



C.U.G.R.I.

Consorzio inter-Universitario
per la Previsione e Prevenzione dei **Grandi Rischi**
Università di Salerno - Università di Napoli "Federico II"



MISURE SATELLITARI DEL MOTO ONDOSO NEL MARE DEI CARAIBI

Ferdinando Reale

Facoltà di Ingegneria - Università degli Studi di Salerno
Fisciano (SA) – 4 novembre 2013

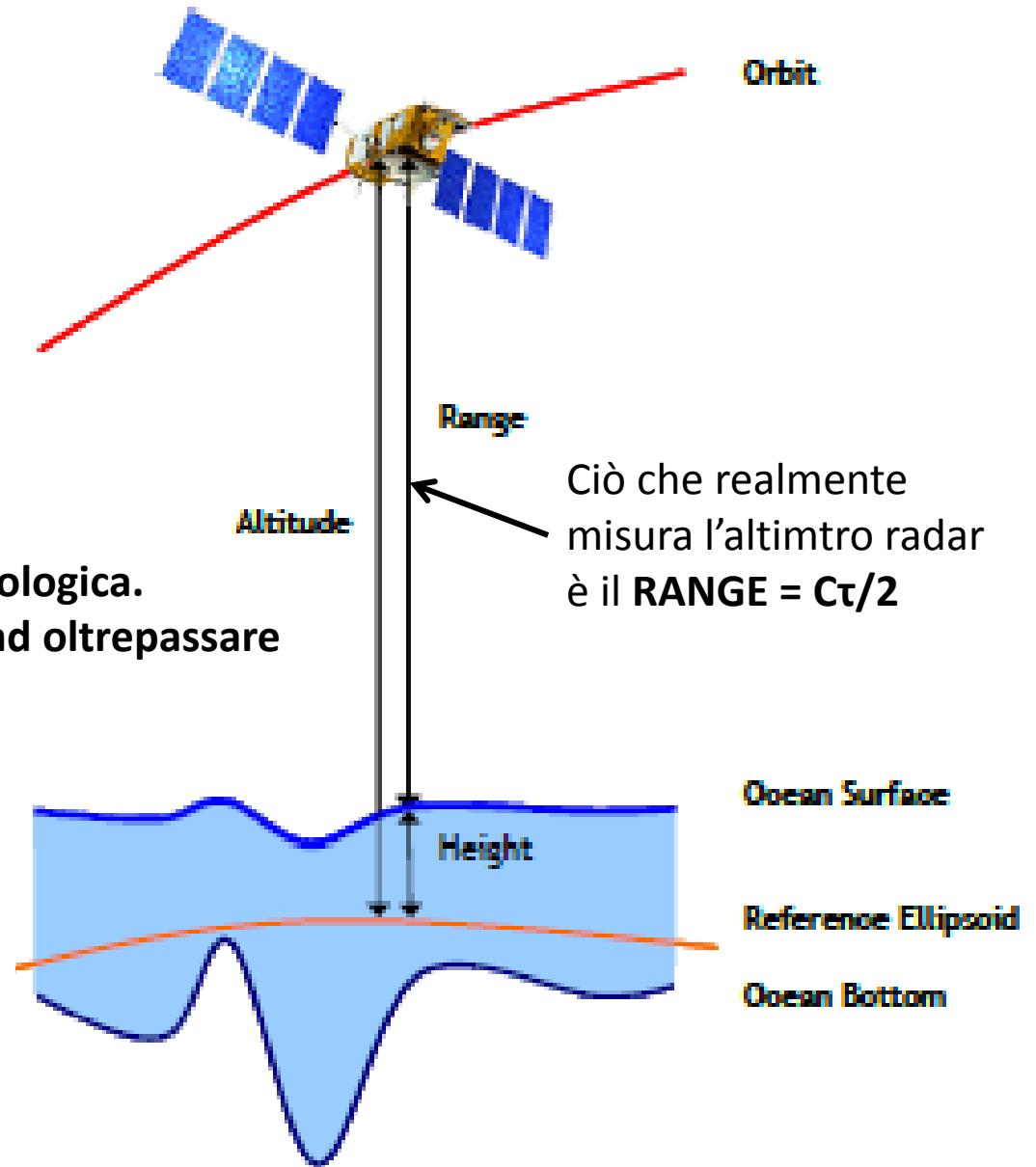
L' ALTIMETRO RADAR

Sensore di tipo attivo a microonde

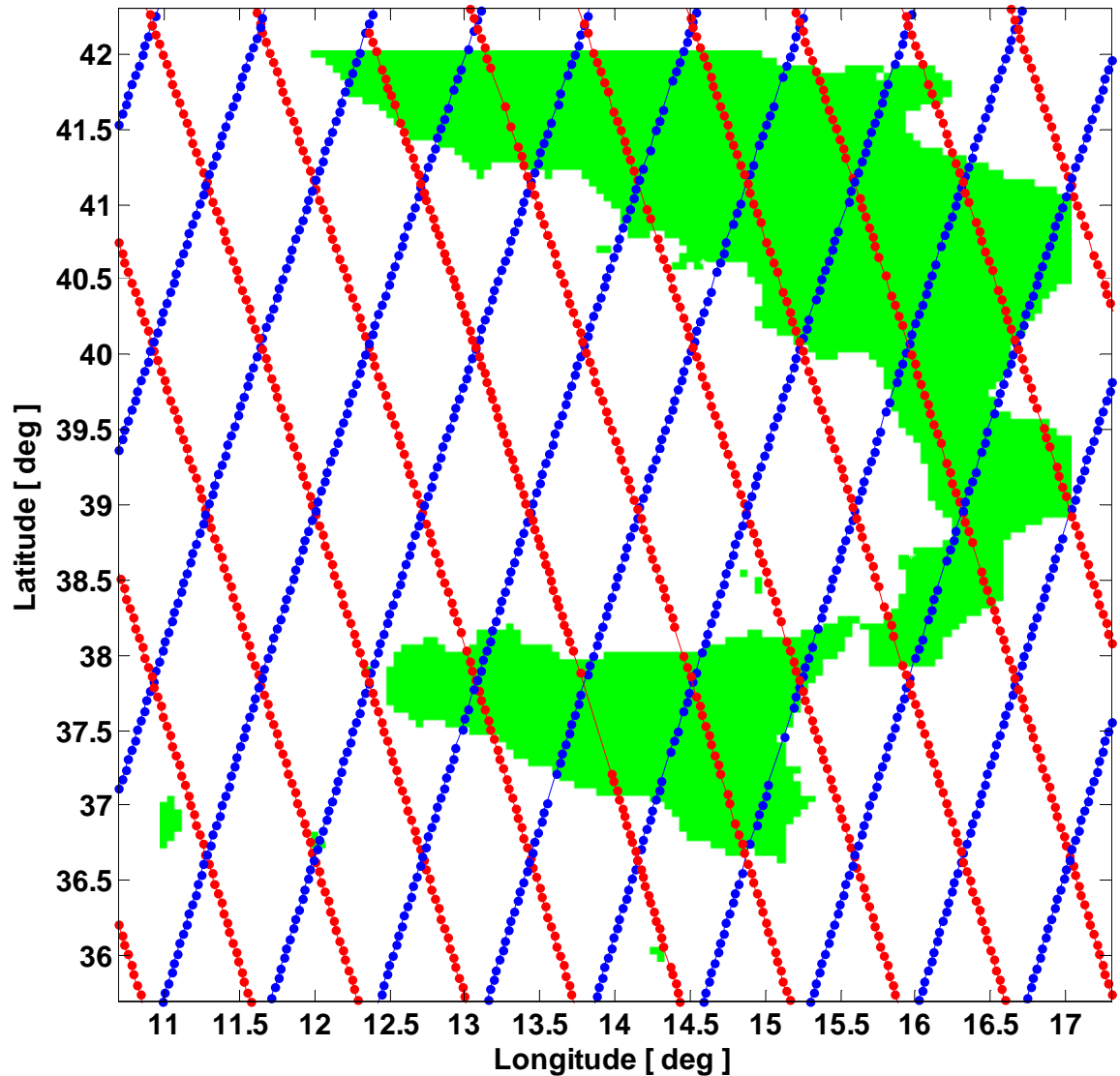
Capacità di operare sia di giorno che di notte e con qualsiasi condizione meteorologica.
