

Albino Carbognani
Dipartimento di Fisica,
Università di Parma
Sezione Pianeti

Osservazioni di Urano e Nettuno nel 2001

Abstract

The observations of Uranus and Neptune collected by the UAI Planet Section during the year 2001 are analysed. The Uranus disk in some occasion had presented a bright eccentric zone. The different colours of the border probably is an effect of atmospheric refraction. The Neptune disk was featureless. The methane band in the spectra of both planets was registered at different time but none changes was observed. Some indications for the next opposition of remote planets are given.

Introduzione

Agli inizi dello scorso anno, in seno alla sezione pianeti dell'UAI, fu deciso di lanciare una campagna osservativa su Urano e Nettuno [1]. I due pianeti giganti ai confini del Sistema Solare sono soggetti difficili per gli astronomi non-professionisti, tuttavia nel corso del 2001 sono state fatte osservazioni molto interessanti, che spaziano dalle stime visuali di magnitudine, ai disegni, alle immagini CCD per finire nella spettroscopia (tabella 1). In quest'articolo sono esposte e

discusse tutte le osservazioni raccolte. Nell'indicare la longitudine del meridiano centrale del disco si è usato il sistema III, con un periodo di rotazione di 17.24 h, pari a quello del nucleo del pianeta (che si suppone identico al periodo di rotazione del campo magnetico planetario). Il simbolo usato è L_{III} . Gli angoli di posizione sono contati da nord verso est. Per il calcolo di queste quantità si è utilizzato il programma «Phys» [2].

Analisi delle osservazioni di Urano

Le osservazioni di Urano sono distribuite nel periodo che va dal 14 luglio al 4 novembre 2001. Urano era in opposizione il 15 agosto nella costellazione del Capricornus, con diametro apparente di 3.7 secondi d'arco. All'opposizione, la latitudine del punto sub-terrestre era di -25° (polo sud verso la Terra), mentre il valore dell'angolo di posizione dell'asse di rotazione uscente dal polo

nord del pianeta era di 260° (contato da nord verso est).

Dalle 8 stime visuali (ognuna media di tre stime indipendenti), compiute con un binocolo 10x50, risulta che il valore medio della magnitudine [1], ridotta alle condizioni di opposizione standard del pianeta con semiasse maggiore di 19.191 UA (in accordo con il Lowell Observatory), è di 5.74 ± 0.12 all'epoca media 2452143.157 JD (21 agosto 2001, 15:46 UT). Se si confronta questo valore con quello medio del periodo 1987-1997 ottenuto dalla BAA (Br. Astron. Assoc.), pari a 5.59 ± 0.17 [3], si vede che Urano si è mostrato 0.15 magnitudini più debole (13% meno luminoso). Va osservato che la differenza è entro l'errore quadratico medio della misura: la discrepanza può anche non essere significativa. La prima osservazione ricevuta del disco di Urano è un disegno di Frassati eseguito alle 22 UT del 17 luglio

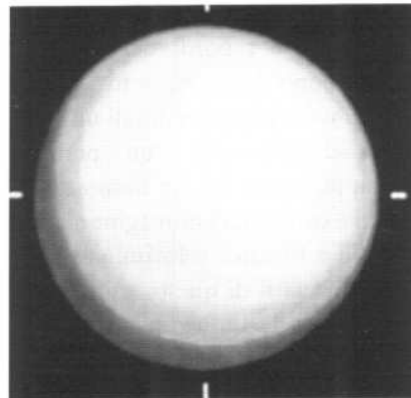
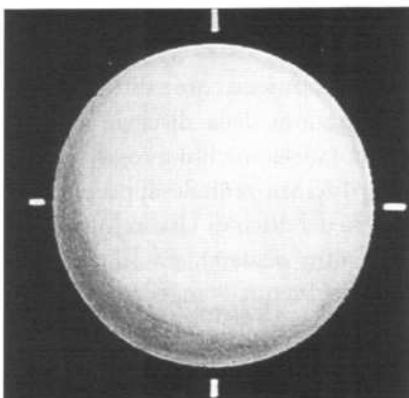
Osservatori - anno 2001

Nome	Località	Strumento	n° oss.	Tipo
Albino Carbognani	Mediano (PR)	150 mm OG	10	Stime magnitudine, disegni
Ed Grafton	Houston USA	350 mm S-C	1	Immagine CCD
Frank Melillo	Holtsville, NY, USA	203 mm S-C	5	Spettroscopia CCD
Giovanni Sostero	Istria	203 mm S-C	1	Osservazione visuale
Ivo Peretto	Piana di Valdagno (VI)	203 mm S-C	1	Disegno
Mario Frassati	Crescentino (VC)	203 mm S-C	3	Disegni

Tabella 1. Osservatori, numero e tipo d'osservazioni nel 2001.

