

PNeblulae

articoli

Abell 35

Diego Barucco

www.pnebulae.altervista.org

Caratteristiche fisiche

Abell 35 è una fra le planetarie più studiate del catalogo Abell se consideriamo nello specifico il gruppo di quelle che superano dimensioni tali da essere considerate delle planetarie giganti, la ragione è da ricercare in alcune precise caratteristiche che riguardano sia la stella centrale che le sue proprietà fisiche, le quali saranno qui approfondite.

La nebulosa è collocata all'interno della costellazione dell'Idra quasi al confine con la costellazione del Corvo, con una dimensione angolare di $16' \times 11'$ d'arco, che alla distanza di 330 pc equivalgono mediamente a 1,57 pc di estensione fisica, pertanto Abel 35 appartiene al gruppo delle più vicine planetarie del sistema solare; stime più recenti però indicano una distanza molto inferiore attestata a 160 pc che ridimensionano di almeno la metà le dimensioni fisiche stimate.

L'estensione e la morfologia visibili nelle immagini anche amatoriali non mostrano elementi di elevata simmetria, piuttosto sono chiaramente visibili strutture di interazione con il mezzo interstellare (ISM), che conseguono ad una prima

valutazione sommaria ad una condizione evolutiva avanzata della struttura nebulare sotto il profilo cinematico; a questo si aggiunge la evidente stratificazione della ionizzazione causata da una stella centrale ormai prossima a divenire a tutti gli effetti una nana bianca.

La disamina di questo interessante oggetto quindi deve essere affrontata in tutti i suoi aspetti nebulari e stellari poiché, come già anticipato, Abell 35 è una nebulosa planetaria nella quale possiamo osservare e studiare diversi elementi che riguardano sia un'attiva interazione della struttura nebulare con l'ISM ma anche più specificatamente gli effetti dell'evoluzione di sistemi binari stretti con oggetti stellari nel corso finale dell'evoluzione; infatti, la stella centrale che ha prodotto la nebulosa appartiene ad un sistema binario, dove la seconda componente è una stella di tipo G8. Tale condizione porta ad osservare il percorso evolutivo in fase pre-eiezione della planetaria ma anche a presagire futuri sviluppi di post-eiezione, dove non è immancabile il riferimento ad un possibile percorso evolutivo verso un sistema a

carattere cataclismico. Sappiamo come l'attrazione gravitazionale di una nana bianca può condurre a fenomeni di trasferimento di massa da una stella compagna verso un disco di accrescimento, oltre il quale l'eccessivo accumulo di materia può in seguito generare reazioni esplosive. Vedremo però come il sistema Abell 35 pone delle interessanti problematiche ancora lungi da una chiara definizione.

La marcata stratificazione della ionizzazione divide la planetaria in modo approssimativo in due regioni, quella più interna è caratterizzata dalla prevalenza di [O III] ed ha una forma tondeggiante piuttosto regolare in quanto la

distribuzione è simmetrica rispetto alla stella centrale, questa rappresenta quindi la regione di spazio ancora soggetta alla radiazione UV in condizioni di medio-alta energia. Qui possiamo riconoscere grossomodo la sfera di Stömgren che divide la zona soggetta a ionizzazione da quella neutra esterna. La regione esterna se fotografata con filtri H α o [N II] non mostra la stessa simmetria distributiva, in quanto essa è il risultato di una fluorescenza dovuta alla prevalenza di ricombinazione elettronica sulla ionizzazione, qui gli effetti della radiazione stellare sono limitati o assenti del tutto. In quest'area sono particolarmente evidenti a S due strutture simili a linee parallele,