Le lunghezze d'onda utilizzate riescono ad oltrepassare qualsiasi copertura nuvolosa.

C è la velocità della luce = $3 \cdot 10^8$ m/s

τ è il tempo che impiega l'impulso radar per raggiungere la superficie terrestre e ritornare indietro



Copertura spaziale dei satelliti ESA (ERS-2 ed Envisat) sul Mediterraneo

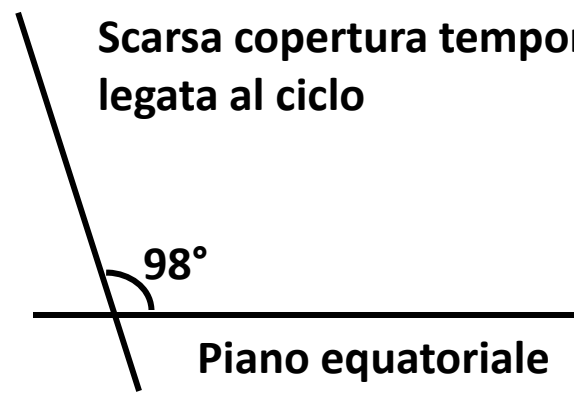


— Ascendenti
— Discendenti

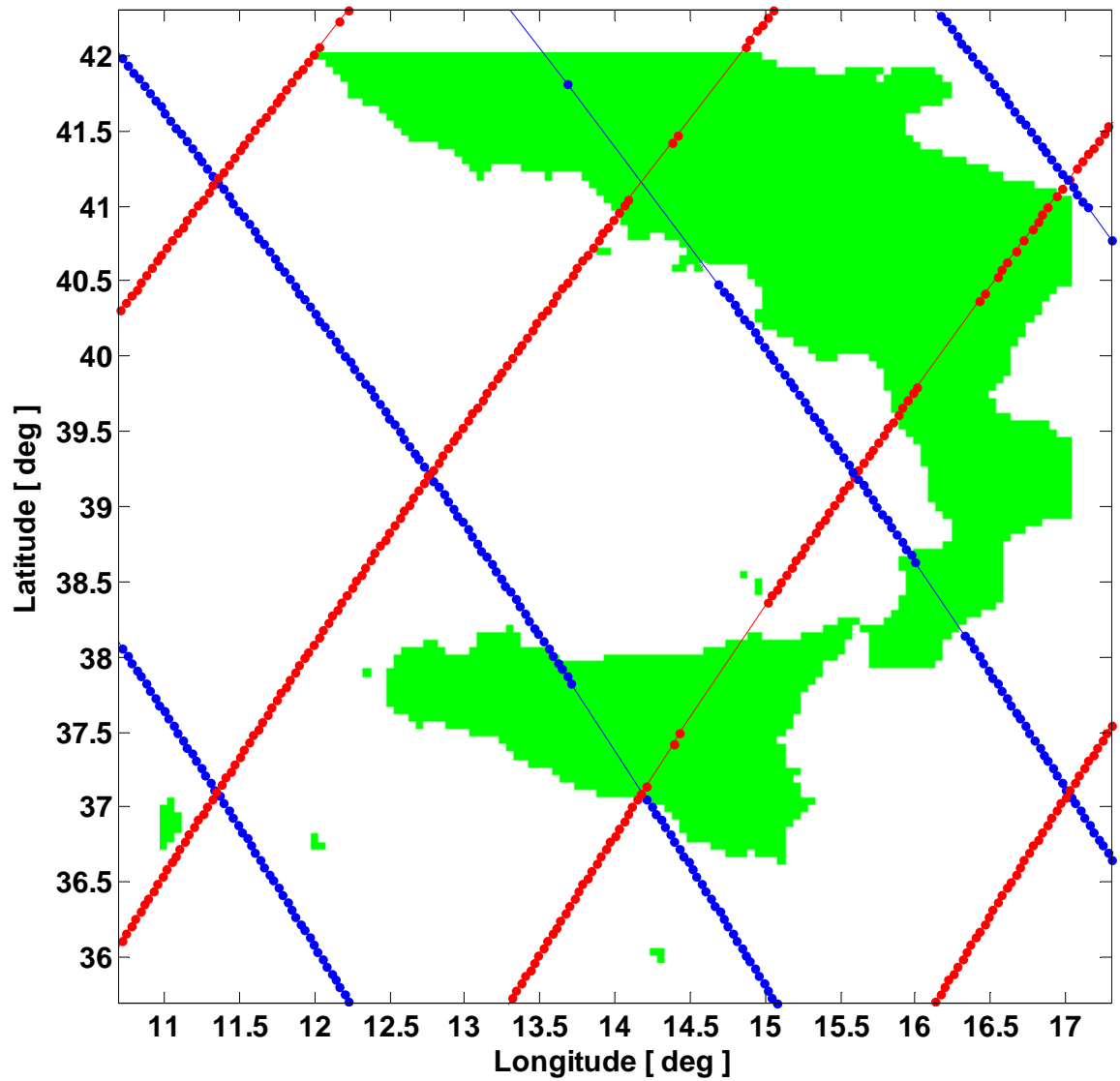
Quota media satelliti **780 km**
Inclinazione **98° Nord**
501 Orbite
Ciclo = **35** giorni esatti
Dist. Tracce all'equatore = **80 km**

