PUBBLICAZIONI
DEL REALE OSSERVATORIO DI BRERA IN MILANO.
N.° XI.

SUGLI ECLISSI SOLARI TOTALI

DEL 3 GIUGNO 1239 E DEL 6 OTTOBRE 1241.

MEMORIA

di GIOVANNI CELORIA.

ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAJO.

MILANO,
Galleria De-Cristoforis,
59-62.

NAPOLI,
Via Roma, già Toledo
224

PISA,
Lung' Arno Regio, 9.

1876.

PUBBLICAZIONI
DEL REALE OSSERVATORIO DI BRERA IN MILANO.
N.° XI.

SUGLI ECLISSI SOLARI TOTALI

DEL 3 GIUGNO 1239 E DEL 6 OTTOBRE 1241.

MEMORIA

di GIOVANNI CELORIA.

ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAJO.

MILANO,
Galleria De-Cristoforis,
59-62.

NAPOLI,
Via Roma, già Toledo
224.

PISA,
Lung' Arno Regio, 9.

1876.

Milano, 1876. — Tip. Bernardoni.

SUGLI ECLISSI SOLARI TOTALI

DEL 3 GIUGNO 1239 E DEL 6 OTTOBRE 1241.

MEMORIA

di GIOVANNI CELORIA.

I.

L'eclissi solare del 3 giugno 1239 (1) condusse a conchiudere con qualche fondamento, che, per l'epoca alla quale esso si riferisce, le tavole lunari di Hansen non rappresentano più con tutta la precisione creduta le posizioni osservate della Luna. Fu contrapposto (2) che Hansen stesso aveva applicate le proprie tavole al calcolo dell'eclissi solare del 6 ottobre 1241, di ue anni circa soltanto posteriore, ed aveva nel medesimo trovato invece una piena conferma della teoria lunare, sulla quale riposano le tavole stesse.

L'illustre Hansen però nella sua Memoria (3) limitossi a considerare due soli luoghi di totalità, Stade ed Erfurt, i quali sono pure i due soli stati considerati da Oltmanns e Wurm nei loro lavori anteriori sopra l'eclissi stesso (4). Ora Stade ed Erfurt giacciono assai prossimi alla linea dell'eclissi centrale, e si può spostare di parecchie miglia la zona della totalità, senza che e l'uno e l'altro escano dalla medesima. Finchè il calcolo si limita a considerare questi due luoghi, non si può a rigore di logica dedurre dall'eclissi del 1241 argomento favorevole o contrario alle conseguenze date dall'eclissi del 1239.

Mi nacque quindi naturalmente l'idea di fare, ove fosse possibile, rispetto all'Eclissi del 1241, ciò che il professore Schiaparelli aveva fatto per quello del 1239; cercare cioè, colle cronache antiche alla mano, una serie di punti, i quali limitassero ed individuassero

---

(1) *Memorie del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere.* Vol. XIII, pag. 275 e seg.

(2) *Nature — A weekly illustrated journal of science.* Vol XII, pag. 167-168.

(3) HANSEN, *Ecliptische Tafeln für die Conjunctionen des Mondes und der Sonne.* Berichte über die Verhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Vol. IX, pag. 75 e seg.

(4) *Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften herausgegeben von* LINDENAU *und* BOHNENBERGER. Vol. III, pag. 37.

la zona della totalità meglio di quanto potessero farlo e Stade ed Erfurt considerati da Oltmanns, da Wurm e da Hansen. Così fui condotto al presente lavoro, del quale la prima parte si riferisce all'eclissi solare del 6 ottobre 1241, la seconda contiene alcune modificazioni da apportarsi ai risultati numerici già trovati per l'eclissi solare del 3 giugno 1239, la terza accenna ad alcune conseguenze probabili, che si possono ricavare dai due eclissi insieme combinati.

II.

Eclissi solare del 6 ottobre 1241.

Non poche cronache antiche accennano a questo eclissi. Il professore Carlo Cipolla, da me pregato, in breve ora mi indicò più di trenta luoghi, dai quali, stando alle cronache pubblicate specialmente dal Pertz, il medesimo fu osservato. Io comincierò dal riprodurre i documenti tratti da queste cronache, la massima parte dei quali io ritrovai solo dopo le indicazioni cortesi del dotto professore, a cui qui esprimo tutta la mia gratitudine; e per procedere con qualche ordine, li riprodurrò cominciando da quelli, che si riferiscono ai luoghi più boreali, e procedendo man mano agli altri, che riguardano successivamente luoghi sempre più e più australi.

Negli *Annales Ryenses* leggesi: 1241 *Eclipsis fuit* (1). Questo documento non accenna in modo alcuno ad un eclissi totale; malgrado ciò, esso ha una certa importanza, come si vedrà in seguito. Esso si riferisce a Rye (Ruhkloster), convento di Bernardini, che sorgeva una volta nel ducato di Schleswig, poco lungi dal luogo ove ora s'incontra il castello di Glücksburg, a 54° 50′,34 di latitudine boreale, a 9° 32′,93 di longitudine orientale da Greenwich (2).

Negli *Annales Stadenses* corrispondentemente all'anno 1241 si legge: *Eclypsis solis octava Michaelis, scilicet 2 Nonas Octobris, die dominica post meridiem modicum, stellis apparentibus et sole penitus a nostris visibus occultato, et tanta erat cœli serenitas, ut nulla in aere nubes appareret* (3). Questo documento importantissimo accenna in modo esplicito ad un eclissi totale, nè io sovr'esso mi soffermerò oltre, poichè è lo stesso documento, che diede origine alle ricerche già indicate di Oltmanns, di Wurm e di Hansen. Per la stessa ragione io non riferirò qui l'altro documento analogo, riferentesi alla città di Erfurt; solo soggiungerò, che per Stade la latitudine è uguale a 53° 35′,81, la longitudine è uguale a 9° 28′,43, e che Erfurt giace a 50° 58′,81 di latitudine ed a 11° 2′,40 di longitudine.

Gli *Annales Colbazienses* rispetto al 1241 contengono, fra l'altre, la seguente notizia: *hoc anno luna 27 hora 8. 2. nonas Octobris factus est eclypsis solis* (4). Non trattasi qui d'un documento d'importanza speciale, il quale accenni in qualche modo ad una totalità. Il

(1) Pertz, *Monumenta Germaniae historica*. Script. Tom. XVI, pag. 408.

(2) Una volta per tutte avverto, che nel presente capitolo si tratterà sempre di latitudini boreali, e di longitudini contate ad oriente del meridiano di Greenwich.

(3) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVI, pag. 368.

(4) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XIX, pag. 716.

luogo, al quale esso si riferisce, è Colbatz, a 53° 18',33 di latitudine, a 14° 48',50 di longitudine.

Nel *Chronicon episcoporum Verdensium* si legge: *Luderus huius ecclesiae episcopus XXXII.... Huius etiam tempore facta est eclypsis solis magna anno domini MCCLXI* (1). Questo documento riguarda Verden, a 52° 55',40 di latitudine, a 9° 13',87 di longitudine, ed ha una non piccola importanza. Colle parole *eclypsis magna* esso accenna con qualche probabilità ad un eclissi totale, e quanto all'anno 1261, esso è manifestamente posto per isbaglio in luogo del 1241, poichè secondo una nota di Potthast (2), comunicatami dal professore Cipolla, Lüder von Borg ascese alla cattedra vescovile di Verden nel 1231, e vi morì il 28 giugno 1251.

In una cronaca riguardante Goslar (3), a 51° 54', 10 di latitudine, a 10° 25',44 di longitudine, si incontrano le parole seguenti: *Item by syner tyt (Fredericus de andere* 67 *demen amen) led de Sonne eyns Eclipsim, do me schreff MCCXLI.* È un documento, che evidentemente accenna al nostro eclissi, ma da esso non si può dedurre nulla di esplicito rispetto alla sua grandezza.

Gli *Annales Palidenses* scrivono: 1241 *Eclypsis solis dominica die post Michaelis* (4). Questi annali si riferiscono ad un luogo chiaramente indicato, e posto vicino al fiume Oder, di fronte ad Herzberg ed a Scharzfeld, ma non accennano in modo alcuno ad un eclissi totale. Le latitudini di Herzberg e di Scharzfeld sono rispettivamente 51° 39',08 e 51° 38',00, le longitudini 10° 22',15 e 10° 24',65.

Negli *Annales Veterocellenses* corrispondentemente al 1241 si legge: *pridie nonis octobris eclypsis solis facta est post meridiem et stellae apparuerunt* (5). Qui si tratta di un documento importante. Esso emana certamente da un contemporaneo, e si riferisce al convento di Cistercensi fondato nel 1185, posto non lungi dalla Mulda, ad Altenzelle, a 51° 3',55 di latitudine, a 13° 16',30 di longitudine. Esso colle parole *stellae apparuerunt* accenna con qualche probabilità ad un eclissi totale. L'apparire delle stelle, malgrado il contrario avviso di un uomo autorevolissimo, io persisto a ritenerlo, specialmente quando lo si incontra in cronache antiche, come un indizio certo di totalità. In queste cronache in generale non trattasi di osservatori esercitati, attenti ai più piccoli particolari, pronti a spiare per ogni dove nel cielo pur una sola stella. Si tratta di uomini colti la più gran parte dei casi all'improvviso dai fatti che descrivono; e perchè un fenomeno sia da essi notato, deve succedere in modo pieno ed intero, deve imporsi per sè medesimo alla loro attenzione. Se essi parlano di stelle vedute, molto probabilmente è perchè queste si mostrarono in quel numero e in quel modo, che è caratteristico della totalità. Una sola restrizione io farei, e riguarda gli eclissi, durante i quali Venere fu certamente visibile. Venere salta di per sè all'occhio, appare ancora in mezzo a non poca luce; e la sua visibilità può facilmente, presso cronisti in ispecie che non dovevano in argomento di questa natura attribuire un'importanza speciale ad ogni parola, dar luogo a generalizzazioni non corrispondenti per intero ai fatti. Vedremo tosto, che durante l'eclissi del 1241 Venere fu certamente visibile, e per questa ragione nella critica dei presenti documenti io ritenni le parole *stellae visae*, quando non sono da altre espressioni

(1) Leibnitz, *Script. Brunsvic.* T. II, pag. 118.

