

***E se cade un satellite artificiale?  
La spazzatura che circonda la Terra.  
Il caso del Cosmos 954 del 1978***

**Luciano Anselmo**

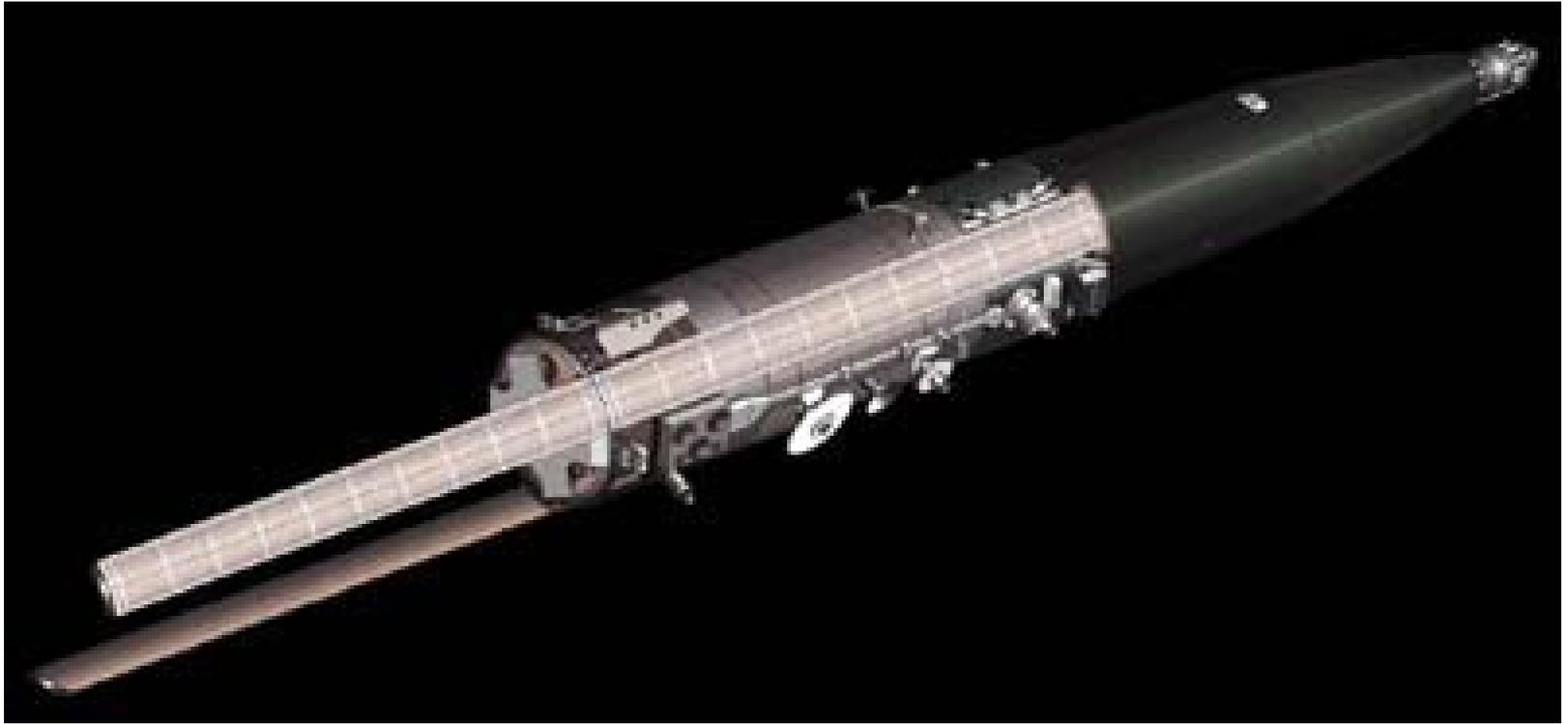
Laboratorio di Dinamica del Volo Spaziale

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione del CNR – Area della Ricerca di Pisa

*Convegno “Tunguska 1908: un asteroide colpisce la Terra. Quando il prossimo?”*

*Aula Absidale di Santa Lucia, Via de' Chiari 23, Bologna – 23 e 24 Ottobre 2008*