Figura 1. Disegno del disco di Urano eseguito da Mario Frassati il 17 luglio 2001 alle 22 UT con uno SC 203 mm, 250X, seeing III. Nord in basso, ovest a sinistra. Notare l'ampia zona chiara decentrata della regione sud-equatoriale. $L_{III} = 34^\circ$, l'angolo di posizione del punto sub-solare rispetto al centro del disco è di 72° .

Figura 2. Disegno del disco di Urano eseguito da Mario Frassati il 28 luglio 2001 alle 23:15 UT con uno SC 203 mm, 400X, seeing II. Nord in basso, ovest a sinistra. L'aspetto del disco è simile a quello dell'osservazione del 17 luglio. $L_{III} = 173^\circ$, l'angolo di posizione del punto sub-solare rispetto al centro del disco è di 73° .



2001 (figura 1). Sul disco del pianeta è visibile un'ampia zona chiara decentrata. La parte opposta del disco è di un colore blu scuro, mentre la regione di unione tra la zona chiara e quella blu si presenta di un colore azzurrino-verde chiaro. Considerato che in figura 1 l'orientazione del disco è quella telescopica (nord in basso, ovest a sinistra), la zona chiara decentrata si colloca nella regione sud-equatoriale del pianeta e non indica, come ci si potrebbe aspettare, la posizione del polo sud di Urano e nemmeno la direzione di arrivo della radiazione solare, che ha un angolo di posizione di soli 72° . Quest'aspetto del disco di Urano è sostanzialmente identico a quello mostrato nell'osservazione successiva del 28 luglio, ma eseguita in condizioni di seeing migliori (figura 2). Dai dati delle due osservazioni risulta che la zona chiara decentrata, coincide con il punto del disco che si trovava alla minore altezza sull'orizzonte locale (bordo inferiore), mentre la parte blu è nel punto del disco alla massima altezza sull'orizzonte (bordo superiore). Una dominante blu sul bordo superiore del disco è quello che ci si può aspettare a causa della rifrazione atmosferica differenziale. L'unica osservazione CCD di Urano, con cui confrontare i disegni di Frassati, è quella di Ed Grafton del 22 agosto (figura 3). L'immagine è stata ripresa da Huston (Texas, USA), usando un CCD ST6 con il pianeta a 44° di altezza sull'orizzonte. In figura 4 c'è l'ingrandimento del disco di figura 3. Si osserva chiaramente che i bordi del disco di Urano sono bicolore, verde e blu: questa volta però si tratta di un artefatto dovuto alla non perfetta sovrapposizione dei tre frames RGB di cui è composta l'immagine a colori (l'ST6 fornisce solo immagini in b/n). Artefatti di questo tipo nascono quando le immagini da sovrapporre non sono allineate con precisione sub-pixel. Il resto del disco

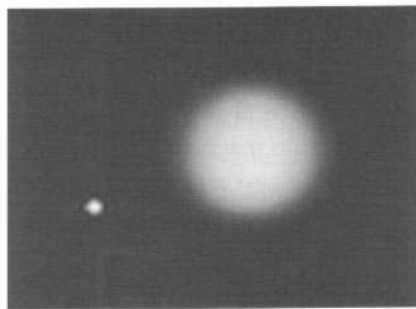
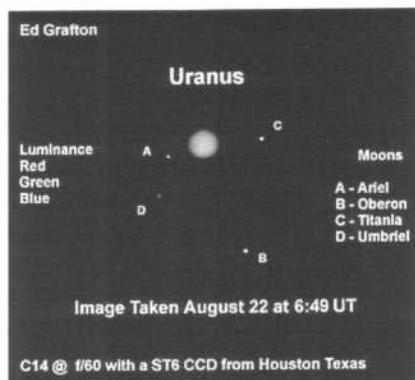
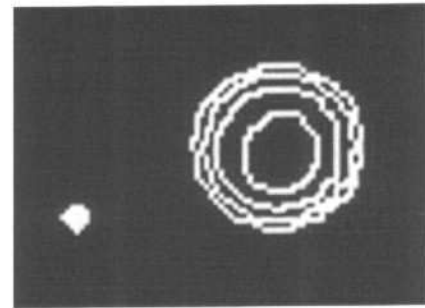