(2) *Bibliotheca Historica Medii Aevi.* Suppl. pag. 435.

(3) Chronicon breve principum Romanorum qui Goslariae aut in vicinia egerunt et ecclesias privilegiis donaverunt, dialecto Saxonica scriptum. *Leibnitz-Script. Brunsvic.* T. III, pag. 429.

(4) Pertz, *Mon. Germ. hist.* T. XVI, pag. 98.

(5) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Tom. XVI, p. 43.

esplicite accompagnate, come indizio non di certa, ma solo di probabile totalità; e questo a differenza di quanto aveva fatto rispetto all'eclissi del 1239, durante il quale il calcolo mi dimostrò, che Venere fu certamente invisibile.

Il monaco Alberico (1) scrive: 1241 *eclypsis solis fit Dominica post festum Sancti Remigii, et sequenti quinta feria visus esse dicitur volatus draconis.* È molto probabile, secondo il Leibnitz stesso, che Alberico abbia vissuto nella diocesi di Liegi; ed a Liegi appunto, a 50° 40′,00 di latitudine, a 5° 31′,90 di longitudine, io riferisco il documento tratto dalla sua cronaca, documento che per altro non ha nel caso presente un'importanza speciale, nè accenna in modo alcuno a totalità.

Negli *Annales Fossenses* leggesi di fronte al 1241: *eodem anno sol passus est in regressu eclypsin a meridie usque ad horam vesperarum octava beati Lamberti* (2).

Nella *Continuatio Annalium Laubientium* leggesi ancora rispetto al 1241: *hoc anno facta est eclypsis solis pridie nonas octobris die dominica inter sextam et nonam, et stella visa est in cœlo, et luna opposuit se soli tota pallida* (3).

I primi di questi annali si riferiscono a Fosses, nel Belgio, a 50° 23′,82 di latitudine, a 4° 41′,96 di longitudine. Essi però, mentre accennano in modo evidente all'eclissi di cui qui si tratta, non accennano poi in modo alcuno ad un eclissi totale.

I secondi riguardano il villaggio di Lobbes, a 50° 22′,04 di latitudine, a 4° 12′,65 di longitudine, noto per una grande abbazia, di cui conserva ancora i resti. Le parole *stella visa est* in essi contenute, mi fecero a prima giunta dubitare d'un eclissi totale, ma fu un dubbio tosto dissipato. Tali parole si riferiscono a Venere, nè dietro esse è lecito credere ad una totalità in Lobbes. Io calcolai colle tavole di Le-Verrier il luogo di Venere pel giorno 6 ottobre 1241, e trovai in quel giorno la sua elungazione uguale a 21° 34′,9, la sua latitudine australe pari a 2° 58′,8. La congiunzione in ascensione retta del Sole e della Luna avvenne, in tal giorno, mezz'ora circa prima del mezzodì medio di Greenwich, e durante l'eclissi del 1241 Venere fu quindi certamente visibile.

La continuazione alla cronaca boema di Cosma, dice a proposito del 1241: *Nonas octobris eclypsis solis facta est post meridiem ita ut putaretur crepusculum ab hominibus* (4). È un documento importante, sebbene poco esplicito. Esso potrebbe accennare ad un eclissi totale, ma molto più probabilmente accenna ad un luogo assai prossimo alla zona di totalità, e non compreso in essa. Si riferisce a Praga, di cui la latitudine è 50° 5′,31, la longitudine 14° 25′,47.

Nelle *Notae Sancti Petri Babenbergensis* si legge: *Noverint universi presencium inspectores quod anno Domini* 1241 *in octava Sancti Michaelis die existente dominica inter nonam et vesperas eclypsis solis facta est* (5). Bamberg, a cui questo documento si riferisce, giace a 49° 53′,47 di latitudine, a 10° 52′,92 di longitudine; ma il documento stesso non ha importanza speciale. Esso non accenna ad un eclissi totale, ed inoltre non emana da un contemporaneo.

Gli *Annales breves Wormatienses* contengono le seguenti parole: 1241 *eclypsis solis*

(1) Chronicon Alberici Monachi trium fontium. *Leibnitz-Script. Brunsvic.* T. II, pag. 579.

(2) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. IV, pag. 32.

(3) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Scrip. Tom. IV. pag. 27.

(4) Canonicorum Pragensium Continuationes *Cosmae* Chronica Boemorum. — Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. T. IX, pag. 171.

(5) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. T. XVII, pag. 636.

facta est generalis (1). A Worms quindi, sulla riva sinistra del Reno, ed a 49° 37',80 di latitudine, a 8° 21',87 di longitudine, l'eclissi del 1241 non fu totale. La parola *generalis* non potrebbe senza cavillare essere riferita alla grandezza dell'eclissi; essa piuttosto esprime la grande estensione della terra, dalla quale l'eclissi stesso fu osservato.

Nel *Chronicon Boemiae, auctore Neplachone Abbate Opatoviense*, incontransi queste parole: *anno domini MCCXLI eclypsis solis facta est post meridiem, ita ut putaretur crepusculum ab hominibus* (2). Opatowitz, a cui questo documento si riferisce, giace a 49° 36',46 di latitudine, a 16° 41',29 di longitudine, ma non lo si può con qualche fondamento porre nella zona di totalità dell'eclissi. L'abate Opatoviense non è contemporaneo all'eclissi, e l'identità delle parole fa supporre, che egli abbia ricavato il proprio documento da quello più sopra riferito, e riguardante la città di Praga.

Gli *Annales Ensdorfenses* sono assai espliciti rispetto all'eclissi del 1241. Essi scrivono: *facta est eclypsis solis 2 nonas Octobris circa horam nonam et obscuratus est sol et tenebrae factae sunt per totam terram et stellae apparuerunt manifeste* (3).

Nel *Chronicon Ellwacense*, si legge: 1241 *solis eclypsis facta est maxima pridie nonas octobris et stellae visae, tenebraeque magnae tempore meridiano* (4).

Gli *Annales Neresheimenses* scrivono: *Solis eclypsis facta est maxima 2 Non. Octob. tenebraeque maximae tempore meridiano* (5).

Nelle *Notae Altahenses* trovo: 1241 *2 nonas octobris in octava Sancti Michaelis, dominica die in meridie facta est eclypsis solis et tenebrae factae sunt, stellis apparentibus in coelo, sole tamen ante tenebras et post clarissimo existente* (6).

Si hanno ancora gli *Hermanni Altahensis Annales*, i quali dicono a riguardo del 1241: *hoc anno eclypsis solis facta est in media die in octava Mychaelis et stellae visae sunt* (7).

Io riferii ad arte, senza interruzione, questi documenti, che mi pajono importantissimi. Il primo di essi si riferisce ad Ensdorf a 49° 20',75 di latitudine, a 11° 57',38 di longitudine; il secondo ad Ellwangen, a 48° 57',19 di latitudine, a 10° 9',92 di longitudine; il terzo a Neresheim, a 48° 45',27 di latitudine, a 10° 19',90 di longitudine; i due ultimi ad Altaich, di cui la latitudine e la longitudine sono rispettivamente 48° 45',65 e 13° 4',80. Tutti sono singolarmente espliciti. Ad Ensdorf, a Neresheim, ad Ellwangen, ad Altaich l'eclissi del 1241 fu totale. Che se si volesse fare una distinzione fra i documenti stessi, bisognerebbe porre fra i più espliciti quelli di Altaich, di Ensdorf, di Ellwangen, e dare il secondo posto a quelli di Neresheim; non perchè questi ultimi siano realmente meno espliciti, ma perchè alcuni li dubitano tratti da quelli di Ellwangen. Bisognerebbe ritenere Altaich, Ensdorf, Ellwangen, per luoghi in cui l'eclissi fu certamente totale; Neresheim, per luogo in cui esso fu quasi certamente totale. Dietro i documenti trascritti, o l'eclissi fu totale e ad Altaich e ad Ensdorf e ad Ellwangen, o non lo fu in nessuno dei tre; sarebbe arbitrario l'ammettere, ad esempio, la totalità per Altaich e per Ensdorf, e negarla per Ellwangen, e fino ad un certo punto anche per Neresheim.

---

(1) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVII, pag. 75.

(2) PEZ, *Scriptores rerum Austriacarum.* T. II, pag. 1031.

(3) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. X, pag. 5.

(4) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. X, pag. 38.

(5) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. X, pag. 23.

(6) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. T. XVII, pag. 422.

(7) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. T. XVII, pag. 394.

Gli *Annales Osterhovenses* contengono rispetto al nostro eclissi il seguente documento: 1241 *eclypsis solis facta est in media die in octava Michaelis et stellae visae sunt* (1). È un documento, che accenna a totalità, ma pare ricavato da quello di Ermanno Altaense più sopra riferito, sicchè dietro esso io ritengo Osterhofen, a 48° 43′,83 di latitudine, a 12° 58′,93 di longitudine, come luogo di totalità non certa, ma solo probabile.

Rispetto ad Augsburg, a 48° 21′,73 di latitudine, a 10° 54′,03 di longitudine, si hanno due documenti. Gli *Annales Augustani minores* scrivono a proposito dell'anno 1241: *hoc anno factae sunt tenebrae nonis octobris die dominico post meridiem* (2). Gli *Annales SS. Udalrici et Afrae Augustenses* hanno invece quest'altre parole: *hoc anno eclypsis solis facta est in media die in octava Michaelis et stellae visae sunt* (3). La parola *tenebrae* del primo documento, unita alle *stellae visae* del secondo, lascia conchiudere, che ad Augsburg pure l'eclissi del 1241 fu certamente totale.

