

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

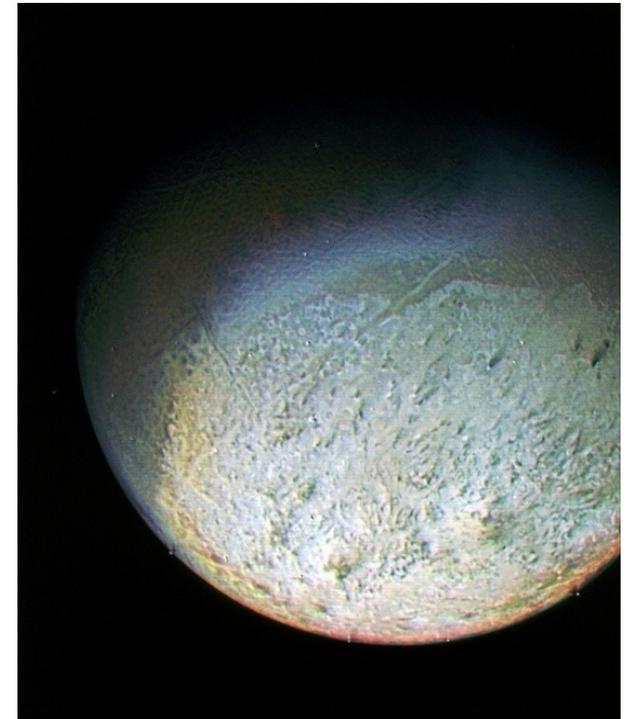
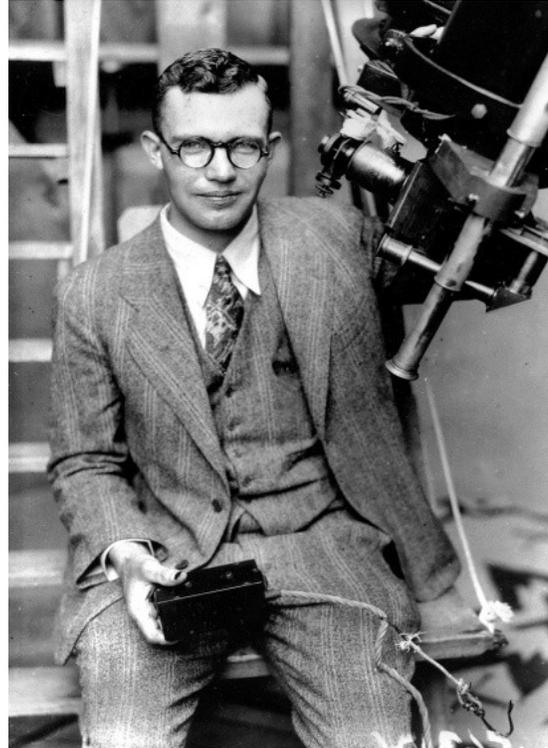
*Relazione per la prova finale*  
**«Missione New Horizons:  
Dalle origini al sorvolo di Plutone e oltre»**

Tutor universitario: Prof. Malavolta Luca

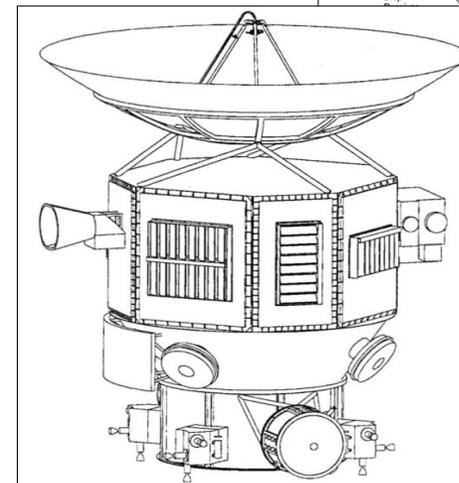
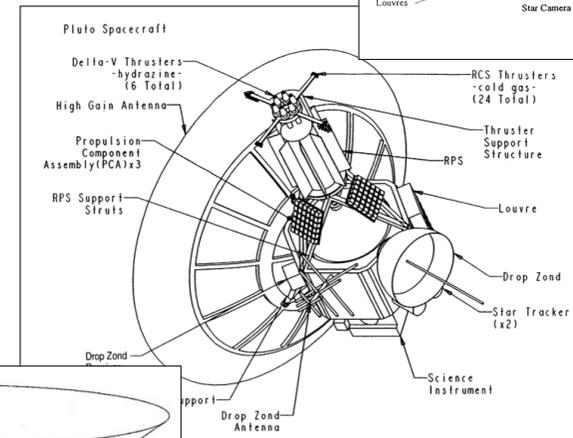
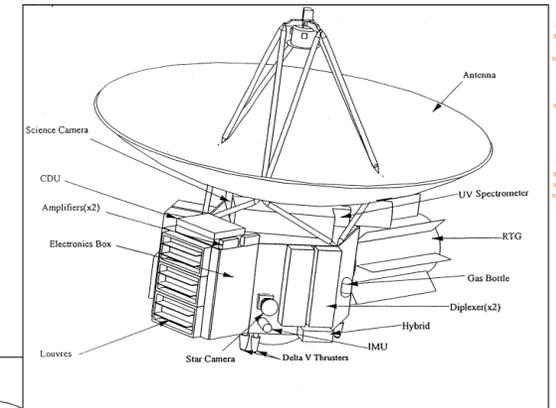
Laureando: *Mancin Sebastiano*

Padova 10/07/2022

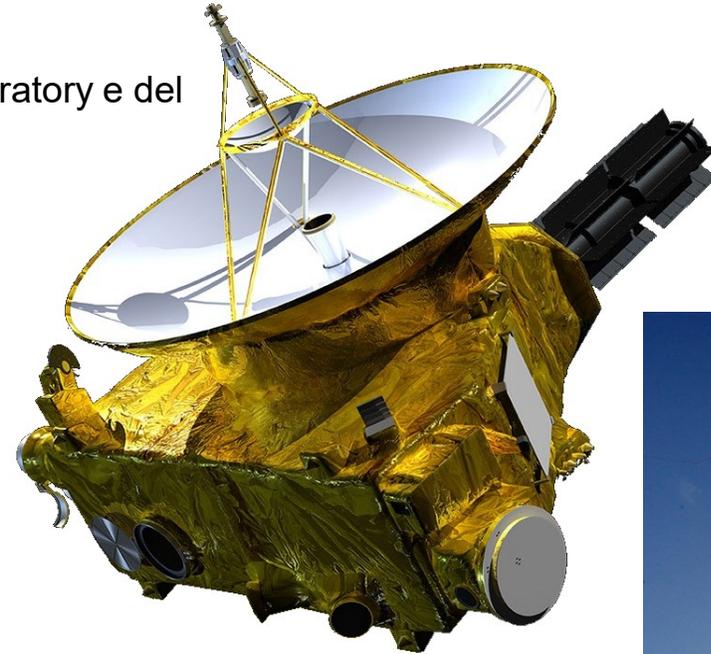
- Nel 1930, l'astronomo Clyde Tombaugh scopre Plutone al Lowell Observatory.
- In occasione di un allineamento dei pianeti del sistema solare esterno, vengono lanciate nel 1977 le missioni Voyager.
- Nel frattempo, scoperta su Plutone di metano ghiacciato, d'una atmosfera e nel 1978 della luna Caronte.
- Negli anni '80, Plutone raggiunge il perielio, occultazioni di Plutone da parte di Caronte.
- Nel 1989, formazione di un gruppo all'interno del JPL con l'obiettivo l'esplorazione di Plutone.
- Nel 1989, Voyager 2 sorvola Nettuno e la luna Tritone, un corpo celeste analogo a Plutone.