Figura 3. Immagine CCD di Urano e dei suoi satelliti ripresa il 22 agosto 2001 alle 06:49 UT da Ed Grafton (Huston, Texas, USA), con un C14 e un CCD ST6. $L_{\text{U}} = 238^\circ$, l'angolo di posizione del punto sub-solare rispetto al centro del disco è di 250° .

Figura 4. Ingrandimento del disco di Urano della figura 3. Il satellite ancora visibile in basso a sinistra è Ariel. Notare l'aspetto bicolore dei bordi del disco, un artefatto della composizione delle immagini in diversi colori.

Figura 5. Curve di uguale luminosità del disco di Urano di figura 4. La luminosità decresce in modo uniforme dal centro verso l'esterno del disco. Elaborazione con Iris 3.54.



non mostra altri dettagli e il massimo della luminosità è al centro, come mostrano le isofote di uguale luminosità di figura 5: c'è una diminuzione regolare verso i bordi a causa dell'assorbimento dell'atmosfera del pianeta.

Come si diceva, l'aspetto bicolore del bordo nelle osservazioni visuali può essere imputato alla rifrazione atmosferica. In condizioni standard di temperatura e pressione ($T=273$ K, $P=1$ atmosfera), per la radiazione blu a 450 nm l'indice di rifrazione vale $n_{\text{blu}} = 1.0002881$, mentre nel rosso a 700 nm è $n_{\text{rosso}} = 1.0002833$ [4]. Per stimare la distanza d , in secondi d'arco, fra il disco di Airy blu e quello rosso si può utilizzare la formula [4]:

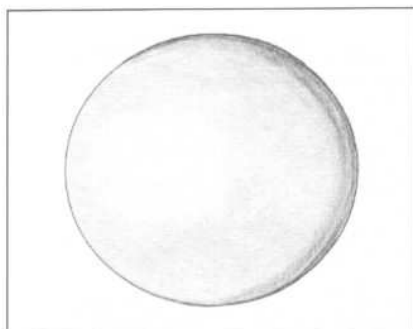
$$d \approx 206244 (n_{\text{blu}} - n_{\text{rosso}}) \cdot \tan(Z) \approx 0,99 \cdot \tan(Z) \quad (1)$$

La (1) si ottiene come differenza fra le variazioni della distanza zenitale per la radiazione blu e rossa. Qui Z è la distanza zenitale apparente del centro del disco di Urano (o di qualsiasi altro pianeta). La (1) vale per distanze zenitali massime di 75° . Nell'osservazione del 17 luglio la distanza zenitale del pianeta era di 73° mentre in quella del 28 luglio era di

64° . Con questi valori di Z si trova, rispettivamente, $d \approx 3.2''$ e $d \approx 2.0''$, valori superiori al potere risolutivo di un 20 cm ($0.6''$).

Le cose non variano in modo sostanziale se al posto della radiazione rossa si considera quella giallo-verde a cui è più sensibile l'occhio ($n_{\text{verde}} = 1.0002854$), perché la costante nella (1) da $0.99''$ passa a $0.56''$.