Nella *Chronicon Magni Presbiteri Continuatio*, si legge: *Anno* 1241 *pridie nonas octobris obductus est sol mirabili nigredine aliquantulum post meridiem dum esset in claritate sua subito, ita quod nulla pars eius poterat videri et stellae visae sunt tamquam in nocte fere ad* 4 *horas* (4). Non si può desiderare documento di questo più esplicito. A Richersberg, a 48° 20′,18 di latitudine, a 13° 21′,54 di longitudine, luogo a cui il documento stesso si riferisce, l'eclissi del 1241 fu certamente totale.

Il *Chronicon Claustro Neoburgense* scrive a proposito del nostro eclissi: *obscuratus est sol in quibusdam locis et factae sunt tenebrae ita ut stellae viderentur in coelo circa festum Sancti Michaelis hora nona* (5). Questo documento incontrasi ancora nella *Continuatio Sancrucensis secunda* (6), e si riferisce a Kloster Neunburg, a 48° 18′, 60 di latitudine, a 16° 16′, 26 di longitudine. Esso è assai poco esplicito; il modo in cui è concepito, le parole *in quibusdam locis* lasciano pensare, che a Kloster Neunburg stesso l'eclissi non fu totale, mentre lo fu invece altrove.

Ben più importante è il documento, tratto dagli *Annales Scheftlarienses minores*. Esso suona: *A. D.* 1241 *sol obscuratus est in meridie et nox facta est per longam horam et stellae visae sunt* (7). Si riferisce al monastero di Scheftlarn, posto al di sopra di Monaco, sul fiume Isar, a 48° 17′, 60 di latitudine, a 11° 40′, 03 di longitudine. Dietro esso si può con fondamento affermare, che a Scheftlarn l'eclissi del 1241 fu certamente totale.

Rispetto a Vienna, a 48° 12′, 55 di latitudine, a 16° 22′, 52 di longitudine, si hanno due documenti. L'uno di essi dice: *Sol obscuratus est, stellae apparuerunt hora nona* 2 *Nonas Octobris die Dominico* (8). L'altro è analogo al precedente, e suona: *Obscuratus est Sol et factae sunt tenebrae ita ut stellae viderentur in coelo hora nona* (9). Watzo, autore di quest'ultima cronaca, la condusse fino all'anno 1301; molto probabilmente quindi egli fu contemporaneo dell'eclissi, ma all'epoca di questo, essendo assai giovane, forse egli scrisse in seguito il proprio documento, fidandosi alla memoria o alle relazioni altrui, delle quali egli riproduce le parole stesse. D'altra parte, la cronaca di Watzo riguarda l'Austria in gene-

(1) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVII, pag. 545.
(2) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. T. X. p. 9.
(3) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVII, pag. 432.
(4) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVII, pag. 528.
(5) Pez, *Scrip. Rer. Austr.* T. I, pag. 458.
(6) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. T. IX, pag. 639.
(7) Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVII, pag. 344.
(8) Continuatio Predicatorum Vindobonensium. — Pertz, *Mon. Germ. hist.* Script. T. IX, pag. 727.
(9) Paltrami seu Watzonis Consulis Viennensis Chronicon Austriarum. — Pez, *Script. Rer. Austr.* T. I, pag. 712.

rale, ed è dubbioso assai se a Vienna, oppure alla provincia austriaca debbano riferirsi le sue parole. Ad ogni modo però, anche facendo astrazione dal secondo dei due documenti trascritti, non si può a meno di conchiudere, che a Vienna, se non altro, l'eclissi del 1241 potè riescire totale.

La *Continuatio Lambacensis ad Annales Mellicenses* contiene il seguente documento: *tenebrae factae sunt per universam terram et stellae apparuerunt, pridie Nonas Octobris circa horam nonam* (1). È abbastanza esplicito; per esso si può ritenere Lambach, a 48° 5′,55 di latitudine, a 13° 52′, 67 di longitudine, come luogo in cui l'eclissi del 1241 fu molto probabilmente totale.

Negli *Annales Colmarienses minores* trovasi: 1241 *eclipsis solis accidit Nonis octobris* (2). È un documento di poca importanza; esso riguarda Colmar, a 48° 4′, 68 di latitudine, a 7° 21, 48 di longitudine; ma non emana da un contemporaneo, e non accenna in modo alcuno ad un eclissi totale.

La *Continuatio Garstensis ad Annales Admuntenses* contiene questo documento: *eclypsis solis facta est nonis octobris hora quasi* 9 (3). Garsten, a cui questo documento si riferisce, giace a 48° 1′, 33 di latitudine, a 14° 24′, 26 di longitudine; ma il documento stesso non è contemporaneo, nè accenna pur da lontano ad una totalità.

Lo stesso dicasi di quest'altro documento, tratto dagli *Annales Sancti Trudperti:* 1242 (1241) 2 *Non. Octobris facta est eclypsis solis* (4). Esso riguarda un monastero posto poco a mezzogiorno di Freyburg nella Brisgovia; a Freyburg quindi, a 47° 59′, 75 di latitudine, a 7° 51′, 17 di longitudine, il documento stesso può essere riferito; ma esso non ha nel caso nostro un'importanza speciale.

Negli *Annales Ottenburani minores* leggesi: 2 *Nonas Octobris contigit eclipsis solis octava beati Michaelis anno incarnationis Domini* 1241 *in meditullio circa meridiem et vesperam* (5). Questi Annali riguardano un monastero, fabbricato in onore di S. Alessandro, a poche miglia ad oriente di Memmingen, a 47° 58′, 90 di latitudine, a 10° 11′, 03 di longitudine; ma il documento, da essi tratto, non accenna in modo alcuno a totalità, nè ha una speciale importanza.

Le *Notae Diessenses* portano un documento analogo ai due precedenti: *anno incarnationis domini* 1241 2 *Nonas octobris visa est eclypsis solis hora diei nona* (6). Appoggiandosi ad esso non si può certo affermare, che a Diessen, a 47° 57′, 05 di latitudine, a 11° 6′, 38 di longitudine, l'eclissi del 1241 sia stato totale.

Negli *Annales S. Rudberti Salisburgensis* si legge, a proposito dell'anno 1241: *eclypsis solis in die dominico in octava Sancti Michaelis tanta facta est ut coelum obtenebraretur et stellae apparerent in coelo* (7).

La *Continuatio Admuntensis ad Annales Admuntenses* contiene: 1241 *facta est eclypsis solis et tenebrae tam densae ut stellae apparerent in coelo circa horam nonam* (8).

Questi due documenti sono singolarmente espliciti; essi accennano con evidenza ad un

(1) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Scrip. Tom. IX, pag. 559.
(2) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. XVII, pag. 190.
(3) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. IX, pag. 597.
(4) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. T. XVII, pag. 294.
(5) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. T. XVII, pag. 317.
(6) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. T. XVII, pag. 325.
(7) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. IX, pag. 787.
(8) PERTZ, *Mon. Germ. hist.* Script. Tom. IX, pag. 593.

eclissi totale, sicchè e Salzburg a 47° 47′, 75 di latitudine, a 13° 2′, 88 di longitudine, e Admont a 47° 34′, 77 di latitudine, a 14° 27′, 10 di longitudine, possono con certezza essere attribuiti alla zona di totalità.

Non meno esplicito è il documento che segue: *MCCXL* (leggasi 1241) *II Nonas Octobris eclypsis solis facta est ita ut stellae pleniter apparerent in coelo in media die* (1). Il cenobio, al quale si riferisce questo documento, è quello di Weihenstephan, poco lungi da Freisingen, ed a 48° 23′, 77 di latitudine, ad 11° 44′, 32 di longitudine (2). A Weihenstephan quindi l'eclissi del 1241 fu certamente totale.

Due soli documenti mi rimangono ora a trascrivere, e sono: *obscuratus est sol in quibusdam locis et factae sunt tenebrae ita ut stellae viderentur in coelo circa festum Sancti Michaelis hora nona* (3): *anno* 1241 *in Austria provincia et alibi visum est, ut obscuratus est sol, et tenebrae factae sunt, ita ut stellae viderentur in coelo circa Festum Michaelis hora nona* (4).

L'anonimo di Leoben spinge la sua cronaca fino all'anno 1347; quello di Zwetlen la spinge fino al 1386; nessuno dei due è contemporaneo all'eclissi del 1241, nè si può attribuire peso alcuno ai loro documenti, i quali non accennano ad un luogo speciale e, come del resto lo dimostrano le parole stesse, non possono essere che tratti da documenti anteriori.

Oltre che a Stade e ad Erfurt adunque, ad Ensdorf, ad Ellwangen, ad Altaich, a Richersberg, a Scheftlarn, a Salzburg, ad Admont, a Weihenstephan l'eclissi del 1241 fu certamente totale, così come ad Augsburg ed a Neresheim; a Lambach esso fu molto probabilmente totale; a Verden, ad Altenzelle e ad Osterhofen fu totale, sebbene con minor probabilità; a Vienna potè esser totale. A Glücksburg poi, a Colbatz, a Goslar, ad Herzberg, a Scharzfeld, a Liegi, a Fosses, a Lobbes, a Praga, a Bamberg, a Worms, a Opatowitz, a Kloster Neunburg, a Colmar, a Garsten, a Freyburg, a Memmingen, a Diessen l'eclissi del 1241 o fu senza dubbio parziale, o i documenti trascritti non accennano pur da lontano a totalità.

È naturale ora il ricercare, se queste conseguenze ricavate dalle cronache antiche sieno confermate dal calcolo.

Per questo, dalle tavole lunari di Hansen, e per le ore qui sotto indicate del tempo medio di Greenwich, io trassi i luoghi seguenti della Luna.