- 1990-1991, viene proposto Pluto 350, sonda basata sulle Mariner Mack-II (MM-II), rifiutata per i costi della missione Cassini e tagli al budget.
- Nel 1991, le poste statunitensi rilasciano una serie di francobolli sui pianeti, per Plutone c'è scritto "NOT YET EXPLORED".
- Nel 1992, scoperto il primo corpo della fascia di Kuiper, 1992 QB1.
- 1992-1994, nasce Pluto Fast-Flyby (PFF), arrivo del direttore Daniel Goldin alla NASA, tagli al budget e al personale influisce su PFF.
- 1994-1996, PFF viene riprogettata in Pluto Express, tentativo di collaborazioni con la Russia (Drop Zond), ESA e la Germania.
- 1996-2000 Pluto Express riprogettata in Pluto Kuiper Express (PKE), problemi al peso e ai costi della sonda.
- Nel settembre del 2000, cancellazione della missione, reazioni interne ed esterne alla NASA.
- Nel Aprile 2001, la NASA rilascia un Announcement of Opportunity.



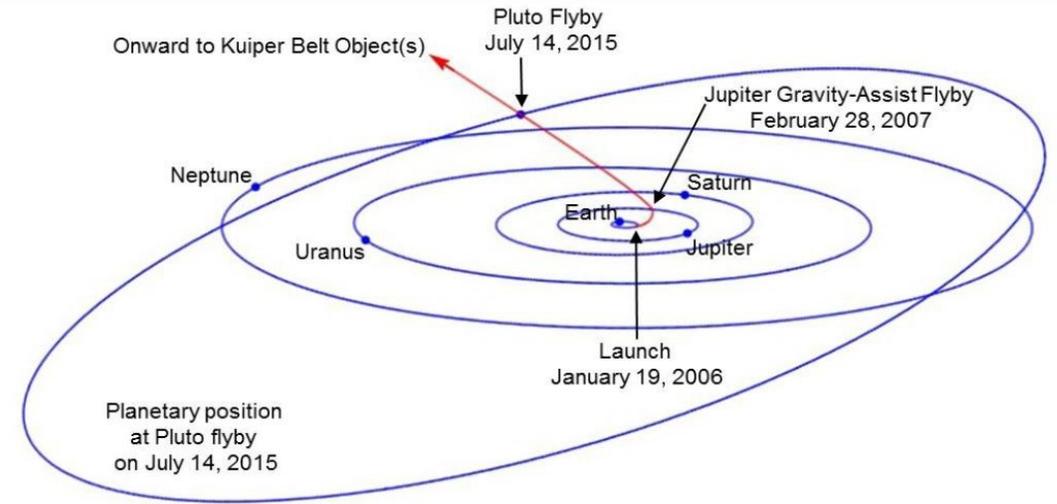
- Nel 2001, viene selezionata la New Horizons dell' Applied Physics Laboratory e del Southwest Research Institute, confermata nel 2003
- Tra il 2003 e il 2005, scoperta di corpi di dimensioni simili a Plutone.
- Scoperta delle lune Notte e Idra nel 2005.
- Il 19 Gennaio 2006, lancio di New Horizons da Cape Canaveral.
- Nel 2006, Plutone viene riclassificato come pianeta nano.
- Nel Febbraio 2007, New Horizons sorvola Giove.
- Nel 2011 e 2012, scoperta delle lune Cerbero e Stige.
- Il 14 luglio 2015, New Horizons sorvola Plutone.
- Il 1 Gennaio 2019, New Horizons sorvola Arrokoth, un corpo della fascia di Kuiper.



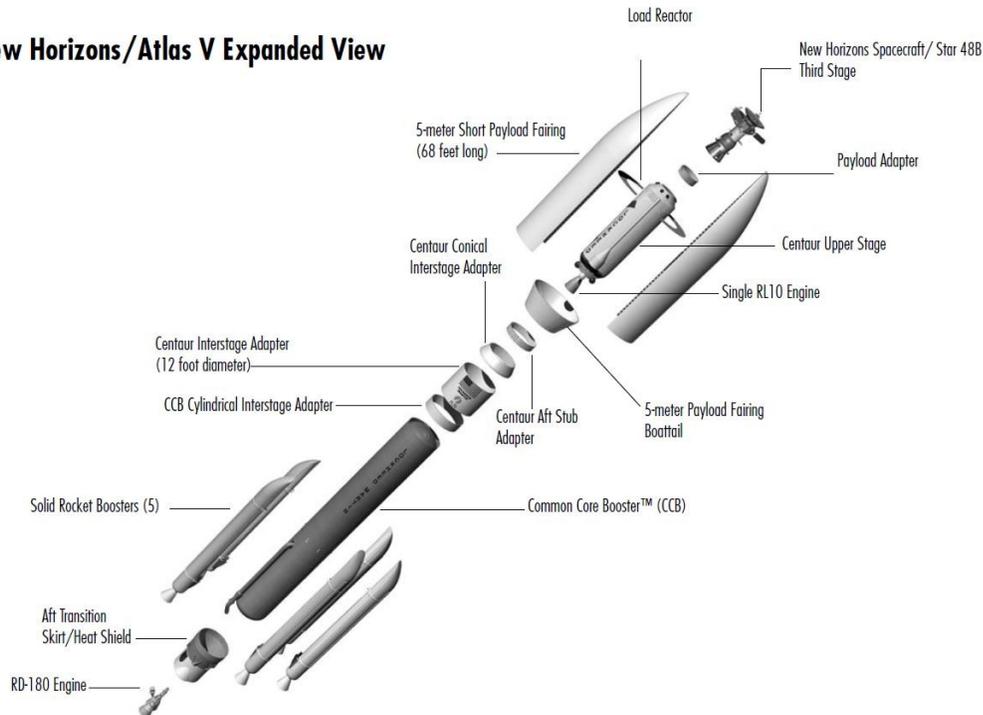
- Fattori considerati:
  - Intorno al 2020 era previsto il collasso dell'atmosfera di Plutone.
  - La superficie in ombra di Plutone e Caronte aumentava con il passare del tempo.
  - Carico scientifico limitato.
  - Sviluppo e utilizzo della tecnologia.
  - Costo.
- Obiettivi scientifici prefissati per Plutone erano divisi in tre gruppi:
  - Gruppo 1 massima priorità: mappatura della superficie di Plutone e Caronte, studio dell'atmosfera.
  - Gruppo 2 desiderabili: studio di alcune aree selezionate, studio dell' ionosfera e l'interazione del vento solare.
  - Gruppo 3 opzionali: Studio dell'ambiente energetico , ridefinire raggio, massa e orbite di Plutone e Caronte, ricerca di campi magnetici, satelliti e anelli.