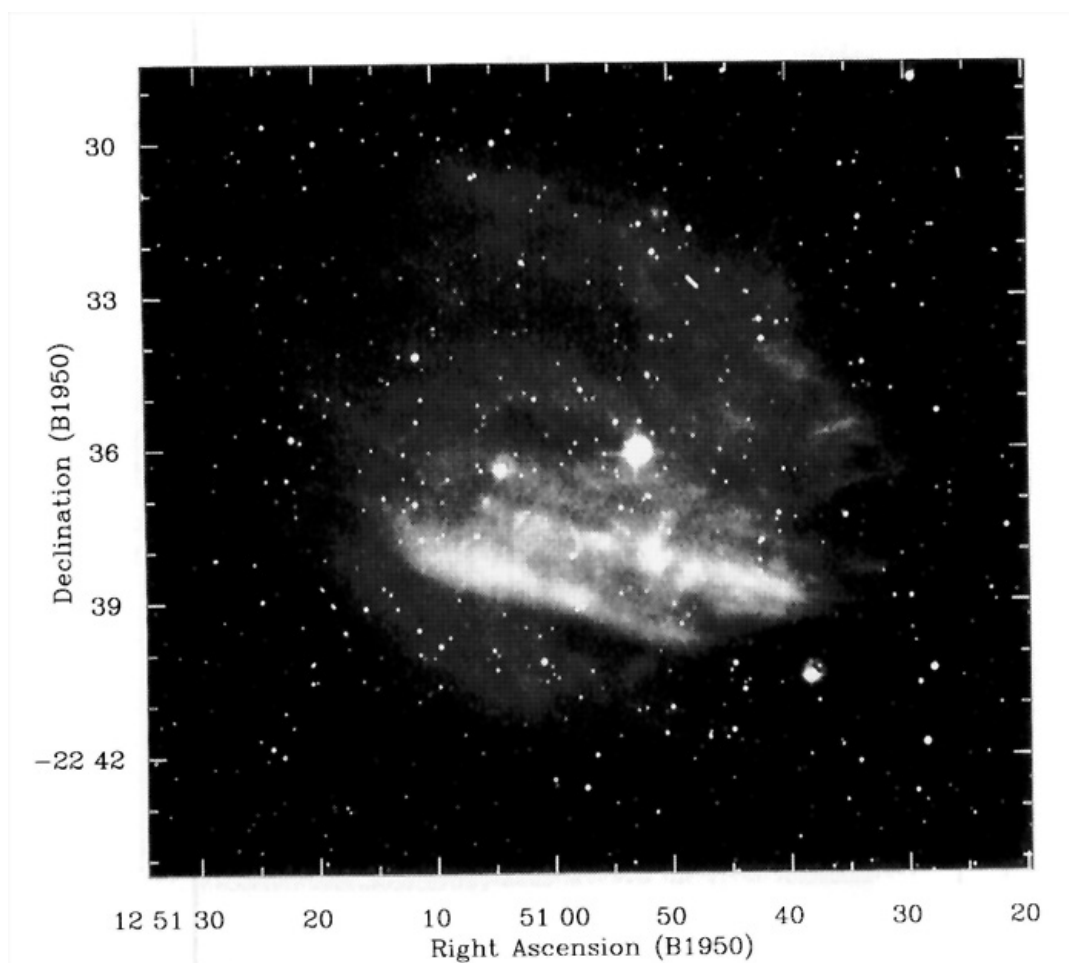


Figura 1 - Immagine in H α di Abell 35 che mostra la notevole luminosità delle due barre causate da un'intensa interazione con l'ISM (da Hollis et al., 1996).

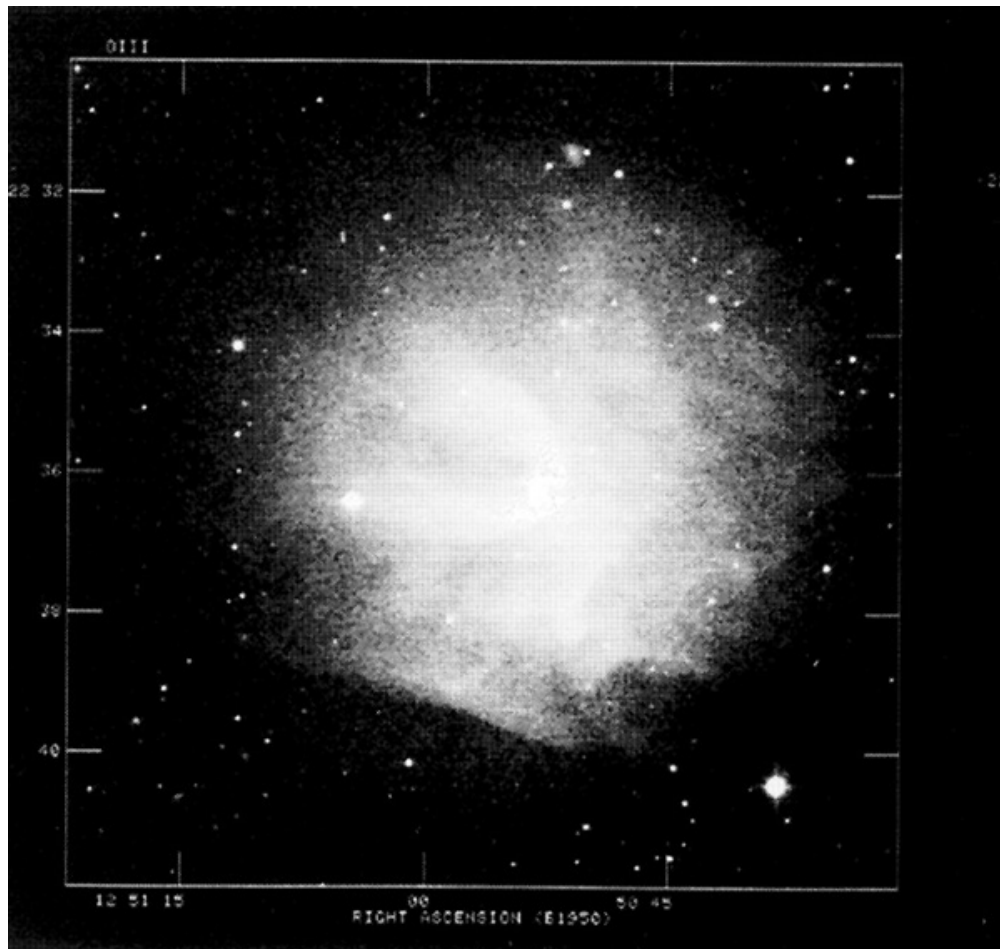


Figura 2 - La nebulosa ripresa in [OIII] che mostra un aspetto molto diverso rispetto a quanto visto in H α . L'emissione si distribuisce in modo circolare attorno alla stella centrale e le due barre di interazione ISM non sono predominanti (da Hollis et al., 1996).

ben visibili soprattutto in H α , ma anche distinguibili in [N II] e in [O II]; queste strutture possono essere molto ben interpretate come la manifestazione di un'intensa interazione con l'ISM, che giustificherebbe il carattere di maggiore brillantezza in H α come un effetto termico di ionizzazione secondaria.

A livello morfologico la planetaria presenta un allungamento in direzione SSE-NNW, a W il margine è molto diffuso ma regolare con un profilo ellittico (Sh, figura 3) che termina ad E dove appare una struttura con un vago profilo parabolico (P2, figura 3), che si raccorda a S con le due brillanti strutture parallele (It, figura 3) citate prima. All'interno distinguiamo il limite

della sfera di Stömgren (ST, figura 3) ed al centro la brillante stella centrale che corrisponde ad una stella gialla di tipo G8 la cui compagna, non visibile, è la fonte ionizzante della nebulosa. Il sistema binario centrale è circondato da un'interessante struttura dal profilo parabolico (P1, figura 3) come un fronte di impatto all'interno della planetaria stessa che potrebbe essere messo in relazione con la prima struttura più esterna con cui sembra essere parallela.

