

Descrizione dei campi del nuovo ANS Report

Andrea Frigo

ANS Collaboration

Ulisse Munari

INAF, Istituto Nazionale di Astrofisica,
Osservatorio Astronomico di Padova, sede di Asiago

Riassunto. *Il documento descrive i campi dell'ANS Report generato dalla nuova versione di ANSPhotometry con la quale dovranno essere ridotti tutti i dati comunicati al server ANS a partire dall'1-1-2012 e che confluiranno nel Data Dump 2012. Dal punto di vista dell'osservatore l'utilizzo di ANSPhotometry rimane sostanzialmente immutato rispetto al presente, ciò che cambia (e di molto) è la matematica e statistica utilizzate, l'irrobustimento generale del software e dell'auto-diagnostica, ed il formato dell'ANS Report che ha ore molte più colonne del precedente e disposte in ordine diverso.*

Introduzione

Il goal del Data Dump 2012 richiede, oltre ad un affinamento delle tecniche osservative come discusso nelle precedenti FAQ, anche una rivisitazione di ANSPhotometry. Ciò è funzionale alle seguenti esigenze: (1) rivedere e controllare tutti gli algoritmi sino ad ora utilizzati, (2) irrobustirli matematicamente e statisticamente ove necessario, (3) introdurre un maggior numero di controlli software sul risultato dell'analisi che con più efficacia possano segnalare all'osservatore la presenza di eventuali problemi nei dati, (4) arricchire il panorama di informazioni accessorie sulle standard e sulla variabile che maggiormente aiutino a definire la qualità di una osservazione e ad identificare potenziali problemi. Il tutto però deve avvenire in *modalità trasparente* per l'osservatore, che deve poter continuare ad usare ANSPhotometry esattamente come l'ha usata sino ad ora.

Per l'osservatore la principale differenza è data dal diverso formato di ANS Report, che nella nuova versione ha molte più colonne del precedente e disposte in ordine diverso. Da qui la necessità di descriverle così che l'osservatore possa rapidamente identificare quelle più importanti da controllare per verificare la bontà della propria osservazione e riduzione.

Non tutte le colonne avranno un significato immediato o comunque di interesse per l'osservatore. Il valore numerico di alcune di queste colonne assumerà inoltre un significato compiuto solo quando un dato telescopio avrà acquisito una base statisticamente significativa di dati con i quali confrontare la singola osservazione. Facciamo il caso semplice della ellitticità dell'immagine stellare (o dischetto di seeing¹). Il nuovo ANS Report alle colonne 39–44 riporta varie informazioni a riguardo: valore medio e suo r.m.s. della ellitticità per le stelle della sequenza, e valore per la variabile, e similmente per l'orientazione dell'asse maggiore dell'ellisse. Se l'ellitticità delle nostre osservazioni è principalmente dovuta ad un problema di guida, il valore della ellitticità sarà uguale per standard e variabile e l'angolo

¹nella descrizione delle colonne del nuovo ANS Report riportata in seguito, per *dischetto di seeing* si intende l'immagine bidimensionale della stella come registrata sulla immagine CCD, la cui forma e la distribuzione di conteggi al suo interno sono la risultante di vari effetti concomitanti: qualità dell'ottica e del foceggiamento, seeing atmosferico, allineamento al polo, guida, sovrapposizione di più immagini registrate astrometricamente, etc. Nella qualità dell'ottica confluiscono importanti effetti come il centraggio del CCD sull'asse ottico del telescopio, e la perpendicolarità della superficie attiva del CCD all'asse ottico medesimo, la presenza o meno dell'ostruzione di un secondario e la sua disassatura rispetto all'asse ottico dello specchio primario, le aberrazioni in asse e quelle fuori asse la cui forma ed entità dipendono dalla distanza dall'asse ottico e dalla lunghezza d'onda della radiazione raccolta.

presumibilmente allineato con l'ascensione retta. Se invece l'ellitticità viene dalla qualità dell'ottica e le sue aberrazioni, avremo valori diversi per le standard e la variabile. Se ad es. il nostro telescopio ha una forte coma, questa cresce man mano che mi allontanano dall'asse ottico. La variabile sarà abbastanza vicino a questo, e quindi la sua ellitticità bassa e l'angolo corrispondente di scarso significato. Le standard se ad es. disposte a corona attorno alla variabile e distanti da questa, mostreranno un profilo distorto dalla coma, quindi con un alto grado di ellitticità ed una distribuzione degli angoli di orientazione dell'ellisse simile ai raggi di una ruota rispetto al mozzo della stessa.

