58

CONTRIBUTI
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE
a cura del Direttore
Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE **N. 249**

EDOARDO PROVERBIO

Sulla riduzione delle osservazioni fotografiche di eclissi solari in vista di applicazioni astrometriche e geodetiche di elevata precisione

(Estratto dalle « Memorie della Società Astronomica Italiana » vol. XXXVII, fasc. 1 - 1966)

CATANIA
SCUOLA SALESIANA DEL LIBRO
1966

CONTRIBUTI
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE
a cura del Direttore
Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE **N. 249**

EDOARDO PROVERBIO

Sulla riduzione delle osservazioni fotografiche di eclissi solari in vista di applicazioni astrometriche e geodetiche di elevata precisione

(Estratto dalle « Memorie della Società Astronomica Italiana »
vol. XXXVII, fasc. 1 - 1966)

CATANIA
SCUOLA SALESIANA DEL LIBRO
1966

SULLA RIDUZIONE DELLE OSSERVAZIONI FOTOGRAFICHE DI ECLISSI SOLARI IN VISTA DI APPLICAZIONI ASTROMETRICHE E GEODETICHE DI ELEVATA PRECISIONE

Nota di EDOARDO PROVERBIO (*)
(*Osservatorio Astronomico di Brera - Milano*)

RIASSUNTO. — Gli istanti dei contatti durante l'osservazione fotografica di un eclisse di sole sono alterati da errori sistematici ed accidentali.
I più importanti fra questi errori sono:

a) errori nella scala di tempo utilizzata;
b) errori di osservazione;
c) errori dei metodi di riduzione delle osservazioni.

I primi due errori si possono ridurre attualmente a valori inferiori rispettivamente a $0^s.001$ e $0^s.01$. Nella presente ricerca viene messa in evidenza la possibilità di ridurre convenientemente gli errori dei metodi empirici di riduzione delle osservazioni scegliendo una opportuna funzione dei parametri geometrici caratteristici di una eclisse di sole. In tal modo le osservazioni dei contatti possono essere utilizzate con grande vantaggio per applicazioni astronomico-geodetiche.

ABSTRACT. — The precise contact determination of the photographic observation of the solar eclipse are distorted by sistematic and accidental errors. The most important errors are:

a) errors in the utilised scale time;
b) observational errors;
c) errors of the reduction methods of observation.

Of all these quantities the first two can given actually values better respectively that $0^s.001$ and $0^s.01$. In this note are put in evidence the possibilities to reduce profitably the errors of the empirical methods of computation of the observations, selecting one proper function of the geometrical parameters of the solar eclipse. In this manner the observations of the contacts of a solar eclipse can be employed advantageously for geodetic measures and astronomic-geodetic applications.

(*) - Ricevuta il 2 luglio 1965.

1. - Attualmente la precisione nella determinazione del tempo Universale uniforme provvisorio (TU2) da una parte e della scala del tempo atomico, basata sulla utilizzazione della frequenza del cesio per rapporto al tempo delle effemeridi dall'altra, garantiscono una elevata precisione nello impiego del tempo per scopi astronomici ed astronomico-geodetici. In special modo, per quanto riguarda le ricerche astronomico-geodetiche che si occupano del problema della connessione delle varie reti geodetiche su scala intercontinentale e dei problemi connessi con lo studio della forma della superficie terrestre e delle sue dimensioni, grande sviluppo ed importanza sono venute assumendo in questi ultimi anni le osservazioni basate sull'uso dei satelliti artificiali e di altri fenomeni dipendenti dal moto del Sole e della Luna, in particolare fenomeni di occultazioni ed eclissi. Di questi ultimi, come è noto, venne tentato in passato un loro impiego per applicazioni geodetiche ma il risultato si dimostrò presto inadeguato a causa dei notevoli errori sistematici ed accidentali delle tecniche visuali di osservazione e nella conoscenza del tempo.