Tempo medio di Greenwich		Longitudine	Latitudine	Parallasse
1241 ottobre 5	22h	199° 1′ 21.″09	+ 0° 57′ 33.″67	61′ 22.″84
	23	199 39 22.88	0 54 5.80	61 22.63
ottobre 6	0	200 17 24.47	0 50 37.53	61 22.37
	1	200 55 25.44	0 47 8.89	61 22.10
	2	201 33 25.97	0 43 39.92	61 21.78
	3	202 11 26.27	+ 0 40 10 67	61 21 42

Io non do per esteso il calcolo di questi luoghi, poichè della loro esattezza ognuno può persuadersi, paragonando quello corrispondente al mezzodì medio del 6 ottobre, con quello calcolato

(1) Excerpta ex vetustiori Chronico Caenobii Weichen Stephanensis Ord. S. Bened. in Bavaria. — Pez, *Script. Rer. Austr.* T. II, pag. 403.

(2) Zach, *Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-Kunde.* Vol. VII, pag. 519.

(3) Anonymi Leobiensis Chronicon. — Pez, *Script. Rer. Austr.* T. I, pag. 814.

(4) Anonymi Cenobitae Zwetlicensis Chronicon. — Pez, *Script. Rer. Austr.* T. I, pag. 980.

per l'istante istesso da Hansen, e da lui riferito nella sua Memoria, già ricordata in principio del presente lavoro.

Le tavole lunari di Hansen riposano sopra valori delle variazioni secolari del perigeo, del nodo e della longitudine media un po' diversi dai più precisi valori, ai quali Hansen stesso arrivò in seguito (1). Io volli tener conto di queste differenze. Hansen insegna il modo di determinare l'influenza loro sui valori delle longitudini e delle latitudini lunari, date dalle proprie tavole (2). Io applicai al caso mio le formole svolte da Hansen, e trovai che sulle longitudini e sulle latitudini scritte più sopra, le differenze, di cui è questione, producono rispettivamente le variazioni date dal quadro seguente.

Tempo medio di Greenwich		Variazioni in Longitudine	Variazioni in Latitudine
1241 ottobre 5	22h	+ 18.″00	— 2.″81
	23	17.99	2.81
ottobre 6	0	17.98	2.82
	1	17.98	2.82
	2	17.97	2.83
	3	+ 17.96	— 2.83

Applicando queste variazioni col proprio segno alle longitudini e latitudini lunari già riportate, io ottenni le longitudini e le latitudini lunari definitive, cui in seguito trasformai in ascensioni rette e declinazioni, usando del valore dell'obliquità dell'eclittica 23° 32′ 23″, 82 dato ancora dalle tavole di Hansen. Di queste ascensioni rette e declinazioni do nel quadro seguente i valori, che usai in seguito nel calcolo delle costanti dell'eclissi.

Tempo medio di Greenwich		Ascensione retta	Declinazione
1241 ottobre 5	23h	198° 28′ 51.″43	— 6° 53′ 20.″79
6	0	199 3 0.14	7 10 56.41
	1	199 37 10.91	7 28 29.38
	2	200 11 23.84	— 7 45 59.30

Dalle tavole del Sole di Le-Verrier trassi in seguito, per gli stessi istanti di tempo già considerati, i seguenti luoghi solari.

Tempo medio di Greenwich		Longitudine	Latitudine	Raggio vettore
1241 ottobre 5	22h	200° 17′ 42.″58	+ 0.″07	0.993 8638
	23	200 20 12.30	0.06	8524
ottobre 6	0	200 22 42.04	0.06	8410
	1	200 25 11.76	0.05	8296
	2	200 27 41.49	0.05	8182
	3	200 30 11.21	+ 0.04	8067

(1) *Darlegung der theoretischen Berechnung der in den Mondtafeln angewandten Störungen* von Hansen, Zweite Abhandlung. Art. 317, pag. 373, 374.

(2) HANSEN, *Ib.*, pag. 375 e 378.

Anche qui l'esattezza dei luoghi calcolati è confermata dalla loro corrispondenza coi luoghi dati da Hansen nella propria Memoria, sebbene tratti da tavole diverse. Le longitudini e latitudini solari precedenti io convertii in seguito in ascensioni rette e declinazioni, usando per l'obliquità dell'eclittica il valore già usato a proposito delle coordinate lunari; e delle ascensioni rette e declinazioni solari ottenute, qui sotto riferisco quelle soltanto, che in seguito furono usate nel calcolo dell'eclissi.

Tempo medio di Greenwich		Ascenzion retta	Declinazione
1241 ottobre 5	23h	198° 46′ 3.″27	— 7° 58′ 42.″74
ottobre 6	0	198 48 23.21	7 59 39.36
	1	198 50 43.21	8 0 35.97
	2	198 53 3.25	— 8 1 32.56

Tali essendo i luoghi tabulari della Luna e del Sole, io calcolai gli elementi generali dell'eclissi del 1241, usando del metodo di Bessel, così com'esso viene esposto dal professore Chauvenet (1). Il quadro, che segue, dà appunto il valore di questi elementi, rispetto ai quali appena ricordo, che a e d esprimono rispettivamente l'ascension retta e la declinazione del punto in cui la retta, che congiunge i centri del Sole e della Luna, prolungata va a ferire la sfera celeste; che l esprime il raggio dell'ombra sul piano principale; che i esprime la tangente trigonometrica dell'angolo del cono d'ombra; che x, y, z sono le coordinate del centro della Luna rispetto ad un sistema di assi ortogonali passanti pel centro della Terra, essendo quello della z parallelo alla retta, che congiunge i centri del Sole e della Luna; che μ_1 è uguale a μ-a, essendo μ il tempo sidereo, che corrisponde all'istante considerato di tempo medio di Greenwich, tempo che fu facile il calcolare, pensando che il tempo sidereo a mezzodì medio, ossia l'ascension retta del Sole a mezzodì medio, è uguale alla sua longitudine media a mezzodì medio.

T. M. di Greenwich	a	d	Contatti interni		x	y	log z	μ_1
			l	logi				
23h	198° 46′ 5.″78	— 7°58′52″.27	— 0.010091	7.670396	— 0·278858	+ 1.067471	1.748206	348° 23′ 26.″82
0	198 48 21.07	7 59 46.47	0.010048	0401	+ 0.236863	0.795646	8273	3 23 39.37
1	198 50 36.42	8 0 40.65	0.010031	0406	0.752508	0.523815	8296	18 23 51.86
2	198 52 51.82	— 8 1 34.83	— 0.010041	0411	+ 1.268037	+ 0.252017	8274	33 24 4.31

Partendo da questi elementi è facile calcolare e la curva dell'eclissi centrale, e le curve limiti della zona di totalità. Io mi limito a qui riferire le coordinate soltanto di quei punti, i quali determinano i due tratti delle curve limiti, che specialmente importano al mio scopo, avvertendo solo, che le medesime furono calcolate, usando le formole rigorose date dal Chauvenet nell'articolo 314 e seguenti del suo libro già citato, e corrispondono ad istanti di tempo lon-

(1) *A Manual of spherical and practical Astronomy*. Vol. I, pag. 439 e seg.

tani l'uno dall'altro di cinque centesimi d'ora, cominciando dall' ora 23, 6 del tempo medio di Greenwich, e andando all'ora 24,00 del tempo stesso.

Limite nord della totalità				Limite sud della totalità			
Latitudine boreale		Long. orientale da Greenwich		Latitudine boreale		Long. orientale da Greenwich	
58°	35'.96	6°	42'.01	55°	54'.48	4°	59'.05
56	45.50	8	27.90	54	12.62	6	39.08
55	3.15	10	2.53	52	37.04	8	9.46
53	27.46	11	28.56	51	6.99	9	32.52
51	57.27	12	48.14	49	41.56	10	49.69
50	31.61	14	2.44	48	19.92	12	2.23
49	10.00	15	12.80	47	1.76	13	11.02
47	52.00	16	20.23	45	46.77	14	16.89
46	37.08	17	24.99	44	34.64	15	20.49

Coi numeri di questo quadro furono delineate le due curve limiti della totalità nella piccola carta annessa, e corrispondente all'eclissi del 1241. Sulla carta stessa furono segnati i luoghi ai quali si riferiscono i documenti già trascritti, distinguendo con un anello pieno e nero quei luoghi pei quali i documenti stessi indicano, secondo me, una totalità certa, con una circonferenza di circolo quelli pei quali i documenti stessi indicano una totalità probabile con un semplice punto i luoghi rimanenti.

La zona di totalità calcolata corrisponde in gran parte, non però in tutto a quella accennata dalle osservazioni. Rimangono fuori di essa, fra i luoghi, secondo le cronache, di totalità certa, Weihenstephan, Scheftlarn ed Ellwangen; fra quelli di totalità probabile rimangono fuori Neresheim, Augsburg e Vienna.

Tutti questi luoghi, Vienna soltanto esclusa, giacciono da una stessa parte della zona di totalità. Se le cronache viennesi non accennassero ad una totalità probabile in Vienna, nessuno forse esiterebbe un momento a conchiudere, che le osservazioni raccolte vogliono spostata la zona di totalità calcolata un po' verso sud, parallelamente a sè stessa. Ma da una parte abbiamo già visto quanta incertezza regni intorno alla cronaca di Watzo, e il documento tratto dalla cronaca dei Predicatori viennesi è ben lungi dall'indicare ad una totalità, con quella certezza ed evidenza con cui lo fanno quelli riguardanti Scheftlarn e Weihenstephan; dall'altra esso è contraddetto dalle cronache di Kloster-Neunburg e di Praga. Basta gettare un colpo d'occhio sulla carta annessa per vedere, che a Kloster-Neunburg l'eclissi dovette succedere in modo identico che a Vienna, e che, ove l'eclissi fosse qui stato totale, avrebbe dovuto esserlo vieppiù a Praga, e dare per Praga origine ad un documento preciso, esplicito, analogo a quelli trascritti, ad esempio, per Stade, per Richersberg, per Salzburg.