Ampia copertura spaziale
Impossibile con boe, anem.

Scarsa copertura temporale
legata al ciclo



Copertura spaziale dei satelliti Jason -1 e Jason-2 sul Mediterraneo



— Ascendenti

— Discendenti

Quota media satelliti **1336 km**

Inclinazione **66° Nord**

127 Orbite

Ciclo = **9.9156** giorni

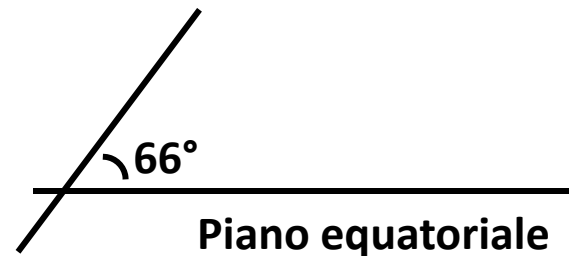
Dist. Tracce all'equatore = **315 km**

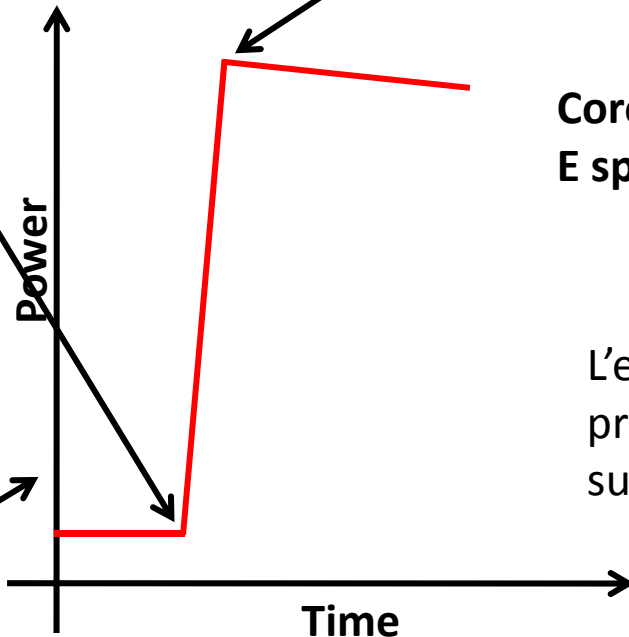
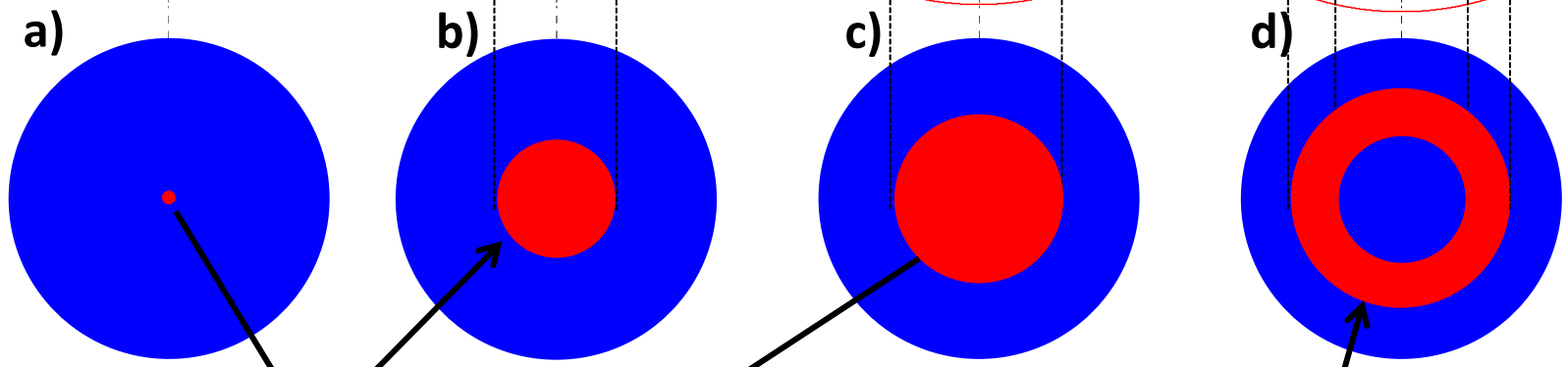
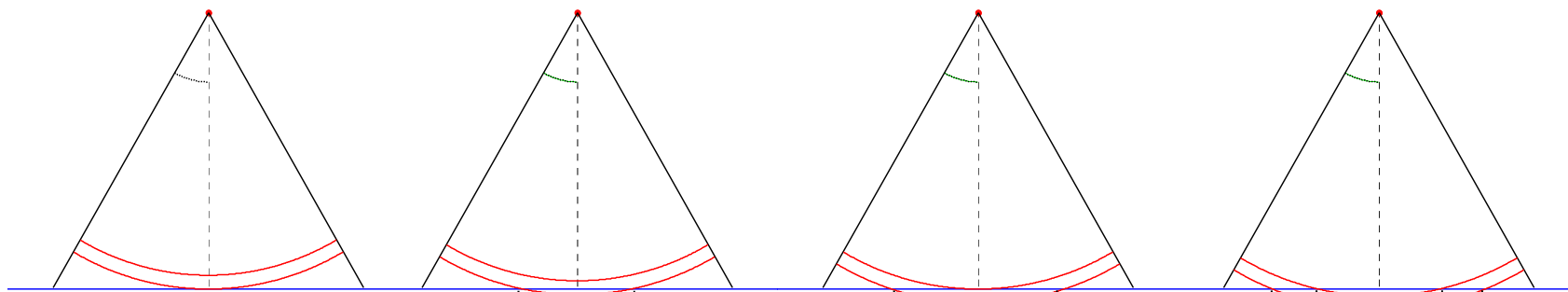
Riducendo la durata del ciclo