Attualmente le tecniche di osservazione fotoelettrica e fotografica, senza parlare di particolari tecniche ancora più efficienti ([1]), permettono di garantire nella determinazione degli istanti dei contatti e nelle occultazioni precisioni intrinseche senza dubbio inferiori a $0^s.1$, che tendono a raggiungere precisioni ancora più elevate.

Queste precisioni sono tali da permettere quindi attualmente un utile impiego di queste osservazioni per scopi geodetici. Dal punto di vista teorico una esposizione acuta ed attuale di questi problemi si può trovare in un prezioso articolo di W. D. Lambert, ([2]) al quale si ricollegano anche successivi e più recenti lavori ([3]).

2. - Lo scopo di questa breve nota è di approfondire alcune questioni collegate con la riduzione delle osservazioni dei contatti di un eclisse solare effettuate mediante osservazioni fotografiche di elevata precisione. Utilizzando questo procedimento è infatti possibile ottenere risultati con errori medi dell'ordine del decimo di secondo di tempo ed anche inferiori. È naturale quindi che grande importanza acquistano le ricerche tendenti a meglio valutare ed a ridurre convenientemente l'importo degli errori sistematici.

In un precedente lavoro ([4]), presentando i risultati delle osservazioni di un eclisse solare, ho discusso il problema della influenza degli errori sistematici del metodo fotografico e di riduzione delle osservazioni ed ho mostrato la notevole importanza di questi ultimi ai fini di una precisa determinazione degli istanti dei contatti.

Questi ultimi, come è noto, possono essere ricercati indirettamente in funzione di alcuni parametri geometrici e cinematici che caratterizzano il fenomeno dell'eclisse. I parametri geometrici direttamente rilevabili dalle misure dirette del materiale fotografico sono generalmente costituiti dalle corde c che congiungono le due cuspidi dell'immagine solare eclissata, e dalle frecce f a queste perpendicolari. Queste quantità sono legate alla elongazione media topocentrica l della Luna e del Sole dalle relazioni [4] [5]:

$$c^2 = 2(R^2 + r^2) - \left[\frac{(R^2 - r^2)^2}{l^2} - l^2\right] , \tag{1}$$

$$f = R - r + l \tag{2}$$

nelle quali R ed r rappresentano rispettivamente i raggi, espressi in unità lineari, delle immagini fotografiche del Sole e della Luna, mentre la elongazione l che deriva dalla teoria del moto lunare può essere rappresentata da uno sviluppo razionale del tipo:

$$l = \sum_{i=0}^{n} a_i t^i . \tag{3}$$

3. - Prima di considerare il problema vero e proprio se esistano combinazioni particolari delle (1), (2) e (3) tali da permettere una conveniente riduzione degli errori sistematici è necessario analizzare con un certo rigore il carattere di questi ultimi errori, anche in connessione con i due principali aspetti che un eclisse solare può assumere.

Si può ammettere che nel caso di osservazioni fotografiche e considerando in prima approssimazione le variazioni della turbolenza atmosferica come agenti di errori variabili di tipo accidentale, gli errori sistematici di maggiore rilievo, a prescindere dagli errori sistematici degli apparati di misura che si presuppongono noti, dipendono essenzialmente:

(a) dall'effetto cumulativo della sovraesposizione e della grana del materiale fotografico che dà luogo ad una dilatazione apparente lineare che chiamiamo ΔR del contorno dell'immagine del disco solare (*);

(*) Il materiale sottoesposto, anche tenendo conto dell'oscuramento al bordo, non è mai tale da generare un effetto opposto a quello ora considerato, per cui, nel caso che le osservazioni di un eclisse rivestano unicamente scopi astrometrici, è consigliabile che tutto il materiale risulti leggermente sottoesposto.

(b) dagli errori personali di lettura durante la riduzione dei fotogrammi;
(c) dagli errori sistematici di tipo strumentale.