Hollis et al. (1996) hanno esaminato con precisione la questione deducendo che questa struttura parabolica interna è il frutto dell'interazione fra il vento stellare proveniente dal sistema centrale e

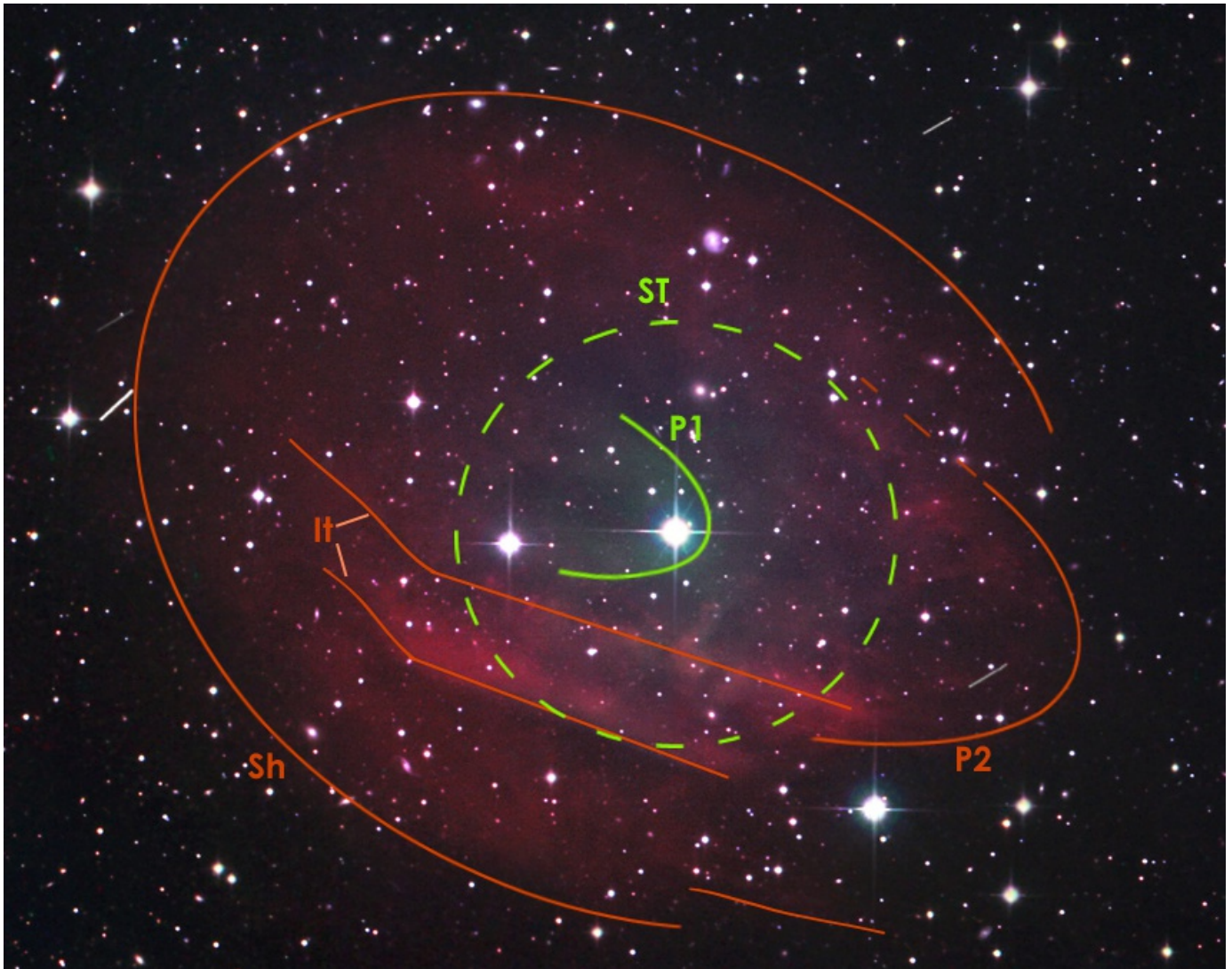


Figura 3 - Struttura schematica della planetaria. ST - limite dell'emissione [OIII] e sfera di Stömgren; P1 - struttura parabolica attorno al sistema centrale; P2 - struttura parabolica esterna; It - barre di interazione con ISM; Sh - confine esterno della planetaria non soggetto ad interazione (immagine di di Ernst von Voigt e Dietmar Böcker dal Capella-Observatory <http://www.capella-observatory.com/>).