Chi scrive ha potuto apprezzare gli effetti della rifrazione differenziale dell'atmosfera sulle immagini stellari. La sera del 14 agosto 2001 a $360X$ e con buon seeing, le stelle oltre la distanza zenitale di circa 65° si presentavano sostanzialmente sdoppiate in due componenti: blu in alto e rosso in basso. Per stelle ad altezza zenitale minore di 65° la percezione dello sdoppiamento spariva, mentre aumentava per distanze zenitali maggiori. Dalla (1), per $Z \approx 65^\circ$, si ottiene $d \approx 2''$, più del doppio del potere risolutivo dell'obiettivo. L'osservazione del fenomeno è cessata dopo un'ora per un peggioramento del seeing. Nel 2001 anche Marte, a causa della bassa altezza del pianeta sull'orizzonte, presentava un bordo di aspetto bicolore (blu in alto, rosso in basso), segnalato da molti osservatori. Se dai calcoli fatti risulta che l'aspet-



to bicolore dei bordi del disco nelle osservazioni visuali è, molto probabilmente, dovuto alla rifrazione atmosferica, va osservato che questo inconveniente si può attenuare osservando con un filtro giallo leggero come un Wratten 8 (W8), che taglia le radiazioni blu con lunghezza d'onda dai 480 nm in giù. Un'alternativa può essere l'uso di un filtro Minus Violet 1 (MV1), che taglia le lunghezze d'onda al di sotto dei 450 nm e al di sopra dei 700 nm, permettendo di ridurre contemporaneamente sia il bordo blu che quello rosso. L'MV1 ha una leggera dominante verdastra maggiore di quella giallo chiaro del W8 che, al contrario, è quasi inavvertibile [5].

Resta l'osservazione visuale, in due occasioni diverse, della zona luminosa eccentrica che l'immagine CCD di Grafton non ha potuto confermare perché ripresa con valori diversi della longitudine del meridiano centrale (cfr. i valori di L_{III}). Chi scrive ha osservato il disco di Urano il 12, 14 e il 18 agosto senza riuscire a percepire più dell'oscuramento al bordo, purtroppo il seeing non è mai stato ottimale. Anche Sostero, in un'osservazione del 15 agosto a 400X con seeing I, descrive Urano come «... un bel dischetto verdastro, nettamente sfumato ai bordi, ma senza particolari». Più intrigante un disegno di Peretto del 21 agosto 2001 attorno alle 00:30 UT. Oltre all'aspetto bicolore del bordo è presente una zona eccentrica più luminosa, opposta al bordo blu e molto simile a quella disegnata da Frassati (figura 6). Purtroppo l'orientamento del disegno manca e

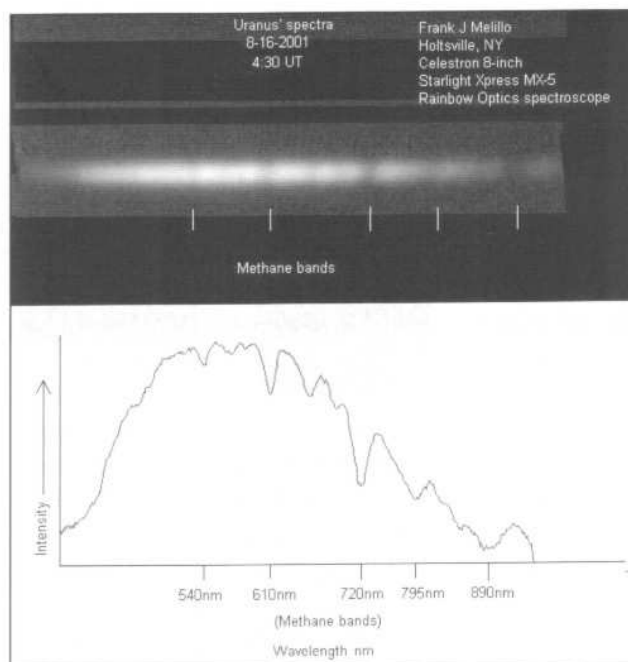


Figura 6 (a sinistra). Disegno del disco di Urano eseguito da Ivo Peretto il 21 agosto 2001 alle 00:30 UT con uno SC 203 mm, 303X, seeing I. Nord Orientamento non disponibile. L'aspetto del disco è simile a quello delle osservazione di Frassati. $L_{III} = 205^\circ$, l'angolo di posizione del punto sub-solare rispetto al centro del disco è di 243° .