Per ciò che concerne l'influenza di ΔR sulla misura delle corde e delle frecce dalla (1) e dalla (2) si ottiene:

$$\Delta c = \frac{2\,\Delta R}{c}\left[\Delta R + (R - r)\right]\left[1 - \frac{(r + R)^2}{l^2}\right] , \tag{4}$$

$$\Delta f = 2\,\Delta R , \tag{5}$$

per cui essendo sempre per ipotesi $\Delta R > 0$ sarà sempre:

$$\Delta f > 0 \ .$$

Per quanto riguarda invece Δc, della precedente si deduce facilmente che si avrà:

$$\Delta c \gtreqless 0 \ , \qquad \text{quando} \quad \Delta R + R - r \lesseqgtr 0 \ .$$

Ora essendo durante un *eclisse totale*, $R - r < 0$, l'ultima relazione dà luogo in questa circostanza ai seguenti sottocasi,

$$\Delta c \geq 0 \qquad \text{quando} \quad \Delta R \leq |R - r| \ ,$$
$$\Delta c \leq 0 \qquad \text{quando} \quad \Delta R \geq |R - r| \ .$$

Mentre avendosi al contrario durante un *eclisse anulare*, $R - r > 0$ sarà *sempre* in questo caso:

$$\Delta c < 0 \ .$$

L'analisi degli errori sistematici di lettura, che chiamano Δc_e e Δf_e, si presenta molto più complessa soprattutto perchè il carattere ed il segno di questi ultimi dipendono da molte circostanze, a priori sconosciute, di natura fisiologica e psicologica, tuttavia, volendo estendere a questi errori le osservazioni relative agli errori visuali di misura effettuati mediante micrometri filari si deve giungere alla conclusione, perlomeno qualitativamente, che questi errori debbono generalmente ritenersi positivi.

Per quanto riguarda infine gli errori di tipo strumentale essi sono dovuti essenzialmente alla diffrazione ed alla dispersione dei contorni per effetto di una non perfetta focalizzazione.

Come è noto il primo fenomeno produce un apparente rigonfiamento del contorno geometrico, espresso in μm dalla quantità,

$$\Delta R_l = 1{,}22\,\lambda \frac{F}{D} \quad , \qquad (\lambda \text{ in } \mu m)$$

mentre la non perfetta focalizzazione da luogo ad un fenomeno analogo la cui entità si può esprimere, in funzione della variazione della distanza focale ΔF,

$$\Delta R_2 = \frac{\Delta F}{2} \frac{D}{F} \quad .$$

Questi due effetti, che pure dando luogo a fenomeni di interferenza si possono considerare in prima approssimazione indipendenti e quindi sommabili, risultano pure indipendenti rispetto al fenomeno della sovraesposizione e presentano lo stesso segno positivo.

4. - Fatte queste considerazioni in un certo senso preliminari, prendiamo ora in considerazione il problema principale che, come si è accennato, è quello di mettere in evidenza dal punto di vista teorico l'esistenza di particolari combinazioni dei parametri geometrici suscettibili di dare luogo ad espressioni in funzione del tempo che consentano di ridurre l'effetto degli errori sistematici precedentemente presi in considerazione.

Ricordiamo a questo proposito che i metodi generalmente impiegati per la determinazione degli istanti di contatto sono basati sull'uso o delle sole corde o delle sole frecce. Di questi due procedimenti, come ho mostrato nella mia citata precedente pubblicazione (4), il metodo delle corde risulta molto più vantaggioso, infatti, chiamando Δt_1 l'imprecisione nella determinazione dei contatti in dipendenza di un errore sistematico Δc nella misura delle corde, potendosi scrivere in prima approssimazione,

$$\Delta c = \frac{\Delta c}{\Delta l} \frac{\Delta l}{\Delta t} \Delta t_1 \quad , \tag{6}$$

il valore Δt_l risulta determinato in funzione delle altre quantità.