Passiamo quindi alla descrizione del contenuto delle colonne del nuovo ANS Report, con l'avvertenza che quando ci si riferirà a bias, dark e flat non intenderemo la singola posa ma invece faremo sempre riferimento ai Bias, Dark e Flat ottenuti come mediana e/o somma di più pose singole combinate assieme.

Descrizione dei campi

- 1 **Star** Nome ANS Collaboration della variabile
- 2 **ID** Numero identificativo dello strumento
- 3 **HJD** Giorno giuliano eliocentrico, arrotondato alla 5^a decimale
- 4 **Date** Data UT eliocentrica nel formato YYYYMMDD.ddd arrotondata alla 3^a decimale
- 5 **Expos** Tempo totale di esposizione (sec)
- 6 **Imgs** Numero totale di immagini combinate
- 7 **Com** Tipo di combinazione: SUM somma o MED mediana
- 8 **Reg** Registrazione astrometrica delle immagini combinate. Valori ammessi : Y (registrazione effettuata), N (registrazione non effettuata)
- 9 **Pix** Registrazione astrometrica su pixel interi (valore Y), oppure su frazioni di pixel (valore N, al momento non implementato)
- 10 **Out** Banda (filtro) dell'immagine. Valori possibili attualmente : U, B, V, R, I. In futuro verrà introdotta la gestione di ulteriori filtri
- 11 **OD** Codice numerico per la banda U→1, B→2, V→3, R→4, I→5
- 12 **Fit** Base colore usata per le trasformazioni
- 13 **FD** Codice numerico per la base colore UB→12, BV→23, VI→35, RI→45, VR→34 etc.
- 14 **Mag** Magnitudine derivata per la variabile
- 15 **Err** Errore poissoniano sulla magnitudine della variabile stimato come : $1.0857 / (S/N)$, dove S/N e' il rapporto segnale-rumore (vedi colonna 17) ;
- 16 **TEB** Valore approssimato del Total Error Budget calcolato come somma quadratica dell'errore poissoniano (Err da colonna 15) e dell'errore stimato per la retta di trasformazione (dalle colonne 22 per rms e 23 per N):

$$TEB = \sqrt{Err^2 + \frac{rms^2}{N}} \quad (1)$$

- 17 **S/N** Rapporto segnale/rumore secondo l'equazione del CCD comprendente anche il rumore dovuto al fondo cielo e il rumore di digitalizzazione, dato da

$$\frac{S}{N} = \frac{QF_{\text{star}}t}{\sqrt{QF_{\text{star}}t + n_{\text{pix}} \left(1 + \frac{n_{\text{pix}}}{n_{\text{B}}}\right) (QF_{\text{sky}}t + F_{\text{dark}}t + \gamma \text{RON}^2 + 0.085G^2)}} \quad (2)$$

dove F_{star} , F_{sky} e F_{dark} sono il flusso dalla stella, quello dal cielo, e quello della dark, Q l'efficienza quantica totale del sistema ottico+CCD, n_{pix} il numero di pixel sul quale si estende l'apertura (area) di misura fotometrica, n_{B} il numero di pixels sul quale é calcolato il cielo (sostanzialmente il numero di pixel entro l'anello di stima del cielo, usualmente molto piú grande di n_{pix}), RON é il read-out-noise del CCD, G il fattore di conversione ADU del CCD e γ il numero di pose individuali sulla variabile sommate assieme.