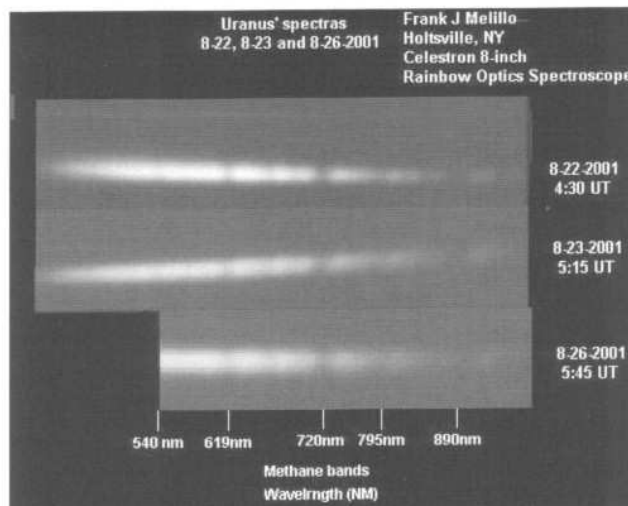


Figura 7 (a fianco). Spettro di Urano ripreso il 16 agosto 2001 alle 4:30 UT da Frank Melillo con un C8, Starlight Xpress MX-5 e Rainbow Optics Spectroscopie. $L_{III} = 303^\circ$.

Figura 8. Spettri di Urano ripresi il 22, 23 e 26 agosto 2001 da Frank Melillo, stessa strumentazione di figura 6. $L_{III} (22) = 70^\circ$, $L_{III} (23) = 227^\circ$, $L_{III} (26) = 301^\circ$.

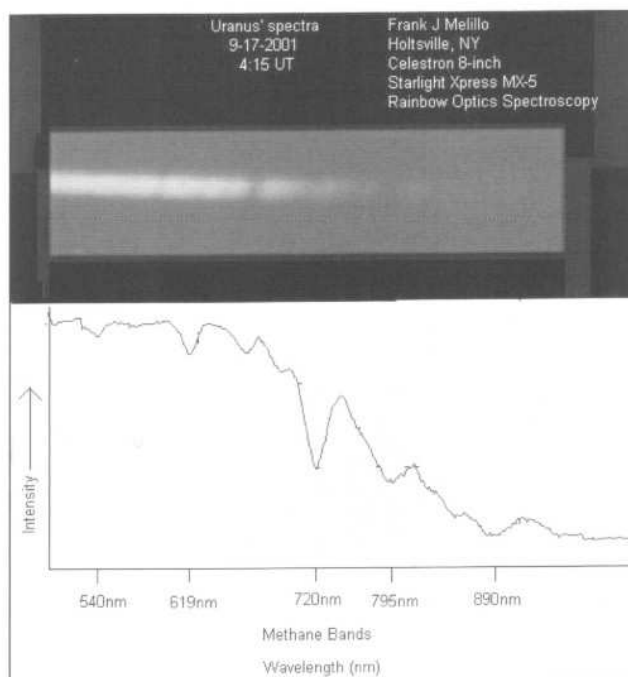


Figura 9. Spettro di Urano ripreso il 17 settembre 2001 alle 4:15 UT da Frank Melillo, stessa strumentazione di figura 6. $L_{III} = 134^\circ$.

non è possibile fare un confronto più approfondito. Un maggior numero di partecipanti alle osservazioni, probabilmente, avrebbe permesso di chiarire il problema.

Alcuni spettri di Urano sono stati ripresi da Frank Melillo il 16, 22, 23, 26 agosto e il 17 settembre (figure 7, 8 e 9). Gli spettri sono del tipo in assorbimento e, a parte la figura 8, è riportato anche l'andamento dell'intensità in funzione della lunghezza d'onda. Il fondo continuo, dovuto alla radiazione solare riflessa, è a campana (teoricamente una curva «di corpo nero»), con un massimo attorno ai 500-550 nm. Allo spettro continuo sono sovrapposte le intense righe di assorbimento del metano (CH_4). Teoricamente, le righe di assorbimento più intense del metano si collocano a 886, 725.8, 619.1 e 544.4 nm [6]. Tutte queste righe si ritrovano con buona approssimazione negli spettri di Melillo, ad esempio è particolarmente evidente la riga attorno a 720 nm. Si noti come sia ben visibile anche la riga attorno a 890 nm, grazie alla sensibilità dei CCD per l'infrarosso. Sono proprio le intense righe di assorbimento del metano nella regione verde-rossa dello spettro a dare ad Urano (e Nettuno), il loro caratteristico colore bluastrò. Fra i diversi spettri ripresi in giorni diversi non ci sono differenze significative. In ogni caso, è interessante osservare come queste osservazioni di spettroscopia planetaria siano state fatte con una strumentazione alla portata di molti astronomi non-professionisti.

