

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

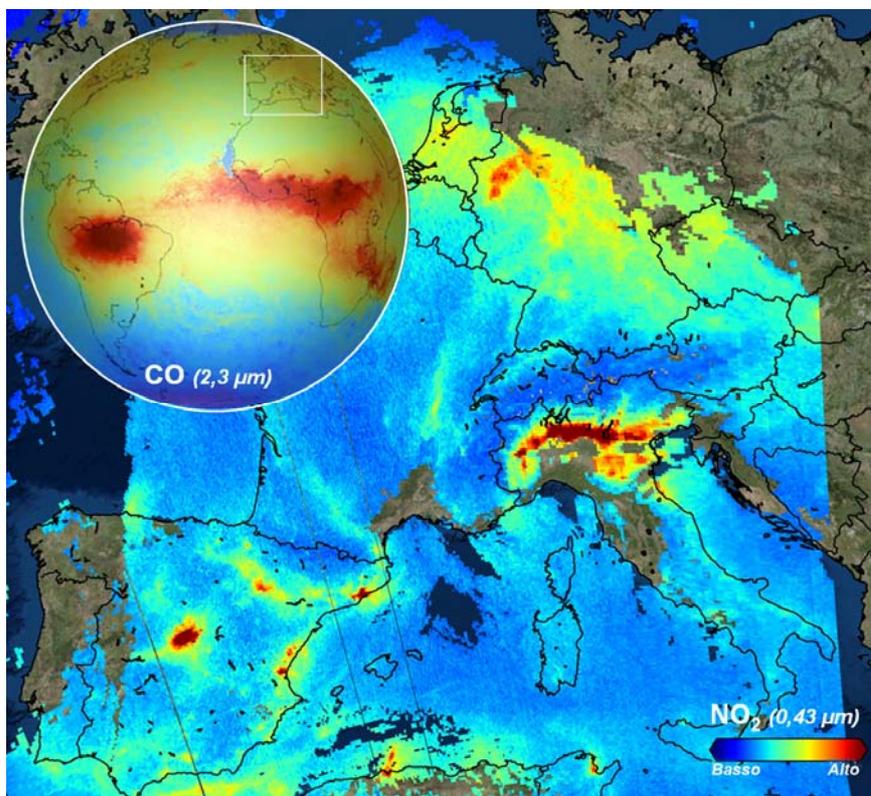
LETTERA N. 154

44° ANNO

Gennaio-Febbraio 2018

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



Dicembre 2018-satellite Sentinel-5P: due drammatiche immagini dell'inquinamento terrestre a livello globale (eccesso di CO-ossido di Carbonio misurato a 2,3 μm e prodotto dagli incendi che stanno distruggendo le foreste equatoriali di Africa ed Amazonia) e locale (eccesso di NO₂-biossido di Azoto misurato a 0,43 μm , che dimostra come la Pianura Padana sia la regione piú inquinata d' Europa). Lo spettrometro tetra-canale TROPOMI a bordo del satellite può misurare anche la concentrazione di CH₄ (metano a 1,6 μm), HCHO (formaldeide a 0,34 μm), SO₂ (anidride solforosa a 0,31 μm), O₃ (ozono a 0,3 μm). TROPOMI scansiona strisce di superficie terrestre larghe 2600 km, quindi analizza tutta la Terra ogni 24 ore.

Passiamo adesso alle nostre iniziative di Gennaio-Febbraio-Marzo 2018, che culmineranno con una serata IMPERDIBILE sulla scoperta epocale della prima controparte ottica di una sorgente di onde gravitazionali.

Il 3 Ottobre 2017 l' Accademia svedese delle scienze ha ufficializzato l' assegnazione del **Premio Nobel 2017 per la Fisica** ai tre scienziati americani (S. Thorne, B. Barish e R. Weiss) che, con il progetto LIGO-VIRGO, hanno permesso la prima rivelazione di onde gravitazionali. Mai Premio Nobel fu piú meritato ed atteso! Anche perché gli eventi gravitazionali sono ormai arrivati a 7 e l' ultimo (GW170817) del 17 Agosto 2017 ha assunto risonanza epocale, essendo stata per la prima volta scoperta anche una controparte ottica (fusione esplosiva di due pulsar a formare una Kilonova). Inevitabile che a questa scoperta, una delle massime di sempre, sia dedicata quasi tutta questa lettera. Altrettanto obbligatoria è la serata del 5 Marzo 2018 che abbiamo organizzato su questo tema. E in questa occasione non si può dimenticare la grave ingiustizia di 50 anni fa (era il 28 Novembre 1967) quando Joselyn Bell scoprì la prima Pulsar ma il (doveroso) Nobel venne assegnato nel 1974 a A. Hewish suo professore, ma non a lei che, oltre che donna, al momento della scoperta era ancora studentessa.

In tema di spazio 'vicino' (e in un periodo in cui la NASA si è vista ridotta i fondi per i satelliti di controllo terrestre) è molto importante il positivo lancio a 824 km di altezza, del satellite europeo **Sentinel-5P** (il 5° del programma Copernicus, voluto nel 1998 dall' ESA per lo studio della Terra) avvenuta il 13 Ottobre 2017. Lo spettrometro di bordo Tropomi (Tropospheric Monitoring Instrument) a quattro canali (UV, VIS, NIR, MIR) sta già lavorando magnificamente sui principali inquinanti atmosferici, come dimostra l'immagine qui a fianco.

In tema di spazio piú 'lontano', il 2018 vedrà il lancio del Lander lunare indiano **Chandrayaan-2** (Marzo), della sonda marziana NASA **Insight** (Maggio), della sonda mercuriana ESA **Bepi-Colombo** (Ottobre) e della sonda lunare cinese **Chang'e-4** (Dicembre, faccia nascosto della Luna). Inoltre, tra Luglio e Agosto arriveranno a destinazione due importantissime sonde asteroidiche: **Hayabusa-2** (Ryugu) e **Osiris-REX** (Bennu).

Per quanto riguarda gli eventi celesti del 2018, il fenomeno principale è senz'altro **l'opposizione perielica di Marte** del 27 Luglio, una delle piú interessanti di sempre, in quanto porterà Marte ad avvicinarsi alla Terra a 'soli' 57 milioni di km.