# I SATELLITI US-A (RORSAT)



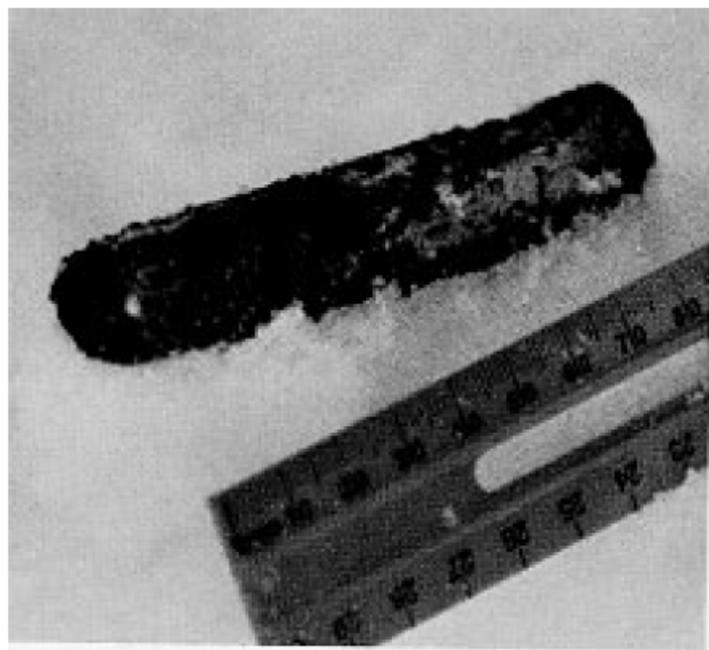
- Tra il 1970 (Cosmos 367) e il 1988 (Cosmos 1932), 31 satelliti lanciati
- Diametro di 2 m, lunghezza di 13 m, massa di circa 3.800 kg
- Funzione: sorveglianza oceanica con radar alimentati da reattore nucleare
- Orbita operativa circolare,  $h = 280$  km,  $i = 65^\circ$ , durata alcuni mesi
- Orbita cimitero dei reattori nucleari:  $h = 900-1000$  km,  $i = 65^\circ$
- 4 incidenti: 1973 (lancio fallito), 1978 (C-954), 1983 (C-1402), 1988 (C-1900)