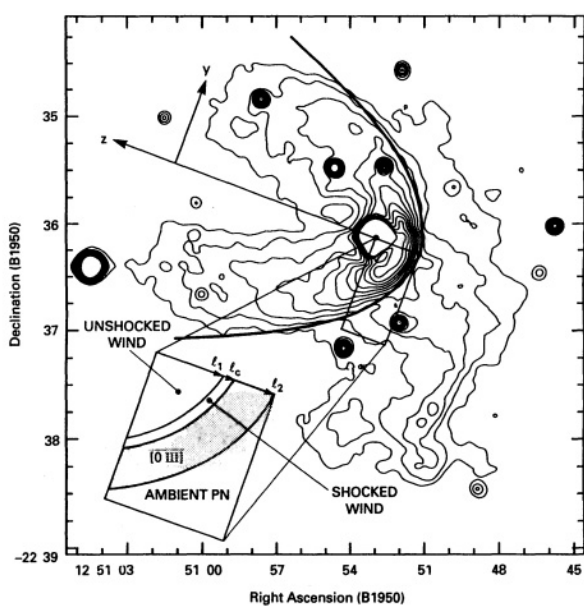
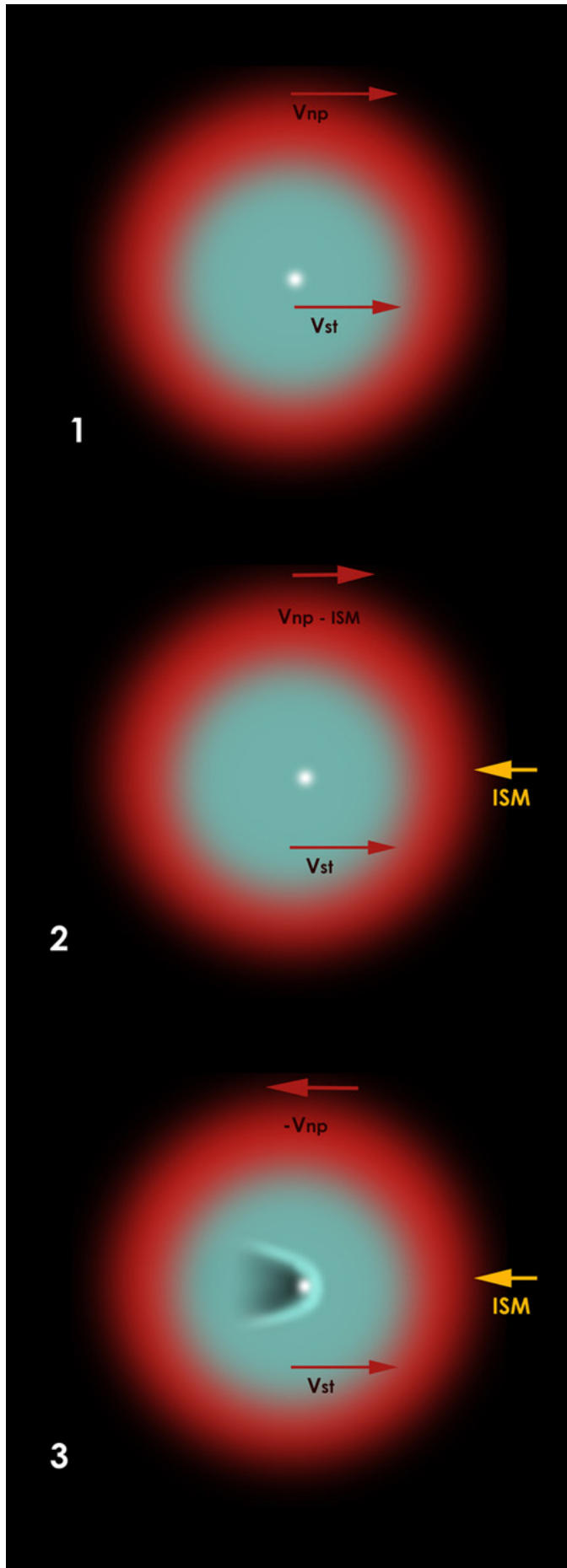


Figura 4 - Schema dell'intensità dell'emissione di [OIII] attorno al sistema centrale dove si osserva la struttura parabolica (da Hollis et al., 1996).

l'ambiente della planetaria ricco di polveri e gas; questa può essersi generata dal gioco di due fattori: 1) il moto supersonico registrato dal sistema binario valutato a 150 km/s; 2) la forte interazione con l'ISM che ha provocato un notevole rallentamento della massa nebulara. Il secondo punto è la chiave per interpretare la formazione della struttura parabolica, infatti, è plausibile pensare come inizialmente il sistema stella/nebulosa avesse un comportamento che possiamo approssimare ad un unico corpo rigido con uno spostamento solidale di moto proprio; nel momento in cui però la nebulosa in



espansione ha iniziato a subire gli effetti di interazione con l'ISM, potrebbe essere accaduto un fenomeno di rallentamento così marcato da far "rimbalzare" la nebula invertendone il moto e provocando in tal modo la formazione di un fronte d'impatto con il sistema binario stalla/nana ed in particolare con il vento stellare. Il principio è lo stesso di quando tiriamo un sasso in aria, l'accelerazione di gravità tenderà a rallentare il sasso fino a fermarlo per poi invertire il moto; nel nostro caso la forza che provoca l'arresto e il l'inversione del moto è proprio l'ISM che agisce come un vero e proprio campo di forze.

Molto importante è anche l'estrema velocità iniziale di 150 km/s in quanto ciò garantisce uno scontro più energetico fra la nebula e il sistema binario centrale.

Enigmatica è invece la seconda struttura lobata osservabile nell'area esterna a bassa ionizzazione non visibile nel lavoro di Hollis et al. (1996) ma evidente in immagini profonde in $H\alpha$. Il profilo e la direzione sono concordi con la struttura parabolica interna anche se è improbabile imputare l'origine ad un interazione fra il vento stellare e il moto della planetaria rallentato dall'ISM, in quanto a quella

Figura 5 - Riassunto della ipotesi di inversione delle velocità di moto per la spiegazione della formazione della struttura parabolica. 1) Fase iniziale con le velocità di spostamento della stella (V_{st}) e della nebula (V_{np}) uguali; 2) Fase iniziale di interazione con l'ISM con conseguente diminuzione di V_{np} ; 3) Fase attuale di inversione del moto nebulare rispetto al sistema centrale e sviluppo del fronte di impatto parabolico.

distanza il vento proveniente dal nucleo non è più influente. E' possibile però ipotizzare che questa si sia originata in una fase antecedente o iniziale di eiezione della planetaria sempre per effetto dell'elevato moto proprio.

