H\alpha}$	$= 5.39E-14$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	$= 8.29E+07$
H β 4861	100	100	$b-v$	$= -0.04$
[OIII] 4959	159	156	$v-r$	$= 0.12$
[OIII] 5007	468	455		
He I 5876	19	16		
[OI] 6300	4	3		
[NII] 6548	7	5		
H α 6563	388	286		
[NII] 6584	22	16		
He I 6678	4	3		
[SII] 6716	28	20		
[SII] 6731	20	14		

UCM2327+2515N

J9419445B

194#45F

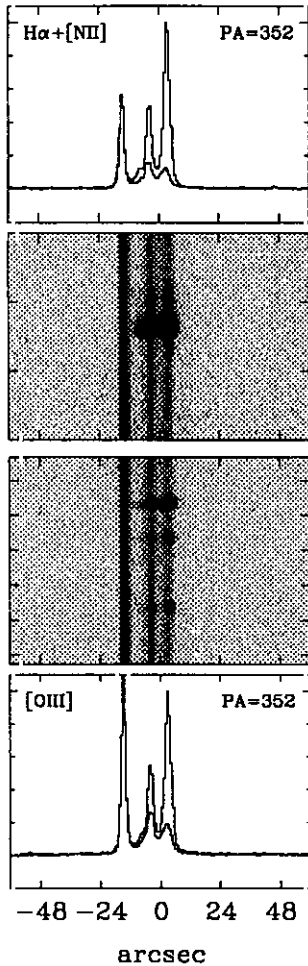
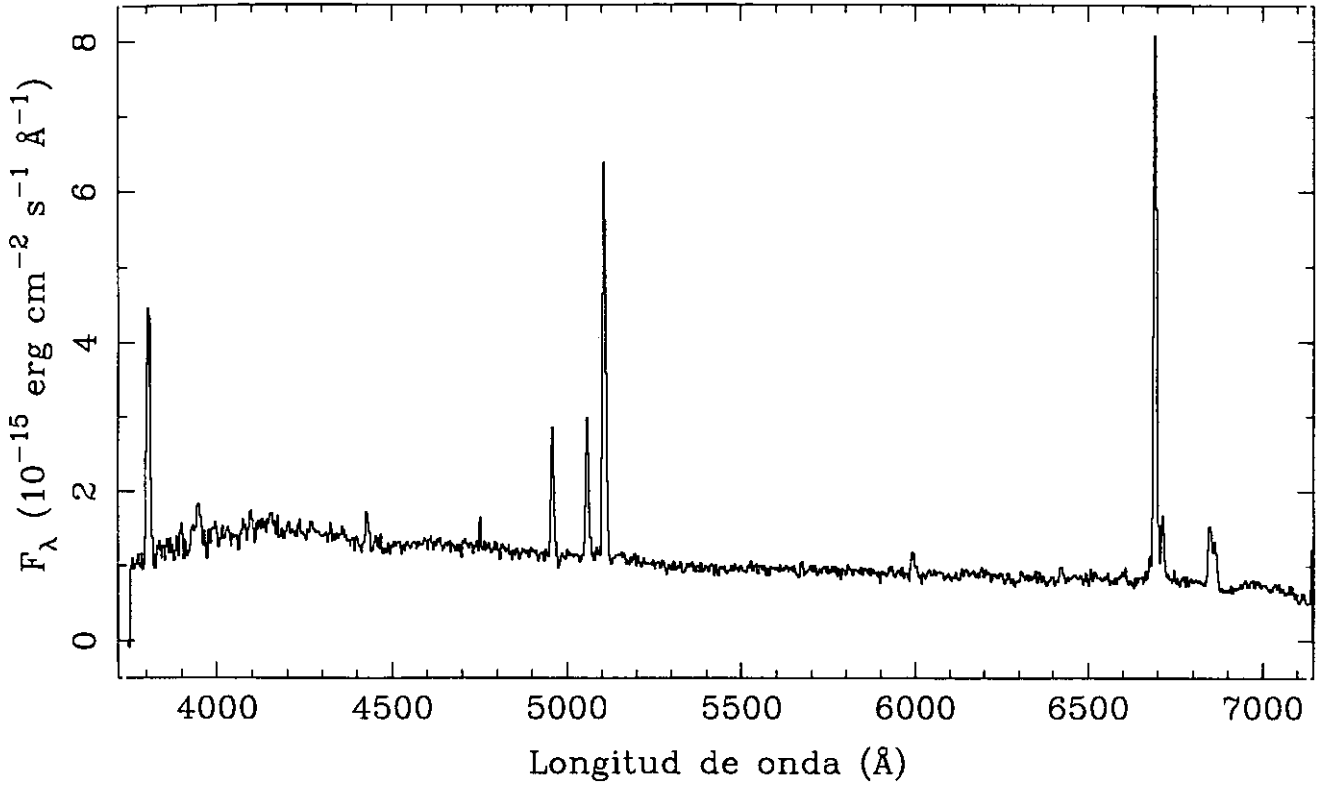


LINEA	F_{obs}	F_c	HIH
[OII] 3727	184	300	$z = 0.0206$
[NeIII]3869	21	32	$EW_{H\alpha} = 289$
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta} = 44$
H δ 4102	15	20	$E_{B-v} = 0.474$
H γ 4340	37	46	$C_{H\beta} = 0.67$
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta} = 4.84E-14$
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha} = 2.33E-13$
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha} = 1.83E+08$
H β 4861	100	100	$b-v = -0.15$
[OIII] 4959	125	121	$v-r = 0.03$
[OIII] 5007	397	379	
He I 5876	14	10	
[OI] 6300	11	7	
[NII] 6548	...	...
H α 6563	481	286	
[NII] 6584	50	29	
He I 6678	5	3	
[SII] 6716	35	20	
[SII] 6731	28	16	

UCM2327+2515 S

J9419445A

194#45E

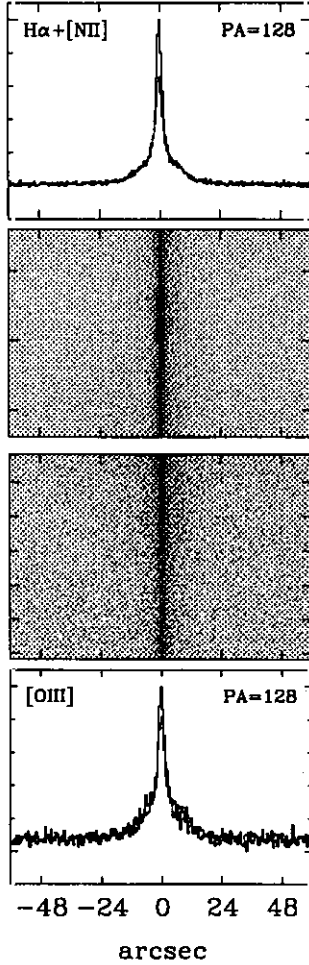
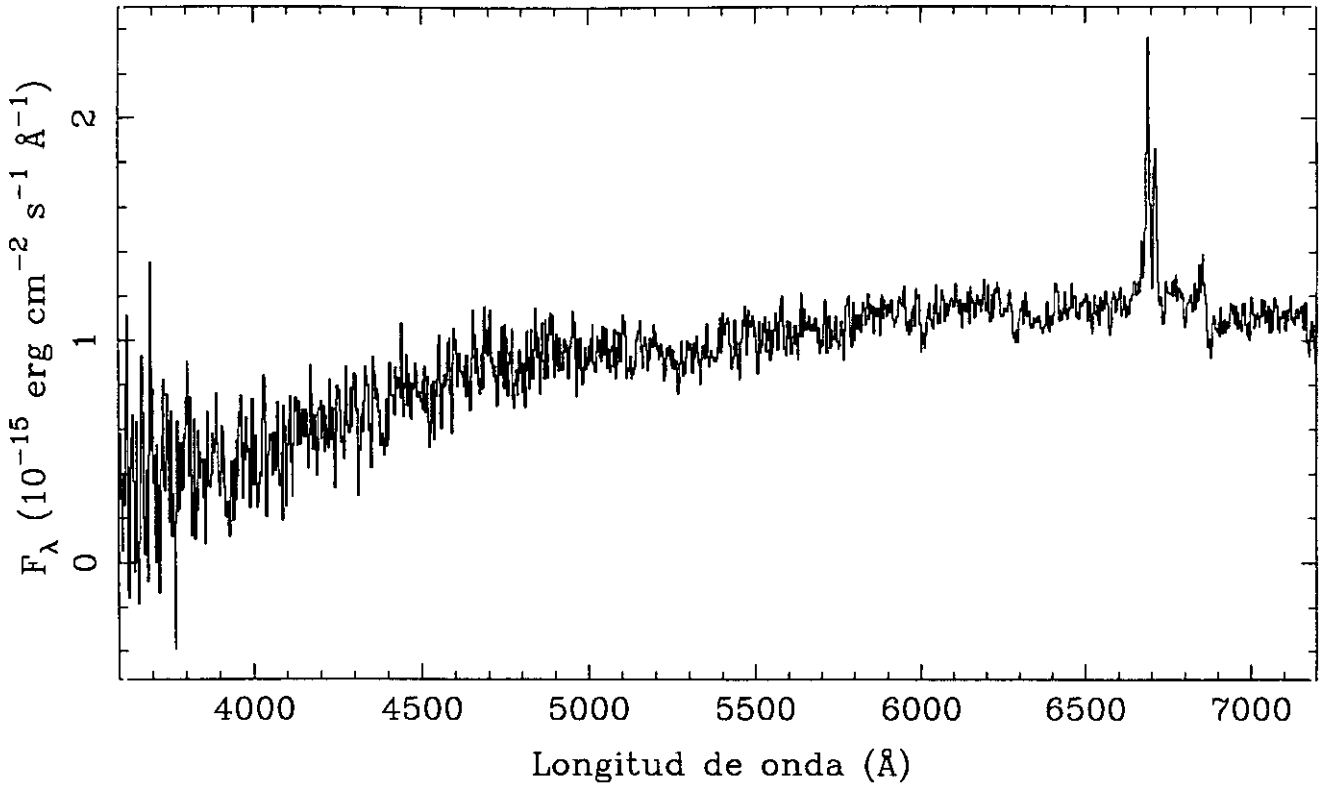