Analogamente utilizzando la misura delle frecce si può scrivere:

$$\Delta f = \frac{\Delta f}{\Delta l} \frac{\Delta l}{\Delta t} \Delta t_2 \quad ,$$

da cui avendosi, con sufficiente approssimazione, dalla (1) e dalle (2),

$$\frac{\Delta c}{\Delta l} = \frac{(R^2 - r^2)^2}{cl^3} - \frac{l}{c} \quad ,$$

$$\frac{\Delta f}{\Delta l} = 1 \quad ,$$

e risultando quindi sempre nell'intorno dei punti di contatto,

$$\frac{\Delta c}{\Delta l} > 1 \quad ,$$

discende subito a parità di valore di Δc e Δf,

$$\Delta t_2 > \Delta t_1 \quad .$$

Consideriamo ora il problema più in generale ed ammettiamo che sia data una particolare espressione,

$$\vartheta = \vartheta(c, f) = \vartheta[\varphi_1 (l)] = \vartheta[\varphi_2 (t)] \quad ,$$

in funzione delle corde e delle frecce misurate sperimentalmente. Nell'approssimazione sinora ammessa, da quest'ultima si ottiene:

$$\Delta\vartheta = \frac{\partial \vartheta}{\partial c} \overline{\Delta c} + \frac{\partial \vartheta}{\partial f} \overline{\Delta f} \quad . \tag{7}$$

Nell'ipotesi che gli errori di lettera influiscono allo stesso modo nella misura delle frecce e delle corde, si potrà porre $\Delta c_e = \Delta f_e = \Delta p$, mentre, come è stato detto, ritenendo indipendenti gli errori di tipo (a) e (b) si potrà scrivere,

$$\Delta R_0 = \Delta R + \Delta R_1 + \Delta R_2 \quad .$$

Per cui in generale si avrà

$$\begin{aligned} \overline{\Delta c} &= \Delta p + \Delta c \quad , \\ \overline{\Delta f} &= \Delta p + \Delta f \quad , \end{aligned} \tag{8}$$

nella quale Δc e Δf, dati della (4) e della (5), risulteranno ora funzioni implicite di ΔR_0.

Dal punto di vista formale la (7) può essere inoltre scritta nella forma

$$\Delta\vartheta = \frac{\Delta\vartheta}{\Delta l}\,\frac{\Delta l}{\Delta t}\,\Delta t \;,$$

in cui il fattore $\Delta l/\Delta t$ è conosciuto dalla teoria del moto lunare; per cui essendo, sempre in prima approssimazione,

$$\frac{\Delta\vartheta}{\Delta l} = \frac{\partial\vartheta}{\partial c}\,\frac{\Delta c}{\Delta l} + \frac{\partial\vartheta}{\partial f}\,\frac{\Delta f}{\Delta l} = \frac{\partial\vartheta}{\partial c}\left[\frac{(R^2 - r^2)^2}{c\,l^3} - \frac{l}{c}\right] + \frac{\partial\vartheta}{\partial f} \;,$$

la precedente permette di scrivere,

$$\left[\frac{\partial\vartheta}{\Delta c}\,\frac{\Delta c}{\Delta l} + \frac{\partial\vartheta}{\partial f}\right]\frac{\Delta l}{\Delta t}\,\Delta t = \frac{\partial\vartheta}{\partial c}\,\overline{\Delta c} + \frac{\partial\vartheta}{\partial f}\,\overline{\Delta f} \;, \tag{9}$$

dalla quale una volta assegnata la funzione ϑ è possibile determinare l'imprecisione Δt in funzione dei parametri $\overline{\Delta c}$ e $\overline{\Delta f}$. Inversamente la conoscenza, talora anche solo qualitativa, dei parametri $\overline{\Delta c}$ e $\overline{\Delta f}$ è sufficiente per permettere, a partire dalla (9), di assegnare alla funzione ϑ quella forma particolare che renda l'imprecisione Δt sufficientemente piccola.

5. - Il problema posto in questi termini può quindi essere risolto solo considerando praticamente i vari casi particolari. Tuttavia è possibile pervenire sulla base di semplici considerazioni ad alcune conclusioni di carattere generale che contribuiscono in certo senso a semplificare la soluzione pratica del problema stesso.