Esistono diverse planetarie che mostrano effetti così accentuati di interazione con l'ISM tanto da distorcere le masse nebulari fino ad assumere questi particolari profili parabolici, una di queste è certamente la nebulosa EGB 4, planetaria con la quale Abell 35 condivide una condizione evolutiva avanzata e un sistema binario

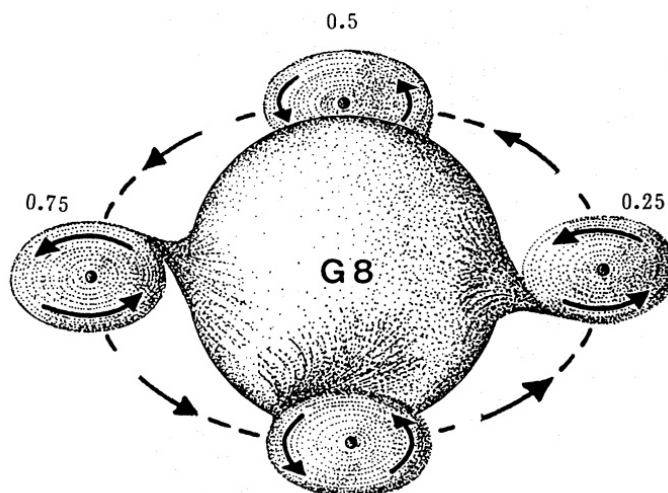


Figura 6 - Modello del sistema binario con disco di accrescimento basato sulle curve luce ottenute alla fine degli anni '80 (da Acker & Jasiewicz, 1990).

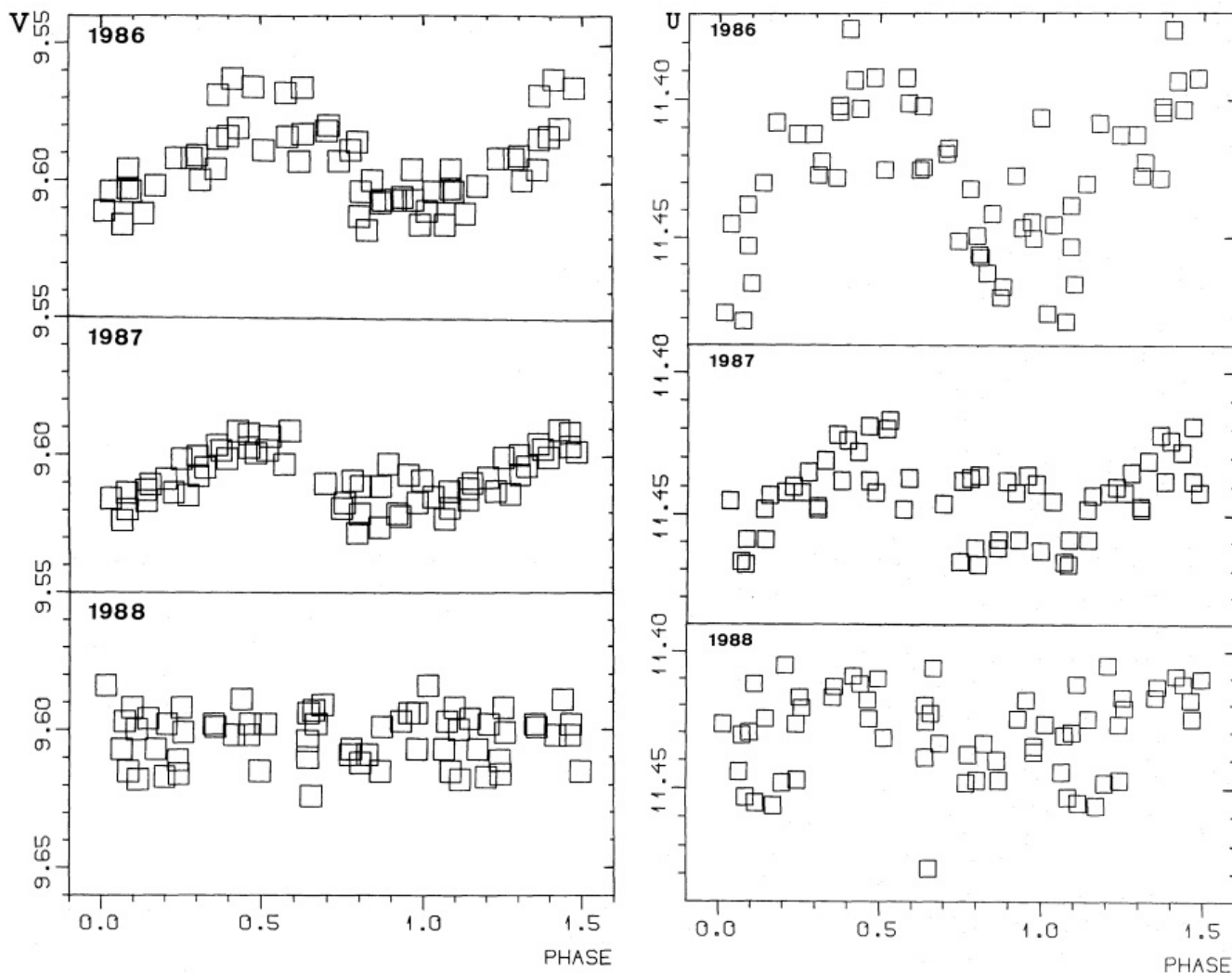
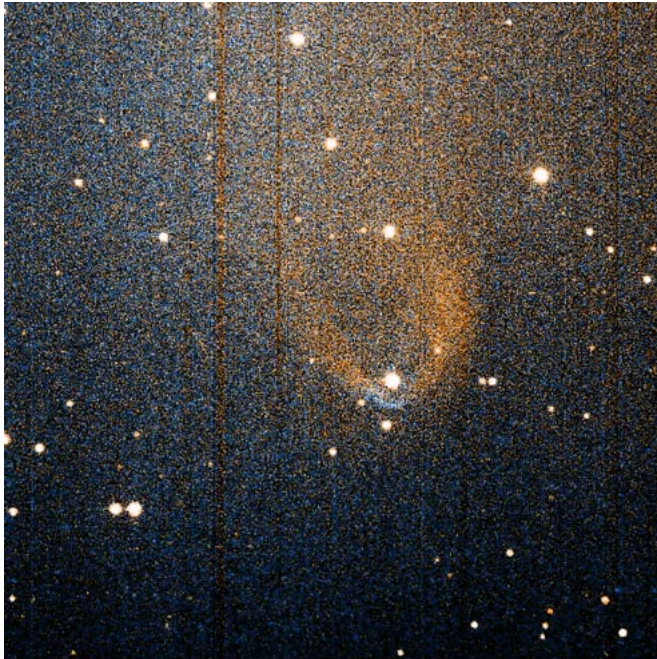