LINEA	F_{obs}	F_c	HIIH	
[OII] 3727	256	372	z	= 0.0206
[NeIII]3869	31	43	EW _{Hα}	= 104
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 16
H δ 4102	...	...	E _{B-v}	= 0.364
H γ 4340	24	28	C _{Hβ}	= 0.52
[OIII] 4363	5	6	F _{Hβ}	= 1.81E-14
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 7.71E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.07E+08
H β 4861	100	100	b-v	= -0.22
[OIII] 4959	103	101	v-r	= -0.02
[OIII] 5007	306	295		
He I 5876	20	16		
[OI] 6300	10	7		
[NII] 6548	13	9		
H α 6563	426	286		
[NII] 6584	47	31		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	42	27		
[SII] 6731	34	22		

UCM2329+2427

N9319469A

194#69A

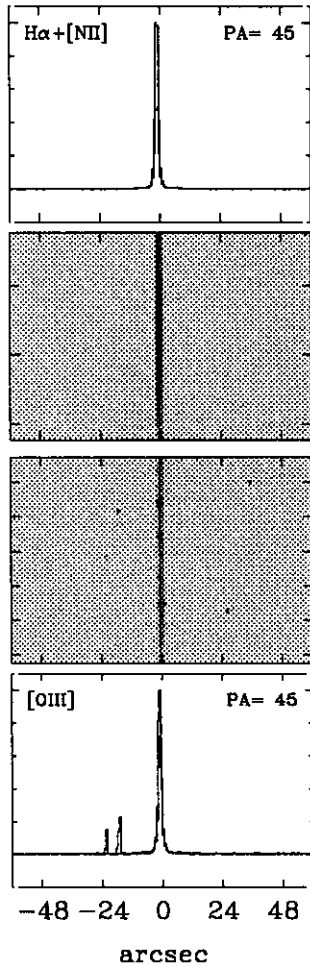
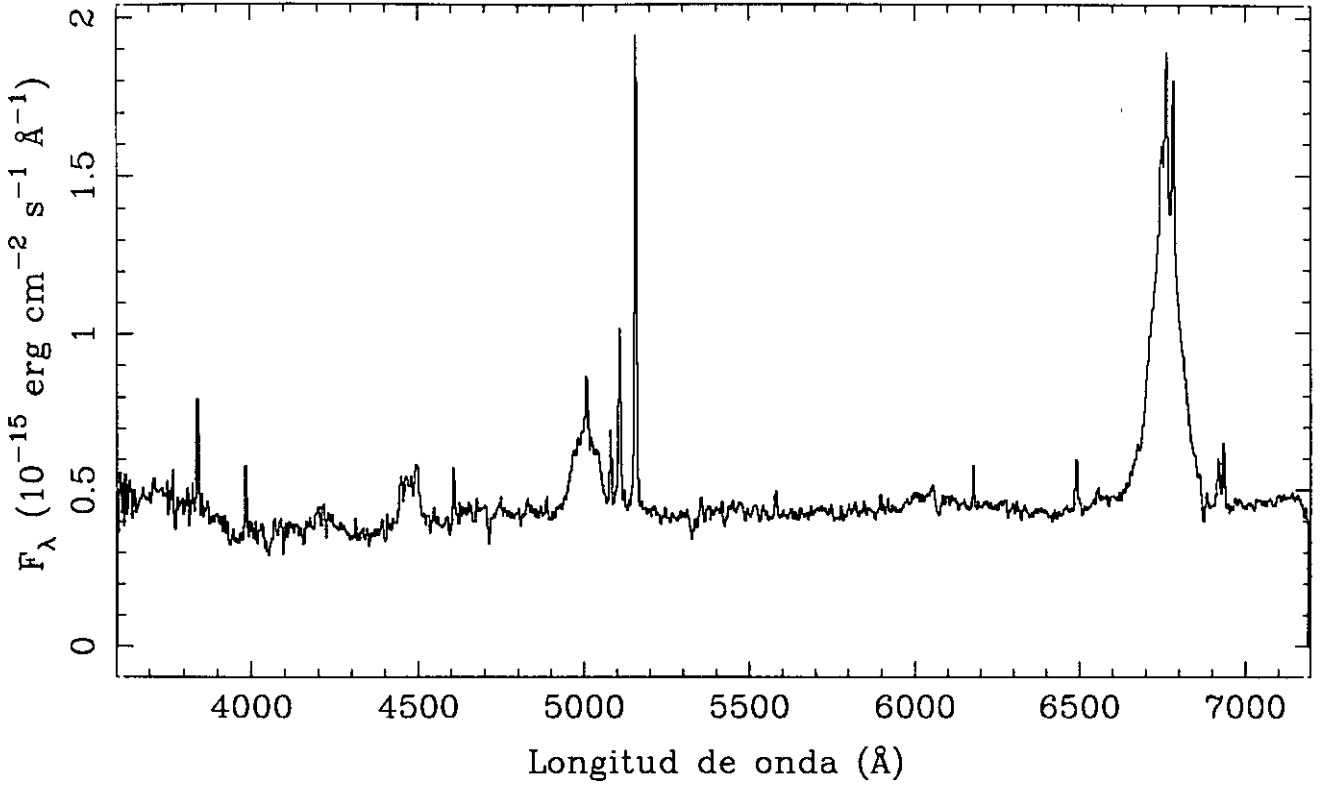


LINEA	F_{obs}	F_c	DANS	
[OII] 3727	z	$= 0.0200$
[NeIII]3869	$EW_{H\alpha}$	$= 17$
[NII] 3968	$EW_{H\beta}$	$= \dots$
H δ 4102	E_{B-v}	$= \dots$
H γ 4340	$C_{H\beta}$	$= \dots$
[OIII] 4363	$F_{H\beta}$	$= \dots$
He I 4471	$F_{H\alpha}$	$= 1.37E-14$
He II 4686	$L_{H\alpha}$	$= 2.99E+07$
H β 4861	$b-v$	$= 0.66$
[OIII] 4959	$v-r$	$= 0.51$
[OIII] 5007		
He I 5876		
[OI] 6300		
[NII] 6548	11	...		
H α 6563	100	...		
[NII] 6584	51	...		
He I 6678		
[SII] 6716		
[SII] 6731		

UCM2329+2500

N9319468A

194#68A

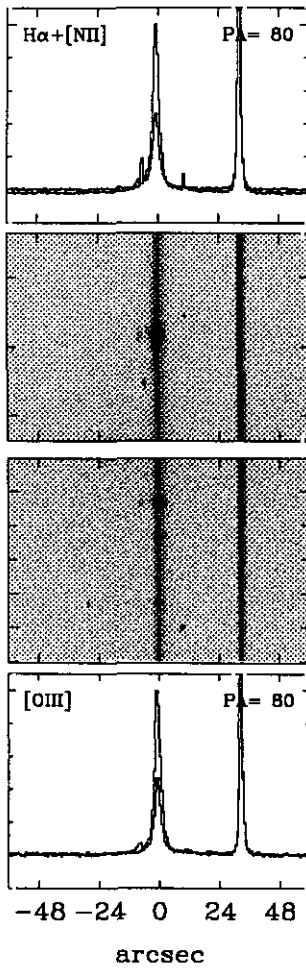
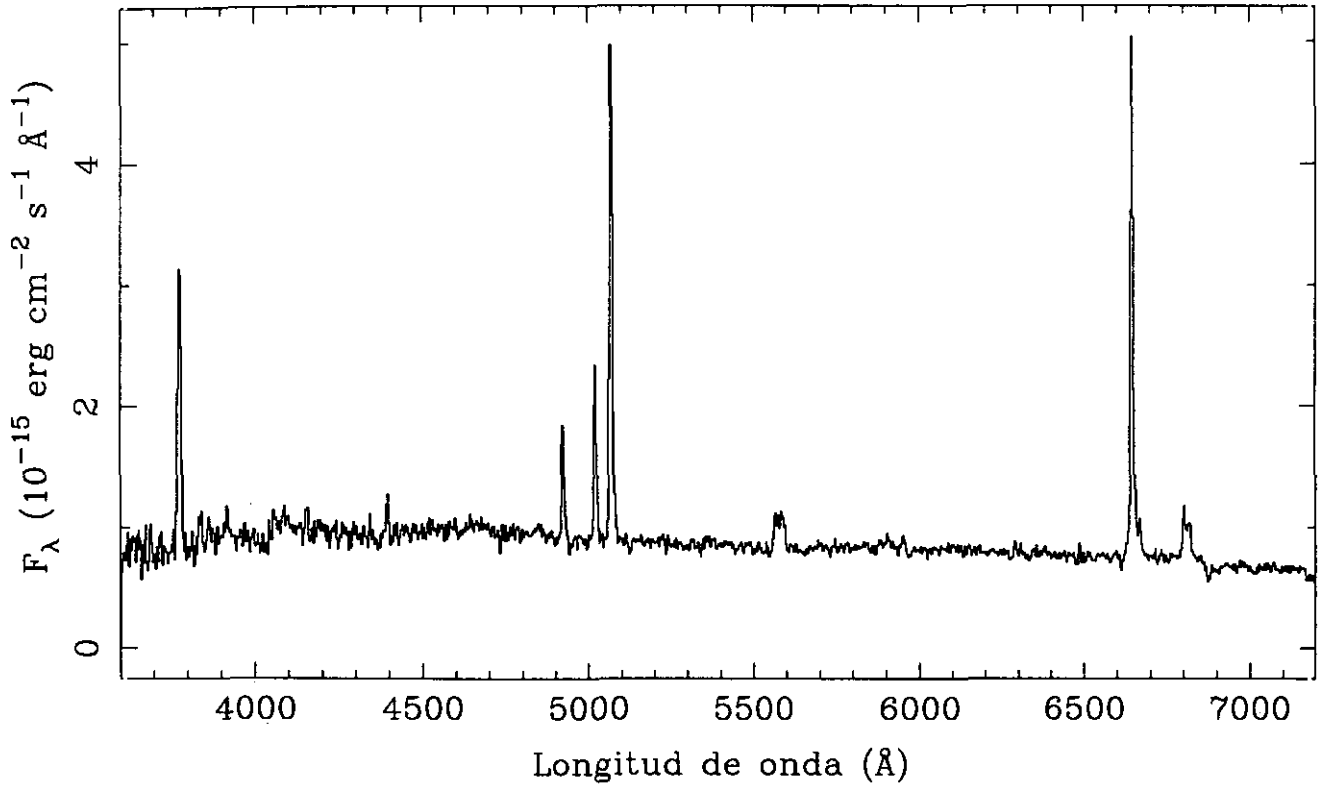


LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 1	
[OII] 3727	13	...	z	= 0.0305
[NeIII]3869	7	...	$EW_{H\alpha}$	= 230
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 46
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= ...
H γ 4340	...	...	$C_{H\beta}$	= ...
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 2.07E-14
He I 4471	5	...	$F_{H\alpha}$	= 7.70E-14
He II 4686	...	...	$L_{H\alpha}$	= 5.00E+08
H β 4861	100	...	b-v	= 0.24
[OIII] 4959	7	...	v-r	= 0.42
[OII] 5007	65	...		
He I 5876	3	...		
[OI] 6300	9	...		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	...	...
[NII] 6584	...	...
He I 6678	...	...
[SII] 6716	6	...		
[SII] 6731	7	...		

UCM2329+2511

N9319446B

194#46B

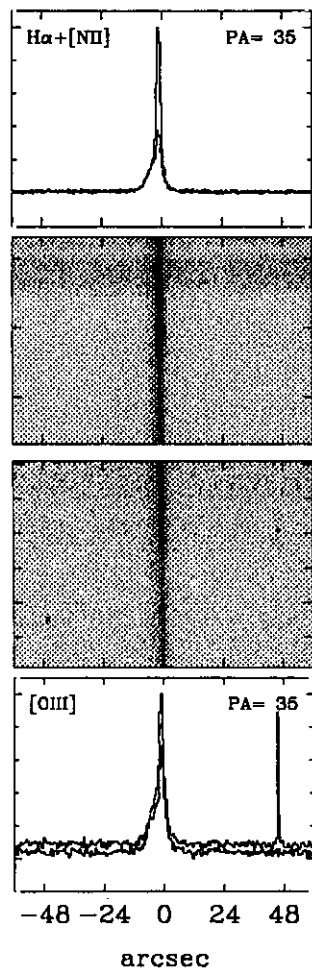
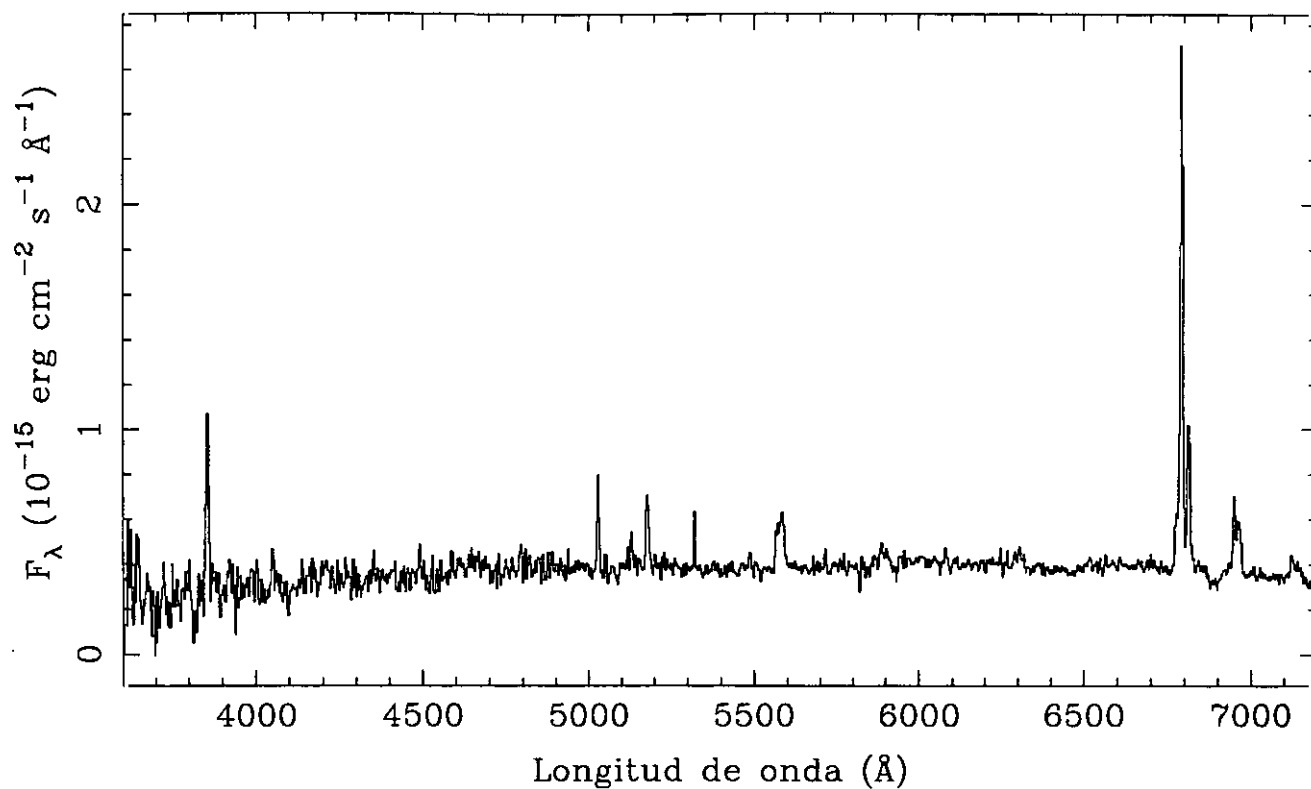


LINEA	F_{obs}	F_c	DHIH	
[OII] 3727	329	525	z	= 0.0133
[NeII]3869	...	...	EW _{Hα}	= 60
[NII] 3968	...	...	EW _{Hβ}	= 10
H δ 4102	31	42	E _{B-v}	= 0.453
H γ 4340	30	37	C _{Hβ}	= 0.64
[OIII] 4363	...	...	F _{Hβ}	= 8.90E-15
He I 4471	...	...	F _{Hα}	= 4.18E-14
He II 4686	...	...	L _{Hα}	= 1.32E+07
H β 4861	100	100	b-v	= 0.06
[OIII] 4959	155	150	v-r	= 0.04
[OIII] 5007	465	445		
He I 5876	16	12		
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	470	286		
[NII] 6584	33	20		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	44	25		
[SII] 6731	39	23		