# L'EMERGENZA DEL COSMOS 954



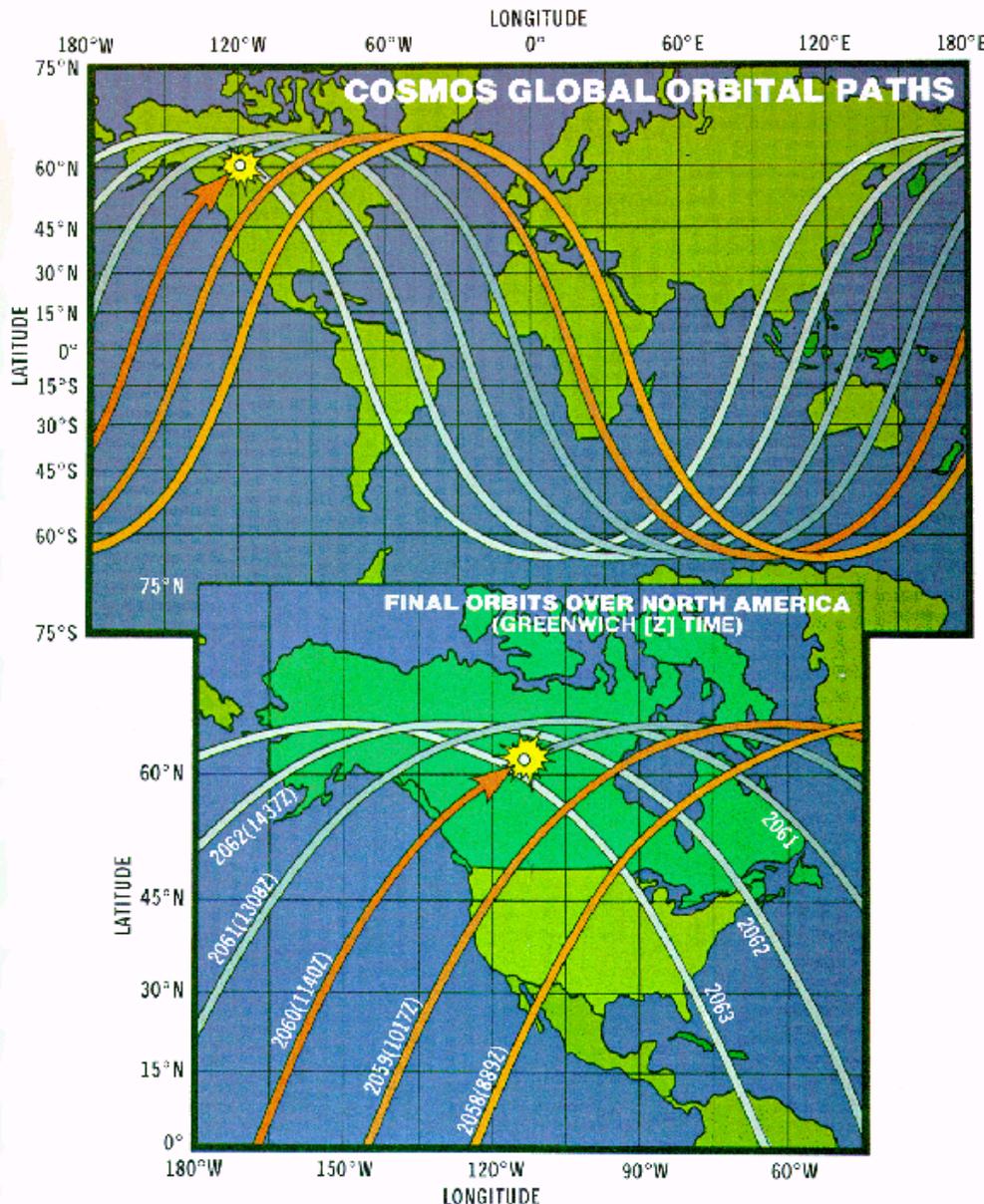
- 18 Settembre 1977: lanciato da Baikonur con un missile Tsiklon-2
- 1 Novembre: un guasto compromette il controllo orbitale
- Metà Dicembre: comincia a perdere quota e non risponde ai comandi
- 6 Gennaio 1978: il satellite non riesce più a controllare il suo assetto
- 12 Gennaio: gli USA contattano l'URSS per avere chiarimenti
- 17 Gennaio: l'URSS esclude la criticità del nocciolo durante il rientro

# IL RISCHIO RADIOLOGICO



- Reattore Buk a neutroni veloci di 130 kg + 255 kg di schermi anti-radiazioni
- 30 kg di uranio arricchito al 90% nell'isotopo fissile U-235
- Nocciolo di 53 kg (20 x 60 cm)
- Potenza elettrica: 3 kW
- Potenza termica: 100 kW
- Conversione termoelettrica
- Al momento del rientro il nocciolo conteneva 84 Ci (3100 GBq) di Sr-90, 4900 Ci (180 TBq) di I-131 e 86 Ci (3200 GBq) di Cs-137
- $2 \times 10^{18}$  fissioni/g di uranio (0,078%)
- Tipica radiazione del fondo naturale: 2 mGy/anno
- Un'esposizione di 2 Gy per 2 ore uccide il 50% delle persone entro 30 giorni

# IL RIENTRO DEL COSMOS 954



Orange and red lines show the final complete orbits (2058, 2059) as well as the partial orbit (2060) which terminated in re-entry over Canada. Blue lines show the potential orbits (2061, 2062, 2063) which Cosmos 954 would have followed had it re-entered later.