Figura 7 - Curve luce di un'intera fase in V e U dell'oscillazione luminosa di 18 ore circa riscontrata nel nucleo di Abell 35 dagli autori (da Acker & Jasiewicz, 1990).



EGB 4 G143.6+23.8 06:29.6 +71:04:00, R:G:B=log(H α +NII), both, log(OIII)
 "The IAC morphological catalog of northern galactic planetary nebulae"
 A. Manchado, M.A. Guerrero, L. Stanghellini, M. Serra-Ricart, 1996, ed. IAC

Figura 8 - Immagine di EGB 4, nebulosa planetaria che mostra molte analogie con quanto riscontrato in Abell 35.

centrale stella-nana che potrebbe dare seguito a variazioni cataclismiche; purtroppo però al momento non sono disponibili pubblicazioni approfondite su EGB 4 per analizzare ulteriori confronti.

Come già anticipato all'inizio l'interesse per il sistema binario centrale è alto da parte degli studiosi in quanto potrebbe essere considerato un modello evolutivo di sistemi binari stretti che possono portare alla formazione delle variabili cataclismiche. Le caratteristiche fisiche di questo sistema sono state parecchio discusse nel corso degli ultimi anni; Acker & Jasiewicz (1990) analizzando le variazioni di magnitudine del sistema fra l'86 e l'88 riscontrarono un'oscillazione ciclica di circa 18 ore confrontabile con una variazione radiale della velocità. Gli autori quindi dedussero che tale fluttuazione fosse dovuta al tempo di rivoluzione del sistema dal quale si ricava il

modello di un sistema binario stretto fra un stella sub-gigante di tipo G8 all'interno del suo lobo di Roche, dove dal punto langrangiano 1 il compagno collassato acquisisce materia fotosferica creando un disco di accrescimento. La massa della nana fu stimata intorno a 0,5 Mo, e 1,5 Mo per la G8, mentre il piano d'inclinazione a circa $15^\circ \pm 5^\circ$ con la conseguenza di provocare solo parziali eclissi del disco di accrescimento che resta visibile per tutta la fase di oscillazione così come fu dimostrato dagli autori dall'osservazione della variazione dell'intensità ciclica della riga di emissione dell'H α .

Gatti et al. (1996) svolgono uno studio molto più approfondito riguardo ai periodi di oscillazione della velocità radiali su un ampio spettro temporale, confermando come fra periodi di lungo e medio termine il più plausibile resta l'oscillazione di 18 ore di 5 km/s nella zona blu dello spettro in concordanza con le variazioni fotometriche. Tuttavia in un più recente lavoro, Harold & Bianchi (2002) offrono uno scenario modificato sulla base di dati più accurati. Gli autori, usufruendo anche del telescopio spaziale Hubble, confermano una massa di 0,5 Mo per la nana ma ottengono un valore di 0,8 per la stella G8 che è quindi declassata da sub gigante a stella quasi di tipo solare G0. La risoluzione dello strumento consente anche di stimare accuratamente una separazione angolare fra 0,08" e 0,14" d'arco, che alla distanza di 160 pc equivalgono a 18-24 UA, il che escluderebbe sia l'idea di un trasferimento di massa stella-nana, sia l'ipotesi che la planetaria possa essersi evoluta da un

involuppo comune che avvolgeva l'intero sistema binario, vista anche la mancanza di strutture toroidali relitte. Inoltre una tale separazione indica un tempo di rivoluzione di 10 anni.

Dall'attenta analisi sia dello spettro che delle caratteristiche fisiche nebulari, gli autori hanno determinato una

temperatura di 80.000 K della nana ed una classe spettrale DAO, mentre dall'analisi delle densità dei gas nebulari ionizzati dell'idrogeno molecolare e dalle curve evolutive si è potuto stimare una massa iniziale del progenitore di circa 3,2 Mo.

Resta quindi ancora da chiarire a cosa siano effettivamente dovute le oscillazioni

L'approccio amatoriale

Abell 35 è una planetaria molto interessante, pertanto non dovrebbe sfuggire all'occhio dell'astrofilo più attento, in virtù di tutti gli elementi peculiari esaminati nel paragrafo precedente che possono essere colti ed ben approfonditi anche con strumentazioni amatoriali. A tutto ciò si

aggiunge il fatto che rispetto ad altre planetarie di grandi dimensioni, Abell 35 è accessibile senza applicare grandi sforzi benché non vanti di una luminosità superficiale molto elevata.