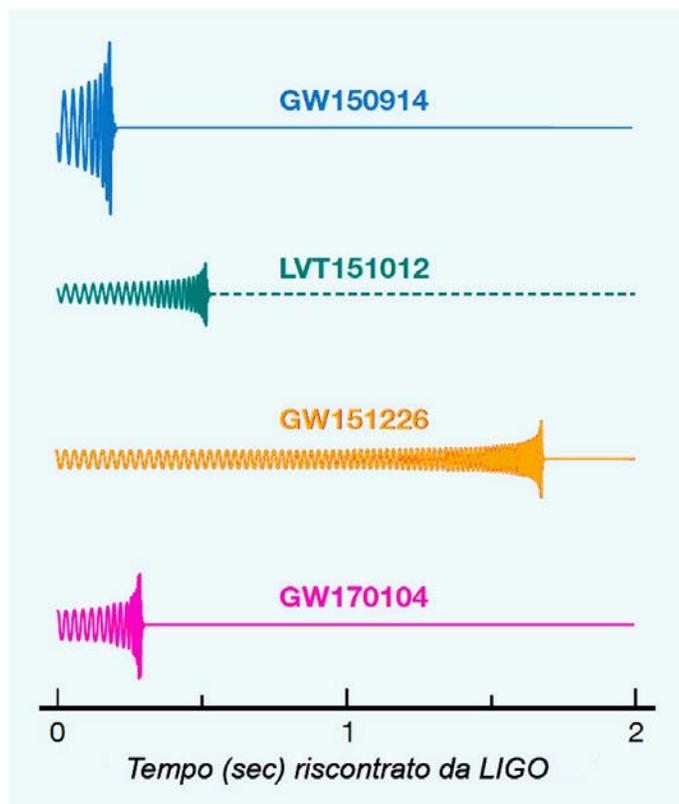
Lo stesso 27 Luglio 2018 ci sarà anche un'eclisse totale di Luna che dalla Lombardia sarà ben visibile solo nella seconda parte. Buona anche la notte delle Perseidi (12-13 Agosto) in quanto solo minimamente disturbata dal chiarore lunare.

Lunedì 22 Gennaio 2018 h 21 Cine-Teatro P.GRASSI	Serata a cura del dott. Giuseppe PALUMBO sul tema <u>LO SPAZIO PRIMA DI '2001 ODISSEA DELLO SPAZIO'</u> , Nel 2018 ricorrono i 50 anni del celebre film "2001: Odissea nello Spazio" di Stanley Kubrick. Per questo motivo nel 2018 il GAT propone a Gennaio una serata sulla fantascienza PRIMA di "2001: Odissea nello Spazio", riservandosi in seguito di riprendere il tema in maniera MODERNA.
Lunedì 5 Febbraio 2018 h 21 Villa TRUFFINI	Conferenza dell' Ing. Lorenzo COMOLLI sul tema <u>I VULCANI E I TELESCOPI DELLA HAWAII.</u> Un viaggio affascinante in uno dei massimi paradisi geologici ed astronomici del nostro pianeta, tra giganteschi vulcani in eruzione ed altrettanto giganteschi vulcani spenti dove, grazie ad un cielo di cristallo, hanno trovato collocazione alcuni dei piú grandi telescopi del nostro pianeta.
Lunedì 19 Febbraio 2018 h 21 Villa TRUFFINI	Conferenza del dott. Giuseppe BONACINA sul tema <u>A DUE PASSI DAL SOLE.</u> Una serata di presentazione delle sonde Parker Solar Plus (NASA) e Solar Orbiter (ESA) che nel 2018 si porteranno molto vicine al Sole per cercare di scoprire i segreti della rovente temperatura della corona (alcuni milioni di °C) ed indagare sulle anomalie del 24° ed ultimo ciclo un decennale.
Lunedì 5 Marzo 2018 h 21 Cine-GRASSI	Conferenza del dott. Marco GIAMMARCHI (collaborazione VIRGO) sul tema <u>PRIMA CATTURA OTTICA DI ONDE GRAVITAZIONALI.</u> La storia completa di uno dei massimi eventi della storia dell' Astrofisica, avvenuto il 17 Agosto 2017, quando per la prima volta è stato possibile individuare anche otticamente, una sorgente di onde gravitazionali prodotta dalla fusione esplosiva di due stelle di neutroni (a formare una Kilonova).

La Segreteria del G.A.T.

1) I PRIMI 6 EVENTI GRAVITAZIONALI.

Nella Lettera N. 147 (Marzo-Aprile 2016) parlammo diffusamente della PRIMA rivelazione di onde gravitazionali (GW, Gravitational Wave), denominata **GW150914** in quanto avvenuta il 14 Settembre 2015 da parte dei due rivelatori americani (Hanford e Livingston, distanti linearmente circa 2500 km) del progetto LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), nel corso della prima serie di misure (Run O1, 18 Settembre 2015-12 Gennaio 2016) effettuate nel range 35-250 Hz: l'evento era dovuto alla fusione di due buchi neri di 29 e 36 masse solari (situati 1,2 miliardi di anni luce), con la formazione di un buco nero di 62 masse solari e liberazione di 3 masse solari come onde gravitazionali (B.P. Abbott et al., *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*, Phys. Rev. Lett. **116**, 061102, 11 February 2016). Nel corso del Run O1 i due LIGO hanno catturato altri due eventi gravitazionali da fusione di buchi neri di massa nettamente inferiore, uno il 12 Ottobre (LVT151012 a 2,5 miliardi di anni luce) e l'altro il 26 Dicembre (GW151226 a 1,2 miliardi di a.l.). Siccome intensità, frequenza e persistenza dei segnali sono strettamente legati alla massa iniziale delle due masse coinvolte, i grafici corrispondenti sono i seguenti:



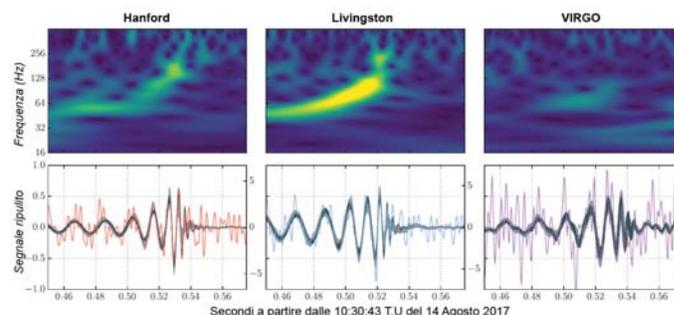
In sostanza l'evento LVT151012 era dovuto alla fusione di due buchi neri di 13 e 23 masse solari con la formazione di un buco nero finale di 25 masse solari e la liberazione di 1 massa solare come energia gravitazionale, mentre l'evento GW151226 era dovuto alla fusione di due buchi neri di 7,5 e 14 masse solari con la formazione di un buco nero di 20,8 masse solari e la liberazione di 0,7 masse solari come energia gravitazionale. Dopo alcuni mesi di revisione e miglioramento LIGO ha iniziato una seconda serie di misure (Run O2, 30 Novembre 2016-25 Agosto 2017). Ne sono usciti altri 4 eventi gravitazionali. I primi due (4 Gennaio e 8 Giugno 2017) erano simili ai precedenti: **GW170104** (a 2,32 miliardi di a.l.) era la fusione di due buchi neri di 20 e 30 masse solari a dare un buco nero finale di 48,7 masse solari con liberazione di 1,3 masse solari come onde gravitazionali, **GW170608** (a 1,1 miliardi di a.l.) era la fusione di due buchi neri di 7 e 12 masse solari a dare un buco nero finale di 18 masse solari con liberazione di 1 massa solare come onde gravitazionali. Dal che si deduce che le onde gravitazionali, fermo restando che aumentano in frequenza con l'avvicinarsi della fusione dei due buchi neri, hanno intensità proporzionale e persistenza nel tempo inversamente proporzionale alle masse.

Caratteristica comune di tutti i primi 5 eventi gravitazionali di LIGO è stata una indeterminazione molto grande nella posizione del

cielo, quindi una impossibilità pratica di definirne la posizione celeste precisa. Questa situazione di incertezza nella posizione celeste è cambiata all'inizio di Agosto 2017, con la prima entrata in funzione anche del rivelatore italiano VIRGO (1-25 Agosto 2017), perché per tutto Agosto 2017 LIGO e VIRGO hanno potuto per la prima volta lavorare contemporaneamente, riuscendo a 'vedere', per la prima volta contemporaneamente, due ultimi (finora...) importantissimi eventi. Il primo dei due (ovvero il 6° finora scoperto), venne scoperto dall'accoppiata LIGO-VIRGO il 14 Agosto quindi è stato denominato **GW170814**. Il flusso di GW è stato 'sentito' dapprima, in USA, dalla stazione LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) a Livingstone, in Luisiana (alle 10:30:43 T.U del 17 Agosto 2017) poi, 8 millisecondi dopo, dalla seconda stazione LIGO ad Hanford, nello stato di Washington (sempre in USA ma a 2500 km di distanza), infine (e qui sta la cosa più interessante) il segnale è stato percepito dopo altri 6 millisecondi dal rivelatore italiano VIRGO (non acronimo ma nome ... d'arte legato al fatto che venne postulata una sensibilità capace di arrivare fino all'ammasso della Vergine), un interferometro a due bracci di 3 km situato a Cascina (vicino a Pisa) e frutto di una collaborazione ventennale italo-francese (19 Istituti e 250 ricercatori...). VIRGO era in riparazione, ovvero in fase di miglioramento negli ultimi 5 anni (costo=23 milioni di euro) per cui NON 'sentì' i cinque precedenti eventi gravitazionali scoperti dagli americani di LIGO. Fortunatamente dal 30 Novembre 2016 VIRGO ha ripreso a funzionare a pieno regime e dall'1 al 25 Agosto 2017 ha condotto assieme a LIGO il ciclo osservativo principale del 2017. L'annuncio di questo primo evento gravitazionale contemporaneo è stato dato il 27 Settembre 2017 a Torino in occasione del G7 Scienza (vertice dei ministri di Scienza e Ricerca), cui è seguita, una settimana dopo, la pubblicazione ufficiale (B.P. Abbot et al., *GW170814: A Three-Detector Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Coalescence*, Phys. Rev. Lett., **119**, 061102, 6 Ottobre 2017).

Come nei casi precedenti, anche per GW170814 le onde gravitazionali sono arrivate (da 1,8 miliardi di a.l. di distanza) dalla fusione di due buchi neri in orbita reciproca, rispettivamente di 25 e 31 masse solari. Dal merging si è prodotto un buco nero di 53 masse solari: quindi, durante l'evento, si sono trasformate in onde gravitazionali ben 3 masse solari!

Ecco l'importante comparazione tra i segnali di LIGO e di VIRGO:

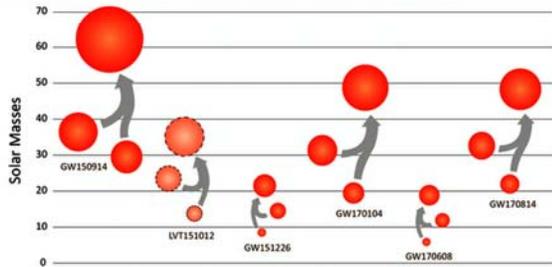


Come si può ben vedere, è chiarissimo l'aumento di frequenza (parte superiore del grafico) con più i due buchi neri si avvicinano in fase di fusione. Si vede anche che, rispetto a Livingston il segnale mostra un ritardo di 8 millisecc a Hanford e 14 millisecc a VIRGO (dove è anche evidente una sensibilità inferiore).

I valori dei parametri relativi a GW170814 sono i più precisi di sempre in quanto per la prima volta è stato possibile misurare la cosiddetta 'polarizzazione' delle GW, ossia la differenza di deformazione su due piani perpendicolari indotta nella materia dal passaggio di una GW, massima se l'orbita di due buchi neri è vista di taglio rispetto alla Terra e minima se l'orbita è vista di piatto (<https://www.youtube.com/watch?v=Y6tSFk5ESAo>): chiaro che conoscendo l'inclinazione dell'orbita dei due buchi neri risulta più preciso anche il loro contenuto energetico. La collisione è avvenuta a 1,8 miliardi di anni luce di distanza. Ma questa volta, grazie alla presenza di tre rivelatori tra loro molto distanti (i due LIGO e il molto più lontano VIRGO) è stato possibile 'triangolare' molto meglio la posizione della sorgente, che si colloca su un'area di 60 gradi quadrati centrata a 3h11m di Ascensione Retta e -44°57' di Declinazione (più o meno dalle parti della costellazione meridionale della Fornace). Va anche aggiunto che, quando i primi 'rumors' della scoperta si diffusero quasi subito dopo il 14 Agosto,

ben 25 telescopi tra grandi e piccoli hanno tentato (senza successo però) di evidenziare qualche riscontro ottico in questa pur non precisissima posizione.
 Con GW170814 il numero totale di eventi gravitazionali saliva a 6, secondo la seguente tabella riassuntiva:

Onde gravitazionali: primi 6 eventi rivelati da LIGO				
Evento	Data	Massa dei buchi neri	Massa finale	Distanza (anni luce)
GW150914	Sett. 14, 2015 (O1)	29 M_{Sun} , 36 M_{Sun}	62 M_{Sun}	1.2 Miliardi
LVT151012*	Ott. 12, 2015 (O1)	13 M_{Sun} , 23 M_{Sun}	35 M_{Sun}	2.5 Miliardi
GW151226	Dic. 26, 2015 (O1)	7.5 M_{Sun} , 14 M_{Sun}	20.8 M_{Sun}	1.2 Miliardi
GW170104	Gen. 4, 2017 (O2)	20 M_{Sun} , 30 M_{Sun}	48.7 M_{Sun}	2.2 Miliardi
GW170608	Giu. 8, 2017 (O2)	7 M_{Sun} , 12 M_{Sun}	18 M_{Sun}	1.1 Miliardi
GW170814	Ago. 14, 2017 (O2)	25 M_{Sun} , 31 M_{Sun}	53 M_{Sun}	1.8 Miliardi



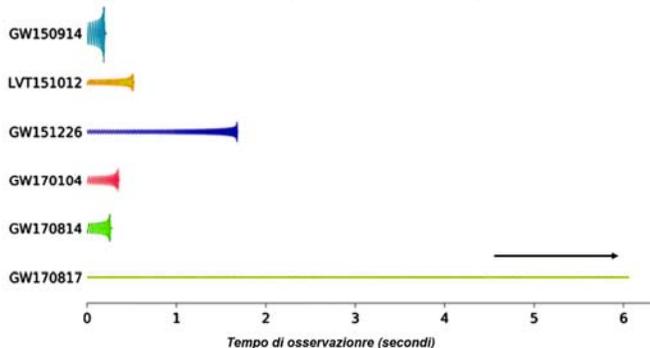
Ma altri 'rumors' ancora più interessanti hanno cominciato a diffondersi a partire dal 18 Agosto 2017...

2) GW170817: UN EVENTO EPOCALE.

Se, improvvisamente, TUTTI i massimi telescopi del nostro pianeta bloccassero tutti i loro programmi per dedicarsi esclusivamente ad un unico oggetto celeste (la galassia NGC4993), evidentemente deve essere successo qualcosa di molto importante, troppo importante. A questo si aggiunge un messaggio tweettato e poi immediatamente cancellato, dell' astronomo J. Craig Wheeler (Università del Texas) relativo a 'rumors' provenienti da qualcosa successo il 17 Agosto 2018 nei rivelatori LIGO-VIRGO (<https://www.nature.com/.../rumours-swell-over-new-kind-of-gra...>). E qualcosa si era lasciato scappare anche il freschissimo premio Nobel Rainer Weiss il 3 ottobre 2017 nel corso di una conferenza al MIT dedicata appunto al suo Nobel per la scoperta di onde gravitazionali. Ora, se... 2 + 2 fa 4, era chiaro che quel giorno era forse successo qualcosa di GROSSO a livello di ricerca gravitazionale. Cosa sia successo è stato rivelato ufficialmente nel pomeriggio di lunedì 16 Ottobre 2017 in un particolareggiato comunicato stampa dell' ESO e in due interessanti conferenze (LIGO a Washington ed ESO a Garching) che si possono riascoltare qui

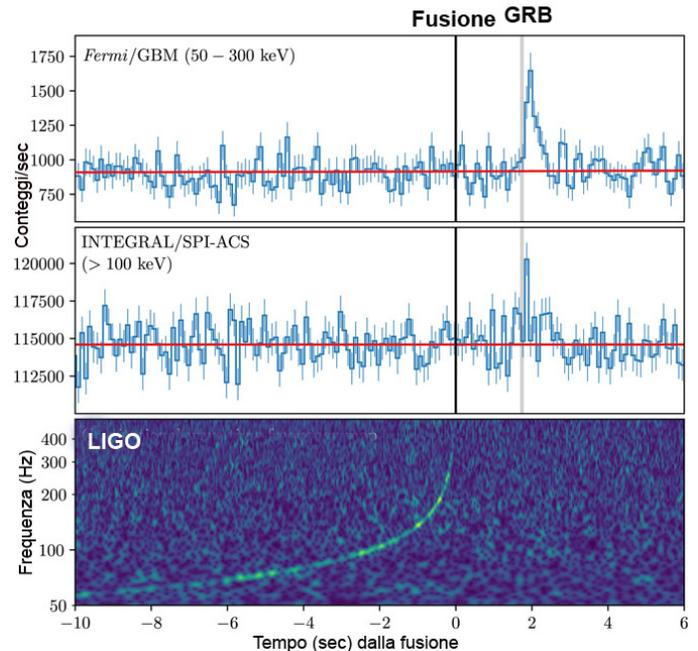
<https://www.youtube.com/watch?v=AFxLA3RGinc>
<http://www.disclose.tv/.../watch-it-live-historic-announcement.../>

Vediamo di riassumere questa incredibile storia. Lo scorso 17 Agosto 2017 (tre giorni dopo il primo evento contemporaneo GW140814 relativo alla fusione di due buchi neri) gli interferometri LIGO e VIRGO hanno rivelato assieme un segnale gravitazionale di 'lunga durata' (il 7° della serie denominato **GW170817**, durato poco più di 55 secondi al posto che qualche secondo, quindi coinvolgente masse MOLTO ridotte rispetto a tutti i casi precedenti) che entrerà nella storia, essendo stato nel contempo e PER LA PRIMA VOLTA, evidenziato anche otticamente da una cinquantina di telescopi a Terra e nello spazio:

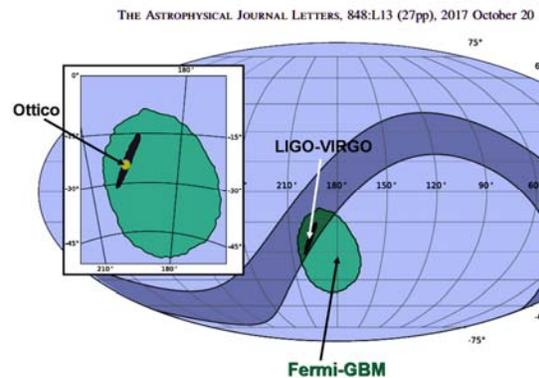


Oltre all' ottima triangolazione del segnale gravitazionale, resa

possibile dall' accoppiata LIGO-VIRGO (campo di vista di circa 30°), dopo appena 1,7 sec (erano le 12:41 T.U. del 17 Agosto) sono stati evidenziati (per 2 sec) RAGGI GAMMA (sotto la sigla GRB170817A) dai satelliti Fermi (Gamma-ray Space Telescope) della NASA e INTEGRAL (INTERNATIONAL Gamma Ray Astrophysics Laboratory) dell'ESA (<https://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/21520.gcn3>):



Anche il satellite Swift ha misurato emissione UV 14,4 h dopo. Unendo i dati gravitazionali di LIGO-VIRGO ed i dati GRB (raggi gamma) dei satelliti Fermi-Integral è stato possibile restringere di molto la posizione nel cielo di provenienza delle onde gravitazionali, collocandola tra Vergine e Hydra:



Ma, nonostante le apparenze, la regione di cielo più probabile (striscia nera nella mappa sopra) contiene qualcosa come... una cinquantina di galassie: si trattava di capire se in qualcuna di esse fosse successo qualcosa di strano o di anomalo, conducendo una ricerca più veloce che fosse possibile.

Così, appena si è fatta notte sul Cile, c'è stato un vero e proprio...scatenamento di telescopi. A Paranal hanno lavorato tutti i telescopi VLT da 8,2 metri (UT1/NACO-FORS2, UT2/X-Shooter, UT3/VISIR-VIMOS, UT4/MUSE-HAWK), il telescopio infrarosso VISTA da 4 m, il telescopio 'italiano' a grande campo da 2,5 m VST.

A La Silla hanno lavorato l' NTT (New Technology Telescope) nell'ambito del programma ePESSTO (Public ESO Spectroscopic Survey of Transient Objects), il MPG/ESO da 2,2 metri, il REM robotizzato italiano.

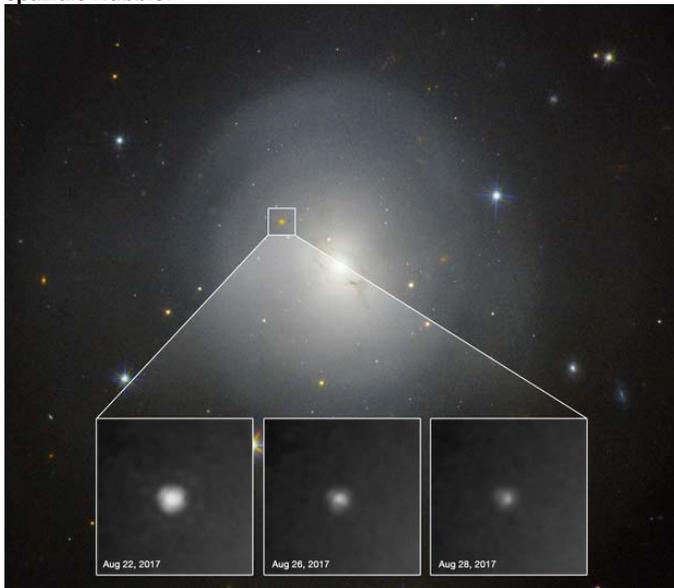
A Cerro Tololo hanno lavorato il riflettore Blanco da 4 m con la camera DECam e l' LCO robotizzato da 0,4 m del gruppo Las Cumbres. A Chajnantor (Atacama) ha lavorato anche l' interferometro ALMA.

A Las Campanas ha lavorato il telescopio Swope da 1 m che per PRIMO ha evidenziato (11 ore dopo LIGO-VIRGO ed entro il campo di probabilità) una nuova sorgente di luce VISIBILE, denominata AT2017gfo (dove AT sta per evento Astronomico Transiente),

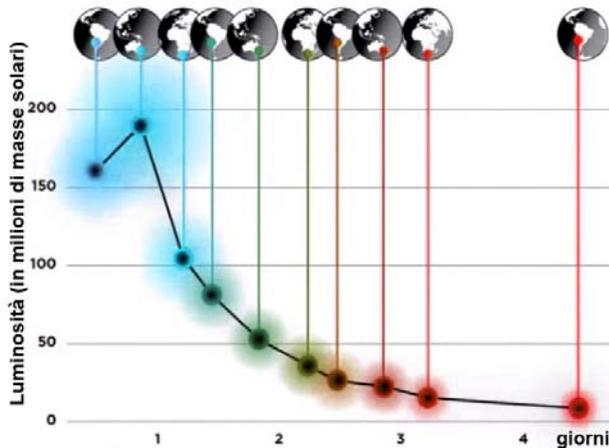
localizzata vicino al nucleo della galassia lenticolare NGC 4993 (m=12,4) situata a 130 milioni di anni luce (z=0,009), che venne scoperta nel 1789 da W. Herschel nella costellazione dell' Idrà:



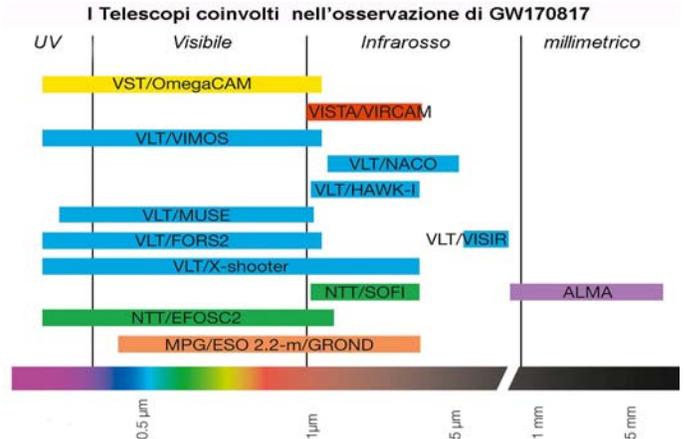
Appena la prima notte è terminata in Cile, la galassia NGC 4993 è stata 'aggredata' dai telescopi Hawaiiiani Pan-STARRS e Subaru e, a partire del 22 Agosto 2017, soprattutto anche dal telescopio spaziale Hubble:



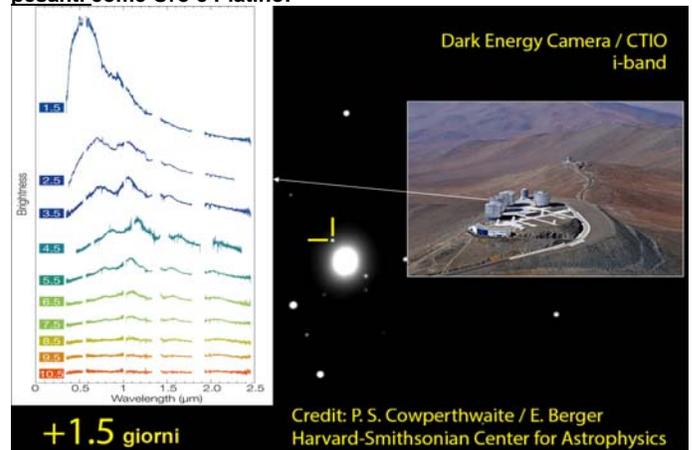
Uno straordinario lavoro è stato anche compiuto dai telescopi del gruppo Las Cumbres che, essendo distribuiti in tutti i continenti, hanno potuto seguire l'evento per giorni senza interruzione:



In definitiva si può dire che l'esplosione avvenuta nella galassia NGC4993 è stata seguita, per la prima volta, in tutte le lunghezze d'onda dal vicino UV fino alla banda millimetrica:

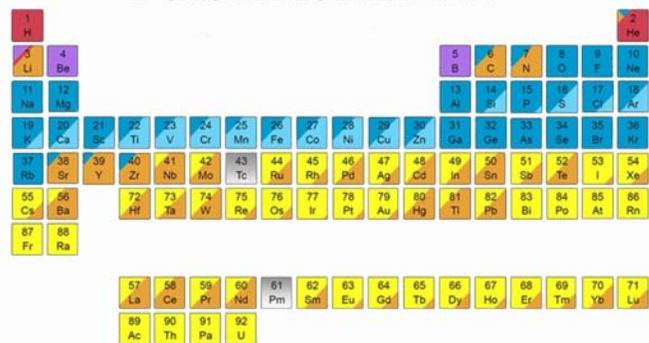


Tutti i dati raccolti convergono nell'idea che l'evento GW170817 sia stato prodotto dalla fusione di due stelle di neutroni di 1,2 e 1,6 masse solari, a produrre una cosiddetta KILONOVA, un'esplosione 1000 volte più intensa di una classica Nova, con espulsione di materiale ad 1/5 della velocità della luce. La rivelazione di raggi gamma per alcuni secondi è anche la dimostrazione che questo tipo di GRB (Gamma Rays Burst) è proprio dovuto (come voleva la teoria) alla fusione di due stelle di neutroni. Gli spettri prodotti da X-shooter su VLT-2 e da PESSTO su NTT sul materiale espulso dalla kilonova hanno individuato chiare tracce di Cesio, Tellurio, ed altri elementi pesanti come Oro e Platino:



Si è trattato di un autentico e storico trionfo per l'ancora giovane astrofisica gravitazionale ed di un autentico trionfo anche per la grandiosa collaborazione offerta da tutti i massimi telescopi del nostro pianeta. Con un riscontro chimico di grande portata: la dimostrazione che sono le Kilonovae a produrre gran parte degli elementi (colore giallo) con peso atomico superiore a 41 (Niobio):

L' ORIGINE DEGLI ELEMENTI.



Fusione stelle di neutroni Esplosione stelle massicce Big Bang
 Stelle morenti di piccola massa Esplosione nane bianche Raggi cosmici

I fenomeni del 2018

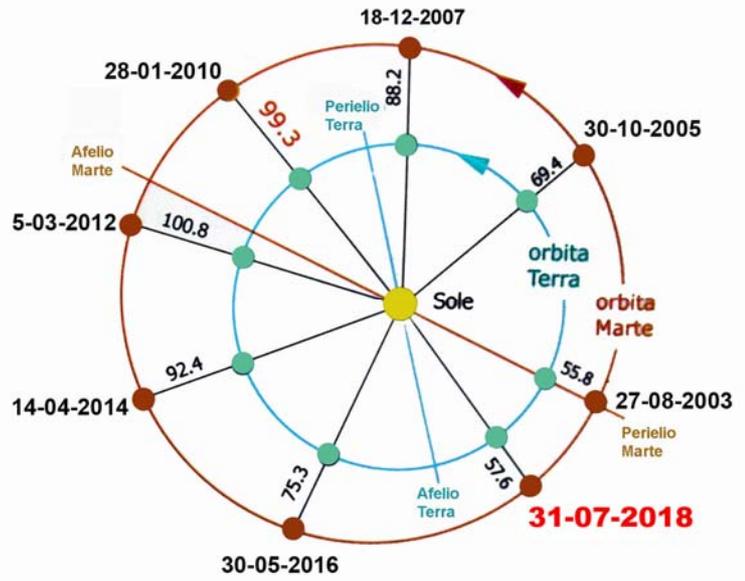
Due sono i principali fenomeni astronomici del 2018, temporalmente collocati a pochi giorni di distanza e visibili dall'Italia:

- **L'opposizione perielica di Marte del 27-31 Luglio 2018**
- **L'eclisse totale di Luna del 27 Luglio 2018.**

Curiosamente e casualmente entrambi i fenomeni avverranno nella costellazione del Capricorno.

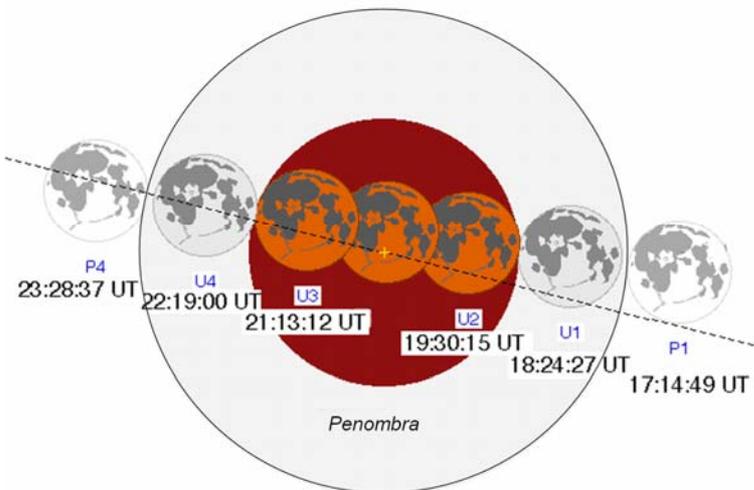
Siccome l'anno marziano dura il doppio di quello terrestre, ogni due anni Marte si allinea esattamente con Terra e Sole (ossia si mette in opposizione). Data però l'ellitticità dell'orbita di Marte (perielio= 206,7 milioni di km, afelio=249,1 milioni di km) se le opposizioni marziane avvengono col pianeta Rosso al perielio, la distanza Terra-Marte può raggiungere valori inferiori a 60 milioni di km. La migliore opposizione perielica della storia avvenne il 27 Agosto 2003. Ebbene 4 giorni dopo l'opposizione marziana del 27 Luglio 2018, Marte sarà ad una delle minime distanze dalla Terra di sempre (diametro angolare di Marte=24,3", distanza=57,6 milioni di km, declinazione-sub-terrestre=-10,5°). Unico lato negativo: la bassa altezza di Marte, che brillerà di m=-2,8 in pieno Capricorno (Declinazione=-25,8).