UCM2331+2214

N9319460A

194#60A

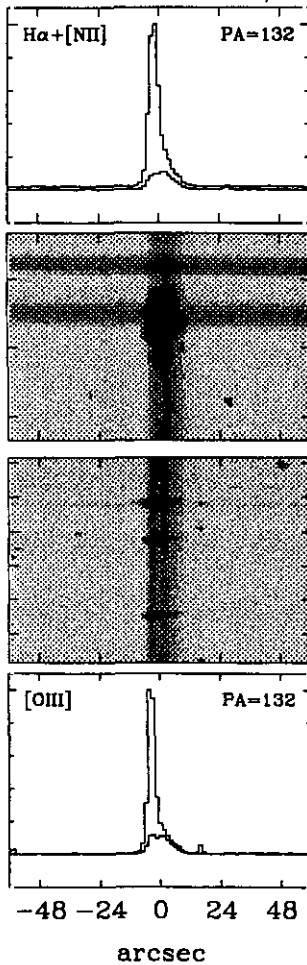
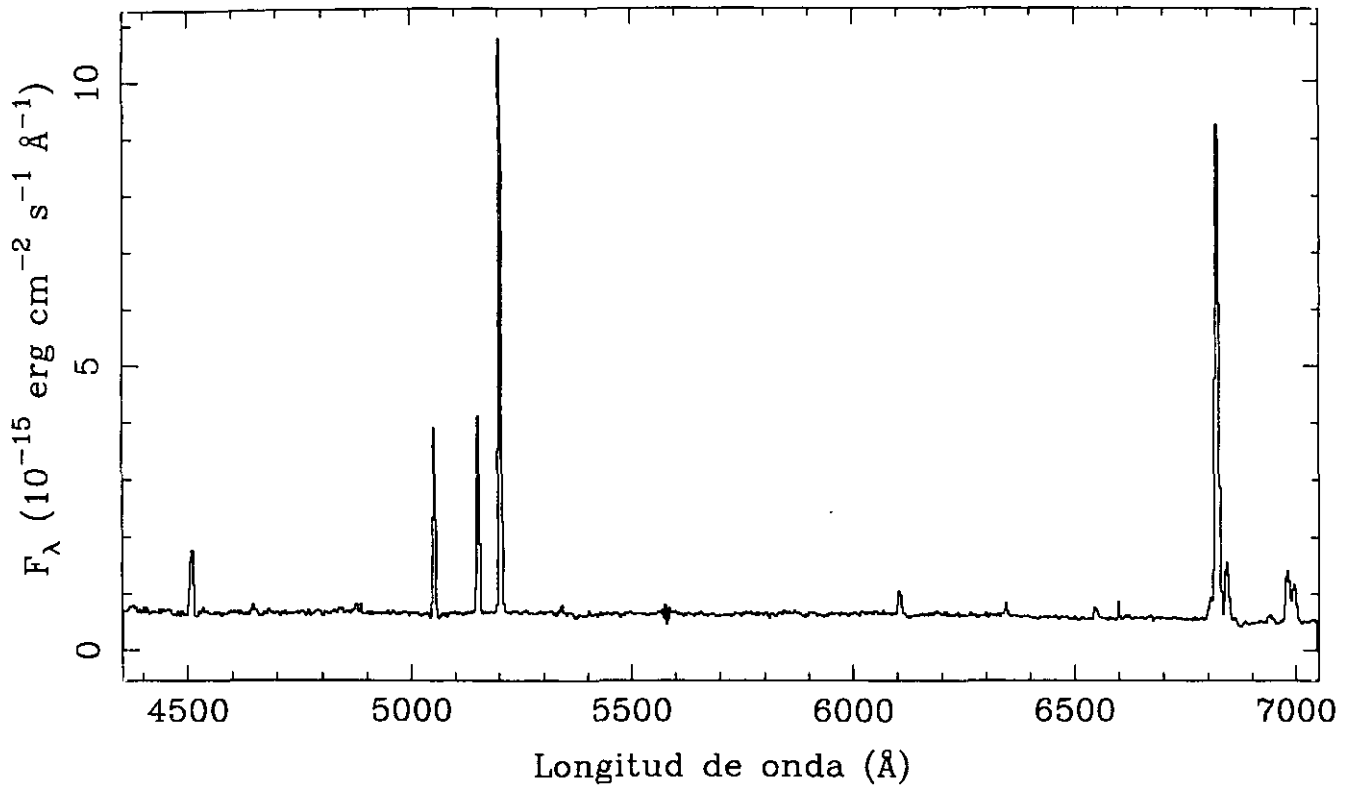


LINEA	F_{obs}	F_{c}	SBN	
[OII] 3727	266	667	z	= 0.0352
[NeIII]3869	...	...	$EW_{\text{H}\alpha}$	= 79
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\beta}$	= 8
H δ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= 0.892
H γ 4340	47	70	$C_{\text{H}\beta}$	= 1.27
[OIII] 4363	...	...	$F_{\text{H}\beta}$	= 3.00E-15
He I 4471	...	...	$F_{\text{H}\alpha}$	= 2.28E-14
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= 8.12E+07
H β 4861	100	100	$b-v$	= 0.36
[OIII] 4959	37	35	$v-r$	= 0.31
[OIII] 5007	118	108		
He I 5876	22	12		
[OI] 6300	17	7		
[NII] 6548	...	...
H α 6563	760	286		
[NII] 6584	223	83		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	105	36		
[SII] 6731	88	30		

UCM2333+2248

A9319464

194#64

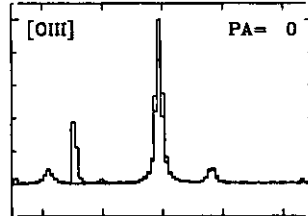
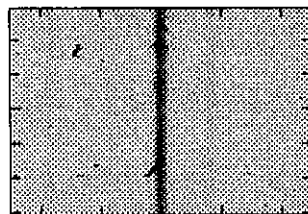
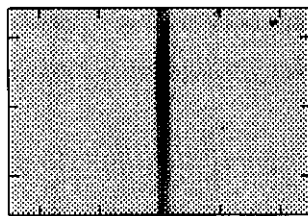
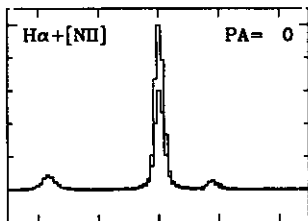
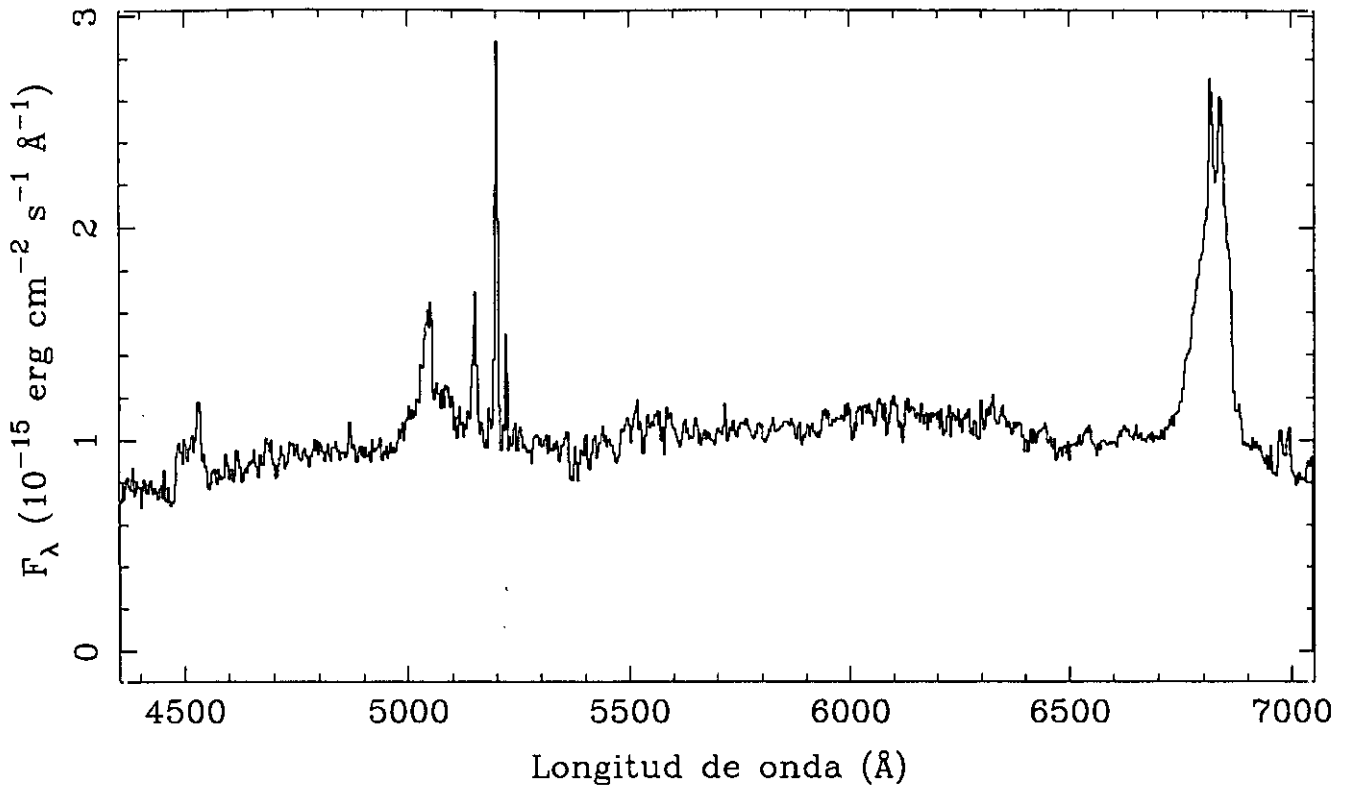


LINEA	F_{obs}	F_{c}	HIII	
$[\text{OII}]$ 3727	...	...	z	= 0.0399
$[\text{NeIII}]$ 3869	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\alpha}$	= 201
$[\text{NII}]$ 3968	...	...	$\text{EW}_{\text{H}\beta}$	= 35
$\text{H}\delta$ 4102	...	...	$E_{\text{B-V}}$	= 0.383
$\text{H}\gamma$ 4340	46	54	$C_{\text{H}\beta}$	= 0.54
$[\text{OIII}]$ 4363	8	9	$F_{\text{H}\beta}$	= $2.12\text{E}-14$
He I 4471	8	9	$F_{\text{H}\alpha}$	= $9.22\text{E}-14$
He II 4686	...	...	$L_{\text{H}\alpha}$	= $2.52\text{E}+08$
$\text{H}\beta$ 4861	100	100	$b-v$	= ...
$[\text{OIII}]$ 4959	108	105	$v-r$	= 0.24
$[\text{OIII}]$ 5007	327	315		
He I 5876	15	12		
$[\text{OI}]$ 6300	10	7		
$[\text{NII}]$ 6548	15	10		
$\text{H}\alpha$ 6563	435	286		
$[\text{NII}]$ 6584	50	33		
He I 6678	8	5		
$[\text{SII}]$ 6716	48	30		
$[\text{SII}]$ 6731	31	20		