La ripresa di questo oggetto necessita l'attenzione su alcuni punti: 1) la notevole stratificazione della ionizzazione rende

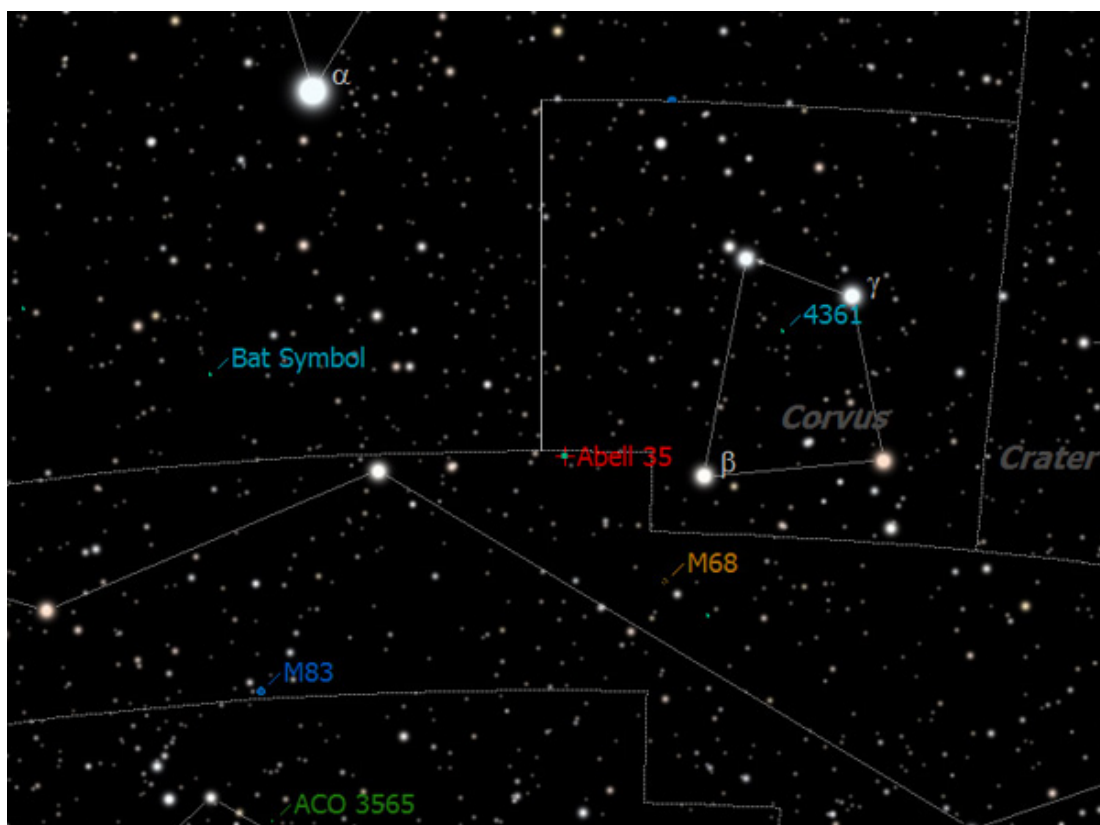


Figura 9 - Largo campo che mostra Abell 35 nel cielo primaverile (mappa da SkyTools 3 pro).

inutile l'esecuzione di una quadricromia usando come luminanza il canale $H\alpha$, poiché come abbiamo visto in precedenza la planetaria mostra un deficit di idrogeno ionizzato al centro, per cui una luminanza del genere darebbe come risultato una mappatura colore errata e non rappresentativa della reale distribuzione

delle specie ioniche; 2) la bassa luminosità superficiale impone degli accorgimenti non banali per la ripresa con filtri RGB specie se effettuata sotto cieli non particolarmente bui questo a causa dell'altezza sull'orizzonte che raggiunge dalle latitudini italiane.