• Traiettoria:

- Era necessario il sorvolo di Giove.
- La finestra di lancio era dalla metà di Gennaio a metà Febbraio 2006



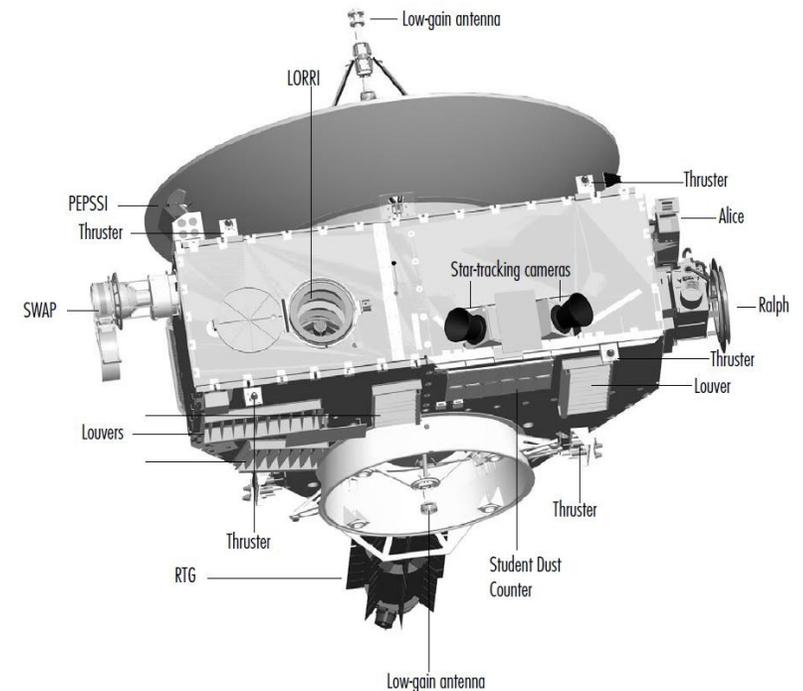
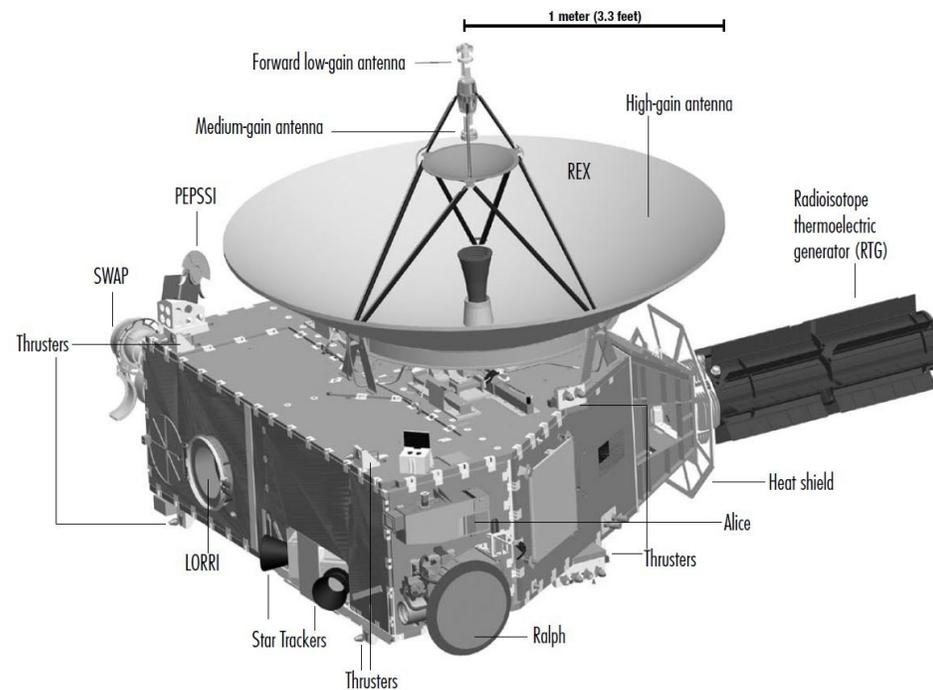
**New Horizons/Atlas V Expanded View**



• Lanciatore scelto Atlas V:

- Razzo medio - pesante a due stadi con cinque booster
- Aggiunta di un terzo stadio per New Horizons.

Peso: 478 Kg.      Dimensioni: Lunghezza 4,1 m.    Larghezza 2,7 m.    Altezza 0,7 m.



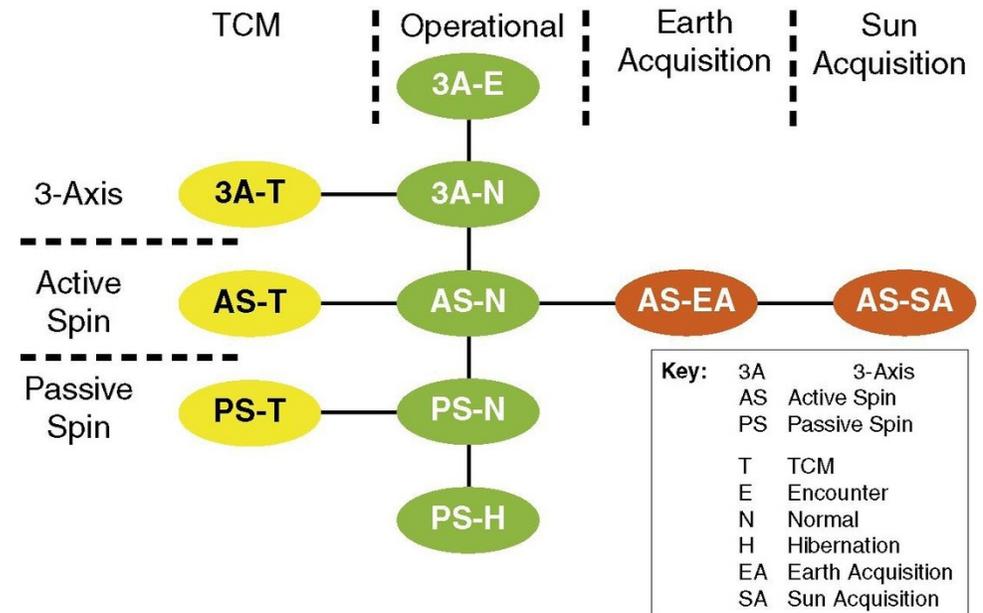
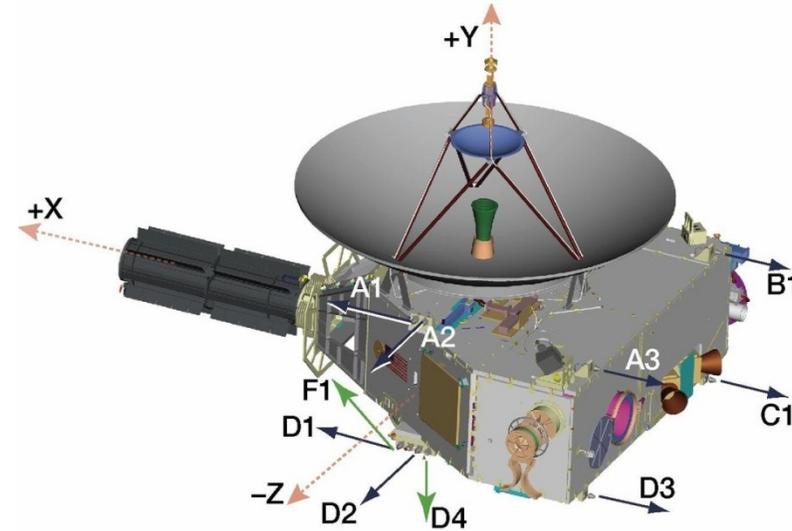
## •Struttura:

- Cilindro in alluminio usato come base.
- Serbatoio d'idrazina all'interno del cilindro.
- Superfici piane a supporto dello spacecraft.
- Elementi di supporto al RTG.

## • Configurazione Sistema:

- Ridondanza di componenti o circuiti.
- Computer di bordo: Integrated Electronic Module (IEM).