Dal punto di vista storico, ricordiamo qui che le righe in assorbimento nello spettro di Urano sono state scoperte da Angelo Secchi nel 1869, ma solo nel 1932 Rupert Wildt suggerì che fossero dovute al metano.

Analisi delle osservazioni di Nettuno

Le osservazioni di Nettuno sono distribuite nel periodo che va dal 14 luglio al 17 settembre 2001.

Nettuno era in opposizione il 20

luglio, con un diametro apparente di 2.3". All'opposizione, la latitudine del punto sub-terrestre era di -29° , mentre il valore dell'angolo di posizione dell'asse di rotazione uscente dal polo nord del pianeta era di 351° . Dalle 5 stime visuali (ognuna media di 3 stime indipendenti), eseguite con il binocolo 10x50, risulta che il valore medio della magnitudine, alle condizioni di opposizione standard del pianeta [1], con semiasse maggiore di 30.071 UA in accordo con il Lowell Observatory, è di 7.75 ± 0.06 all'epoca media 2452143.157 JD (28 luglio 2001, 22:16 UT), in ottimo accordo con la media delle misure della BAA, fatte nel periodo 1989-1997, pari a 7.76 ± 0.12 [7].

Del disco di Nettuno è pervenuto solo il disegno del 17 luglio di Frassati (figura 10). Il pianeta è apparso di colore verdastro e privo di dettagli ma con oscuramento al bordo percepibile. Melillo ha ripreso due spettri anche di Nettuno, il 16 agosto e il 17 settembre (figure 11 e 12). Anche in questo caso sono ben evidenti le bande del metano. Nel complesso gli spettri sono molto simili a quelli di Urano ma l'assorbimento è più intenso e non è visibile la riga attorno agli 890 nm a causa della bassa luminosità di Nettuno. Non ci sono variazioni significative da uno spettro all'altro. Le righe di assorbimento nello spettro di Nettuno furono

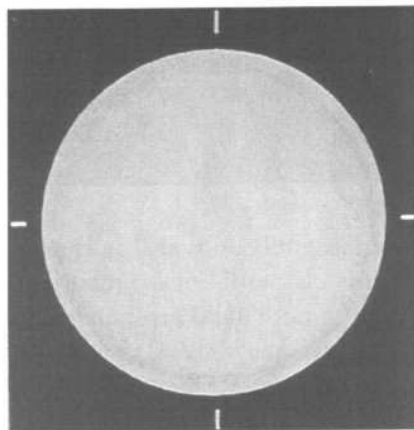


Figura 10. Disegno del disco di Nettuno eseguito da Mario Frassati il 17 luglio 2001 alle 22:15 UT a 250X, seeing III. Nord in basso, ovest a sinistra. $\lambda_{ij} = 195^\circ$, l'angolo di posizione del punto sub-solare rispetto al centro del disco è di 74° .

scoperte nel primo decennio del XX secolo da V.M. Sliper.

Le opposizioni del 2002

La più recente opposizione di Nettuno si è verificata il 1 agosto 2002 alle 23:09 UT, con il pianeta nel Capricornus (diametro di 2.1"). La latitudine del punto sub-terrestre era di -29.43° , mentre l'angolo di posizione dell'asse di rotazione uscente dal polo nord aveva un valore di 349.54° . La più recente opposizione di Urano è avvenuta pochi giorni dopo, il 20 agosto 2002 alle 00:56 UT. Il pianeta, ancora in Capricornus, presentava un diametro apparente di 3.5". La latitudine del punto sub-terrestre era di -21.69° , mentre l'angolo di posizione dell'asse di rotazione uscente dal polo nord si attestava sui 258.53° . Per un'introduzione generale all'osservazione dei pianeti remoti vedi [1]. Come tecnica di osservazione, la fotografia tradizionale è tendenzialmente da scartare per gli scarsi risultati che si ottengono con telescopi di piccolo diametro, anche su pianeti ricchi di dettagli come Marte e Giove. Per ottenere di più, oltre alla sempre valida osservazione visuale, è praticamente obbligatorio l'utilizzo di una camera CCD. Nell'ultimo anno le osservazioni planetarie amatoriali hanno conosciuto la rivoluzione delle WebCam, economiche ma molto efficienti nel riprendere immagini ad alta risoluzione dei pianeti [8]. La tecnica migliore consiste nel riprendere brevi filmati AVI, scegliere i frames migliori, meno compromessi dal seeing (almeno un cen-