Aumenta la copertura temporale

Ma si riduce quella spaziale

La distanza tra le tracce aumenta



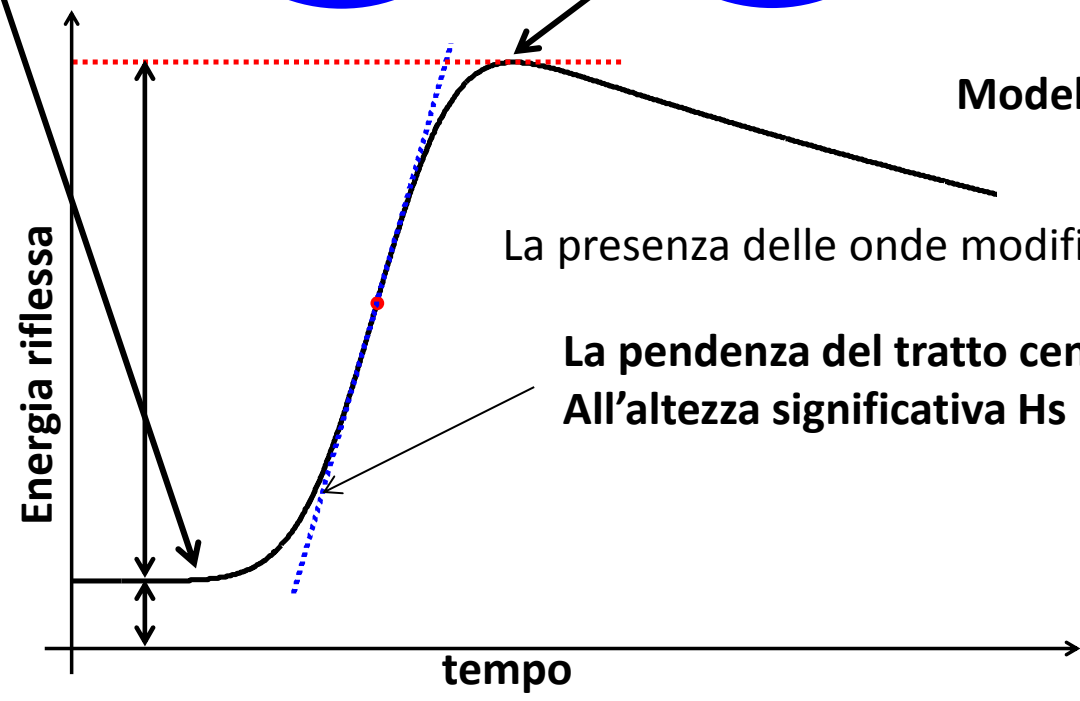
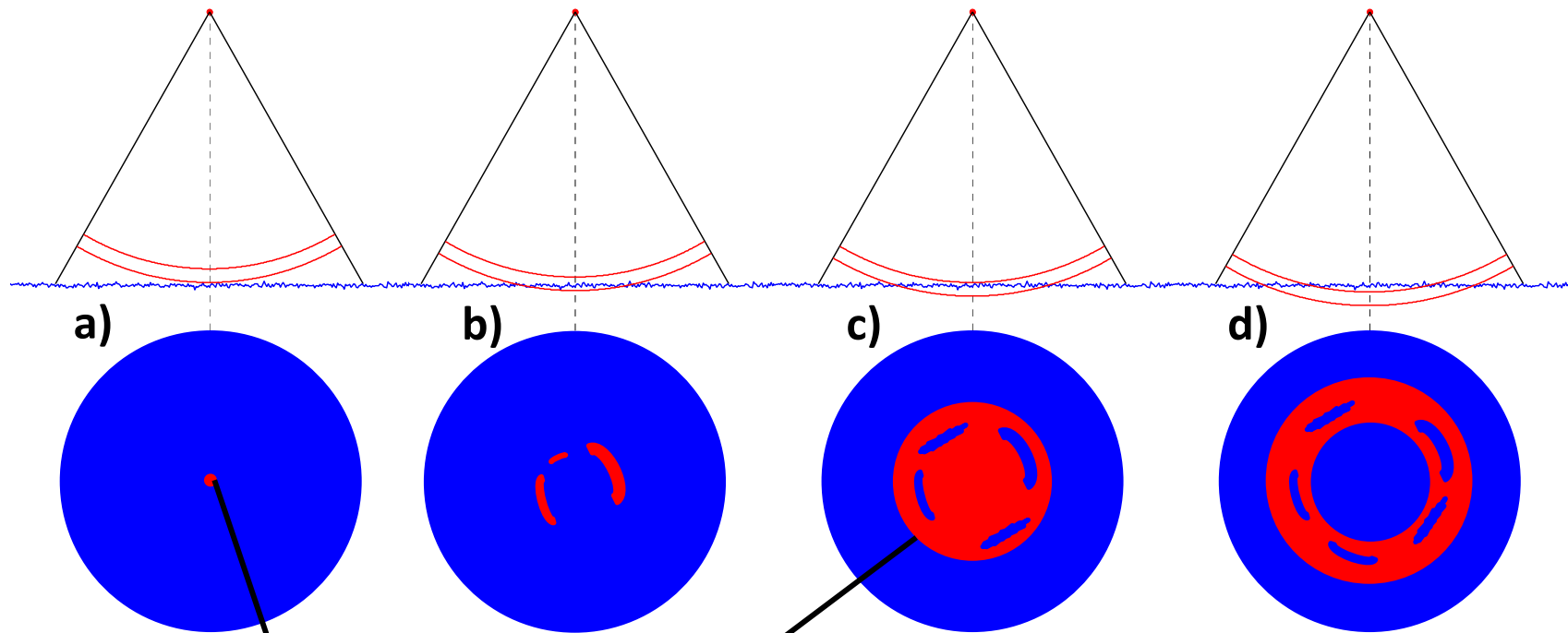