Dalla (4) e dalla (5) si può infatti avere la relazione,

$$\frac{\Delta c}{\Delta f} = [\Delta R_0 + (R - r)]\,u \;,$$

in cui u rappresenta il coefficiente funzione delle caratteristiche geometriche e cinematiche del fenomeno. Poichè la variazione di r — R risulta percentualmente trascurabile rispetto alla variazione di u è possibile ottenere, considerando valori particolari di r ed R, dei valori di u calcolati sufficientemente rappresentativi.

Nella tabella I sono dati in funzione di l di c e del tempo (t_0 rappresenta l'istante convenzionale del contatto) alcuni valori di u calcolati sulla base dei dati relativi all'eclisse del 15 febbraio 1961 osservata a M.te Conero (4).

I valori di u in tal modo determinati mettono in evidenza il diverso

TABELLA I

l (mm)	c (mm)	u	$t_0 - t$
16.20	0,9	—0,003	$-0^{m},1$
16	3,2	—0,008	—0 ,9
15	6,4	—0,027	—4 ,9
14	8,4	—0,040	—8 ,9
13	9,9	—0,057	—12 ,9
12	11,1	—0,075	—16 ,9
11	12,1	—0,092	—20 ,9
10	12,9	—0,126	—24 ,9
3	16,0	—2,0	+12 ,0
2	16,1	—4,0	+8 ,0
1	15,9	—16,5	+4 ,0
0,5	14,3	—73,6	+2 ,0
0,4	13,1	—125	+1 ,6
0,3	12,0	—243	+1 ,0
0,25	9,3	—452	+0 ,6

comportamento delle quantità Δc e Δf nell'intorno dei contatti esterni e dei contatti interni.

Nel primo caso infatti, a parità di valori, Δc risulta trascurabile rispetto a Δf, mentre nel secondo caso ciò non è sempre vero, anzi in generale è molto probabile che si verifichi il contrario.

Tenendo inoltre presente il fatto che durante i contatti esterni la quantità $\Delta c/\Delta l$ risulta praticamente eguale a l/c mentre al contrario nell' intorno dei contatti interni queste stesse quantità si può considerare indipendente da l/c, si presenta logica la conclusione che questi due eventi richiedano l'impiego di funzioni ϑ diverse.

Queste ultime nell'ipotesi semplificativa (ma in pratica generalmente accettabile usando per la lettura dei fotogrammi misuratori di precisione che riducano gli errori personali entro limiti molto ristretti, dell'ordine o inferiori al μm) che gli errori personali risultino trascurabili rispetto agli errori di tipo (a) e (c), possono essere fornite implicitamente dalle relazioni approssimate,

$$(10) \qquad \frac{1}{2}\left[\frac{\partial \vartheta}{\partial c}\frac{1}{c} + \frac{\partial \vartheta}{\partial f}\right]\frac{\Delta l}{\Delta t}\,\Delta t = \frac{\partial \vartheta}{\partial c}\Delta R_0\left[\Delta R_0 + (R-r)\right]u + \frac{\partial \vartheta}{\partial f}\Delta R_0\ ,$$

$$\frac{1}{2}\left[\frac{\partial \vartheta}{\partial c}\frac{(R^2-r^2)^2}{c\,l^3} + \frac{\partial \vartheta}{\partial f}\right]\frac{\Delta l}{\Delta f}\,\Delta t = \frac{\partial \vartheta}{\partial c}\Delta R_0\left[\Delta R_0 + (R-r)\right]u + \frac{\partial \vartheta}{\partial f}\Delta R_0\ ,$$

rispettivamente valide per i contatti esterni e per i contatti interni.

6. - Da questi ultimi risultati appare comunque subito chiaro che la imprecisione Δt può essere ridotta al minimo quando i suoi coefficienti risultino molto grandi o quando i secondi membri delle precedenti diventino molto piccoli, oppure, e questa sarebbe la soluzione desiderabile quando questi due eventi si manifestino simultaneamente.