- Propulsione:
  - Elementi:
    - 77 Kg d'idrazina
    - 4 propulsori da 4,4 N
    - 12 propulsori da 0,8 N.
- Assetto e Controllo:
  - La sonda possiede diverse modalità d'assetto.
  - Elementi:
    - Inertial Measurement Units (IMU).
    - Tracker stellari.
    - Sensori Solari.
    - Un processore presente nell' IEM.
- Sistema Elettrico:
  - Potenza di 200 W al sorvolo di Plutone, voltaggio di 30 V.
  - Elementi:
    - Radioisotope Thermoelectric Generator (RTG).
    - Shunt Regulator Unit (SRU).
    - Power Distribution Unit (PDU).

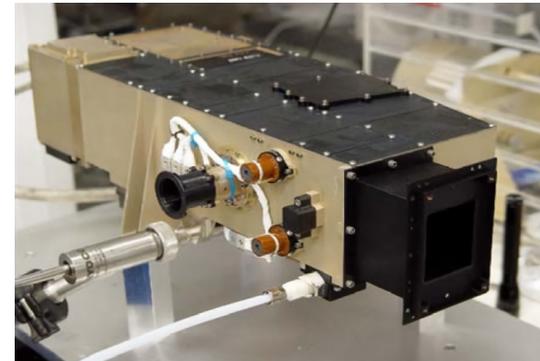


- Gestione dati e comandi:
  - Nell' IEM sono presenti:
    - Un processore per la gestione dei dati e comandi.
    - Registratore a stato solido (SSR) da 64 Gbit.
- Comunicazione
  - Elementi:
    - Un antenna con diametro 2,1m a diversi guadagni.
    - Un antenna a basso guadagno nel cilindro.
    - All'interno dell' IEM:
      - Schede per il Uplink e Downlink.
      - Ultra Stable Oscilator (USO).
- Controllo Termico:
  - La temperatura interna varia tra 0°C e i 50°C.
  - Elementi:
    - Isolamento termico a multistrato (MLI).
    - Riscaldatori.
    - Feritoie per il raffreddamento.
    - Il calore dell'RTG

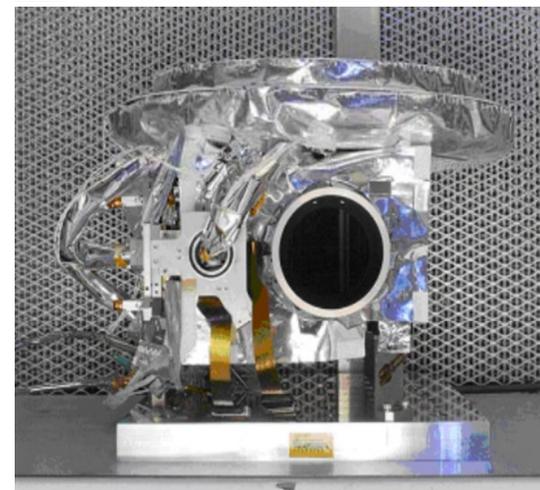


- ALICE, Spettrografo ad UV:
  - Presenta due aperture perpendicolari per l'occultazione del sole e per l'airglow.
- RALPH, Telescopio:
  - Composto da:
    - Multi Spectral Visible Imaging Camera (MVIC).
      - Fotocamera nel visibile e negli infrarossi vicini.
    - Linear Etalon Imaging Spectral Array (LEISA).
      - Fotocamera negli infrarossi.
- Servono a studiare la composizione della superficie e dell'atmosfera
- Pluto Energetic Particle Spectrometer Science Investigation (PEPSSI).
  - Spettrometro di massa a tempo di volo.
- Solar Wind Around Pluto (SWAP).
  - Formato da:
    - Retarding Potential Analyzer (RPA).
    - Analizzatore elettrostatico (ESA).
- Servono a:
  - Studio dell'ambiente energetico di Plutone.
  - Studio della Ionosfera e l'interazione con il vento solare.

(ALICE)



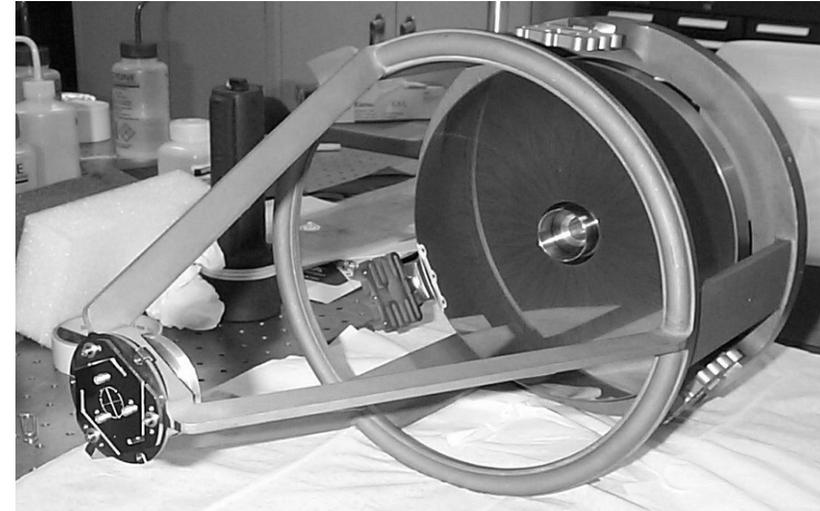
(PEPSSI)



(RALPH)

(SWAP)

- LOnG-Range Reconnaissance Imager (LORRI) .
  - Telescopio a due specchi di tipo Ritchey-Chrétien.
  - Serve a:
    - Ottenere immagini ad'alta risoluzione.
    - Studio dell'atmosfera.
    - Ricerca di satelliti o anelli.
  
- Radio Experiment (REX):
  - Lo strumento è integrato nell'IEM con la comunicazione.
  - Serve a:
    - Determinazione temperatura e pressione atmosferica e superficiale.
    - Studio della atmosfera.
    - Calcolo delle masse di Plutone e Caronte.
  
- Venetia Burney Student Dust Counter (VBSDC).
  - Nominato in onore di Venetia Burney
  - Realizzata dagli studenti dell'università del Colorado
  - Serve a studiare la densità di pulviscolo interstellare

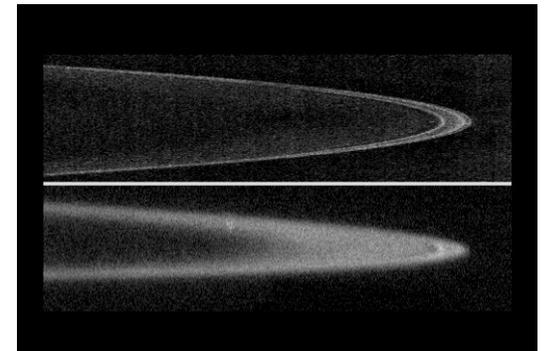


(LORRI)



(VBSDC)

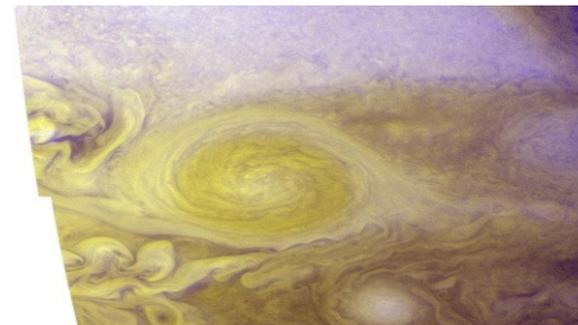
- Dal lancio 19 gennaio 2006, New Horizons ha superato la Luna 9 ore dopo il lancio, in Aprile supera Marte e sorvola da vicino l'asteroide 132524 APL.
- Arriva nel sistema di Giove nel Gennaio del 2007 rimanendoci due mesi.
- La prima missione ad raggiungere Giove dopo la fine della missione Galileo
- Per il sorvolo erano stati fissati come obiettivi lo studio delle lune galileiane, l'atmosfera di Giove e la sua magnetosfera.
- Risultati:
  - Osservazioni fulmini e luci nell'emisfero nord.
  - Formazione di nuvole d'ammoniaca.
  - Studio della piccola macchia rossa (1).
  - Osservazione del sistema di anelli (2).
  - Ripresa pennacchio di un vulcano di Io (3).
  - Studio della magnetosfera.
- Dopo il sorvolo, la sonda venne messa in ibernazione quasi per tutto il tragitto fino a Plutone fino al Dicembre del 2014.