Circonferenza di raggio crescente

Forma d'onda in caso di superficie perfettamente piatta

**Corona circolare di raggio crescente
E spessore sempre più piccolo**

L'energia riflessa è direttamente proporzionale alla porzione di superficie illuminata



Modello di Brown (1977)

La presenza delle onde modifica la forma d'onda

**La pendenza del tratto centrale è legata
All'altezza significativa H_s**

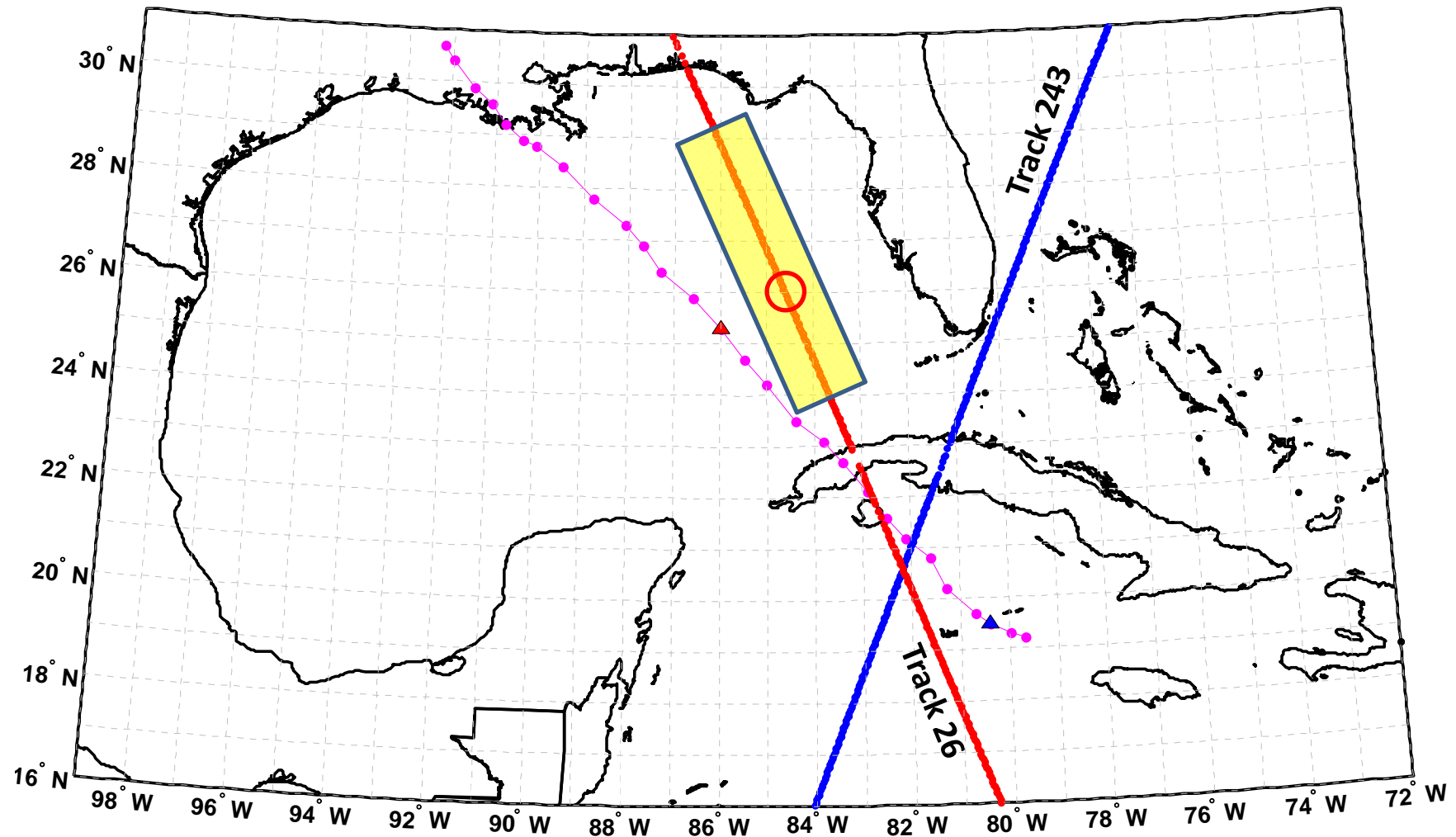
Energia riflessa

tempo

Available Jason-1 tracks for Gustav hurricane