La discordanza delle cronache di Vienna non è quindi che apparente, e non è certo infondato od arbitrario il conchiudere, che l'eclissi del 1241, lungi dal contraddire, conferma appieno le conseguenze dedotte da quello del 1239; che, risalendo all'epoca a cui questi due eclissi si riferiscono, le tavole lunari di Hansen non rappresentano più abbastanza bene le osservazioni; e che volendo nell'eclissi del 1241 soddisfare a queste ultime, bisogna spostare la zona calcolata della totalità verso sud parallelamente a sè stessa.

Rimane a determinare quanto grande debba essere questo spostamento. Parrebbe naturale

lo spostare la zona di totalità in modo, ch' essa venisse col suo limite australe a passare per Ellwangen e per Neresheim. Così tutte le rimanenti osservazioni verrebbero ad essere ben rappresentate, esclusa solo quella, che riguarda Altenzelle.

La cronaca di Altenzelle parla soltanto di stelle vedute; non aggiunge quelle altre espressioni esplicite, che s' incontrano nelle cronache di Scheftlarn e di Weihenstephan, che danno a queste ultime il loro carattere di certezza ed evidenza, e che sono specialmente necessarie in un eclissi come quello del 1241, durante il quale Venere era certamente visibile. La cronaca di Altenzelle è, se non contraddetta, almeno non appoggiata da quella niente esplicita di Glücksburg, dove l' eclissi avrebbe dovuto essere ancora totale, se stato lo fosse ad Altenzelle. Si può quindi ritenere con non piccolo fondamento, che la zona della totalità calcolata debba essere spostata parallelamente a sè medesima, fino a passare col suo limite australe per Ellwangen e per Neresheim. La si potrebbe spostare fino a Scheftlarn soltanto, sicchè Altenzelle rimanesse ancora assai prossimo al suo limite boreale, ma il documento di Altenzelle non è certo tale, da meritare peso maggiore di quelli di Ellwangen, di Neresheim e di Augsburg insieme riuniti.

Ciò posto, nella Memoria, già citata, sull' eclissi solare del 3 giugno 1239 io svolsi la seguente relazione differenziale fra lo spostamento ΔD di un punto della curva dell' eclissi centrale, contato sulla perpendicolare alla direzione della curva stessa, e le variazioni corrispondenti $d\alpha$ e $d\delta$ dell' ascension retta e della declinazione della Luna.

$$\left.\begin{aligned}\Delta D = d\alpha\left\{\frac{A_1 \cos i}{\sqrt{1-e^2}} - \frac{(A-A_1)\operatorname{sen} i \cos\varphi}{p}\right\} + \\ + d\delta\left\{\frac{B_1 \cos i}{\sqrt{1-e^2}} - \frac{(B-B_1)\operatorname{sen} i \cos\varphi}{p}\right\}.\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

In questa formola i esprime l' angolo, che la curva dell' eclissi centrale fa nel punto considerato col tratto di parallelo ad oriente di essa, angolo contato da est verso nord, ed inoltre

$$\log\sqrt{1-e^2} = 9{,}99855$$

$$A = \frac{b\cos\varphi_1\cos\theta - R}{\operatorname{sen}\varphi_1 \operatorname{sen}\theta}$$

$$B = \frac{S}{\operatorname{sen}\varphi_1 \operatorname{sen}\theta}$$

$$A_1 = \frac{R_1(PT + P_1T_1) - R(QT - Q_1T_1)}{\cos\varphi_1}$$

$$B_1 = \frac{S_1(PT + P_1T_1) + S(QT - Q_1T_1) - c\frac{b}{\rho}T_1}{\cos\varphi_1}$$

$$p = \frac{\cos\varphi_1 \operatorname{sen}\theta}{\operatorname{sen}\varphi_1 \operatorname{sen}\theta}$$

essendo

$$P = \operatorname{sen} C - \operatorname{tang}\beta \cos C \cos\gamma$$

$$Q = \operatorname{tang}\beta \cos C \operatorname{sen}\gamma$$

$$P_1 = \cos C + \operatorname{tang}\beta \operatorname{sen} C \cos\gamma$$

$$Q_1 = \operatorname{tang}\beta \operatorname{sen} C \operatorname{sen}\gamma$$

$$R = r(1+b)\cos\delta\cos(\alpha - a)$$

$$S = r \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} (\alpha - a)$$

$$R_1 = \frac{r}{\rho} (1 + b) \operatorname{sen} \frac{1}{2} (\alpha - a) \cos \frac{1}{2} (\alpha - a) \left\{ \operatorname{sen} (\delta + d) - \operatorname{sen} (\delta - d) \right\}$$

$$S_1 = \frac{r}{\rho} (1 + b) \cos (\delta - d) \cos^2 \frac{1}{2} (\alpha - a) + \frac{r}{\rho} (1 - b) \cos (\delta + d) \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} (\alpha - a)$$

$$T = \operatorname{sen} (C + d_1)$$

$$T_1 = \cos (C + d_1)$$

ed inoltre essendo

$$\operatorname{sen} \beta \operatorname{sen} \gamma = x$$

$$\operatorname{sen} \beta \cos \gamma = y_1$$

$$c \operatorname{sen} C = y_1$$

$$c \cos C = \cos \beta$$

$$\cos \varphi_1 \operatorname{sen} \theta = x$$

$$\cos \varphi_1 \cos \theta = c \cos (C + d_1)$$

$$\operatorname{sen} \varphi_1 = c \operatorname{sen} (C + d_1)$$

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{\operatorname{tang} \varphi_1}{\sqrt{1 - e^2}}$$

$$\lambda = \mu_1 - \theta$$

le equazioni, che determinano le coordinate geografiche λ e φ di un punto qualunque della curva dell'eclissi centrale, avendo per un istante del meridiano fondamentale i valori di x e di y_1 coordinate della Luna.

Se si chiamano l e b la longitudine e la latitudine, mentre con α e δ si indicano l'ascensione retta e la declinazione corrispondenti, è facile calcolare i valori numerici dei coefficienti X X_1 Y Y_1 delle due relazioni che seguono:

$$d\delta = X d b + Y d l$$

$$d\alpha = X_1 d b + Y_1 d l.$$

Se si chiama ε l'inclinazione dell'orbita lunare sull'eclittica, se si suppone che, rimanendo invariata la longitudine della Luna, l'orbita lunare si trasporti parallelamente a sè stessa, in modo che il suo nodo ascendente si trasporti di una quantità $d\Omega$; se si suppone che, rimanendo fissa l'orbita lunare, la Luna si sposti nella sua orbita di una quantità dv, sarà come fu dimostrato nella Memoria poc'anzi citata

$$d\delta = a d v - b d \Omega$$

$$d\alpha = a_1 d v - b_1 d \Omega$$

essendo

$$a = X \operatorname{sen} \varepsilon + Y \cos \varepsilon \qquad a_1 = X_1 \operatorname{sen} \varepsilon + Y_1 \cos \varepsilon$$

$$b^* = X \operatorname{tang} \varepsilon \qquad b_1 = X_1 \operatorname{tang} \varepsilon$$

Se si sostituiscono questi valori di $d\delta$ e di $d\alpha$ nella formola (1), si trova la formola se-

* Questo b evidentemente ha nulla a che fare col b di cui sopra, latitudine della Luna.

guente:

$$\left.\begin{aligned}\Delta D = d v \left[\frac{\cos i}{\sqrt{1-e^2}}(A_1 a_1 + a B_1) - \frac{\operatorname{sen} i \cos \varphi}{p}\left\{a(B-B_1) + a_1(A-A_1)\right\}\right] - \\ - d\Omega \left[\frac{\cos i}{\sqrt{1-e^2}}(A_1 b_1 + b B_1) - \frac{\operatorname{sen} i \cos \varphi}{p}\left\{b(B-B_1) + b_1(A-A_1)\right\}\right]\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

che esprime lo spostamento perpendicolare di un punto della curva dell'eclissi centrale in funzione di dv e di $d\Omega$. Questa formola può applicarsi del pari alle curve limiti della zona di totalità, e ciò facendo si trascurano termini affatto insensibili. Io l'applicai all'eclissi del 1241; ammisi che il limite australe della zona di totalità dovesse venire a passar per Ellwangen, di cui la distanza contata sulla perpendicolare alla direzione della curva limite è uguale 42′, 60, ed arrivai così alla seguente formola finale

$$-42',60 = 57,7624\, d v - 1,4098\, d\Omega$$

nella quale il segno negativo dato allo spostamento ΔD dipende unicamente da ciò, che nella Memoria, riguardante l'eclissi del 1239, fu convenuto di dare il segno positivo allo spostamento, che tende ad innalzare la zona di totalità verso settentrione.

III.

Eclissi solare del 3 *giugno* 1239.

A questo eclissi io ho già dedicato un lavoro speciale, le cui conseguenze furono più sopra ricordate. Io devo però qui ritornare brevemente sul medesimo, per correggere due errori sfuggiti nel calcolo dei luoghi della Luna, errori che, pur cambiando il valore numerico dei risultati ottenuti, non alterano però la sostanza delle conseguenze dedotte.

Ad un tempo colgo l'occasione per trascrivere un nuovo documento che all'eclissi stesso si riferisce, e che venne pubblicato dal dotto professore Cipolla. Esso riguarda Verona, ed è questo: *MCCXXXVIIII. Die Veneris tercio Junij sol plurimum obscuratus est* (1). È un documento abbastanza esplicito; accenna con evidenza ad un eclissi sensibilissimo del Sole, ma non ad un eclissi totale.

Gli errori sfuggiti nel calcolo delle posizioni lunari sono, come già dissi, due: il primo, di assai poca importanza, riguarda l'argomento 9 delle ineguaglianze dell'argomento fondamentale e della parallasse: il suo valore è 62,057 invece che 60,057 (2); il secondo, di importanza maggiore, riguarda il segno dato, nel calcolo delle longitudini, al prodotto della somma delle ineguaglianze delle latitudini pel fattore ricavato dalla tavola X di Hansen: questo prodotto vuol essere preso col segno negativo, invece che col positivo, come per isbaglio fu fatto (3). Questi due errori non influiscono punto sul valore della parallasse equato-

(1) Annales veteres. — *Archivio Veneto*. Tomo IX, parte II.