(1)



(3)



(2)

• Il 14 Luglio 2015, New Horizons sorvola Plutone avvicinandosi fino a 12500 Km e poi passare Caronte fino a 29000 Km

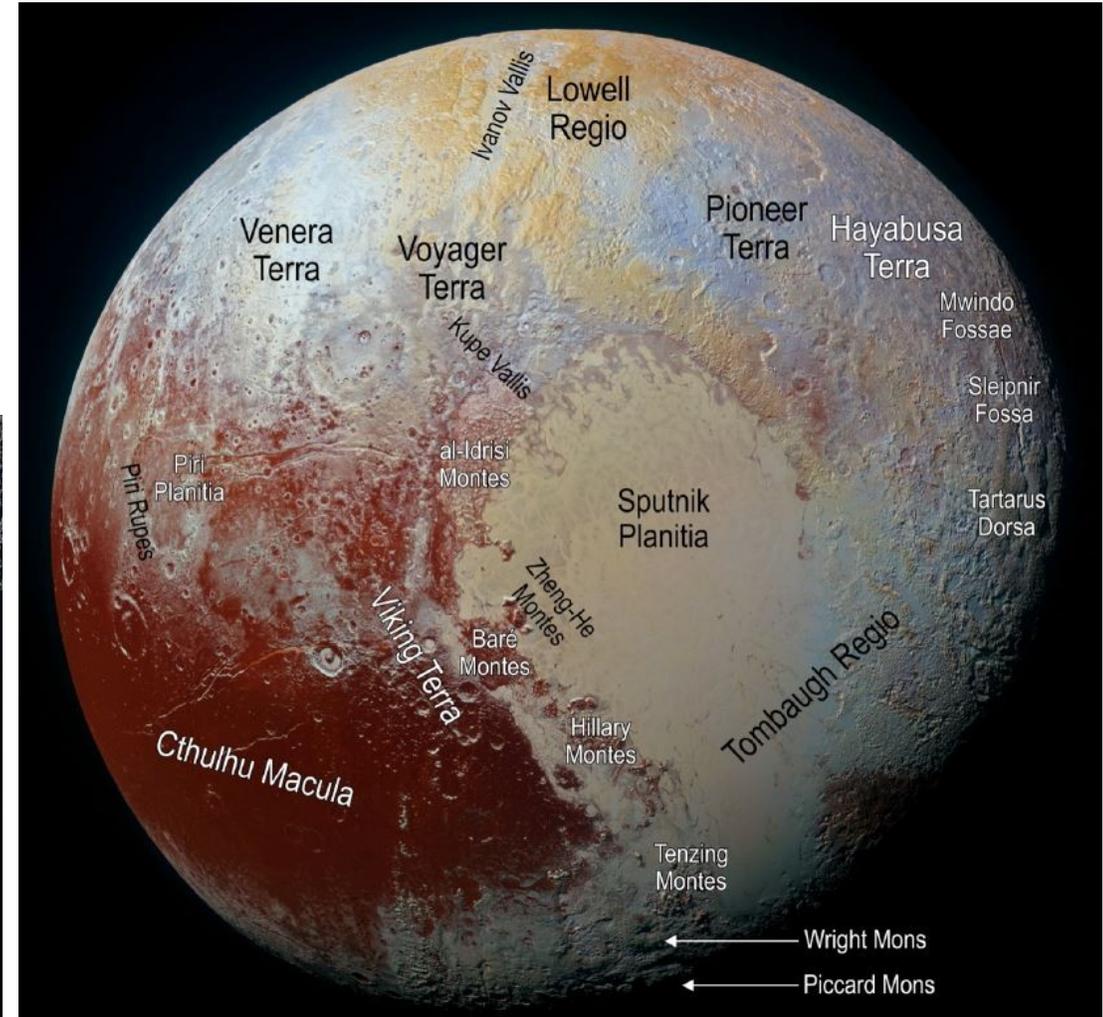
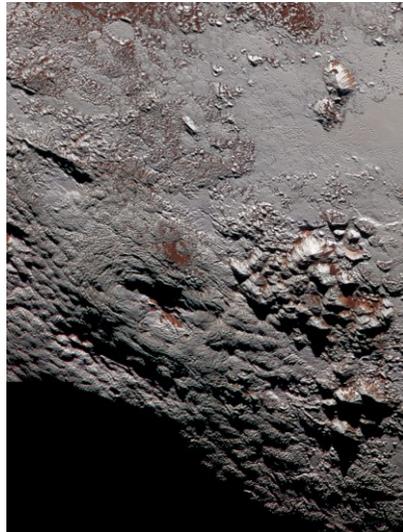
- Risultati:
- Superficie e composizione:
  - Superficie variegata e soggetta a cambiamenti.
  - Presenza di crateri d'impatto in diversi stati e non in tutta l'emisfero visto.
  - Presenza di scarpate lunghe chilometri.
  - Ghiaccio composto principalmente di  $N_2$ ,  $CO$  e  $CH_4$ , con variazioni da zona a zona
  - Presenza di Tolina in alcune aree e regioni in particolare Cthulhu Macula.

(2)

(1)

Alcune Zone interessanti:

- Tartarus Dorsa  
il terreno è molto irregolare (2)
- Wright e Piccard Montes  
possibili criovulcani (1)



- Sputnik Planitia è una depressione nella di Tombaugh Regio

- Dimensioni : 1000 Km x 800 Km.

- Deposito di ghiaccio volubile di  $N_2$ , CO e  $CH_4$ .

- La superficie è suddivisa in “celle”.