- 17/1/1978: Le unità speciali USA sono messe in stato di allerta
- 24/1/1978, 11:40 GMT: L'Osservatorio USAF nell'isola di Maui di Mount Haleakala osserva il satellite in fase di rientro
- Una decina di minuti più tardi alcuni testimoni nella regione di Yellowknife osservano una brillante meteora seguita da dozzine di puntini infuocati
- Intorno alle 11:53 GMT i detriti più massicci toccano il suolo canadese
- Alle 12:15 GMT Carter telefona a Trudeau informandolo del fatto e offrendo l'aiuto USA per trovare i frammenti radioattivi

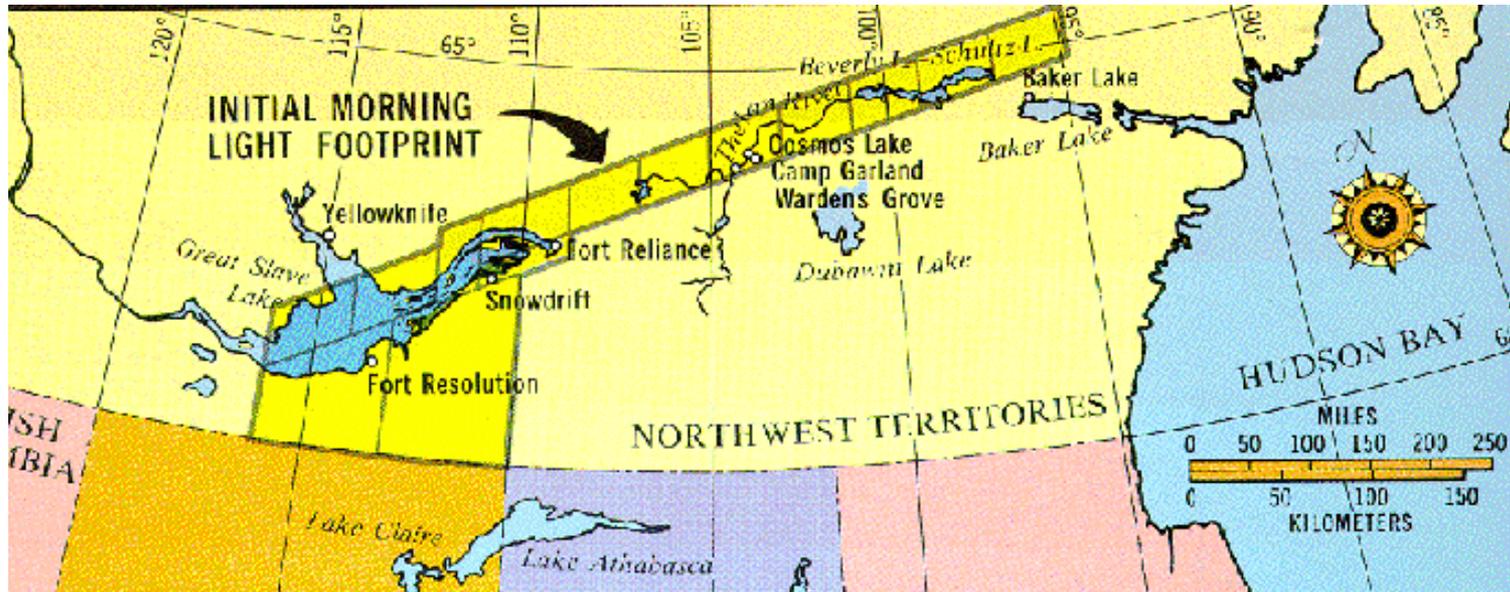
# OPERATION MORNING LIGHT



L'URSS comunica al Canada la propria disponibilità a partecipare alle ricerche, ma il governo canadese prende tempo. Dopo tre anni di negoziati l'URSS pagherà al Canada 3 M\$ a titolo di risarcimento.

- Dagli USA decollano un U-2 e un KC-135 con sensori di radiazioni
- Squadre specializzate lasciano diverse basi USA per raggiungere l'area potenzialmente contaminata
- Una squadra canadese attrezzata decolla da Edmonton per raggiungere Yellowknife
- Viene creato un campo base e altri uomini e mezzi aerei si uniscono alle ricerche nei giorni e nelle settimane successive
- Dopo due giorni di ricerche un aereo in volo a bassa quota rivela un elevato livello di radiazioni
- Entro metà marzo vengono recuperati tutti i frammenti individuati