(2) Memoria citata, pag. 11.

(3) Memoria citata, pag. 14.

riale orizzontale della Luna, ma per essi le longitudini e le latitudini lunari cambiano, sebbene in grado diverso, e diventano quelle contenute nel quadro seguente:

Tempo medio di Greenwich	Longitudine	Latitudine	Parallasse equat. orizzontale
1239 Giugno 2. 20h	76° 23′ 14″.98	+0° 5′ 22.12	61′ 8″.33
22	77 38 43.04	0 12 21.39	61 9.53
Giugno 3. 0	78 54 13.97	0 19 20.63	61 10.62
2	80 9 47.47	0 26 19.47	61 11.54
4	81 25 23.35	+0 33 17.79	61 12.36

Per tener conto delle differenze, alle quali fu già accennato più sopra, fra i più precisi valori delle variazioni secolari del perigeo, del nodo, della longitudine media lunare, e quelli usati da Hansen nelle proprie tavole, bisogna nel caso presente aggiungere alle longitudini e latitudini tabulari rispettivamente +17″,90 e +2″,85. Applicando queste due correzioni alle longitudini e latitudini appena scritte, e ritenendo invariate le coordinate del Sole, che qui, per porre sott'occhio al lettore tutti gli elementi del calcolo, trascrivo.

Tempo medio di Greenwich	Longitudine	Latitudine	Distanza dalla Terra
1239 Giugno 2. 20h	78° 42′ 11.16″	+0 0 0. 13″	1. 016 7568
22	78 46 57.29	0 0 0. 14	7616
Giugno 3 0	78 51 43.41	0 0 0. 15	7662
2	78 56 29.54	0 0 0. 16	7709
4	79 1 15.67	+0 0 0. 17	7754

gli elementi generali dell'eclissi del 1239, calcolati col noto metodo di Bessel, diventano:

Tempo medio Greenw	a	d	Contatti interni l	Contatti interni log. i	x	y	log. z	μ_1
23	77° 50′ 17″.85	+23 3 55.37	−0.015106	7.660476	−0.552319	+0.214654	1.749747	345° 36′ 24″.59
0	77 52 47.38	23 4 6.46	0.015137	474	+0.019031	0.320386	702	0 36 22.90
1	77 55 16.91	+23 4 17.54	−0.015183	473	+0.591904	+0.425616	616	15 36 21.21

Sopra questi elementi riposano i numeri del quadro seguente, riferentisi alla curva dell'eclissi centrale e totale, e corrispondenti ad istanti del tempo medio di Greenwich fra loro equidistanti.

Tempo medio di Greenwich	Curva dell'eclissi centrale e totale: Latitudine boreale	Longit. occidentale da Greenwich	Durata della totalità
h			
23. 0	31° 0.′89	25° 48′.67	312s. 6
23. 2	34 0. 44	20 33. 65	329. 8
23. 4	36 34. 42	15 25. 18	343. 1
23. 6	38 45. 14	10 12. 82	352. 4
23. 8	40 33. 28	4 49. 15	357. 4
0. 0	41 58. 11	359 8. 51	358. 0
0. 2	42 57. 92	353 6. 24	353. 9
0. 4	43 30. 08	346 37. 95	345. 2
0. 6	43 30. 60	339 38. 89	331. 8
0. 8	42 53. 61	332 1. 54	313. 6
1. 0	41 29. 10	323 31. 02	290. 3

Sugli elementi stessi riposano ancora le seguenti coordinate di alcuni punti dei due tratti delle curve limitanti la zona di totalità, che specialmente importano al mio scopo, calcolate per istanti di tempo lontani l'uno dall'altro di cinque centesimi d'ora, cominciando dall'ora 0, 0 del tempo medio di Greenwich, e andando fino all'ora 0, 5 del tempo stesso.

Limite nord della totalità		Limite sud della totalità	
Latitudine boreale	Longit. orientale da Greenwich	Latitudine boreale	Longit orientale da Greenwich
43° 6'.84	0° 29'.79	40° 49' 52	1° 12'. 58
43 24. 71	2 1. 31	41 6. 53	2 37. 97
43 40. 88	3 34. 36	41 21. 95	4 4. 68
43 55. 33	5 9. 02	41 35. 77	5 32. 80
44 8. 04	6 45. 32	41 47. 98	7 2. 39
44 18. 97	8 23. 34	41 58. 58	8 33. 51
44 28. 04	10 3. 16	42 7. 55	10 6. 21
44 35. 17	11 44. 82	42 14. 76	11 40. 54
44 40. 24	13 28. 38	42 20. 08	13 16. 60
44 43. 15	15 13. 90	42 23. 41	14 54. 47
44 43. 80	17 1. 14	42 24. 64	16 34. 23

Coi numeri di questo quadro furono delineate le due curve limiti della totalità in quella delle due piccole carte annesse, che riguarda appunto l'eclissi del 1239, nella quale inoltre furono con un circolo pieno e nero indicati i luoghi, per cui le cronache contemporanee indicano la totalità dell'eclissi stesso, con una semplice circonferenza di circolo quei luoghi invece, pei quali le cronache stesse indicano o un eclissi certamente parziale, oppure un eclissi di totalità dubbia.

Per giudicare della totalità mantenni il criterio già usato della visibilità delle stelle, quando questa è affermata in modo pieno ed esplicito. Lo mantenni per le ragioni esposte nel capitolo precedente, corroborate ancora dal fatto, che durante l'eclissi del 1239 Venere fu assolutamente invisibile, nè potè trarre in inganno i cronisti, o condurli a generalizzazioni non conformi per intero ai fatti. Le tavole di Le-Verrier mi diedero infatti pel 3 giugno del 1239 e pel mezzodì medio di Greenwich, la longitudine eliocentrica di Venere uguale a 76°33',47; la sua latitudine boreale uguale a 0° 24',09, e nell'istante stesso la longitudinale del Sole era di 78° 51',72.

Le nuove curve limiti, meglio delle antiche, corrispondono alle osservazioni. Esse chiudono nella zona di totalità Monpellieri, Mirabeau, Bologna, Ravenna, che prima ne erano escluse; pongono Digne, Varazze e Genova sull'estremo limite boreale della totalità stessa, e lasciano fuori da quest'ultima Alessandria, Piacenza, Parma, Reggio e Modena. Si aveva quindi ragione di interpretare i documenti di Monpellieri, di Mirabeau, di Ravenna, di Bologna come indicanti totalità; e l'essere ora Digne, Varazze e Genova sull'estremo limite della zona di totalità non corrisponde ancora alle osservazioni raccolte, nè basta a spiegare le cronache, che ai luoghi stessi si riferiscono.

Leggendo e rileggendo le cronache pubblicate di questo eclissi, nasce e prende radice sempre più nell'animo la persuasione, che, a soddisfare le medesime, è indispensabile spostare alquanto verso nord la zona calcolata di totalità, spingendo fino a Piacenza il suo limite boreale.

Questa persuasione è ancora corroborata dalle considerazioni, che seguono. Tra tutti i documenti merita singolare attenzione quello di Ristoro d'Arezzo, il quale dice di avere visto *stare il Sole tutto coperto per spazio che l'uomo potesse bene andare* 250 *passi*. Malgrado

il contrario avviso di un uomo autorevolissimo ed illustre, non mi pare, che da queste parole si possa trarre la durata della totalità dell'eclissi in Arezzo con quella certezza, che sarebbe necessaria, per poter risalire da essa con qualche fondamento agli elementi dell'eclissi. Tali parole non possono essere, che una espressione approssimata usata da Ristoro, così come ancor oggi si usa nel nostro discorso famigliare, non possono contenere altro, che una stima grossolana del tempo, fatta non durante l'eclissi stesso, ma in seguito, nel porre in carta la descrizione dei fenomeni osservati.

Anche intesa però sotto questo secondo punto di vista, la stima del tempo data da Ristoro ha un qualche valore. A fare 250 passi, quando si consideri l'ordinario andare di un uomo, si impiegano intorno a tre minuti primi, piuttosto meno che più. Ora il calcolo pone Arezzo quasi esattamente sulla linea centrale dell'eclissi, in un punto in cui la durata della totalità sarebbe di poco inferiore a 6 minuti, e più precisamente uguale a $5^m,85$: una così grande durata non corrisponde alla stima di Ristoro, e mostra, che per soddisface ad essa bisogna immaginare Arezzo un po' lontano dalla curva centrale dell'eclissi, e spostare quindi d'alquanto la zona di totalità calcolata, cosa che si accorda perfettamente colle deduzioni anteriori.

Che se altri volesse partire dalla stima di Ristoro per dedurre conseguenze sul valore di questo spostamento, cadrebbe in troppo gravi contraddizioni. Ponendo la durata della totalità in Arezzo uguale a $3^m,12$, bisognerebbe portare Arezzo a poco più che cinque primi da uno dei limiti della totalità; ponendola uguale a $4^m,77$ (evidentemente maggiore della stima ricordata), bisognerebbe portarla a meno assai di trenta primi (27 circa) da uno dei limiti stessi, cosa che nell'un caso e nell'altro contraddice a tutte le osservazioni. O si fa che Arezzo giaccia verso il limite australe della zona di totalità, e Lesina esce da quest'ultima; o si fa ch'essa giaccia verso il limite boreale, ed escono dalla zona stessa e Monpellieri, e Mirabeau, e Ravenna e Cesena, per non parlare degli altri luoghi più settentrionali.

Così stando le cose, io applicai all'eclissi del 1239 la formola (2) del capitolo precedente, ed arrivai, tenendo conto dei nuovi elementi calcolati, all'equazione finale

$$+35',40 = +9,8635\,dv - 5,4914\,d\Omega$$

il cui significato, dopo quanto precede, è abbastanza chiaro, e che in sè racchiude la sintesi del capitolo presente.