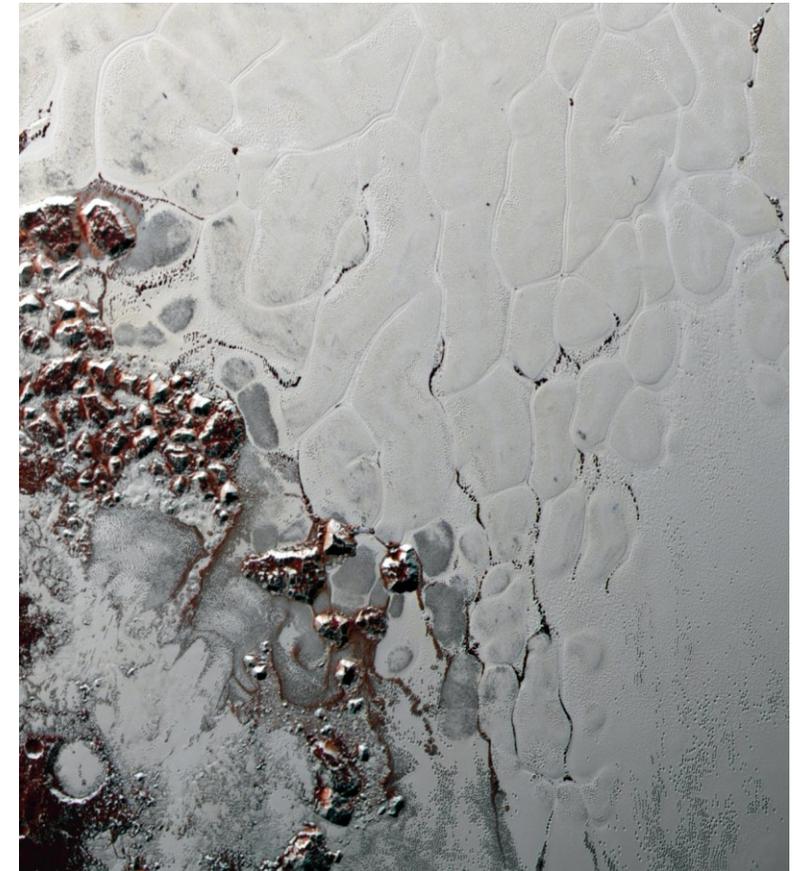
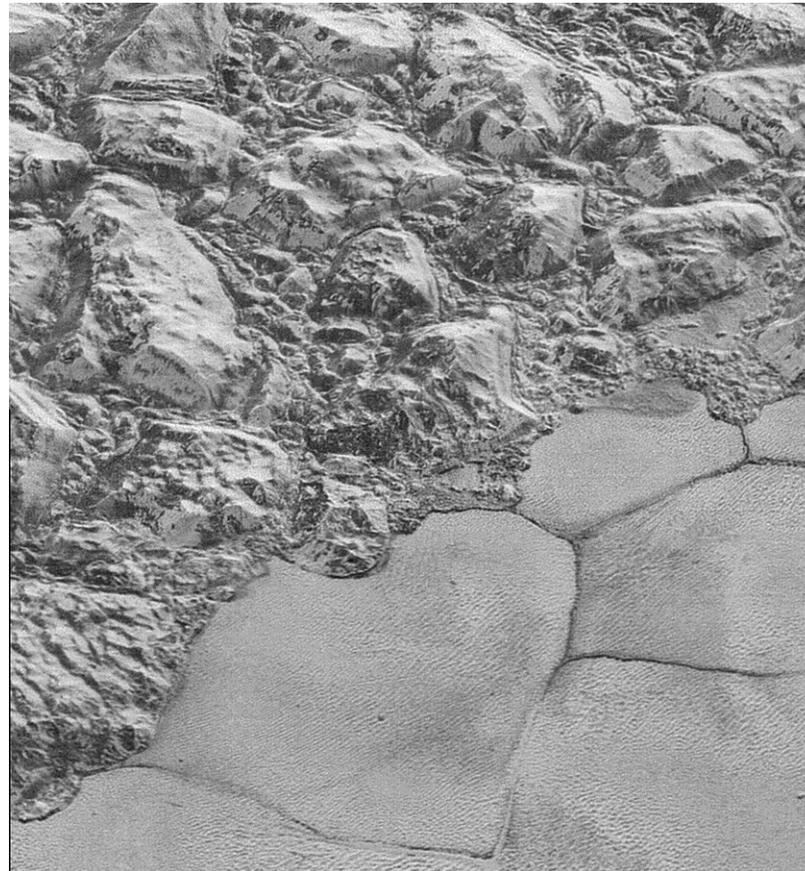
- Priva di crateri d’impatta ma presenta delle colline (1).

- La superficie varia da Nord-Ovest a Sud-Est.
  - A Nord, possibile presenza di dune (1).
  - A Sud, superficie piena di buche (2).

- Al margine ad Est con la Tombaugh Regio, presenza di valli d’origine glaciale.

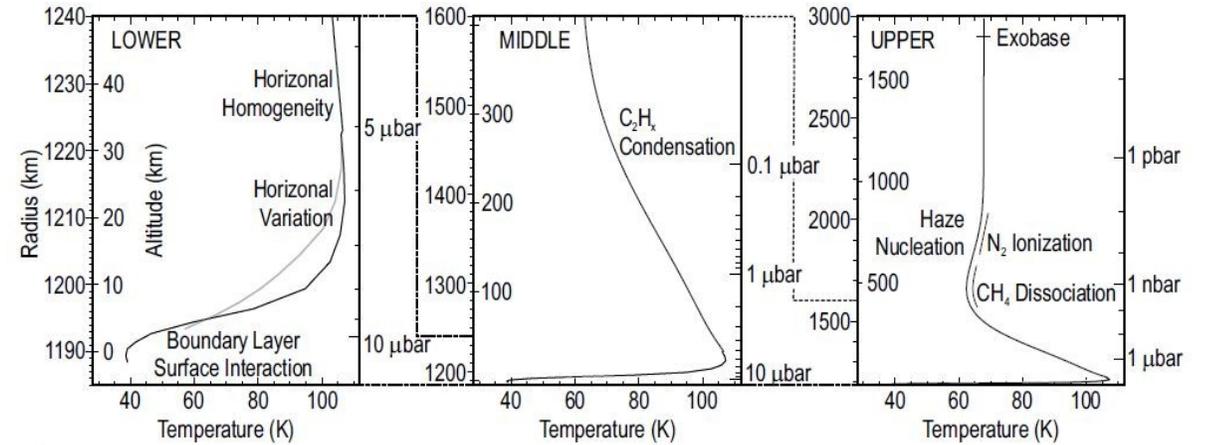
- Al margine ad Ovest , presenza di catene montuose con altezze fino a 5 Km (2).

- Molti valli e canali simili a quelli presenti su Sputnik Planitia, sono su tutto l’emisfero .



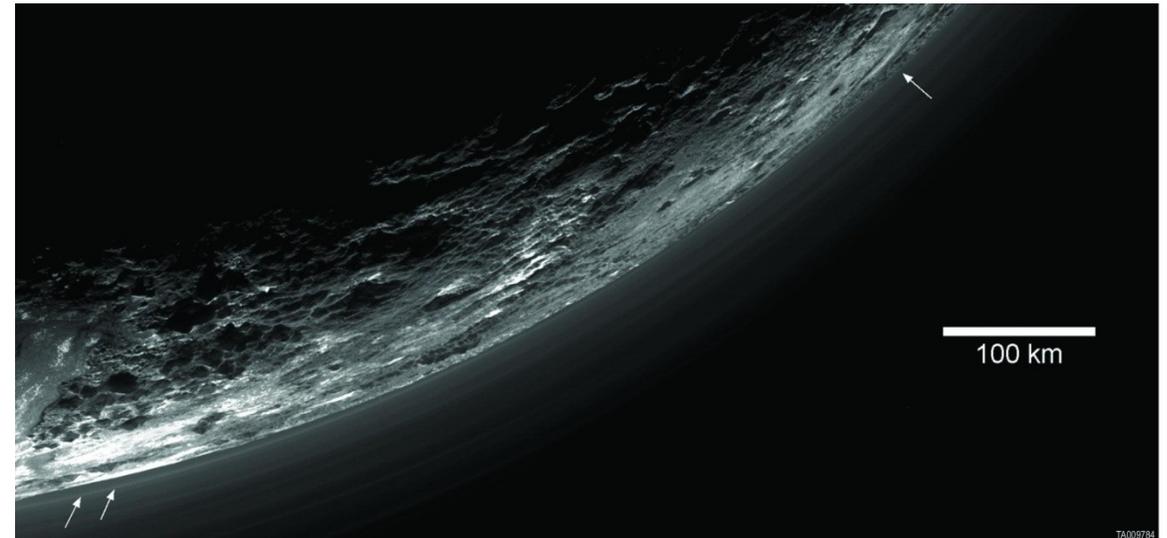
## • Atmosfera:

- In superficie: 38,9 °K e 11,5 μbar.
- Dominata da N<sub>2</sub>, e CH<sub>4</sub>, presente acqua e altri idrocarburi.
- Rivelata assorbimento e rifrazione della luce oltre i 200 Km
- L'alta atmosfera più fredda del previsto.
- Velocità di perdita di materiale più bassa del previsto.