# LA CONTAMINAZIONE



- Le ricerche si sono concentrate su un'area di 124.000 km<sup>2</sup>
- I detriti macroscopici sono stati localizzati su una striscia lunga 600 km
- Particelle radioattive distribuite su un'area di 100.000 km<sup>2</sup>
- Le più grandi (1 mm) trovate lungo la traiettoria di rientro
- Le più piccole (0,2 mm) trovate 200 km più a sud
- Circa 4 kg di uranio arricchito al 90% nell'isotopo U-235 depositati a terra entro la fine di Marzo
- Distribuzione media delle particelle radioattive: 250/km<sup>2</sup>



L  
E  
R  
I  
C  
E  
R  
C  
H  
E

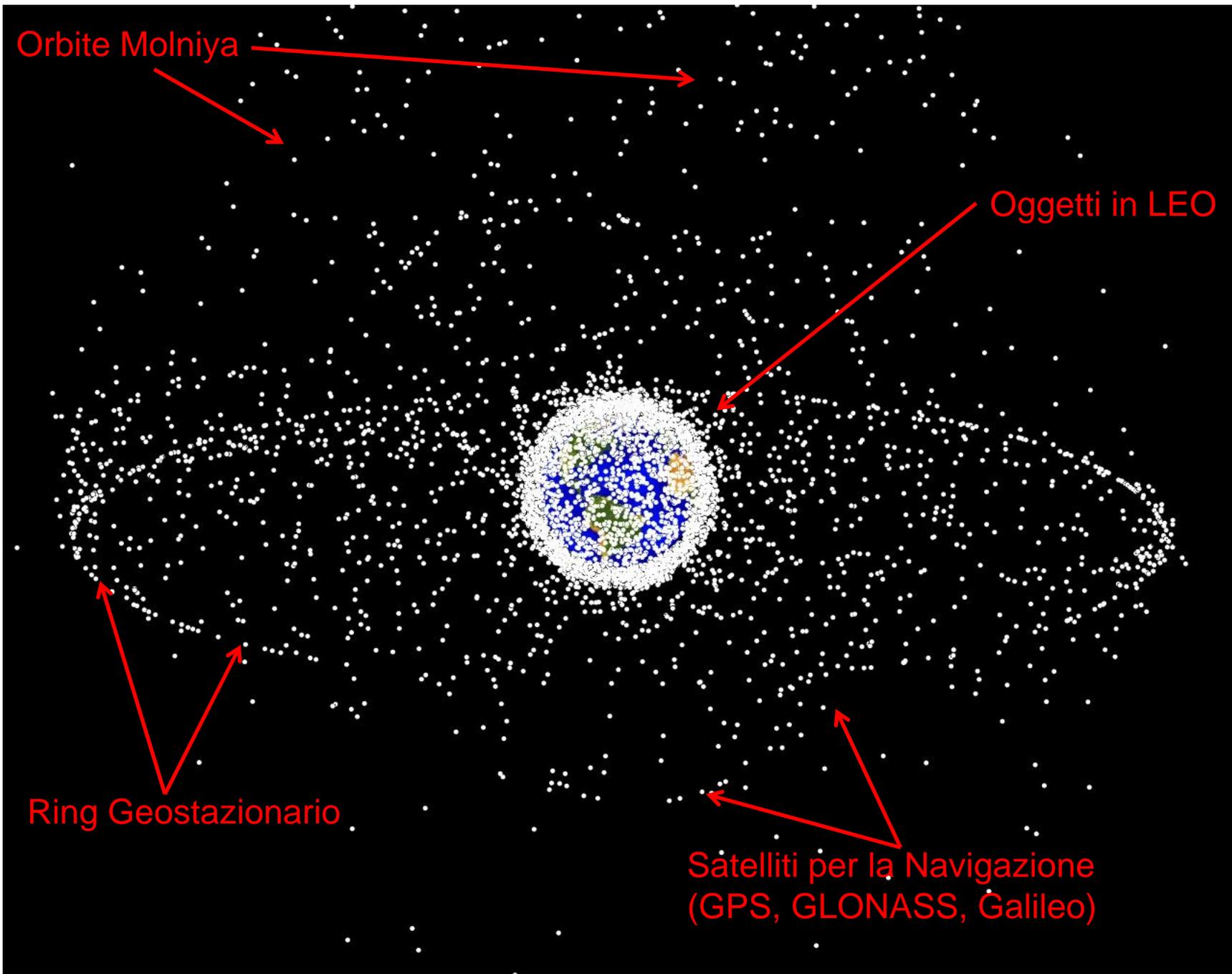


# FRAMMENTI RECUPERATI

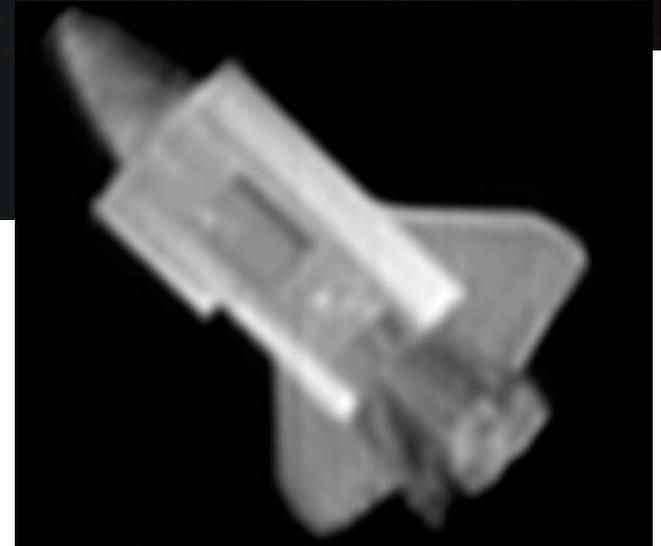
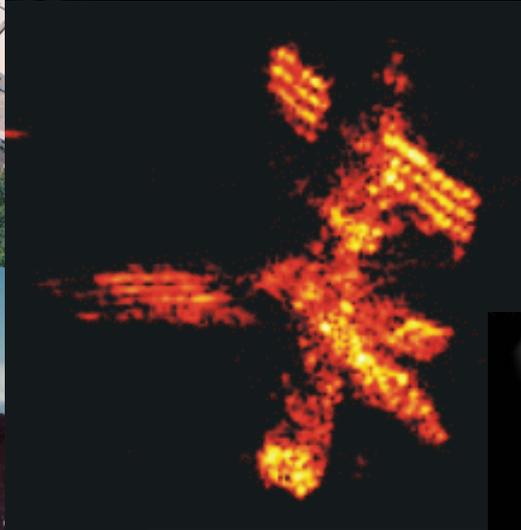


Radioactive debris being prepared for removal. In general, the materials were wrapped in plastic film to prevent dispersal of any dust or fine particles. The more radioactive objects were then manipulated into special shielded containers for safe transport.

- 4 piastre di acciaio (max 272 g): 2 Gy/h (contatto)