UCM2333+2359

A9319463

194#63



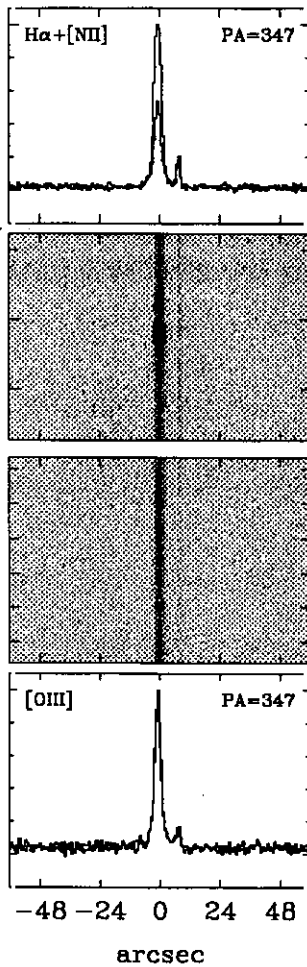
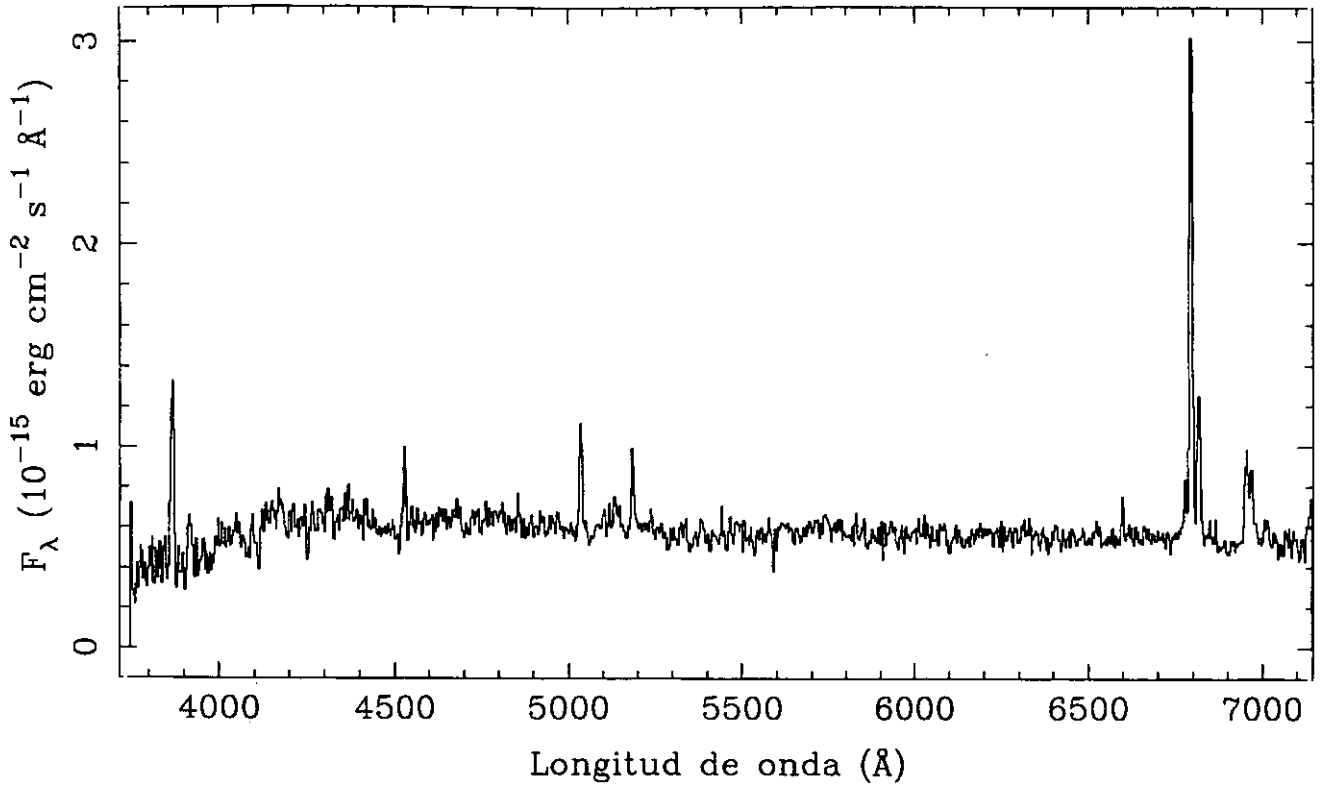
-48 -24 0 24 48
arcsec

LINEA	F_{obs}	F_c	Sy 1	
[OII] 3727	...	...	z	= 0.0395
[NeIII]3869	...	...	$EW_{H\alpha}$	= 111
[NII] 3968	...	...	$EW_{H\beta}$	= 32
H δ 4102	...	...	E_{B-V}	= 0.197
H γ 4340	50	55	$C_{H\beta}$	= 0.28
[OIII] 4363	...	...	$F_{H\beta}$	= 3.13E-14
He I 4471	...	...	$F_{H\alpha}$	= 1.11E-13
He II 4686	3	3	$L_{H\alpha}$	= 2.42E+08
H β 4861	100	100	b-v	= ...
[OIII] 4959	27	27	v-r	= 0.14
[OIII] 5007	46	45		
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...
[NII] 6548	...	...
H α 6563	355	286		
[NII] 6584	355	285		
He I 6678	...	...
[SII] 6716	7	6		
[SII] 6731	7	6		

UCM2348+2407

J9419713A

197#13E



LINEA	F_{obs}	F_c	SBN
[OII] 3727	195	332	$z = 0.0359$
[NeIII] 3869	...	...
[NII] 3968	...	...	$EW_{\text{H}\alpha} = 72$
H δ 4102	...	...
H γ 4340	59	74	$EW_{\text{H}\beta} = 10$
[OIII] 4363	...	...
He I 4471	...	...	$E_{\text{B}-\text{V}} = 0.517$
He II 4686	...	...
H β 4861	100	100	$C_{\text{H}\beta} = 0.73$
[OIII] 4959	...	...
[OIII] 5007	61	58	$F_{\text{H}\beta} = 5.68\text{E}-15$
He I 5876	...	...
[OI] 6300	...	...	$F_{\text{H}\alpha} = 2.86\text{E}-14$
[NII] 6548	42	24	
H α 6563	504	286	$L_{\text{H}\alpha} = 8.91\text{E}+07$
[NII] 6584	137	77	
He I 6678	...	...	$b-v = 0.07$
[SII] 6716	85	45	
[SII] 6731	78	42	$v-r = 0.42$

Apéndice B

Bibliografía

- Alonso, O., Zamorano, J., Rego, M., Gallego, J., 1995, en preparación
- Allen, D.A, Wright, A.E., Goss, W.M., 1976, MNRAS **196**, 101
- Allen, D.A., Norris, R.P., Meadows, V.S., & Roche, P.F., 1991, MNRAS **248**, 528
- Arakelian, M.A., 1975, Soobshch Byurakan Obs. Akad. Nauk Arm. SSR **47**, 1
- Arp, H.C., 1966, Atlas of Peculiar Galaxies, California Institute of Technology
- Baldwin, J.A., Phillips, M.M., & Terlevich, R., 1981, PASP **93**, 5
- Baldwin, J.A., Ferland, G.J. et al., 1991, Ap.J.,**374**, 580
- Balzano, V.A., 1983, ApJ **268**, 602
- Bettens, R.P.A., Brown, R.D., Cragg, D.H., Dickinson, C.J., Godfrey, P.D., 1993, MNRAS **263**, 93
- Binggeli, B., 1989, Large Scale Structure and Motions in the Universe, Kluwer Academic Publishers, p. 47
- Binggeli, B., 1993, Panchromatic view of galaxies, Editions Frontieres p.178
- Birkle, K., 1984, Astronomy with Schmidt-Type Telescopes, p. 203, Reidel Publishing Company, Asiago
- Boksenberg, A., 1972, en "Auxiliary Instrumentation for Large Telescopes", Proc. de ESO-CERN Conferencia, 295. Eds: Lausten, S., y Reiz, A.
- Boesgaard, A.M., Steigman, G., 1985, Ann. Rev. Astr. Astrop., **23**, 219
- Bohuski, T.J., Fairall, A.P. & Weedman, D.W., 1978, ApJ **221**, 776
- Boroson, T.A., Salzer, J.J. & Troher, A., 1993, AJ **412**, 524