- 18 **Flux** Conteggi dalla variabile entro l'apertura sottratti quelli attribuibili al fondo cielo
- 19 **ZPT** Termine noto dell'equazione della retta di trasformazione
- 20 **Slope** Pendenza dell'equazione della retta di trasformazione
- 21 **S.Err** Errore stimato sulla pendenza della retta di trasformazione
- 22 **Sigma** r.m.s. dalla retta di trasformazione delle standard usate
- 23 **N** Numero di standard di confronto effettivamente usate nel calcolo della retta di trasformazione
- 24 **Stars** Stelle standard usate nell'interpolazione (bit field). Esempio: 000D (in decimale 13, in binario 1101), significa che sono presenti le stelle 4, 3, 1 della lista
- 25 **MinSN** S/N della standard piú debole usata
- 26 **Bright** Magnitudine della standard usata piú brillante
- 27 **Faint** Magnitudine della standard usata piú debole
- 28 **AirMs** Massa d'aria al tempo medio della esposizione (MIPOINT)
- 29 **FwAvga** Valore medio della FWHM (arcsec) delle standard usate
- 30 **FwRmsa** r.m.s. della FWHM delle standard (arcsec)
- 31 **FwVara** FWHM in arcsec per la variabile
- 32 **FwAvgp** Valore medio della FWHM (pixels) delle standard usate
- 33 **FwRmsp** r.m.s. della FWHM delle standard (pixels)
- 34 **FwVarp** FWHM in pixels per la variabile
- 35 **Radius** Raggio dell'apertura fotometrica (in unità di FWHM)
- 36 **Anulus** Raggio interno dell'anello del fondo cielo (in unità di FWHM)
- 37 **DAnul** Spessore dell'anello del fondo cielo (in unità di FWHM)
- 38 **Rc** Modalità di scelta dei raggio di apertura per la misura fotometrica, interno ed esterno per l'anello del fondo cielo: A = automatica, O = osservatore, D = raggio di default, U = sconosciuta
- 39 **EllAvg** Ellitticità media delle standard di confronto valutata a metà della massima intensità del segnale. L'ellitticità é intesa come rapporto tra asse minore e asse maggiore dell'ellisse che interpola il contorno del profilo stellare a metà della massima intensità del segnale.

40 **EllRms** r.m.s. dell'ellitticit  sulle standard

41 **EllVar** Ellitticit  della variabile valutata a met  della massima intensit  del segnale.

42 **AngAvg** Valore medio per le standard dell'angolo di orientazione dell'asse maggiore del profilo di ellitticit  (0 sull'asse positivo delle ascisse, a crescere in senso orario)

43 **AngRms** r.m.s. dell'angolo di orientazione per le standard

44 **AngVar** Angolo di orientazione dell'asse maggiore del profilo di ellitticit  per la variabile

Per le colonne dalla 42 alla 53, relative ai momenti del 2° ordine, alla skewness e alla kurtosis dell'immagine stellare delle standard e della variabile, il calcolo   effettuato proiettando l'immagine stellare sui quattro assi a 0°, 45°, 90° e 135°. Per le quantit  di ordine pari (momento del 2° ordine e kurtosis) viene assunto come profilo di immagine sul quale eseguire il calcolo, la somma delle quattro proiezioni lungo questi quattro assi. Per la quantit  di ordine dispari (la skewness), viene considerata la proiezione lungo l'asse (tra 0°, 45°, 90° e 135°) che maggiormente ne allontana il valore da 0.

45 **M2Avg**   il valore medio del momento del secondo ordine per le immagini delle stelle della sequenza fotometrica. Il momento del 2° ordine   dato dall'espressione

$$\mu = \sqrt{\frac{\int (x - x_o)^2 F(x) dx}{\int F(x) dx}} \quad (3)$$

dove x   l'ascissa lungo l'asse maggiore della distribuzione, $F(x)$ la proiezione dell'immagine stellare su questo asse, e x_o l'ascissa del fotocentro della distribuzione. Per un profilo Gaussiano di dispersione σ abbiamo $\mu = \sigma$, mentre per un profilo rettangolare di larghezza W   $\mu = \sqrt{3}/6 W$.

46 **M2Rms**   l'r.m.s. del valore medio del momento del secondo ordine per le stelle della sequenza fotometrica.

47 **M2Var**   il momento del secondo ordine per la variabile.