La prima parte dell'eclisse di Luna del 27 Luglio 2018 sarà parecchio disturbata dal cielo ancora chiaro (inizio totalità=21:30 italiane) e dalla modesta altezza della Luna sull'orizzonte (10-15°). Sarà quindi consigliabile un orizzonte di Sud-Est sgombro ed una postazione osservativa piuttosto elevata come quota.



	Feb-12	Mar-25	Apr-20	Mag-09	Lu-31	Ott-31	Nov-21	Dic-21	Feb-06
DIAM	6"	8"	10"	12"	24.3"	12"	10"	8"	6"
De	5.3	-4.7	-10.0	-12.8	-10.5	-19.7	-23.1	-25.7	-22.6
Dec	-23.4	-23.5	-23.4	-22.4	-25.8	-16.8	-11.7	-3.5	9.8
A.U.	1.566	1.173	0.938	0.781	0.385	0.781	0.932	1.169	1.570

27 Luglio 2018: eclisse totale di Luna.



Dai tempi dell'eclisse totale di Luna del 27 Luglio 2018, si deduce che l'eclisse inizia con la Luna sotto l'orizzonte: entra nella penombra della Terra alle 19:15 (ora italiana) ed entrata nell'ombra alle 20:24. Sarà invece ben visibile (e comunque spettacolare!) l'uscita della Luna dall'ombra della Terra a partire dalle 23:13 (ora italiana) con la Luna che si sarà alzata di circa 15° sopra l'orizzonte.

Altri fenomeni di rilievo del 2018.

Il 31 Gennaio ci sarà un'eclisse totale di Luna visibile solo nell'emisfero pacifico (max= alle h 14:51 italiane)..

Il 15 Febbraio ci sarà un'eclisse parziale di Sole visibile dall'Antartide (max del 60% a mezzanotte ora italiana).

Il 13 Luglio ci sarà un'eclisse parziale di Sole visibile ancora dall'Antartide (max del 34% alle 17 ora italiana).

L'11 Agosto ci sarà un'eclisse parziale di Sole visibile dal polo Artico (max del 73% alle h 11:43 ora italiana).

Per quanto riguarda **MERCURIO**, i momenti di miglior visibilità serale (max elongazione Est) saranno il 15 Marzo (18,4°), il 12 Luglio (26,4°) e il 6 Novembre (27° ed altezza massima sull'orizzonte).

Per quanto riguarda **VENERE** il momento di migliore visibilità serate (max Elongazione Est) sarà il 17 Agosto (46°).

GIOVE sarà in opposizione (quindi visibile tutta notte) il 9 Maggio nella Bilancia, mentre **SATURNO** sarà in opposizione il 27 Giugno nel Sagittario (in congiunzione con la Luna).

URANO sarà in opposizione il 23 Ottobre e **NETTUNO** sarà in opposizione il 7 Settembre

Per quanto riguarda i principali **sciami meteorici**, sarà molto modesto (ma non assente) il disturbo lunare. La Luna in fase tramonterà a cavallo della mezzanotte nel caso di Perseidi (max nella notte tra il 12 e il 13 Agosto), Leonidi (max nella notte tra il 17 e 18 Novembre) e Geminidi (max nella notte tra il 13 e 14 Dicembre).

Sarà invece molto fastidioso il chiarore della Luna quasi piena nel caso delle Quadrantidi (max nella notte tra il 3 e 4 Gennaio).

Ritorno sulla Luna: sì, il 2018 vedrà un aumentato interesse per l'esplorazione del nostro satellite naturale, anche se per il ritorno dell'uomo dovremo aspettare ancora ... e non poco. Comunque verso la fine del 2018 vedremo alla partenza la missione cinese **Chang'e 4** (ricordiamo che *Chang'e* è il nome della dea della Luna nella mitologia cinese). La sonda, è stata realizzata come copia della *Chang'e 3* e visto il successo di quest'ultima, si è pensato di utilizzarla dopo averla opportunamente modificata al fine di raggiungere nuovi obiettivi scientifici. Purtroppo tali modifiche hanno portato ad una serie di ritardi per cui il previsto lancio del 2015 non ha potuto avere luogo. La missione è ambiziosa: sarà la prima ad atterrare sul lato nascosto della Luna dotata di un Lander ed un Rover, motivo per cui sei mesi prima (presumibilmente a Giugno 2018) dovrebbe essere lanciata una sonda relay (dotata di una parabola di 4,2m e pesante 425Kg, posta nel punto Lagrangiano L2 che raggiungerà grazie ad un gravity assist lunare) per ritrasmettere i dati raccolti dalla *Chang'e 4* sulla superficie nascosta della Luna fino a terra. Giova ricordare che la **Chang'e 3**, incorporava un Lander ed il primo Rover lunare cinese (a cui si deve la scoperta di una roccia basaltica ricca di Ilmenite), entrò in orbita lunare il 6 dicembre 2013 e atterrò il successivo 14 dicembre, diventando la prima navicella ad atterrare sulla Luna dopo la sonda **Luna 24** lanciata nel 1976 dalla ex URSS.