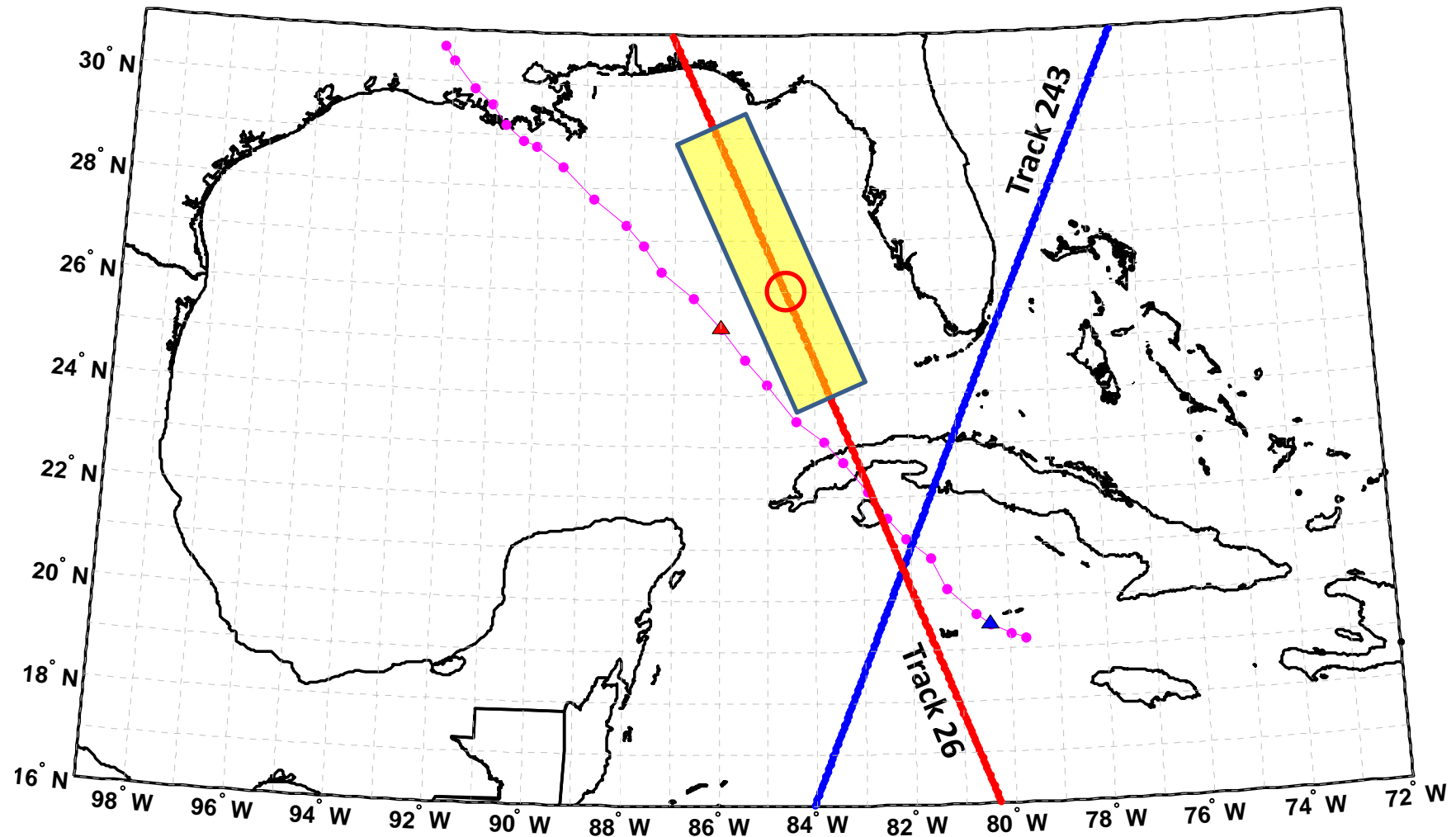
— Track 243; Cycle 244 30 Aug 2008 at 04:32 ▲ Gustav hurricane location on 30 Aug 2008 at 03:00

— Track 26; Cycle 245 31 Aug 2008 at 14:56 ▲ Gustav hurricane location on 31 Aug 2008 at 15:00



Available Jason-2 tracks for Gustav hurricane

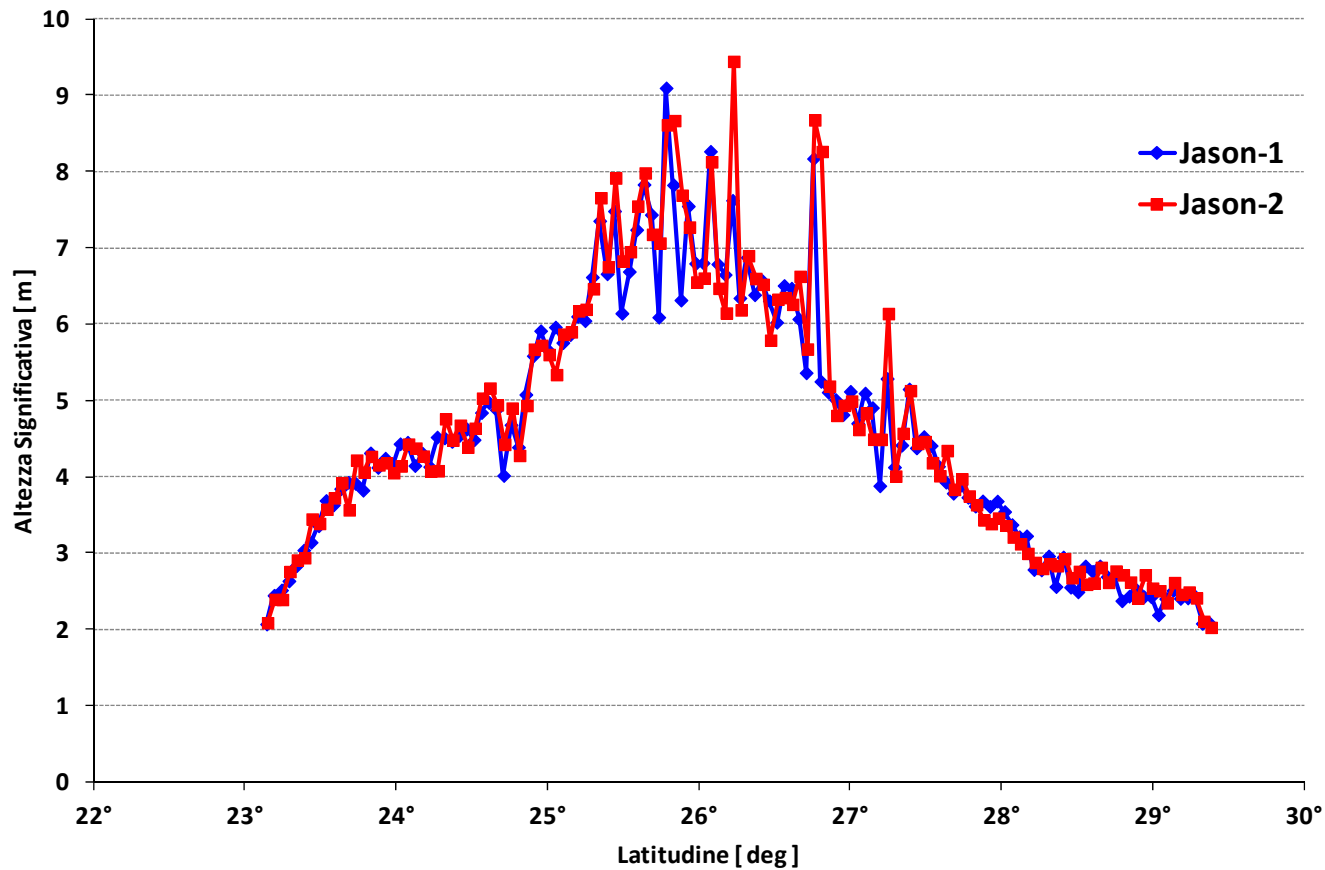
- Track 243; Cycle 5 30 Aug 2008 at 04:32 ▲ Gustav hurricane location on 30 Aug 2008 at 03:00
- Track 26; Cycle 6 31 Aug 2008 at 14:56 ▲ Gustav hurricane location on 31 Aug 2008 at 15:00