48 **SkAvg**   il valore medio dell'indice di *skewness* per la figura di seeing delle stelle della sequenza fotometrica. La skewness   molto simile al momento del 3° ordine, l'unica differenza essendo data dalla presenza di μ^3 :

$$I_{asym} = \frac{\int (x - x_o)^3 F(x) dx}{\mu^3 \int F(x) dx} \quad (4)$$

dove μ   il momento del secondo ordine calcolato come sopra, x   l'ascissa della immagine proiettata lungo l'asse che massimizza il valore di $|skewness|$ ed orientata a crescere dal centro del CCD verso l'esterno del CCD, ed x_o   l'ascissa del picco della distribuzione risultante. La skewness d  informazione se il picco del dischetto di seeing   centrato rispetto alle ali, oppure il profilo ha un'ala della distribuzione pi  estesa dell'altra. Come riferimento, un $I_{asym} > 0.0$ corrisponde ad una immagine stellare che ha come ala pi  estesa quella pi  lontana dal centro del CCD, mentre un $I_{asym} < 0.0$ corrisponde ad una immagine stellare la cui ala pi  estesa   quella verso il centro del CCD. Un profilo simmetrico rispetto al picco della distribuzione   caratterizzato da $I_{asym} = 0.0$.

49 **SkRms**   l'r.m.s. del valore medio della skewness per le stelle della sequenza fotometrica.

50 **SkVar**   il valore della skewness per la variabile

51 **KuAvg** é il valore medio dell'indice di *kurtosis* per le stelle della sequenza fotometrica. La *kurtosis* é molto simile al momento del 4° ordine, la sola differenza essendo rappresentata dalla presenza di μ^4 , con μ il momento del 2° ordine sopra definito e della costante -3 inserita per rendere nullo il valore della *kurtosis* per un profilo di tipo Gaussiano:

$$I_{kurt} = \frac{\int (x - x_0)^4 F(x) dx}{\mu^4 \int F(x) dx} - 3 \quad (5)$$

La *kurtosis* dá una idea del bilancio tra core ed ali nel profilo di seeing. Dato che $I_{kurt} = 0$ per una Gaussiana, un valore $I_{kurt} > 0.0$ indica un profilo con piú ali che core rispetto alla Gaussiana, mentre un valore $I_{kurt} < 0.0$ corrisponden al caso di un profilo con piú core che ali. La *kurtosis* per un profilo rettangolare é $I_{kurt} = -6/5$, per un triangolo equilatero $I_{kurt} = -3/5$, per una distribuzione $e^{-|x|}$ vale invece $I_{kurt} = 3$.

52 **KuRms** é l'r.m.s. del valore medio della *kurtosis* per le stelle della sequenza fotometrica.

53 **KuVar** é il valore della *kurtosis* per la variabile

54 **SbLev** Mediana dei conteggi sul fondo cielo dell'immagine scientifica sommata, dopo correzione per bias e dark.

55 **SbAvg** Magnitudine media del fondo cielo valutata sulle standard (ottenuta applicando la stessa retta di trasformazione usata per la variabile)

56 **SbRms** r.m.s. dei valori del fondo cielo attorno alle standard

57 **SbVar** Magnitudine del fondo cielo attorno alla variabile

58 **SbVErr** Errore sulla magnitudine del fondo cielo attorno alla variabile, ottenuto propagando la r.m.s. dei conteggi del fondo cielo nell'anello che circonda la variabile.

59 **PeakB** Rapporto tra il livello del pixel piú brillante della standard piú brillante e il livello massimo di conteggi ottenibili (che ad es. per convertitori a 16 bit é $65535 \times N$, con N =numero immagini sommate, colonna 6)

60 **PeakF** Rapporto tra il livello del pixel piú brillante della standard piú debole ed il livello massimo di conteggi ottenibili

61 **PeakV** Rapporto tra il livello del pixel piú brillante della variabile e il livello massimo di conteggi ottenibili

62 **Bin** Binning usato (1x1, 2x2, ecc...), come calcolato a partire dalla soluzione astrometrica

63 **FWC-Cnt** Full-Well-Capacity in conteggi, usando i valori come dichiarati dal costruttore e comunicati dall'osservatore, incluso il gain

64 **Gain** Gain come dichiarato dal costruttore e comunicato dall'osservatore, espresso come elettroni/adu