Fu proprio l'URSS ad aiutare negli anni '70 l'India a lanciare il suo primo satellite, una collaborazione che si è protratta nel tempo, fino alle recenti missioni come la **Chandrayaan 2** (lancio previsto nel marzo 2018) composta da un Orbiter da un Lander e da un Rover a cui sarà affidato il compito di studiare la sismologia della Luna, riportando anche le prime misure termiche, raccolte in sito, delle zone polari. La missione prevede infatti un atterraggio morbido nei pressi del polo sud lunare e poi il rilascio di un Rover che inizierà il suo viaggio di esplorazione del polo lunare. Una delle risposte che si attendono riguarda un quesito che riecheggia dagli anni '70 ovvero: quanto è pericolosa la polvere lunare, che si infila ovunque perchè veleggia a causa delle cariche elettriche presenti sulla superficie lunare vista l'assenza di atmosfera che altrimenti le neutralizzerebbe. Tale polvere si è scoperta essere anche fortemente abrasiva (riesce a danneggiare ben 3 strati di Kevlar): è importante quindi comprendere come essa agisca e con quali effetti, per pianificare qualsiasi futura missione umana di lunga durata sulla superficie lunare. Questa missione veniva approvata nel 2008 e i progetti erano pronti nel 2009, ma a causa della rinuncia della Russia a realizzare il Lander si è arrivati al 2016 con la decisione indiana di procedere da soli. Ora la missione è pronta: l'Orbiter sorvolerà la superficie da 100 Km di altezza, a bordo ci saranno 5 strumenti, compresa la camera ad alta risoluzione. Con un peso complessivo di 1400 Kg ed un costo di 93 milioni di \$ porterà il Lander e un Rover sulla superficie lunare. Quest'ultimo alimentato a celle solari sarà dotato di ruote per gli spostamenti e sarà in grado di effettuare analisi chimiche sul luogo rinviando i dati all'Orbiter che li rimanderà a terra.

Oggi sappiamo che gli *asteroidi tipo C* appartengono ad uno fra i gruppi più numerosi e sono arricchiti da materiali organici: l'ipotesi è che siano all'origine delle *Condriti Carbonacee*. Chiaro a questo punto che il passo successivo sia quello di stabilire quale relazione esista tra gli asteroidi tipo C e le *Condriti Carbonacee*, ma per farlo bisogna prelevare dei campioni dalla superficie di uno di questi asteroidi e riportarlo a terra. Alla sonda giapponese **Hayabusa 2** è stato affidato proprio questo compito: infatti dopo il lancio avvenuto il 3

dicembre 2014, spinta dal suo motore a ioni incontrerà nel 2018 l'asteroide **Ryugu** (1999JU3 di 0,87 km e $m=18$), dal nome giapponese del bellissimo castello sommerso di una loro favola.

La sonda resterà in orbita per circa un anno e mezzo per effettuare osservazioni ravvicinate della superficie con i suoi sofisticati strumenti. Successivamente rilascerà un Lander del peso di 10Kg chiamato **MASCOT** (Mobile Asteroid Surface Scout si tratta di una realizzazione franco/tedesca) dotato di uno spettrometro infrarosso, un magnetometro, un radiometro ed una camera per riprendere immagini. Una curiosità riguarda la sua capacità di sollevarsi e spostarsi sulla superficie dell'asteroide per riposizionarsi in un altro punto e ripetere le misure. Vi sono inoltre tre piccoli Rover chiamati **MINERVA** ciascuno del peso di 0.5 Kg, derivati dal modello imbarcato dalla sonda precedente (*Hayabusa*) che allora però mancò il bersaglio, mentre oggi saranno guidati da un motore, da una fotocamera e una serie di sensori per misurare la temperatura. A bordo vi è anche un esperimento denominato **SCI** che prevede di lanciare a 2 Km/sec un impattatore sull'asteroide per scavarne la superficie e permettere successive analisi dell'impatto. Durante la missione l'Orbiter sfiorerà la superficie dell'asteroide per prelevare, grazie ad un braccio robot, alcuni campioni dal suolo per riportarli a terra. Il viaggio di ritorno inizierà nel 2019 e l'arrivo dei campioni a terra (che è già stata sorvolata il 3 dicembre 2015 per un *gravity assist*) è atteso nel dicembre 2020. Giova ricordare che la missione precedente, **Hayabusa-1** lanciata nel 2003, dopo innumerevoli peripezie (servite a mettere a punto la missione attuale) riuscì a riportare a terra alcuni frammenti dell'asteroide **Itokawa** (nominato in ricordo del padre dell'astronautica giapponese *Hideo Itokawa*), dopo essere rimasta appoggiata sull'asteroide per 30 minuti: un vero e inaspettato record.

Un'altra missione che ci aiuterà a capire come si sono formati i pianeti e come si è originata la vita è la: *Origin Spectral Interpretation Resource Identification Security-Regolith Explorer* o più semplicemente la **OSIRIS-REX** attualmente in viaggio verso l'asteroide **Bennu** con a bordo (scritto in appositi chip di cui uno resterà sull'orbiter mentre l'altro verrà riportato a terra insieme ai campioni prelevati sulla sua superficie), i nomi di migliaia di appassionati di planetologia che hanno affidato il loro nome a questo insolito messaggero celeste.

Questa missione che è la terza del programma NASA denominato **New Frontiers** (per esplorare gli oggetti del sistema solare con missioni di media taglia) raccoglierà campioni di suolo dall'asteroide per riportarli a terra; inoltre effettuerà una serie di studi non solo sulla chimica e la mineralogia, e per la prima volta cercherà di valutare l'effetto della radiazione solare sul moto dell'asteroide (**Effetto Yarkovsky**: che si innesca quando l'asteroide assorbe la luce solare e la riemette sotto forma di calore). Dopo il lancio e vari *gravity assist* arriverà a Bennu nell'agosto del 2018: i suoi motori allora le consentiranno di allinearsi alla velocità dell'asteroide e da quel momento inizierà una dettagliata ricognizione dell'asteroide, cercando anche delle zone dove prelevare i campioni da riportare a terra. Per il prelievo, il braccio robotico della sonda resterà a contatto con la superficie di *Bennu* solo per 5 secondi durante i quali verrà rilasciato un potente getto di azoto che solleverà la polvere dalla superficie consentendo ad un apposito contenitore di catturarla e riportarla a terra, dove arriverà a settembre del 2023. A bordo della sonda vi sono 5 strumenti che verranno usati nel corso della missione per mappare e analizzare la superficie dell'asteroide. Lo scorso 22 settembre 2017 la sonda è passata a soli 110000 Km dalla terra per un *gravity assist*, ma prima di allontanarsi troppo la camera di bordo si è girata verso il suo pianeta di origine per riprendere una spettacolare immagine del sistema Terra-Luna dallo spazio.