Dettagli relativi all'uragano alle ore 15:00 del 31/08/2008

LAT	LON	TIME	WIND	PR	STAT
25.3	-86	08/31/15Z	105	962	HURRICANE-3

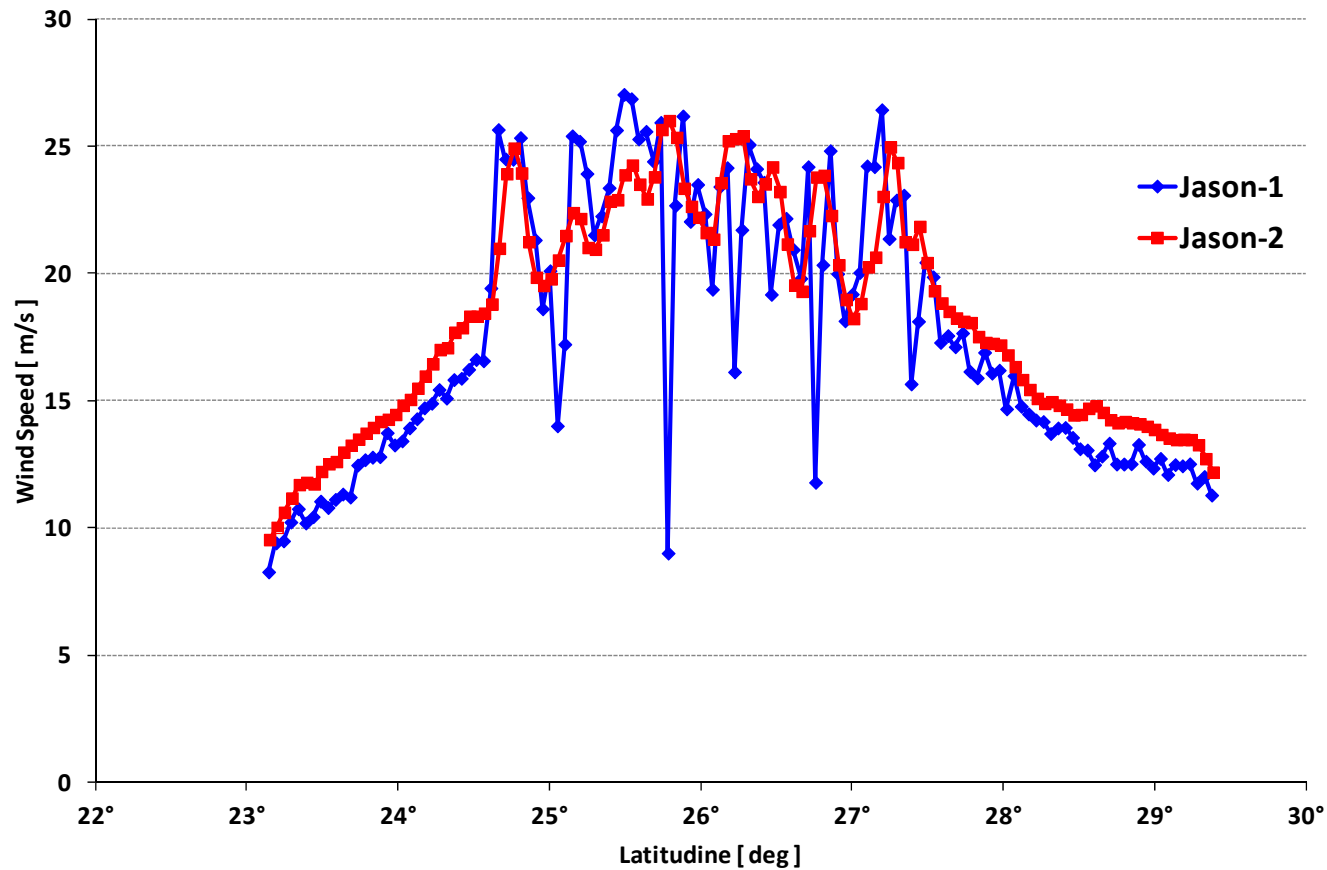
Altezza Significativa lungo la traccia 26 dei satelliti Jason-1 e Jason-2 Alle ore 14:56 circa del 31/08/2008



Dettagli relativi all'uragano alle ore 15:00 del 31/08/2008

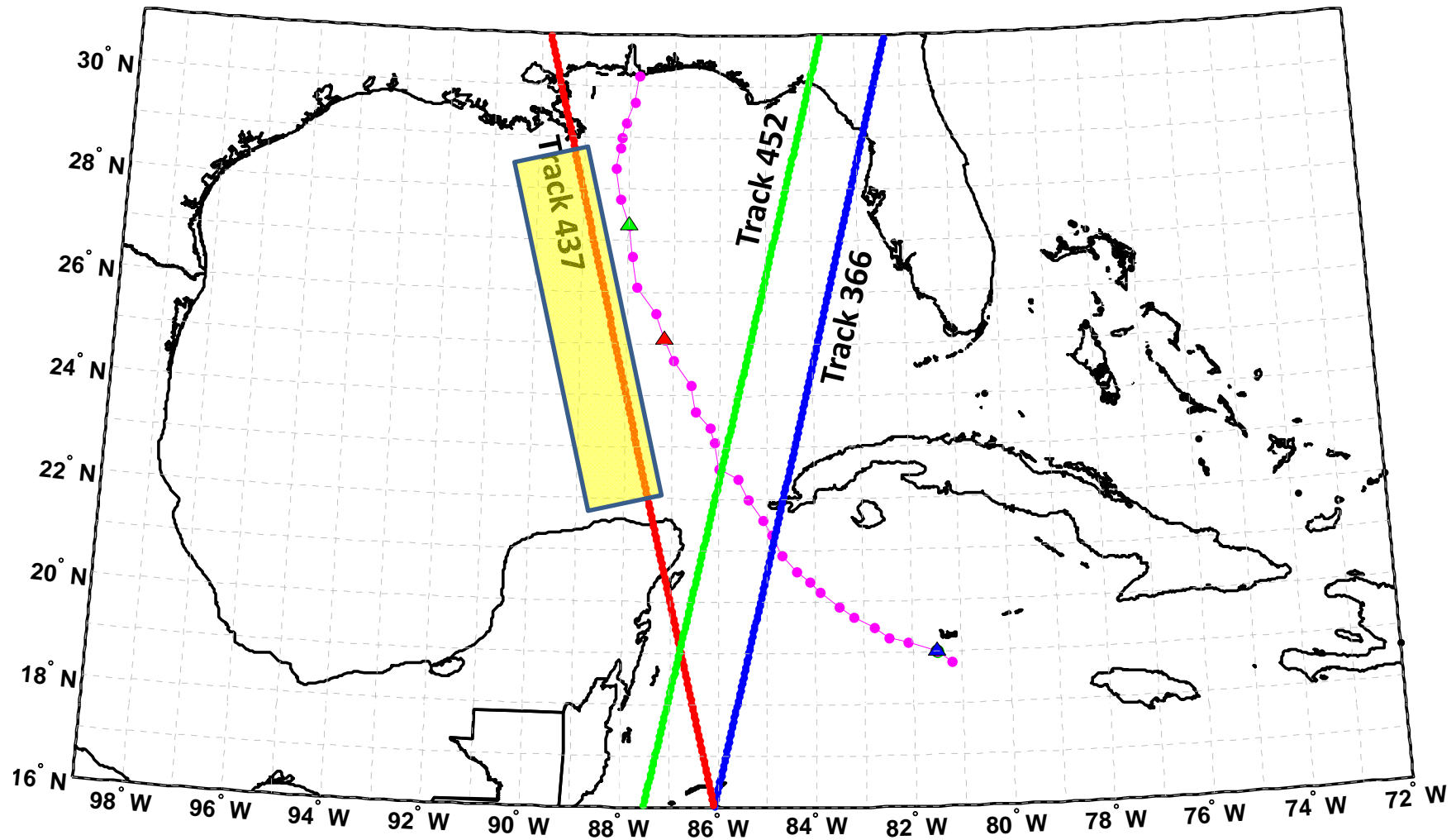
LAT	LON	TIME	WIND	PR	STAT
25.3	-86	08/31/15Z	105	962	HURRICANE-3