IV.

Conclusione.

I due capitoli precedenti hanno condotto alle due relazioni differenziali:

$$+35'\,40 = +9.8635\,dv - 5,4914\,d\Omega \;\ldots\; (a)$$
$$-42,60 = -57,7624\,dv - 1,4098\,d\Omega \;\ldots\; (b)$$

delle quali la (a) si riferisce all'eclissi del 1239, la (b) a quello del 1241. Rigorosamente parlando, queste due equazioni non si potrebbero insieme combinare allo scopo di ricavarne i valori numerici delle due incognite dv e $d\Omega$. A dedurre questi ultimi, sarebbe necessario avere per ognuno degli eclissi, o per uno almeno di essi, una seconda equazione analoga alle precedenti, con coefficienti alquanto diversi, e riferentesi ad un luogo della terra assai lontano da quello considerato. Ma questo luogo non fu possibile rintracciarlo nelle cronache riguardanti l'uno o l'altro degli eclissi, e d'altra parte i due eclissi stessi sono separati da un intervallo di tempo così

breve, che il fondere insieme le equazioni corrispondenti ad ognuno di essi non può dar luogo ad errore sensibile. In due anni e poco più le variazioni di dv e di $d\Omega$ devono necessariamente essere tanto piccole, da non produrre certo una differenza notevole nel loro valore.

Dalla risoluzione delle due equazioni (a) e (b) si ricavano i seguenti valori numerici delle incognite:

$$dv = +0',8572$$
$$d\Omega = -4',9067.$$

Altri potrebbe opporre che sul valore numerico di queste correzioni, non si può fare grande assegnamento; che le costanti delle formole, dalle quali esse dipendono, non è detto debbano veramente essere quali furono scritte + 35, 40 e — 42, 60; e che nulla dimostra inappellabilmente essere Piacenza nell'un caso, Ellwangen nell'altro, geometricamente sulla curva limite della totalità stabilita dall'osservazione. Si potrebbe, è vero, nel caso dell'eclissi del 1239 rispondere, che la curva limite non può spingersi tanto verso nord sicchè Lesina venga ad essere portata fuori della zona di totalità, e che, Lesina distando di 42', 0 dal limite australe di questa, il valore della costante dell'equazione (a) dev'essere compreso fra 35,4 e 42,0; si potrebbe nel caso dell'eclissi del 1241 osservare ancora, che il limite australe della zona di totalità non può essere trasportato troppo oltre Ellwangen, Stade a 57', 4 dal limite boreale di essa, non potendo in nessun caso uscire dalla zona di totalità medesima, e che per conseguenza il valore della costante dell'equazione (b) dev'essere necessariamente compreso fra 42, 6 e 57,4; ma giova assai meglio il notare, che quest'incertezza sul valore delle costanti nelle relazioni (a) e (b) non ha una grande influenza sui valori di dv e di $d\Omega$, su quello di dv in ispecie.

Se nelle equazioni (a) e (b) si pongono i primi membri rispettivamente uguali a $+35,40 + E$ ed a $-42,60 + E_1$ e se ne ricavano quindi i valori di dv e di $d\Omega$ si trova:

$$dv = +0',8572 + [7.62912]\,E + [8,21972]_n\,E_1$$
$$d\Omega = -4',9067 + [9,24169]_n E + [8,47407]_n\,E_1$$

essendo i coefficienti di E e di E_1 in queste ultime espressioni dati sotto forma di logaritmi.

Ora questi coefficienti sono assai piccoli, e si possono fare ipotesi molto larghe sui valori di E e di E_1 senza che per esse vengano sostanzialmente alterati i valori di dv e di $d\Omega$. Si può ad esempio fare la più larga ipotesi, quella che certamente è superiore al vero: immaginare, cioè, ad un tempo il limite australe della zona di totalità dell'eclisse del 1239 trasportato fino a Lesina, il limite boreale di quella dell'eclissi del 1241 trasportato fino a Stade, e si trova $dv = +1,1333$, $d\Omega = -5,7219$. Ogni altra ipotesi compresa nei limiti poc'anzi accennati darebbe per dv e $d\Omega$ valori di questi ultimi assai meno diversi da quelli trovati in principio. Si potrebbe anche uscire da questi limiti, fare ad esempio $E = 0$ $E_1 = +29',6$, il che equivarebbe a trasportare ancora la zona di totalità del 1239 fino a Piacenza, e a trasportare solo fino a Scheftlarn quella del 1241, e si troverebbe $dv = +0'.3663$, $d\Omega = -5,7885$.

L'incertezza quindi che regna sui valori

$$dv = +0'.8572$$
$$d\Omega = -4.9067$$

non può essere che assai piccola, e nei valori stessi sta l'ultima conseguenza, anzi la sintesi del presente lavoro.

Rispetto ai medesimi, a me non è lecito entrare in considerazioni speciali. Una sola osservazione mi permetto intorno al piccolissimo valore trovato per dv.

Le tavole lunari di Hansen ammettono nel movimento della Luna, fra le altre, un'equazione di lungo periodo, dipendente da otto volte la longitudine media di Venere diminuita di tredici volte la longitudine media della Terra (1); ammettono cioè l'equazione

$$+ 21'', 47 \text{ sen } (8 \text{ long. med. di Ven.} - 13 \text{ long. med. della Ter.} + 274^\circ\ 14').$$

Delaunay fu condotto dalle proprie ricerche a stabilire, che l'azione diretta di Venere sulla Luna produce bensì un' equazione della forma indicata, ma di cui il coefficiente è 0'',0039; che l'azione indiretta di Venere, alterando la distanza della Terra dal Sole e la sua longitudine eliocentrica, e così modificando l'azione del Sole sulla Luna, produce un'equazione col piccolo coefficiente 0'',2723; e che per conseguenza l'equazione or ora ricordata di Hansen vuol essere eliminata dal calcolo dei luoghi lunari (2).

Airy, eliminando nel fatto quest'equazione dai luoghi lunari dati dalle tavole di Hansen, e paragonando i luoghi teorici così ottenuti cogli osservati, arrivò a discordanze, dalle quali dedusse, che il termine il quale vuol essere eliminato dalle tavole di Hansen, diventa nullo intorno al 1827, e che il moto lunare secolare delle tavole stesse vuol essere diminuito di 36'' (3).

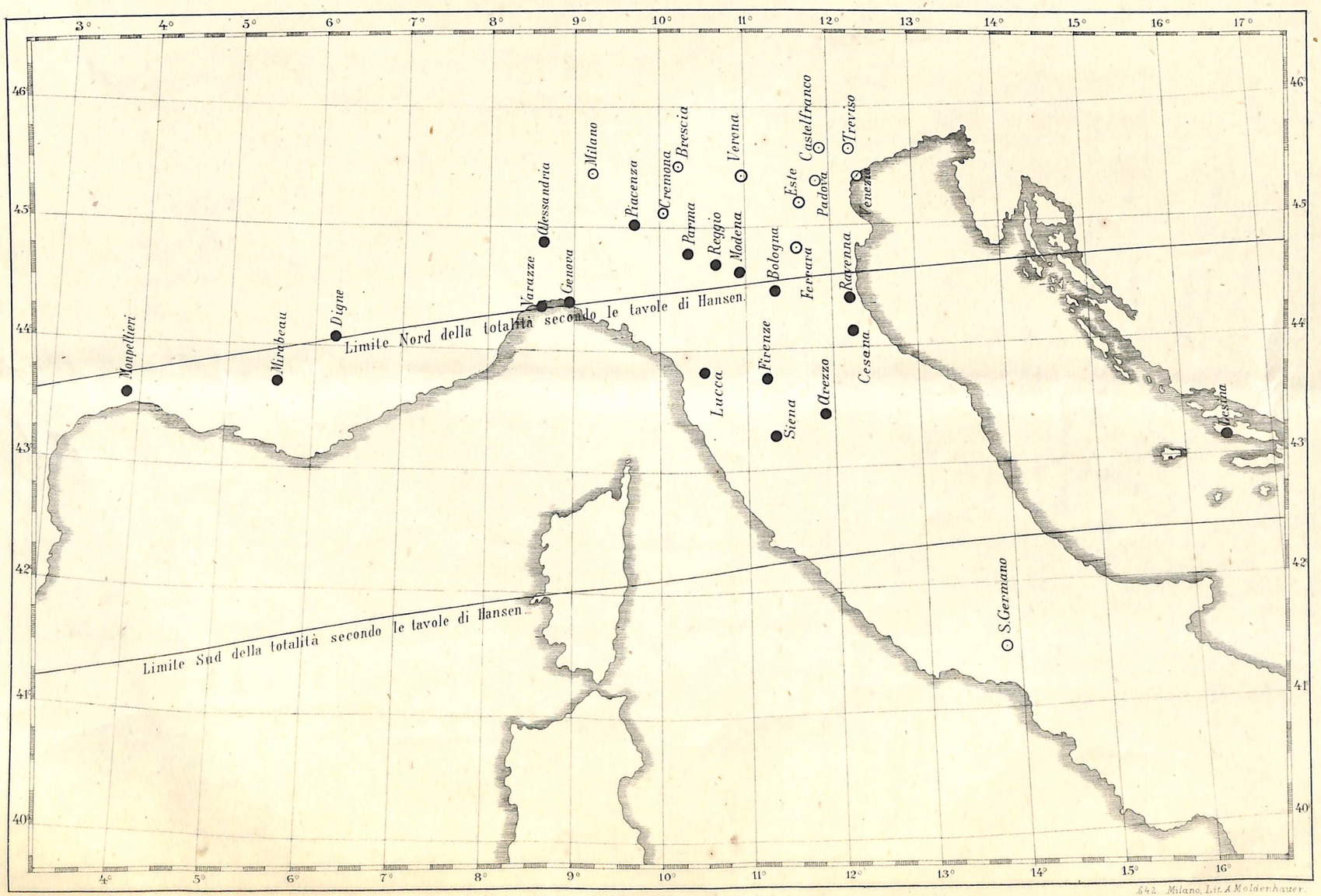
Dalle ricerche di Adams in fine, confermate da quelle di Delaunay e di altri, risulta, che l'accelerazione usata da Hansen richiede una correzione, per la quale le longitudini tabulari vogliono essere diminuite di 6'' in un secolo.