Le soluzioni relative alla prima condizione possono essere trovate risolvendo per i contatti esterni il seguente sistema di equazioni differenziali,

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial c^2} \frac{1}{c} + \frac{\partial \vartheta}{\partial c} \frac{\partial}{\partial c} \frac{1}{c} = 0 ,$$

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial f^2} = 0 ,$$

e per i contatti interni il corrispondente sistema,

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial c^2} \frac{(R^2 - r^2)^2}{c\, l^3} + \frac{\partial \vartheta}{\partial c} \frac{\partial}{\partial c} \frac{(R^2 - r^2)^2}{c\, l^3} = 0 ,$$

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial f^2} = 0 .$$

Dai quali sistemi, una volta sostituita all'elongazione l le seguenti espressioni approssimate,

$$l_e = \sqrt{2 (R^2 + r^2) - c^2} ,$$

$$l_i = \sqrt{\frac{(R^2 - r^2)^2}{2 (R^2 + r^2) - c^2}} ,$$

rispettivamente valide per i contatti esterni ed interni, è possibile ottenere senza eccessiva difficoltà l'espressione della funzione cercata.

Se consideriamo al contrario i secondi membri della relazione (10) e poniamo al limite,

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial c} \left[\Delta R_0 + (R - r)\right] u + \frac{\partial \vartheta}{\partial f} = 0 ,$$

Da quest'ultima espressione sarà possibile ottenere, anche solo sulla base di considerazioni qualitative riguardo il valore di ΔR_0, una soluzione relativa alla funzione ϑ sufficientemente indicativa. Quest'ultima potrà poi permettere il calcolo diretto dei coefficienti di Δt e quindi esprimere mediante una relazione diretta Δt in funzione di ΔR_0.

7. - Applichiamo, ad esempio, questa ultima considerazione alle condizioni riscontrate in occasione del già citato eclisse di sole del 15 Febbraio 1961, per il quale si è trovato $\Delta R << r - R$. Se supponiamo ragionevolmente ΔR_1 e ΔR_2 pure essi piccoli rispetto a $R - r$ in modo da trascurare ΔR_0 rispetto a quest'ultima quantità, la precedente prende la forma,

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial c}(R - r)\, u + \frac{\partial \vartheta}{\partial f} = 0 \quad . \tag{11}$$

Poichè nella approssimazione sopra introdotta si può scrivere,

$$u_1 = \frac{1}{c}\left[1 - \frac{(r+R)^2}{l^2}\right] = \frac{1}{c}\left[1 - \frac{(r+R)^2}{2\,(R^2 + r^2) - c^2}\right] \; , \qquad \text{(contatti esterni)}$$

$$u_2 = \frac{1}{c}\left[1 - \frac{(r+R)^2}{l^2}\right] = \frac{1}{c}\left[1 - \frac{(r+R)^2\,[2\,(R^2 + r^2) - c^2]}{(R^2 - r^2)^2}\right] \qquad \text{(contatti int.)}$$

utilizzando questi valori di *u* gli integrali generali della equazione (11) e di conseguenza le funzioni ϑ cercate assumono nei due casi la forma,

$$\vartheta_e\,(f - a_0\, c^2 + a_1 \log \sqrt{c^2 - a_2}\;) = 0 \quad ,$$

$$\vartheta_i\,(f - b_1 \log \sqrt{c^2 - b_2}\;) = 0 \quad .$$

Di conseguenza, relativamente alle circostanze specifiche dell'eclisse in questione e tenendo presenti le relazioni (1), (2) e (3), le espressioni generali da utilizzarsi rispettivamente per il calcolo degli istanti dei contatti esterni ed interni potranno essere rappresentati dalle funzioni,

$$f_e - \alpha_0'\, c^2 + \alpha_1 \log \sqrt{c^2 - \alpha_2'} = \sum_{i=1}^{n} \beta_i'\, t^{i-1} + (f - \alpha_0'\, c^2 + \alpha_1' \log \sqrt{c^2 - \alpha_2'}) \sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i'\, t^i \quad ,$$

$$f_i - \alpha_1'' \log \sqrt{c^2 - \alpha_2''} = \sum_{i=1}^{n} \beta_i''\, t^{i-1} + (f - \alpha_1'' \log \sqrt{c^2 - \alpha_2''}) \sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i''\, t^i \quad .$$

che costituiscono, una volta introdotto in esse il valore della costante α_2 funzione unicamente dei diametri del Sole e della Luna, altrettanti sistemi di equazioni lineari nei coefficienti.