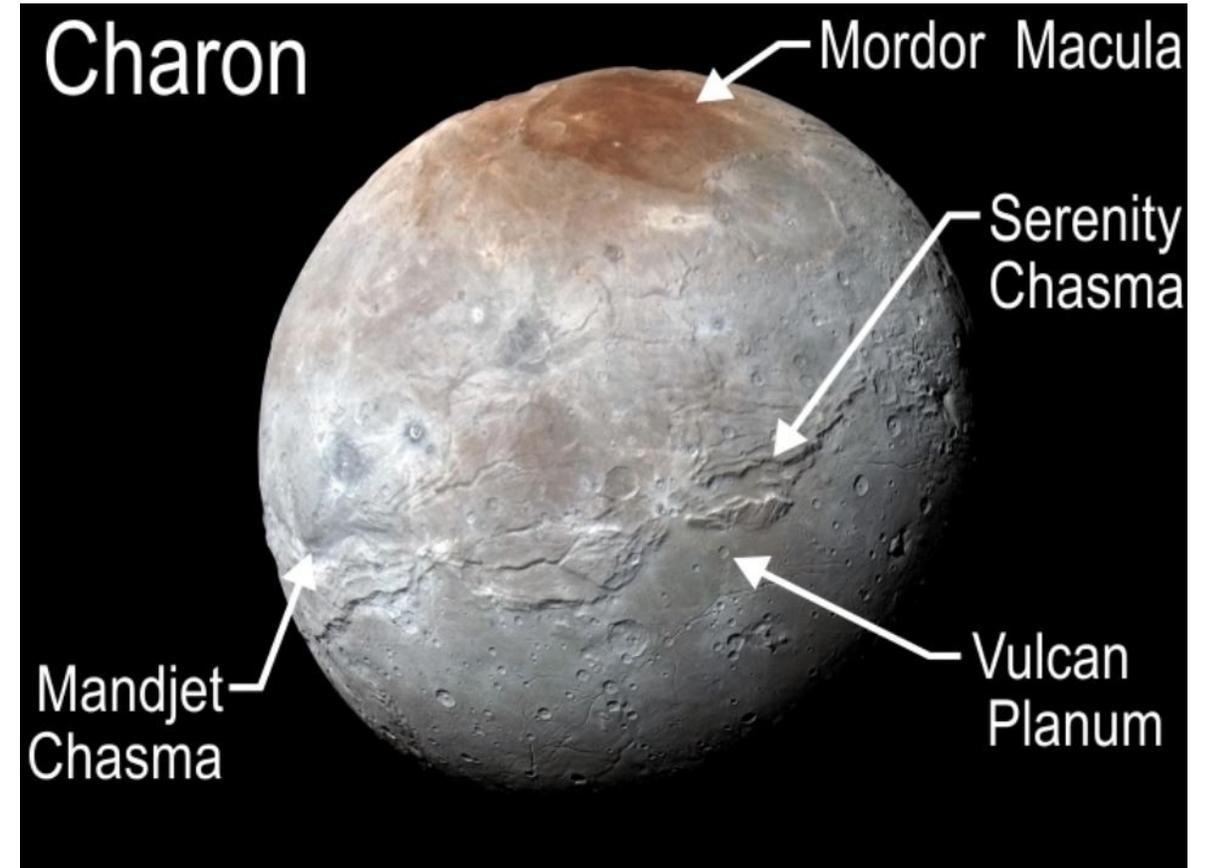


## • Interno:

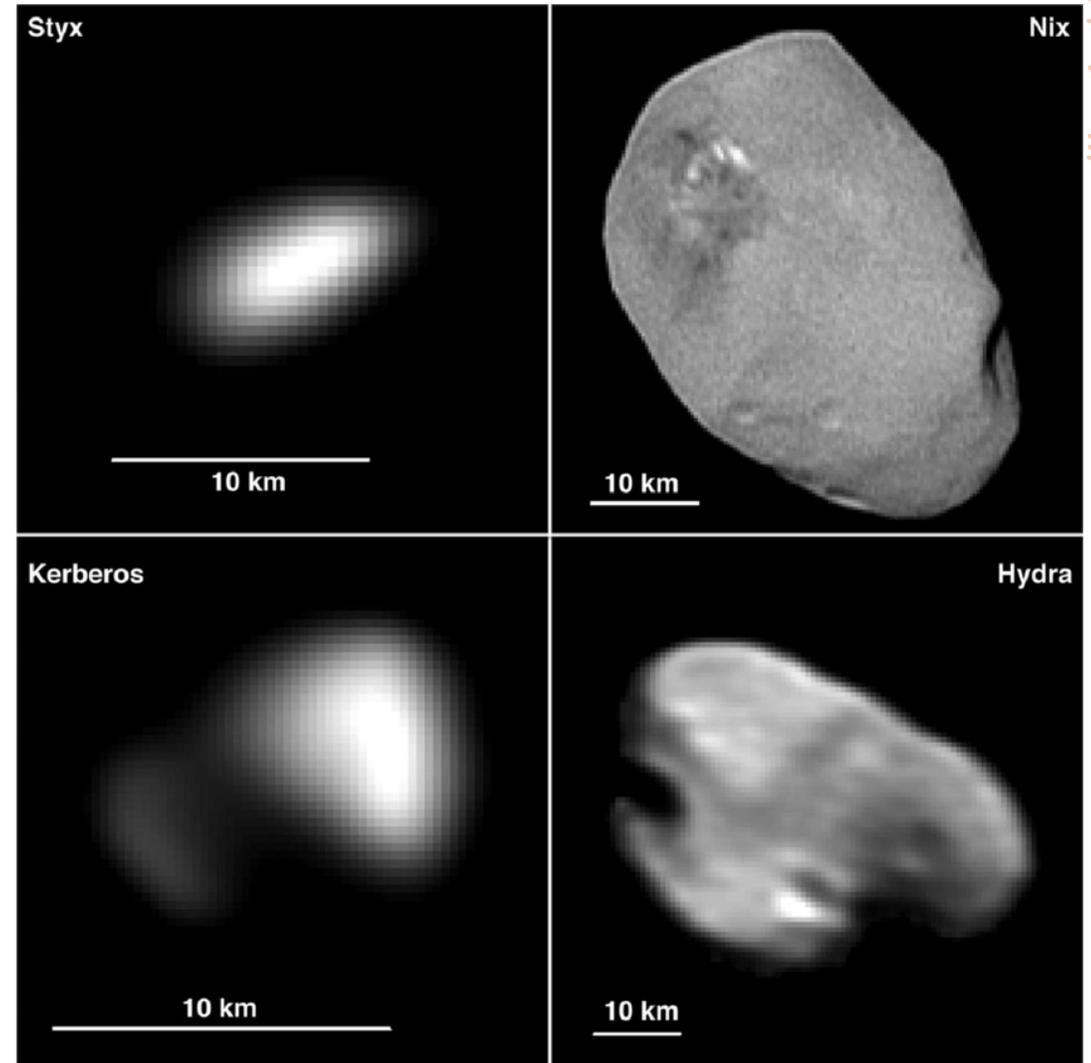
- Confermata la presenza di strati all'interno.
- Alcune prove sono a sostegno di un nucleo roccioso.
- Possibile presenza di un mantello allo stato liquido.