Se si risale al 1240, la prima correzione darebbe una longitudine tabulare troppo grande di 211'',32; la seconda, proporzionale al quadrato del tempo, darebbe una longitudine tabulare troppo piccola di 223'',26; e questo equivale ad una correzione delle longitudini tabulari uguale a + 12'' circa. Il segno e la piccolezza di questa correzione corrispondono perfettamente al valore di *dv* qui trovato, e questo accordo, mentre da una parte va tutto in favore delle conseguenze contenute nel presente lavoro, autorizza dall'altra a conchiudere ancora, che gli eclissi del 1239 e del 1241 confermano i nuovi valori del movimento medio e dell'accelerazione del moto lunare ultimamente indicati.

---

(1) *Comptes Rendus.* tom. XXIV, pag. 795.
(2) *Additions à la connaissance des temps pour* 1863.
(3) *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* — Vol. XXXIV. pag. 5.

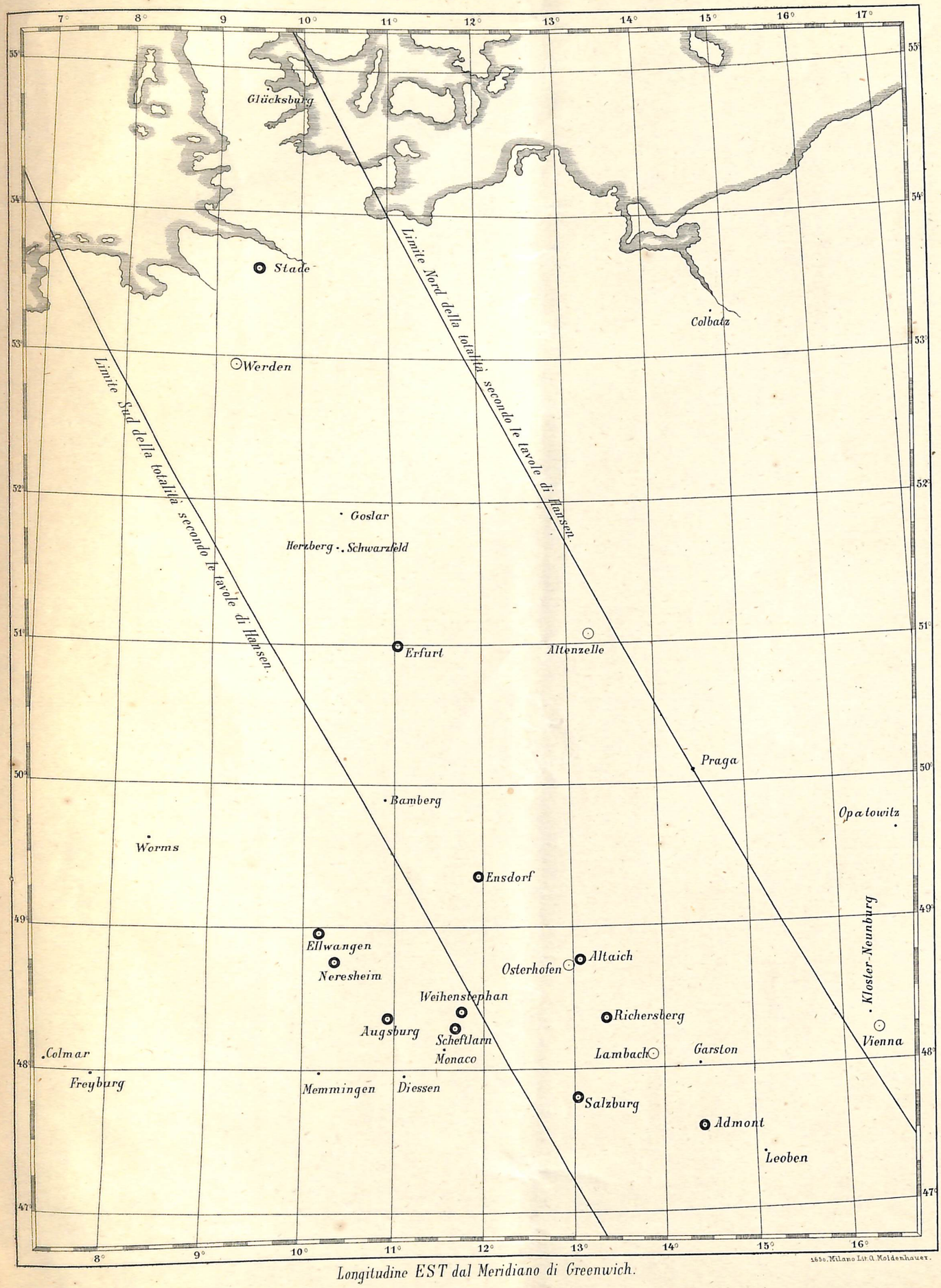
Eclissi Solare Totale del 3 Giugno 1239.



Longitudine EST dal Meridiano di Greenwich.

642 Milano, Lit. A. Moldenhauer.

Eclissi Solare Totale del 6 Ottobre 1241.



Longitudine EST dal Meridiano di Greenwich.

1650. Milano Lit. G. Moldenhauer.

ULRICO HOEPLI

LIBRAJO-EDITORE

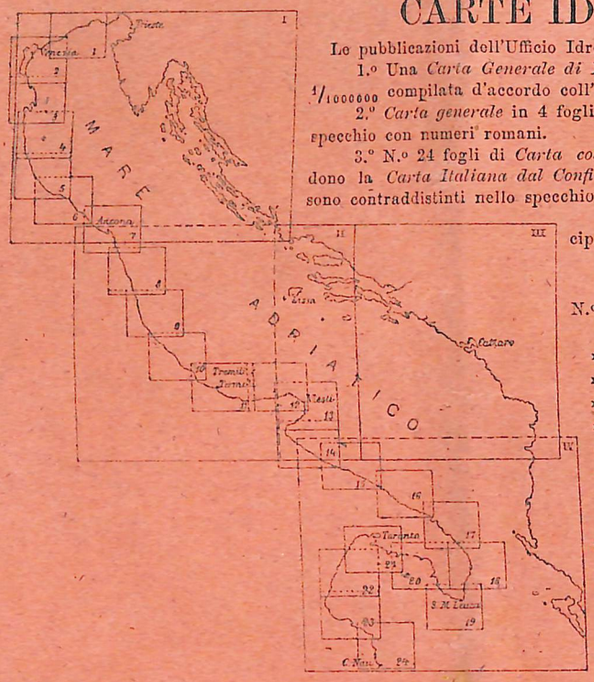
IN

NAPOLI MILANO PISA

AGENTE GENERALE

PER LA VENDITA DELLE PUBBLICAZIONI DELL'UFFICIO IDROGRAFICO DELLA R. MARINA.

CARTE IDROGRAFICHE.



Le pubblicazioni dell'Ufficio Idrografico pel *Mare Adriatico* consistono in:

1.° Una *Carta Generale di Navigazione* in un solo foglio alla scala di $^1/_{1000000}$ compilata d'accordo coll'I. R. Governo Austro-Ungarico.

2.° *Carta generale* in 4 fogli alla scala di $^1/_{350000}$ contraddistinti nello specchio con numeri romani.

3.° N.° 24 fogli di *Carta costiera* alla scala di $^1/_{100000}$ che comprendono la *Carta Italiana dal Confine Austro-Ungarico al Capo Colonna.* Essi sono contraddistinti nello specchio coi numeri arabici.

4.° Piani in vasta scala dei porti principali e di alcuni di importanza secondaria.

Sono finora pubblicati:

N.° 4	Carta Costiera dal Faro di Goro a Fiumi Uniti. Scala $^1/_{100000}$.			
» 32	Piano di Malamocco	scala $^1/_{15000}$	L.	3
» 36	» di Viesti	» $^1/_{10000}$	»	1
» 37	» di Manfredonia	» $^1/_{10000}$	»	1
» 39	» di Brindisi	» $^1/_{12500}$	»	3
» 40	» di Taranto	» $^1/_{10000}$	»	2
» 41	» di Gallipoli	» $^1/_{10000}$	»	3
» 42	» Canale di Procida	» $^1/_{25000}$	»	1

Di prossima pubblicazione, vale a dire per fine d'anno o principio del venturo 1877,

1.° La Carta Generale alla scala di $^1/_{1000000}$ in un solo foglio e quella in 4 fogli alla scala di $^1/_{350000}$.

2.° I fogli costieri 1. 2. 3. 5. 6. 8. 9.

Gli Azimut del Sole

per

ogni grado di declinazione e di latitudine fra i paralleli 61° nord e 61° sud calcolati di dieci in dieci minuti

da

Giacinto Albini,

Sottotenente di vascello

e pubblicati per cura dell'Ufficio Idrografico della R. marina

sotto la Direzione di

G. B. Magnaghi, Capitano di Fregata.

Con una carta delle variazioni Magnetiche.

The Sun's True Bearing,

or

Azimuth Tables

Computed for intervals of ten minutes between the parallels of latitudes 61° north and 61° south by lieut.

Giacinto Albini,

published by the hydrografical Office of the Royal Italian Navy, under the superintendance of com.

G. B. Magnaghi.

With a chart of the magnetic variations.

Prezzo 8 Lire.

Magnaghi G. B. *Gli Strumenti a riflessione* per misurare angoli, loro descrizione, teoria e maneggio pratico. Un vol. di pag. XII-279 con 82 incisioni . . . . . L. 10 —