- 41 barre di berillio (51 g ciascuna): da 6 mGy/h a 1 Gy/h (contatto)
- 6 cilindri di berillio (3,6 kg ciascuno): da 50 a 150 mGy/h (contatto)
- 6 barre attaccate a una piastra (20 kg): 150 mGy/h (contatto)
- Tubo di acciaio (18,2 kg): non radioattivo
- Altri frammenti (meno di 50): in gran parte da 100 a 300 mGy/h, ma uno da 5 Gy/h (contatto)
- 4000 particelle (0,1-1,0 mm): da 0.1 a 1 mGy/h a un metro di distanza
- In tutto recuperati 65 kg di detriti
- 75% del materiale radioattivo disperso nell'alta atmosfera



# SORVEGLIANZA SPAZIALE



# SITUAZIONE AL 17 OTTOBRE 2008

- Numero totale di lanci riusciti: 4.592
- Sonde e satelliti lanciati: 6.661
- Oggetti catalogati lanciati o prodotti: 33.393
- Sonde e satelliti nello spazio: 3.304
- Stadi di lanciatori nello spazio: 1.809
- Detriti catalogati nello spazio: 7.899
- Totale oggetti catalogati nello spazio: 13.012
- Satelliti rientrati sulla Terra: 3.357
- Stadi di lanciatori rientrati sulla Terra: 3.487
- Detriti catalogati rientrati sulla Terra: 13.537
- Totale oggetti rientrati sulla Terra: 20.381