Pianeta	Diametro (")	Magnitudine opposizione	Luminosità superficiale
Marte	20	-2.0	-2.85
Giove	45	-2.6	-0.73
Saturno	20	+0.7	1.0
Urano	3.7	+5.5	229
Nettuno	2.1	+7.8	1122
Ganimede	1.6	+5.5	1228

Tabella 2. Le luminosità superficiali dei pianeti esterni all'opposizione, in magnitudini per secondo d'arco quadrato, maggiore il valore più debole la brillantezza superficiale. Per comodità di confronto si è posto Saturno=1.

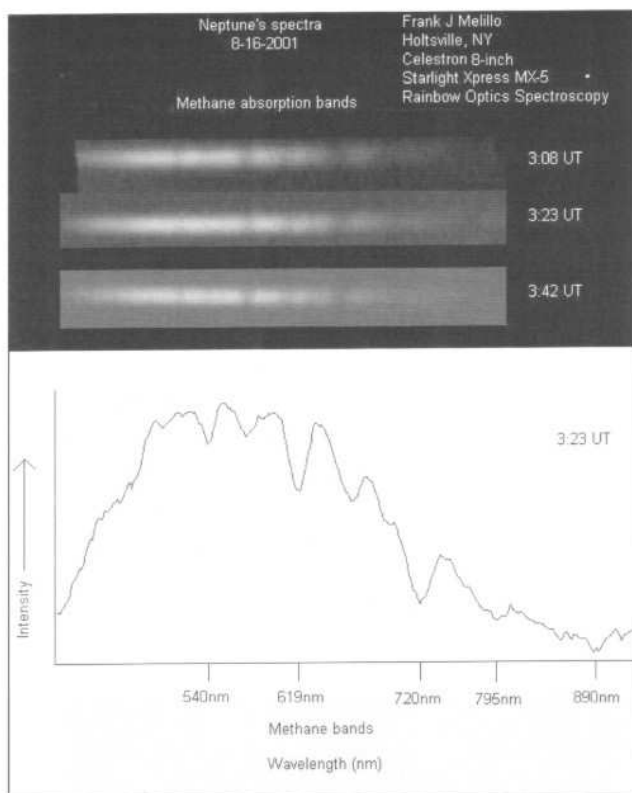
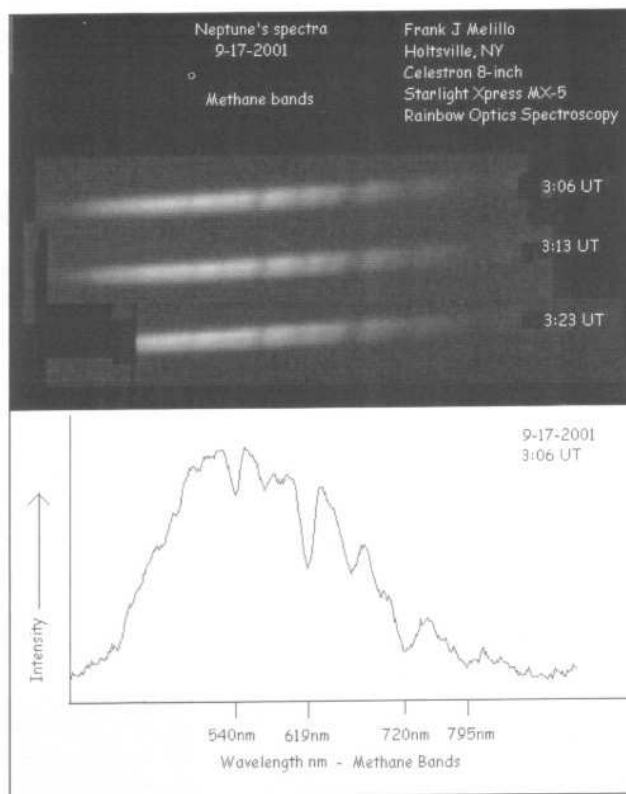


Figura 11. Spettro di Nettuno ripreso il 16 agosto 2001 alle 3:08, 3:23, 3:42 UT da Frank Melillo, stessa strumentazione di figura 6. $L_{\text{III}}(3:08)=18^\circ$, $L_{\text{III}}(3:23)=23^\circ$, $L_{\text{III}}(3:42)=30^\circ$.