8. - I criteri generali sopra esposti debbono, come si è visto, essere adeguatamente e oculatamente utilizzati, fondando la scelta delle varie ipotesi di lavoro preliminari su dati sperimentali di indiscussa validità, se

non si vuole ottenere risultati solo formalmente corretti ma che non soddisfano fisicamente il problema posto. Il quale, a mio avviso, merita di essere preso in seria considerazione, permettendo in tal modo di fornire dati molto utili per la loro elevata precisione intrinseca.

BIBLIOGRAFIA

(1) KRISTENSON H. - Ark. Astr., 2 (29), 315, 1960
(2) LAMBERT W. D. - Bull. Geod., 13, 274, 1949.
(3) TORROJA J. M. - Univ. de Madrid, Semin. de Astr. y Geod., Pubbl. N. 33, 1956.
KRISTENSON H. - Ark. Astr., 2 (24), 273, 1958.
(4) PROVERBIO E. - Atti VII Riun. SAIt, 223, 1962.
(5) MISSANA N. - Mem. SAIt, XXIV, (4), 373, 1953.

CONTRIBUTI

DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

NUOVA SERIE

200 - G. De Mottoni - *Nuovi specchi telescopici metallici.*
201 - F. Zagar, *L'Osservatorio di Milano nella storia.*
202 - M. Hack - *Absolute Magnitude of O-type stars.*
203 - G. de Mottoni - *Il nuovo riflettore di* 1,37 *m dell'Osservatorio di Merate.*
204 - M. Fracassini - *The solution of the van de Hulst's integral equations for computing electron density of the solar corona.*
205 - M. Hack - *The shell spectrum of W Serpentis.*
205 - M. Hack - *The shell spectrum of W Serpentis.*
206 - A. Gökgöz, M. Hack, I. Kendir - *Study of the spectrum of ζ Tauri in* 1960.
207 - J. O. Fleckenstein, *Boscovich als Mitbegründer der sphärischen Trigonometrie.*
208 - A. Masani, *The propagation of shock waves in the inside of Stars II.*
209 - F. Zagar, *Galileo astronomo.*
210 - E. Proverbio, *Condizioni per la determinazione della costante micrometrica per mezzo di coppie stellari fondamentali.*
211 - A. Masotti, *Sopra alcuni cimeli bibliografici della Specola braidense.*
212 - M. Fracassini - *The sloution of the van de Hulst's integral equations, for computing electron density of the solar corona: general solutions, applications and fortran programming for the* IBM 1620 *computer.*
213 - E. Proverbio, *Determinazione fotografica di precisi istanti dei contatti durante l'eclisse totale di Sole del* 15 *febbraio* 1961.
214 - G. de Mottoni, *Considerazioni sulla Collaborazione internazionale nello studio fotografico del Pianeta Marte.*
215 - M. Hack e L. Pasinetti, *Quantitative analysis of the Hydrogen - poor star v Sagittarii.*
216 - A. Masani, *Sui recenti sviluppi della teoria delle stelle variabili.*
217 - M. Fracassini e M. Hack, *Intensities, polarization and electron density of the solar corona during the total solar eclipse of* 1961, *february* 15: *(final results) paper II.*
218 - R. Faraggiana e M. Hack - *The magnetic star γ Equulei.*
219 - E. Proverbio, *La variazione della latitudine di Milano (Brera) nel periodo* 1960.1-1961.3.
220 - E. Proverbio, *Sul problema della determinazione dell'azimut strumentale meridiano.*
221 - R. Faraggiana e M. Hack, *Results obtained from the* 1961-62 *eclipse of* 31 *Cygni.*
222 - P. Broglia, *The ultrashort period variable SZ Lyncis.*
223 - A. Pasinetti e L. E. Pasinetti, *The problem of ionising radiations in space flight.*
224 - E. Proverbio, *Possibilità della misura di distanze nel campo topografico con metodi ottici.*
225 - T. Tamburini, *Studio spettrofotometrico di* 56 *Arietis.*
226 - P. Broglia, *Light curve variations and elements of CW Cassiopeiae.*
227 - A. Masani, G. Silvestro - *Energy Spectrum of Neutrinos Produced in e^+, e^- Pair* annihilation.
228 - M. Fracassini, L. E. Pasinetti - *Study of ε Del; Reduction and Eleboration of the observations by the electronic computer IBM* 1620.
229 - E. Proverbio, *Riduzione degli errori sistematici nelle osservazioni meridiane di tempo e di longitudine.*