# RIENTRI NON CONTROLLATI



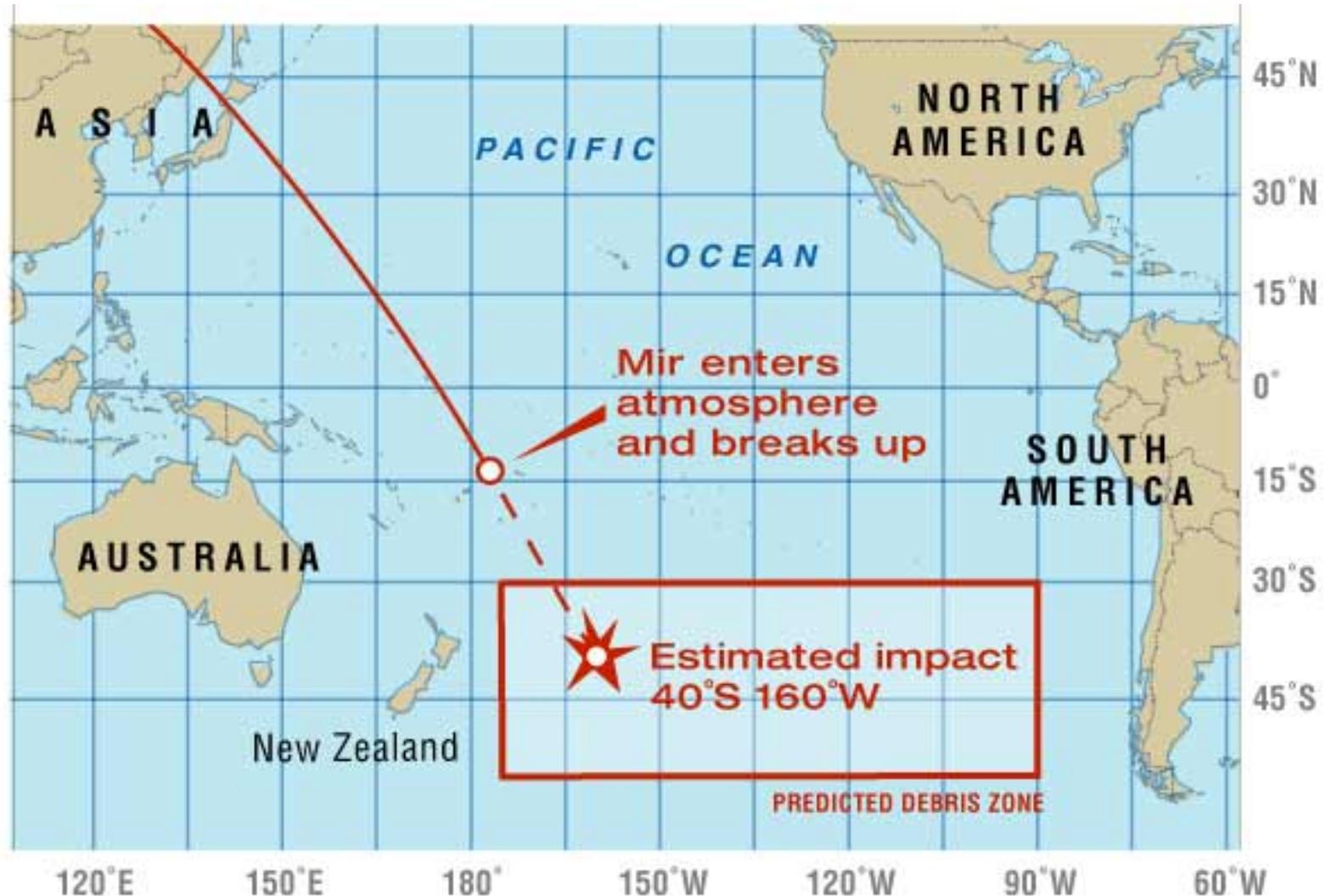
In 51 anni di Era Spaziale, oltre 1500 t hanno raggiunto la superficie terrestre senza controllo



# IL RIENTRO DELLA MIR NEL 2001



# RIENTRO MIR: AREA BERSAGLIO



SOURCE: MISSION CONTROL CENTER (KOROLYOV)

SPACE.COM GRAPHIC/KARL TATE

# IL RIENTRO DI ATV (29 SET 2008)