- van den Broek, A.C., 1991, *A&A* **269**, 96
- van den Broek, A.C., van Driel, W., de Jong, T., Lib, J., de Grijp, M.H.K., & Goudfrooij, P., 1991, *A&AS* **91**, 61
- Burstein, D., & Heyles, 1978, *ApJ* **225**, 40
- Campbell, A.W., Terlevich, R.J., Melnick, J., 1986, *M.N.R.A.S.*, **223**, 811
- Campos-Aguilar, A., Moles, M. & Masegosa, J., 1993, *AJ* **106**, 1784
- Carico, D.P., Soifer, B.T., Beichman, C., Elias, J.H., Matthews, K., & Neugebauer, G., 1986, *AJ* **92**, 1254
- Clegg, R.E.S., 1987, *MNRAS* **229**, 31p
- Comte, G., Augarde, R., Chalabaev, Kunth, D., Maehara, H., 1994, *A&A* **285**, 1
- Conti, P.S., 1991, *ApJ* **377**, 115
- Coziol, R., Demers, S., Peña, M., Torres-Peimbert, S., Fontaine, G., Wesemael, F. & Lamontagne, R., 1993, *AJ* **105**, 35
- Cutri, R.M., McAlary, C.W., 1985, *ApJ* **296**, 90
- da Costa, L.N., Pellegrini, P.S., Sargent, W.L.W., Tonry, J., Davis, M., Meiksin, A., & Latham, D.W., 1988, *ApJ* **327**, 544 (SSRS)
- Davies, J.I., 1993, *The Environment and Evolution of Galaxies*, Ed: J.M. Shull, H.A. Thronson Jr., Kluwer Academic Press
- de Jong, T. *et al.* 1984, *ApJ Letters* **278**, L67
- de Lapparent, V., Geller, M.J., & Huchra, J.P., 1986, *ApJLetters* **202**, L1
- de Young, D.S., Gallagher III, J.S., 1990, *Ap.J.*, **356**, L15
- Dennefeld, M., Karoji H., & Belford, P., 1985, en "Star-Forming Dwarf Galaxies and Related Objects", D. Kunth, T.X. Thuan and J.T.T. Van eds., Editions Frontières, París
- Devereux, N.A., Young, J.S., 1990, *ApJLetters* **350**, L25
- Devereux, N.A., & Young, J.S., 1991, *ApJ* **371**, 515
- Dixon, R.S. & Sonneborn, G., 1980, *A Master List of Nonstellar Optical Astronomical Objects* (Columbus: Ohio State University Press)
- Dopita, M.A. & Evans, I.N., 1986, *ApJ* **307**, 431
- Draine, B.T., Lee, H.M., 1984, *ApJ* **285**, 89

- Dreyer, J.L.E., 1888, *MmRAS* **49**, 1
- Dreyer, J.L.E., 1910, *MmRAS* **59**, 105
- van Driel, W., van den Broek, A.C., & de Jong, T., 1991, *A&AS* **90**, 55
- van Driel, W., van den Broek, A.C., 1991, *A&A* **251**, 431
- Dufour, R.J., Garnett, D.R., Shields, G.A., 1988, *Ap.J.*, **332**, 752
- Fairall, A.P., 1979, *MNAS So Africa* **38**, 68
- Felton, J.E., 1977, *A.J.* **82**, 161
- French, H.B., 1980, *Ap.J.*, **240**, 41
- Fritze, U., Alvensleben, V, 1993, *Panchromatic view of galaxies*, ed: G. Hensler, Ch. Theis, J.S. Gallagher Editions *Frontieres*, p. 246
- Fuller, G., Boyd, R.N., Kalen, J.D., 1991, *Ap.J.L*, **371**, L11
- Gallego, J., Vitores, A.G., Zamorano, J., Rego, M., González-Riestra, R., 1991, *Proceedings XXIII reunión de la Sociedad española de Física Valladolid*, 931
- Gallego, J., Zamorano, J., Rego, M., Vitores, A.G., 1994, *A&A* **290**, 705
- Gautier, T.N., III. 1986 en *Light on Dark Matter*, ed. F.P. Israel (Dordrecht:Reidel), p. 213
- Geller, M.J. & Huchra, J.P., 1989, *Science* **246**, 897
- Gilmore, G., Wyse, R., 1991, *Ap.J.*, **367**, L55
- Gondhalekar, P.M., Morgan, D.H., Dopita, M., Phillips, A.P., 1984, *M.N.R.A.S.*, **209**, 59
- González-Riestra, R., 1984, *Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid*
- Gratton, R.G., Osmer, P.S., 1987, *PASP* **99**, 899
- Grevesse, N., Anders, E., 1989, en: *Cosmic abundances of matter*, p.1, American Institute of Physics, New York
- de Grijp, M.H.K., Keel, W.C., Miley, G.K., Goudfrooij, P. & Lub, J., 1992, *A&AS* **96**, 389
- Guth, A.H., Steinhardt P.J., 1984, *Investigación y Ciencia Julio 1984*
- Haro, G., 1956, *Bol. Obs. Tonantzintla Tacubaya*, **14**, 8
- Helou, G., 1986, *ApJ Letters* **311**, L33

- Hildebrand, R., 1983, *Q.J.R. Astron Soc* **24**, 267
- Hopp, U., Kuhn, B., Thiele, U., Birkle, K., Elsässer, H., 1994, *A&AS* aceptado
- Horne, K., 1986, *PASP* **98**, 609
- Hoyle, F., Tayler, R.J., 1964, *Nature*, **203**, 1108
- Huchra, J., Davis, M., Latham, D., & Tonry, J., 1983, *ApJS* **52**, 89
- Huchra, J., Sargent, W.L.W., 1973, *ApJ* **186**, 433
- IRAS Point Source Catalog, 1985, Joint IRAS Science Working Group (Washington, DC: GPO)
- IRAS Point Source Catalog, Versión 2, 1988, Joint IRAS Science Working Group (Washington, DC: GPO)
- Izotov, Y.I., Lipovetsky, V.A., Guseva, N.G., Kniazev, A.Y., Stepanian, J.A., 1990, *Nature*, **343**, 18
- Izotov, Y.I., Lipovetsky, V.A., Guseva, N.G., Kniazev, A.Y. & Stepanian, J.A., 1991, *A&A* **247**, 303
- Izotov, G., 1993, comunicación privada en el Congreso de Kiel, Alemania, Panchromatic view of galaxies
- Jenkins, C.R., 1986, *Spectroscopy with the IPCS on the INT*, Isaac Newton Group User Manual VI
- Joseph, R.D., Meikle, Robertson, N.A., Wright, G.S., 1984, *MNRAS* **209**, 111
- Joseph, R.D., Wright, G.S., 1985, *MNRAS* **214**, 187
- Khachikian, E.Y., & Weedman, 1974, *Ap.J.* **192**, 581
- Kajino, T., Boyd, R.N., 1990, *Ap.J.* **359**, 267
- Karachentsev, I.D., 1972, *A Catalog of Isolated Pairs of Galaxies in the North Hemisphere*, *Astrofiz. Issled. Izu, Spets. Astrofiz.* **7**, 3
- Kazarian, M.A., & Kazarian, E.S., 1980, *Astrofizika* **16**, 17
- Keenan, F.P., & Aggarwal, K.M., 1987, *ApJ* **319**, 403
- Kennicutt, R.C., 1983, *Ap.J.* **272**, 54
- Kennicutt, R.C., 1992, *A&AS* **388**, 310
- Kennicutt, R.C., 1993, *The Environment and Evolution of Galaxies*, 533, *Proceedings of the Third Tetons Summer School*, Kluwer Academic Publishers

- Kennicutt, R.C., 1994, III Canary Islands Winter School of Astrophysics, Cambridge University Press
- King, D.L., 1985, RGO/La Palma Technical Note No. 31
- Kinman, T.D., Hintzen, P., 1981, *PASP* **93**, 405
- Kinman, T.D., 1983, *MNRAS* **202**, 53
- Kinman, T.D., 1984a, en "Astronomy with Schmidt-Type Telescopes", p. 409, Reidel Publishing Company, Asiago
- Kinman, T.D., 1984b, comunicación privada al Dr. W. Wamsteker
- Kinman, T.D., Davidson, K., 1981, *Ap.J.*, **243**, 127
- Kolb, E.B., Turner, M.S., 1991, *Phys.Rev.Lett*, **67**, 5
- Kolb, E.W., Turner, M.S., 1990, *The Early Universe*, Addison-Wesley, Redwood City, CA
- Kunth, D., 1986, *P.A.S.P.*, **98**, 984
- Kunth, D. & Sèvre, F., 1986, en *Star-Forming Dwarf Galaxies and Related Objects*, ed. D. Kunth, T.X. Thuan & J. Tran Thanh Van (Gif-sur-Yvette: Editions Frontières), p. 331
- Kunth, D. & Sargent, W.L.W., 1986, *ApJ* **300**, 496
- Kunth, D., Lequeux, J., Sargent, W.L.W., Viallefond, F., 1994, *A&A* **282**, 709
- Kunth, D., Maurogordato, S., Vigroux, L., 1988, *A&A* **204**, 10
- Kunth, D., Sargent, W.L.W. & Kowal, C., 1981, *A&AS* **44**, 229
- Kunth, D., Sargent, W.L.W., 1983, *Ap.J.*, **273**, 81
- Kunth, D., Sargent, W.L.W., 1986, *ApJ* **300**, 496
- Kurki-Suonio, H., Matzner, R.A., Olive, K.A., 1989, *Phys. Rev. D.*, **39**, 1046
- Kwan, J., Xie, S., 1992, *ApJ* **398**, 105
- Lauberts, A., 1982, *The ESO Uppsala Survey of the ESO(B) Atlas*, Garching bei Munchen: European Southern Observatory (ESO)
- Lawrence, A., Walker, D., Rowan-Robinson, M., Leech, K.J., Penston, M.V., 1986, *MNRAS* **219**, 687
- Lequeux, J., Peimbert, M., Rayo, J.F., Serrano, A., Torres-Peimbert, S., 1979, *A&A*, **80**, 155