Onde poter ottenere dati completi sarebbe

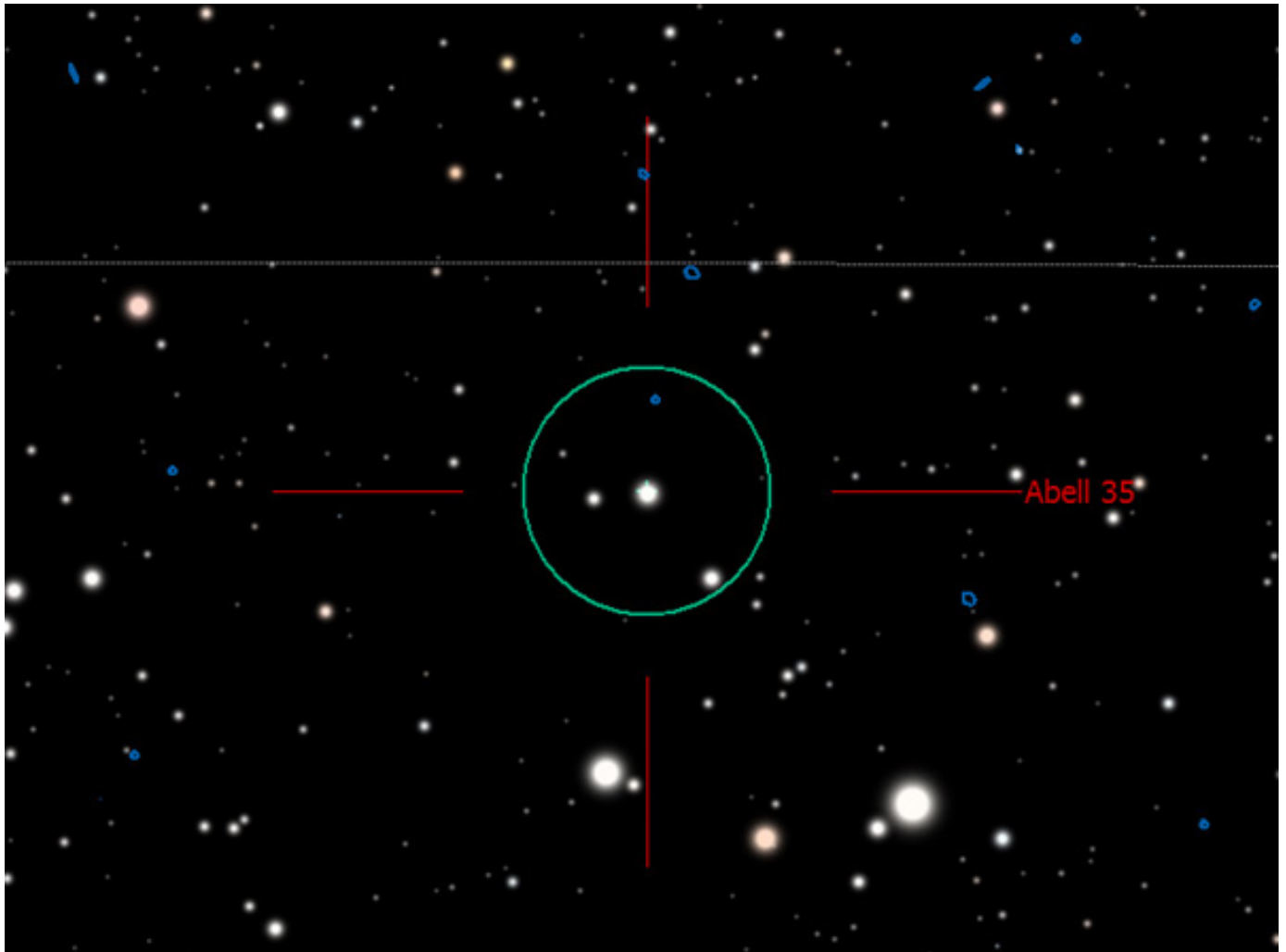


Figura 10 - Mappa più ristretta che mostra il campo stellare dove sono numerose le galassie di fondo (mappa da SkyTools 3 pro).

necessario avere una ripresa RGB o LRGB con luminanza neutra, e immagini separate in $H\alpha$, [OIII] e possibilmente [N II]. Il settore più brillante della planetaria è a sud dove si sviluppano le due strutture rettilinee parallele provocate dall'interazione con l'ISM.

Molto importante potrebbe essere una ripresa profonda nel canale dell'idrogeno

ionizzato per evidenziare meglio le zone esterne ma ancora di più con un filtro [N II] in banda molto stretta, al fine di osservare il rapporto tra le due lunghezze d'onda e quindi evidenziare altre strutture in possibile interazione con l'ISM; sappiamo infatti come questo tipo di interazione tenda ad alterare il rapporto $H\alpha/[N II]$ e in Abell 35, data l'elevata velocità di



Figura 11 - La bellissima immagine del Capella Observatory con il telescopio Ganimede da 60 cm e CCD ST10XME (immagine di Ernst von Voigt e Dietmar Böcker dal Capella-Observatory <http://www.capella-observatory.com/>).

spostamento e quindi di shock, tali effetti risultano particolarmente intensi.

Può certamente interessante gli astrofotografi che sono alla ricerca di soggetti affascinanti, la segnalazione che il campo di Abell 35 è letteralmente cosparso di moltissime distanti galassie. La bellissima immagine di (immagine Capella Osservatorio autori) sicuramente una delle migliori, mostra la planetaria in tutta la sua bellezza e il ricco campo delle molteplici galassie che popolano lo sfondo sia all'interno che all'esterno della nebulosa. Riguardo al periodo di osservabilità,

considerando di avere il culmine alla mezzanotte il periodo migliore per effettuare delle osservazioni o delle riprese al telescopio va dalla fine di febbraio alla metà di maggio, è necessario però sottolineare che essendo un oggetto del cielo australe, dalle nostre latitudini l'altezza al culmine va da circa 25° a 30°; non si avranno quindi molte ore a disposizione per avere le condizioni sufficienti almeno per ciò che riguarda direttamente le sessioni astrofotografiche, per cui sarà necessario distribuire il tempo di ripresa in più giorni.

Abell 35 - Dati

Coordinate J2000 – RA: 12h 53m 41,4s

Dec: -22° 51' 42,3"

Dimensione angolare: 16'x11'

Distanza: 330-160 pc

Dimensioni fisiche: 1,57 - 0,7 pc

Età stimata: 55.000 anni

Costellazione: Idra

Anno della scoperta: 1986

The peculiar planetary nebula Abell 35 - 1981 - Jacoby, G. H. - *Astrophysical Journal*, Part 1, vol. 244, Mar. 15, 1981, p. 903-911.

Chemical abundances of cold stars in binary nuclei of Abell 35-type Planetary Nebulae - 1997 - Jasniewicz, G.; Thevenin, F.; Acker, A. - *Planetary nebulae, Proceedings of the 180th Symposium of the International Astronomical Union (IAU), held in Groningen, The Netherlands, August 26-30, 1996*, edited by H. J. Habing and H. J. G. L. M. Lamers. Publisher: Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997, ISBN: 0792348923, p. 111.

Barium-rich G stars in the nuclei of the planetary nebulae Abell 35 and LoTr5. - 1997 - Thevenin, F.; Jasniewicz, G. - *Astronomy and Astrophysics*, v.320, p.913-919

Ringraziamenti

Si ringrazia Ernst von Voigt e Dietmar Böcker del Capella Observatory per la gentile concessione all'uso della foto pubblicata in copertina e nelle pagine di questo lavoro.

Bibliografia

The nucleus of Abell 35 - A cataclysmic binary? - 1990 - Acker, A.; Jasniewicz, G. - *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 238, no. 1-2, Nov. 1990, p. 325-330.

A radial velocity study of the companion to the central star of Abell 35 - 1997 - Gatti, A. A.; Drew, J. E.; Lumsden, S.; Marsh, T.; Moran, C.; Stetson, P. - *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 291, p. 773

The Binary Central Star of the Planetary Nebula A35 - 2002 - J. E. Herald and L. Bianchi - *The Astrophysical Journal*, 580:434-446.

The Abell 35 Nebula Inside Out - 1996 - Hollis, J. M.; van Buren, D.; Vogel, S. N.; Feibelman, W. A.; Jacoby, G. H.; Pedelty, J. A. - *Astrophysical Journal* v.456, p.644