Figura 12. Spettro di Nettuno ripreso il 17 settembre 2001 alle 3:06, 3:13, 3:23 UT da Frank Melillo, stessa strumentazione di figura 6. $L_{\text{III}}(3:06)=260^\circ$, $L_{\text{III}}(3:13)=261^\circ$, $L_{\text{III}}(3:23)=265^\circ$.

tinario per ogni ripresa), attenuare il rumore di fondo, sommare, mediare e applicare gli algoritmi di deconvoluzione. Un buon programma freeware, molto adatto all'elaborazione delle immagini planetarie, è «Iris», di Christian Buil, che nell'ultima versione permette di gestire direttamente anche la WebCam. Questo software permette il ricentraggio delle immagini con passo sub-pixel ed è dotato di comandi specifici per la cartografia planetaria, utili per chi vuole andare oltre la fase di ripresa delle immagini [9]. Per imparare ad usare Iris è indispensabile una attenta lettura dei numerosi «tutorial» presenti nel sito Web di Buil. Visti gli ottimi risultati che si possono ottenere su Marte, Giove e Saturno con le WebCam è molto probabile che, con telescopi di diametro adeguato, anche su Urano e Nettuno si riesca ad ottenere qualcosa di interes-



sante. Va sottolineato che sono state riprese immagini amatoriali con particolari della superficie di Ganimede che ha un diametro apparente inferiore a quello di Nettuno, una bassa luminosità superficiale (vedi tabella 2), ma un contrasto più alto. Naturalmente i dettagli su Urano e Nettuno visibili dopo l'elaborazione potrebbero anche non essere reali per cui bisogna procedere con molta cautela e confrontando le immagini di diversi osservatori [10]. Per elaborare gli spettri è consigliabile «Vspec», un bel programma di Valérie Desnoux, liberamente scaricabile da [11]. Anche qui è necessario leggerli con attenzione l'help del programma prima di lanciarsi nella fase di elaborazione. Ricordo che nel 2007 Urano mostrerà le regioni equatoriali alla Terra, la condizione migliore per studiare i deboli dettagli del disco. A questo appuntamento mancano solo 5 anni e conviene iniziare fin da ora ad acquisire l'esperienza necessaria. Gli interessati a partecipare al programma di osservazioni possono inviare disegni, immagini, filmati AVI da elaborare o chiedere chiarimenti, all'indirizzo e-mail albino@fis.unipr.it.

Ringraziamenti

Uno speciale ringraziamento a Ed Grafton, Frank Melillo, Ivo Peretto e Mario Frassati per avere messo a disposizione immagini o disegni e a Paolo Tanga per la lettura critica dell'articolo e gli utilissimi suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

[1]. Carbognani A., *Astronomia*, **4**, 4-9 (2001).
 [2]. Montenbruck O., Pflieger T., *Astronomy on the Personal Computer*, 4° ed. (Springer, 2000).
 [3]. Hollis A.J., *J. Br. Astron. Assoc.*, **110**, 3 (2000).
 [4]. Barbieri C., *Lezioni di Astronomia* (Zanichelli, Bologna 1999), p. 158-160.
 [5]. Carbognani A, Braga R., *Coeelum*, **49**, 74-77 (2002).
 [6]. Miner E.D., *Uranus* (Wiley 1998).
 [7]. Hollis A.J., *J. Br. Astron. Assoc.*, **109**, 5 (1999).
 [8]. Tanga P. *L'Astronomia*, **227**, 66-67 (2002).
 [9]. <http://www.astrosurf.com/buil/iris/>
 [10]. Tanga P., *Astronomia*, **4**, 3-9 (2000).
 [11]. <http://valerie.desnoux.free.fr/vspec/>