65 **ADC** Numero di bit del convertitore analogico-digitale

66 **DAvg** Distanza media delle standard dalla variabile, in arcsec

67 **DCcd** Distanza della variabile dal centro dell'immagine CCD, in arcsec

68 **MH** Altezza della luna sull'orizzonte, in gradi, a meta' osservazione (MIDTIME)

69 **MP** Fase della luna, in gradi (0 = Luna nuova, 90 = Primo quarto, 180 = Luna piena, 270 = ultimo quarto)

- 70 **MSD** Distanza in gradi tra la luna e la variabile
- 71 **Arms** r.m.s. (in arcsec) della soluzione astrometrica sulle standard
- 72 **Vign1** Vignettatura dopo la correzione per flat, calcolata come media del rapporto tra i livelli ai quattro angoli dell'immagine e il livello al centro (>1 bordi piu' brillanti, <1 centro piu' brillante)
- 73 **Vign2** Vignettatura prima della calibrazione per flat
- 74 **FLev** Conteggi medi sui singoli flat poi combinati nel master flat usato nella riduzione immagini
- 75 **FN** Numero di immagini flat individuali poi combinate
- 76 **FDelay** Differenza di eta' (giorni) delle immagini flat rispetto alle immagini scientifiche, come dedotta dagli header.
- 77 **FDust** Non ancora implementato, quantifica la presenza di polvere sulle ottiche come dedotta dalla analisi del flat
- 78 **FQual** Non ancora implementato, fornisce una misura della uniformita' delle immagini flat (cosmetica del CCD), al di la' degli effetti causati dalla polvere
- 79 **PrSum** E' il flusso (in percentuale del flusso attribuibile alla variabile) proveniente da stelle diverse dalla variabile e che entra nell'apertura attorno alla variabile utilizzata per la fotometria di questa
- 80 **PrMax** E' il flusso (in percentuale del flusso attribuibile alla variabile) piu' alto proveniente da una singola stella di campo le cui ali contaminano l'apertura fotometrica attorno alla variabile
- 81 **ITemp** Temperatura del CCD durante l'acquisizione della immagine scientifica (dall'header)
- 82 **DTemp** Differenza di temperatura tra l'immagine scientifica e le immagini usate per la correzione per dark (dati presi dagli header)
- 83 **BadV** Non ancora implmentato: numero di bad pixels entro l'apertura fotometrica della variabile, come dedotto dalla *bad-pixel map* incrementale
- 84 **BadC** Non ancora implmentato: numero totale di bad pixels entro le aperture fotometriche delle standard, come dedotto dalla *bad-pixel map* incrementale
- 85 **Ncb** Non ancora implmentato: numero di standard con almeno 1 bad pixels entro l'apertura fotometrica, come dedotto dalla *bad-pixel map* incrementale
- 86 **X** Modalita' di calcolo delle rette di trasformazione: S = magnitudine strumentali in ascissa, T = magnitudini standard in ascissa
- 87 **FT** Modalita' di misura fotometrica: N = standard, B = baggio
- 88 **F** Madalita' di calcolo delle rette di trasformazione: W = interpolazione con punti pesati (con peso pari all'inverso dell'errore poissoniano), L = tutti i punti dello stesso peso
- 89 **ND** Numero di determinazioni della magnitudine su diverse basi colore (ad esempio per banda V, possono essere usati i colori BV, VR, VI, quindi con 3 determinazioni)
- 90 **RMS** r.m.s. della magnitudina ottenuta con le diverse possibili base colore (colonna 89)
- 91 **Cm** Presenza di almeno un commento inserito dall'Osservatore (valore: C), oppure assenza di commento (valore: U)

- 92 **Flags** Per usi futuri. Attualmente non vi sono flag attivi
- 93 **DithX** Valore medio del dithering lungo l'asse X del CCD per le singole immagini scientifiche, poi da registrare astrometricamente e sommare
- 94 **DithY** Valore medio del dithering lungo l'asse Y del CCD per le singole immagini scientifiche, poi da registrare astrometricamente e sommare
- 95 **DithA** Orientazione in cielo del CCD: angolo tra l'asse Y del CCD e l'asse di declinazione, orientato verso il Nord e contato positivamente a crescere verso est.
- 96 **FLSN** Rapporto S/N medio sul flat finale