- Lipovetskii, V.A., Markarian, B.E. & Stepanian, D.A., 1987, en "Observational Evidence of Activity in Galaxies", Edit. Ye. Khachikian, K.J. Fricke & J. Melnik, IAU Symp. **121**, p. 17
- Lonsdale, C.J., Persson, S.E., Matthews, K., 1984, ApJ **287**, 95
- Lonsdale, C.J., Lonsdale, C.S., Smith, H.E., 1993, Panchromatic View of Galaxies – their Evolutionary Puzzle, Editions Frontieres, p. 83
- Low, F.J., *et al.* 1984, ApJ Letters **278**, L19
- Lynden-Bell, D., 1982, The Big Bang and elementcreation, p.3 Londres
- MacAlpine, G.M., Lewis, D.W. & Smidt, S.B., 1977, ApJS **35**, 203
- MacAlpine, G.M., Smith, S.B. & Lewis, D.W., 1977a, ApJS **34**, 95
- MacAlpine, G.M., Smith S.B. & Lewis, D.W., 1977b, ApJS **35**, 197
- MacAlpine, G.M. & Williams, G., 1981, ApJS **45**, 113
- Markarian, B.E., 1967, Astrofizika, **3**, 55
- Markarian, B.E., Lipovetskii, V.A. & Stepanian, J.A., 1981, Astrofizika **17**, 619
- Markarian, B.E., Stepanian, J.A., Erastova, L.K., 1987, Observational Evidence of Activity in galaxies, IAU Symp. p. 25
- Mas-Hesse, M., 1990, Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid
- Mathews, G.J., *et al*, 1990, Ap.J., **358**, 36
- Maza, J., Ruiz, M.T., 1989, ApJS **69**, 353
- Maza, J., Ruiz, M.T., González, L.E., & Wischnjewsky, M., 1989, ApJS **69**, 349
- Mazzarella, J.M., Balzano, V.A., 1986, ApJS **62**, 751
- Mazzarella, J.M., Boroson, T.A., 1993, ApJS **85**, 27
- McCall, M.L., Rybski, P.M., Shields, G.A., 1985, ApJS **57**, 1
- McCarthy, M.F., 1984, en "Astronomy with Schmidt-type Telescopes", Edit. M. Cappacioli, IAU Coll 78, p. 37
- Melnick, J., Heydari-Malayeri, Leisy, P., 1992, A&A **253**, 17
- Miller, Neugebauer & Soifer, 1985
- Moody, J.W., Kirshner, R.P., MacAlpine, G.M., & Gregory, S.A., 1987, ApJLetters **314**, L33

- Moore, B., Frenk, C.S., Weinberg, D.H., Saunders, W., Lawrence, A., Ellis, R.S., Kaiser, N., Efstathiou, G., Rowan-Robinson, M., 1992, *MNRAS* **256**, 477
- Moss, C., Whittle, M., Irwin, M.J., 1988, *MNRAS* **232**, 381
- Mouri, Taniguchi, 1992, *ApJ* **386**, 68
- Nilson, P., 1973, *Uppsala General Catalogue of Galaxies Uppsala: Royal Sciences of Uppsala*
- Olive, K.A., Schramm, D.N., Steigman, G., Walker, T.P., 1990, *Phys.Lett. B*, 236, 454
- Olive, K.A., Steigman, G., Walker, T., 1991, *Ap.J.*, **380**, L1
- Osterbrock, D.E. & Cohen, R.D., 1982, *ApJ* **261**, 64
- Osterbrock, D.E., 1987, en "Observational Evidence of Activity in Galaxies", Edit. Ye. Khachikian, K.J. Fricke & J. Melnik, *IAU Symp.* **121**, p. 109
- Osterbrock, D.E., 1989, *Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei*, Ed. University Science Books
- Osterbrock, D.E. & Martel, A., 1993, *ApJ* **414**, 552
- Pagel, B.E.J., 1990, en: *Barionic dark matter*, p. 237 ed Lynden-Bell, Dordrecht
- Pagel, B.E.J., Simonson, E.A., Terlevich, R.J., Edmunds, M.G., 1992, *M.N.R.A.S.*, **255**, 325
- Pagel, B.E.J., Terlevich, R.J., Melnick, J., *P.A.S.P.*, **98**, 1005
- Pagel, B.E.J., en: *The Big Bang and element creation*, p.19, *Phil.Trans.R.Soc.*, Londres A, 307
- Paturel, G., Fouqué, P., Botinelli, L. & Gouguenheim, L., 1989, *A&AS* **80**, 299
- Peebles, P.J.E., 1966, *Ap.J.*, **146**, 542
- Peimbert, M., Torres-Peimbert, S., 1974, *Ap.J.*, **193**, 327
- Peimbert, M., Torres-Peimbert, S., 1976, *Ap.J.*, **203**, 581
- Peimbert, S., 1985, en: *Star Forming Dwarf Galaxies*, p.403, Editions Frontieres, Gif sur Yvette
- Peimbert, M., Torres-Peimbert, S., *AsAstrop.*, 1992, **253**, 349
- Pesch, P. & Sanduleak, N., 1983, *ApJS* **51**, 171
- Pesch, P., Sanduleak, N. & Stephenson, C.B., 1991, *ApJS* **76**, 1043

- Petrosian, A.R., 1981, *Afz* **17**, 421
- Petrosian, A.R., Sahakian, K.A., & Khachikian, E.Y e., 1983, *Afz* **19**, 619
- Pogge, R.W., & Eskridge, P.B., 1987, *AJ* **93**, 291
- Pogge, R.W., & Eskridge, P.B., 1993, *AJ* **106**, 1405
- Prestwich, A.H., Joseph, R.D., Wright, G.S., 1994, *ApJ* **422**, 73
- Prieto, A., Wamsteker, W., Danks, A.C., Kunth, D., Vitores, A.G., 1986, *A&A* **168**, 253
- Rego, M., Zamorano, J. & González-Riestra, R., 1989, *A&AS* **79**, 443
- Rego, M., Cordero, M., Zamorano, J. & Gallego, J., 1993, *AJ* **105**, 427
- Rego, M., Zamorano, J., Gallego, J., Vitores, A.G., 1994, *A&A* **281**, 348
- Reiz, A., 1941, *Annals Obs. Lund.* 9
- Salzer, J.J. & MacAlpine, G.M., 1988, *AJ* **96**, 1192
- Salzer, J.J., 1989, *ApJ* **347**, 152
- Salzer, J.J., Aldering, G.S., Bothun, G.D., Mazzarella, J.M., Lonsdale, C.J., 1988, *AJ* **96**, 1511
- Salzer, J.J., MacAlpine, G.M., 1988, *AJ* **96**, 1192
- Salzer, J.J., MacAlpine, G.M., Boroson, T.A., 1989, *ApJS* **70**, 479
- Sandage, A., 1975, *Galaxies and the Universe* University of Chicago press
- Sandage, A., Tammann, G.A., 1987, *A Revised Shapley-Ames Catalog Bright Galaxies* (2 ed., Washington, DC: Carnegie Institution)
- Sandage, A., Saha, A., Tammann, G.A., Labhardt, L., Schwengeler, H., Panagia, N., Macchetto, F.D., 1994, *ApJ* **423**, L13
- Sanders, D.B., Soifer, B.T., Elias, J.H., Madore, B.F., Matthews, K., Neugebauer, G., Scoville, N.Z., 1988, *ApJ* **325**, 74
- Sanduleak, N., 1987, *ApJS* **63**, 809
- Sauvage, M., Thuan, T.X., 1992, *ApJ Letters* **396**, L69
- Schechter, P.L., 1976, *Ap.J.* **203**, 297
- Schmidt, M., 1968, *ApJ* **151**, 393

- Schmidt, K., Boller, T., 1992, *ESA Space Sciences with Particular Emphasis on High-Energy Astrophysics*, 219
- Schmidt, M., Schneider, D.P., Gunn, J.E., 1986, *ApJ* **306**, 411
- Schramm, D.M., Wagoner, R.V., 1979, *An Rev N Part Sc*, **27**, 37
- Searle, L., Sargent, W.L.W., 1972, *ApJ* **173**, 25
- Sekiguchi, K., 1987, *ApJ* **316**, 145
- Silk, J., 1993, comunicación privada
- Smith, M.G., 1975, *ApJ* **202**, 591
- Smith, M.G., Aguirre, C. & Zemelmann, M., 1976, *ApJS* **32**, 217
- Soifer, B.T. *et al.* 1984, *ApJ Letters* **278**, L71
- Stasinska, G., 1980, *A&A* **84**, 320
- Stasinska, G., 1990, *A&AS* **83**, 501
- Strauss, M.A., Davis, M., 1988, Vatican Study Week, "Large Scale Motions in the Universe"
- Strauss, M.A., Davis, M., Yahil, A., & Huchra, J.P., 1990, *ApJ* **361**, 49
- Takase, B. & Miyauchi-Isobe, N., 1984, *Ann Tokyo Astron. Obs.*, serie 2 **19**, 595
- Takase, B. & Miyauchi-Isobe, N., 1991, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan* **2**, 7
- Takase, B. & Miyauchi-Isobe, N., 1993, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan* **3**, 169
- Takase, B., Noguchi, T. & Maehara, H., 1983, *Ann Tokyo Astron. Obs.*, serie 2 **19**, 440
- Taylor, R.J., 1968, *Nature*, **217**, 433
- Taylor, R.J., 1990, *Q.J.R.astr.Soc.*, **31**, 371
- Terlevich, E. & Terlevich, R.J., 1989, *Spectroscopy with the CCD on the INT, Isaac Newton Group User Manual VII*
- Terlevich, R., Melnick, J., Masegosa, J., Moles, M. & Copetti, M.V.F., 1991, *AAS* **91** 285
- Thuan, T., 1983, *ApJ* **268**, 667
- Tift, W.G., Kirshner, R.P., Gregory, S.P., & Moody, J.W., 1986, *ApJ* **310**, 75