- Caronte si trova in un rotazione sincrona con Plutone.
- Superficie:
  - L'emisfero Nord è estremamente rugoso con numerosi avvallamenti mentre quello a Sud è pianeggiante.
  - Due enormi voragini:
    - Serenity Chasma
    - Madjet Chasma
  - Vulcam Planitia è una vasta zona pianeggiante che presenta canali e strutture rotonde.
  - Il color grigio domina sulla superficie tranne al polo Nord, Mordor Macula, dovuto al materiale proveniente da Plutone.
- Ghiaccio di H<sub>2</sub>O domina sulla superficie, è presente un'altra sostanza simile all'ammoniaca.



- In ordine di distanza: Stige (Styx), Notte (Nix), Cerbero (Kerberos) e Idra (Hydra).
- Orbite:
  - Si muovono sullo stesso piano dell'Orbita di Caronte.
  - Circolari, poco ellittiche.
  - Stinge, Notte e Idra presentano una risonanza simile alle lune di Giove.
- Forme e Rotazioni:
  - Forme allungate, Cerbero presenta due lobi.
  - Rotazione molto veloce e inclinata rispetto alle orbite.
- Albedo e composizione:
  - Albedo è maggiore rispetto a Caronte.
  - Notte e Idra sono globalmente grigi, Idra è leggermente più blu.
  - Ghiaccio di H<sub>2</sub>O elemento principale, presenza di una sostanza simile all'ammoniaca.



- Nel 2016, visto lo stato della sonda e la quantità di carburante, venne confermata l'estensione della missione fino al 2021.
- In quel lasso di tempo, la sonda avrebbe raggiunto i 50 AU dal Sole.
- Lo scopo principale era lo studio dell'ambiente della fascia di Kuiper e l'osservazione dei corpi presenti (KBO) incluso 2014MU69.
- 2014MU69 è un KBO scoperto nel 2014, fu selezionato come obiettivo per il sorvolo grazie alla sua traiettoria.
- Sorvolo:
  - Alla fine del 2015, New Horizons effettuò una correzione della traiettoria per raggiungerlo
  - Successivamente, 2014MU69 venne chiamato in modo informale Ultima Thule e poi ufficialmente Arrokoth
  - Il 1 Gennaio 2019, New Horizons sorvola Arrokoth arrivando fino a 3500 Km

- Proprietà generali:
  - Arrokoth è un corpo classico freddo della fascia di Kuiper.
  - Composto da due Lobi di dimensioni diverse collegati da un “collo”.
  - Dimensioni comprese tra 35 Km x 20 Km x 10 Km.
  - Asse di rotazione diretto verso il Sole, impiega 16 ore per una rotazione.
- Proprietà superficiali:
  - Basso Albedo.
  - Colore globalmente rossiccio con variazioni locali.
  - Presenza di toline, H<sub>2</sub>O ghiacciata e una sostanza simile al metanolo.
- Morfologia:
  - Bassa presenza di crateri d’impatto.
  - Lobo minore:
    - Dominato da una depressione.
  - Lobo maggiore:
    - Suddiviso in zone distinguibili dalle zone chiare che delimitano.
    - Presenza di colline e avvallamenti.

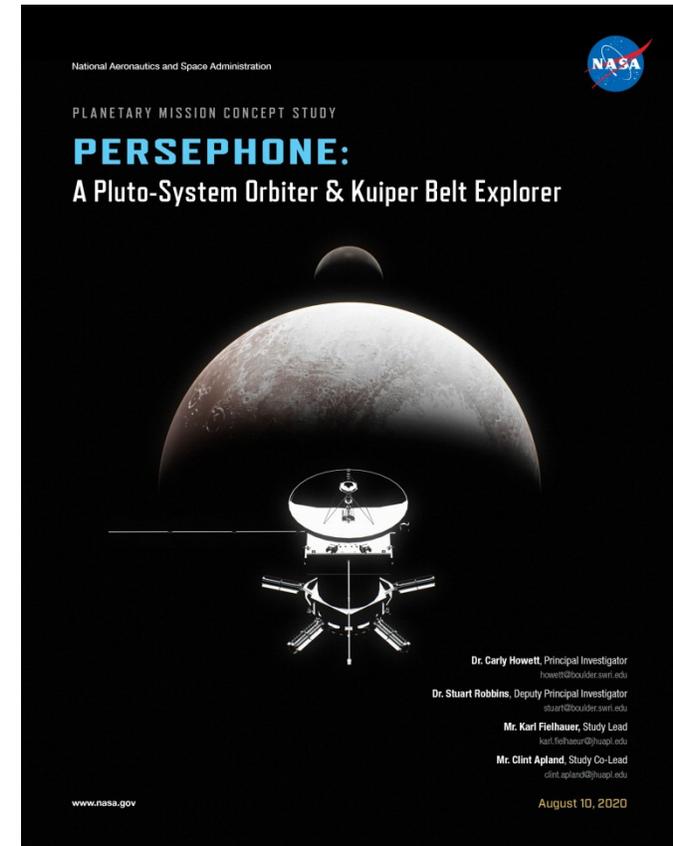


- Nel Aprile del 2022, New Horizons ottiene il prolungamento della missione per altri 8 anni.
- Ha superato il traguardo delle 50 AU dal Sole.
- Continuerà ad osservare la fascia di Kuiper ed un possibile sorvolo.

- Molte cose di Plutone devono essere viste o studiate:

- Oltre la metà della superficie non è stata vista.
- Bisogna vedere gli effetti delle stagioni.
- Processi che hanno portato allo stato della superficie.
- Presenza di un oceano liquido?
- Osservazione in alta risoluzione dei satelliti

- Nel frattempo, non si è perso il tempo a proporre nuovi missioni più impegnative



- “The toughest part of the road to Pluto”. *Roger Carlson. Jet Propulsion Laboratory, Caltech (2001).*
- “First Mission to Pluto: Policy, Politics, Science, and Technology in the Origins of New Horizons, 1989–2003”.  
*Michael J. Neufeld. Historical Studies in the Natural Sciences Volume 44 (2014).*
- “New Horizons Mission Design”. *Yanping Gui e Robert W. Farquhar. Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University (2007).*
- “The New Horizons Spacecraft”. *Glen H. Fountain e altri. Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University e Southwest Research Institute (2006).*
- “ALICE: The Ultraviolet Imaging Spectrograph aboard the New Horizons Pluto-Kuiper Belt Mission”. *S. Alan Stern e altri. Southwest Research Institute (2006).*
- “Long Range Reconnaissance Imager on New Horizons”. *A. F. Cheng e altri. Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University (2006).*
- “The Student Dust Counter On The New Horizons Mission”.  
*M. Horányi e altri. Applied Physics Laboratory, Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado (2006).*
- “The Solar Wind Around Pluto (SWAP)”.  
*D. McComas e altri. Southwest Research Institute, University of Colorado, Midwest Research Institute e Boston University (2006).*
- “The Pluto Energetic Particle Spectrometer Science Investigation (PEPSSI) on the New Horizons Mission”.  
*Ralph L. McNutt Jr e altri. Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University e Southwest Research Institute (2006).*
- “Ralph: A Visible/Infrared Imager for the New Horizons Pluto/Kuiper Belt Mission”. *Dennis C. Reuter e altri. Southwest Research Institute (2006).*
- “The Pluto System After New Horizons”. *S. Alan Stern e altri. Annual Review of Astronomy and Astrophysics (2017).*
- “The Geology and Geophysics of Kuiper Belt Object (486958) Arrokoth”. *S. Alan Stern e altri. Science, volume 367 (2020).*
- “Color, composition, and thermal environment of Kuiper Belt object (486958) Arrokoth”. *S. Alan Stern e altri. Science, volume 367 (2020).*