CONTRIBUTI

DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE

NUOVA SERIE

230 - E. Proverbio - *Sulla determinazione di differenze di longitudine per scopi geodetici.*

231 - E. Proverbio - *Osservazioni sulla propagazione di segnali orari su* 2.500 *e* 5.000 *Mc/s durante l'eclisse totale di sole del* 15 *febbraio* 1961.

232 - R. Faraggiana, *Quantitative analysis of* γ *Capricorni.*

233 - A. Masani - *La produzione di neutrini nei plasmi ad altissima temperatura.*

234 - E. Proverbio - *Ricerche sulla marcia e sulla deriva di campioni di frequenza a quarzo.*

235 - E. Proverbio - *Sur la determination du facteur de qualité du Système Balancier - Spiral d'un oscillateur mecanique.*

236 - M. Fracassini, L. Pasinetti - *Teorie e problemi attuali sulle variazioni della brillanza della luce zodiacale* (L.Z.) *e anti solare* (A.S.) *e delle emissioni del cielo notturno* (*airglow*) *in relazione al ccilo solare e lunare.*

237 - A. Masani, R. Gallino, G. Silvestro - *Neutrino Emission of Massive Star Evolutions, in the Late Stages.*

238 - R. Faraggiana, A. Gökgöz, M. Hack, I. Kendir - *Spectrographic Observations of the* 1962 *Eclipse of* 32 *Cygni.*

239 - C. De Concini, E. Proverbio - *Determinazione unilaterale della differenza di longitudine tra Milano* (*Brera*) *e Solferino e valutazione critica dei metodi di riduzione.*

240 - E. Proverbio - *Sulla determinazione delle variazioni della curvatura media di una livella e delle irregolarità di curvatura.*

241 - E. Proverbio - *Determinazione degli errori progressivi e del passo della vite micrometrica di un micrometro di latitudine con stelle a bassa declinazione.*

242 - E. Proverbio - *Sulla determinazione dell'equazione personale mediante osservazioni di passaggi di meridiano.*

243 - E. Proverbio - *Sulla determinazione astronomica del tempo e sull'impiego del metodo di Döllen in meridiano in determinazioni di elevata precisione.*

244 - E. Proverbio, F. Chlistovsky - *Sulle variazioni a corto periodo della velocità di rotazione della terra.*

245 - A. Masani, R. Gallino, G. Silvestro - *L'astronomia del neutrino.*

246 - E. Proverbio, L. Martinenghi - *Programmi di riduzione su calcolatore elettronico delle Osservazioni Astronomiche di Tempo e di Azimut.*

247 - E. Proverbio - *Amplificateur de temps et dispositifs de comparaison des pendules astronomiques de précision très élevée.*

248 - F. Zagar - *Astronomia classica e Meccanica celeste.*

249 - E. Proverbio - *Sulla riduzione delle osservazioni fotografiche di eclissi solari in vista di applicazioni astrometriche e geodetiche di elevata precisione.*