- Vacca, W.D., Conti, P.S., 1992, *ApJ* **401**, 543
- de Vaucouleurs, G., & de Vaucouleurs, A., 1976, *AJ* **81**, 595
- de Vaucouleurs, G., de Vaucouleurs, A., Corwin, H.G., Buta, R.J., Paturel, G., Fouqué, P., 1991, *Third Reference Catalogue of Bright Galaxies*, ed. Springer-Verlag, Heidelberg
- Véron-Cetty, M.E. & Véron, P., 1989 *A catalogue of Quasars and Active Nuclei*, 4th edn, ESO Scientific Report No.7
- Veilleux, S. & Osterbrock, D.E., 1987, *ApJS* **63**, 295
- Vitores, A.G., 1995, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid
- Vorontsov-Velyaminov, B.A., 1959, *Atlas and catalog of interacting galaxies* Sternberg Inst Moscow State University
- Vorontsov-Velyaminov, B.A. & Arhipova, V.P., 1963, *Morphological catalog of galaxies, part III* Moscow State University
- Vorontsov-Velyaminov, B.A. & Arhipova, V.P., 1964, *Morphological catalog of galaxies, part II* Moscow State University
- Vorontsov-Velyaminov, B.A. & Arhipova, V.P., 1968, *Morphological catalog of galaxies, part IV* Moscow State University
- Vorontsov-Velyaminov, B.A. & Arhipova, V.P., 1974, *Morphological catalog of galaxies, part V* Moscow State University
- Vorontsov-Velyaminov, B.A. & Kranogorskaja, A.A., 1962, *Morphological catalog of galaxies, part I* Moscow State University
- Wagoner, R.V. 1990 en: *Modern Cosmology in retrospect*, p. 159 Cambridge Univ. Press, Cambridge
- Wagoner, R.V., Fowler, W.A., Hoyle, F., 1967, *Ap.J.* **148**, 3
- Walker, T.P., et al, 1991, *Ap.J.* **376**, 51
- Walterbos, R.A.M., 1986, Tesis Doctoral, Universidad de Leyden
- Walterbos, R.A.M., & Schwing, P.B.W., 1987, *A&A* **180**, 27
- Wamsteker, W., Prieto, A., Vitores, A.G., Schuster, H.E., Dansks, A.C., González-Riestra, R. & Rodríguez-Caderot, G., 1985, *A&AS* **62**, 255
- Wasilewski, 1982, Tesis Doctoral, Case Western Reserve University
- Wasilewski, A.J., 1983, *ApJ* **272**, 68

- Whitford, A.E., 1958, *AJ* **63**, 201
- Wielen, R., 1989, *Proceedings of the International Conference on Dynamics and Interactions of Galaxies*, Springer-Verlag, Heidelberg
- Woltjer, L., 1990, *Lecture Notes of the Saas-Fee Advanced Course 20 on Active Galactic Nuclei*, Springer-Verlag, Heidelberg
- Wynn-Williams, C.G., 1982, *Ann. Rev. A&A*, **20**, 587
- Yang, J., Turner, M.S., Steigman, G., Schramm, D.N., Olive, K.A., 1984, *Ap.J.*, **281**, 493
- Zamorano, J., 1985, Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid
- Zamorano, J., Rego, M., 1985, *A&AS* **62**, 173
- Zamorano, J., Rego, M., González-Riestra, R. & Rodríguez-Caderot, G, 1990, *Ap&ASS* **170**, 353
- Zamorano, J., Gallego, J., Rego, M., Vitores, A.G., & González-Riestra, R., 1992, *AJ* **104**, 1000
- Zamorano, J., Rego, M., Gallego, J., Vitores, A.G., González-Riestra, R. & Rodríguez-Caderot, G, 1994, *ApJS* Diciembre (en prensa)
- Zwicky, F. & Herzog, E., 1963, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, Pasadena: California Institute of Technology
- Zwicky, F., 1971, *Catalogue of Selected Compact Galaxies and Post-Eruptive Galaxies* (Guemligen: F.Zwicky)

Apéndice C

Glosario de siglas

ANOM Galaxia anónima listada en el catálogo RC2 (de Vaucouleurs *et al.* 1976)

ARAK Galaxia del catálogo de Arakelian (1975)

ARP Galaxia del catálogo de objetos peculiares de Arp (1966)

BCD Galaxia enana compacta azul (*Blue Compact Dwarf galaxy*)

CG Galaxia de la exploración de Case (Pesch & Sanduleak 1983)

DANS Galaxia de pequeño tamaño con Brote de Formación Estelar (*Dwarf Amorphous Nuclear Starburst*)

ELG Galaxia con Líneas de Emisión (*Emission Line Galaxy*)

EW Anchura Equivalente (*Equivalent Width*)

FF Imagen de iluminación uniforme (*Flat Field*)

FIR InFrarrojo Lejano (*Far Infrared*)

FWHM Anchura a media altura de una línea (*Full Width Half Maximum*)

HIH Galaxia con Formación Estelar Violenta (*HII Galaxy*)

IC Galaxia del *Index Catalogue* (Dreyer 1910)

IMF Función Inicial de Masa (*Initial Mass Function*)

INT Telescopio Isaac Newton, del Observatorio del Roque de los Muchachos

IRAS Satélite Astronómico Infrarrojo (*InfraRed Astronomical Satellite*)

KARA Galaxia de las listas de Karachentsev (1972)

- KAZ** Galaxia de las listas de Kazarian *et al.* (1980)
- KUG** Galaxia con exceso en el ultravioleta de las listas del Observatorio de Kiso (Takase *et al.* 1993)
- KW** Galaxia Seyfert de Khachikian & Weedman (1974)
- LF** Función de Luminosidad (*Luminosity Function*)
- LINER** Galaxia con emisión de baja ionización en el núcleo (*Low Ionization Nuclear Emission Region*)
- MCG** Galaxia de las listas de Vorontsov-Velyaminov & Krasnogorskaja (1962) y de Vorontsov-Velyaminov & Arhipova (1963, 1964, 1968 y 1974)
- Mk** Galaxia con exceso en el ultravioleta de las listas de Markarian (1967) y Markarian *et al.* (1981)
- N** Galaxia del *New General Catalogue* de Dreyer (1888)
- PB** Galaxia presente en las placas de Monte Palomar tomadas en el azul
- POSS** Atlas fotográfico del Observatorio de Monte Palomar (*Palomar Observatory Sky Survey*)
- PSC** Catálogo de fuentes puntuales IRAS (*Point Source Catalog*)
- REIZ** Galaxia de las listas de Reiz (1941)
- SAO** Catálogo de estrellas del *Smithsonian Astronomical Observatory*
- SBN** Galaxia con Brote de Formación Estelar en el Núcleo (*StarBurst Nuclei*)
- SBSS** Segunda exploración del Observatorio de Byurakan (*Second Byurakan Sky Survey*)
- SFR** Tasa de Formación Estelar (*Star Formation Rate*)
- U** Galaxia del *Uppsala General Catalogue* UGC (Nilsson 1973)
- UCM** Universidad Complutense de Madrid
- UM** Universidad de Michigan
- VV** Galaxia en interacción de la lista publicada por Vorontsov-Velyaminov (1959)
- WAS** Galaxia con emisión en el azul (Wasilewski 1983)
- Zw** Galaxia del catálogo de Zwicky *et al.* 1963; Zwicky 1971)

Apéndice D

Glosario de símbolos

a años.

α Pendiente de la función de luminosidad.

$secz$ Masa de aire correspondiente a una observación.

E_{B-V} Exceso de color.

f_ν Flujo monocromático en la frecuencia ν .

F_n Flujo IRAS en la banda de n micras.

H_0 Constante de Hubble.

$K(\lambda)$ Curva de extinción.

$\log \phi(M_B)$ Número de galaxias por intervalo de magnitud por megaparsec cúbico.

$L_{H\alpha}$ Luminosidad en la línea de emisión $H\alpha$.

L_{FIR} Luminosidad en el infrarrojo lejano.

L_\odot Luminosidad del Sol.

λ Longitud de onda.

$m_{H\alpha}$ Magnitud aparente sintética en la línea $H\alpha$.

m^* Magnitud límite que determina en que momento deja de ser completa una muestra de objetos.

M_\odot Masa del Sol.

M_d Masa de polvo.

m_r Magnitud aparente en la banda r de Gunn–Thuan.

M_r Magnitud absoluta en la banda r de Gunn–Thuan.

[O/H] Abundancia relativa de Oxígeno.

r Distancia.

V_{max} Volumen encerrado en una circunferencia cuyo radio es el desplazamiento al rojo máximo al que es visible un objeto.

Y Abundancia de Helio de una galaxia (en masa).

Y_p Abundancia de Helio primordial.

z Desplazamiento al rojo.

Z_{\odot} Metalicidad solar.