Velocità del vento lungo la traccia 26 dei satelliti Jason-1 e Jason-2 Alle ore 14:56 circa del 31/08/2008



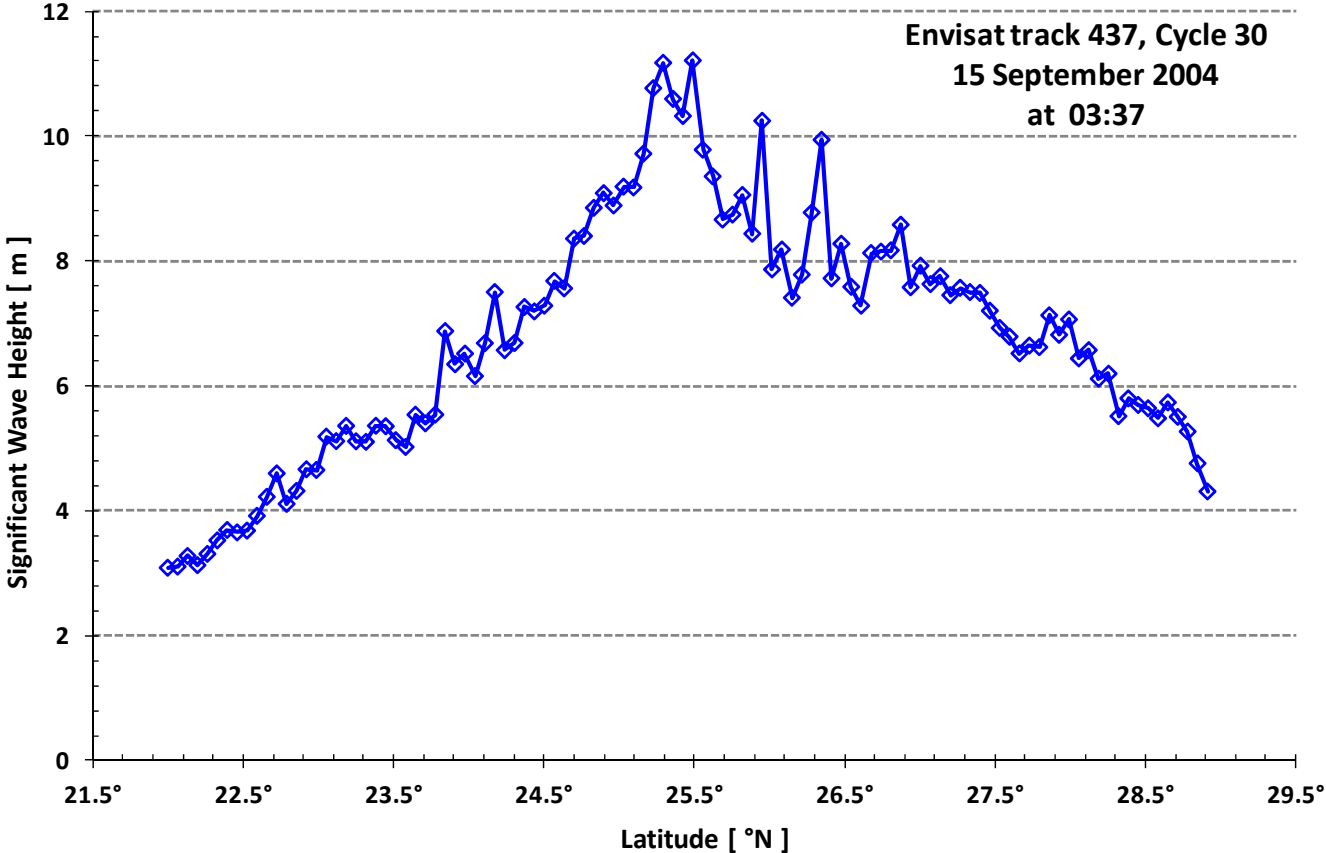
Available Envisat tracks for Ivan hurricane

- Track 366; Cycle 30 12 Sep 2004 at 15:53 ▲ Ivan hurricane location on 12 Sep 2004 at 15:00
- Track 437; Cycle 30 15 Sep 2004 at 03:37 ▲ Ivan hurricane location on 15 Sep 2004 at 03:00
- Track 452; Cycle 30 15 Sep 2004 at 15:57 ▲ Ivan hurricane location on 15 Sep 2004 at 15:00



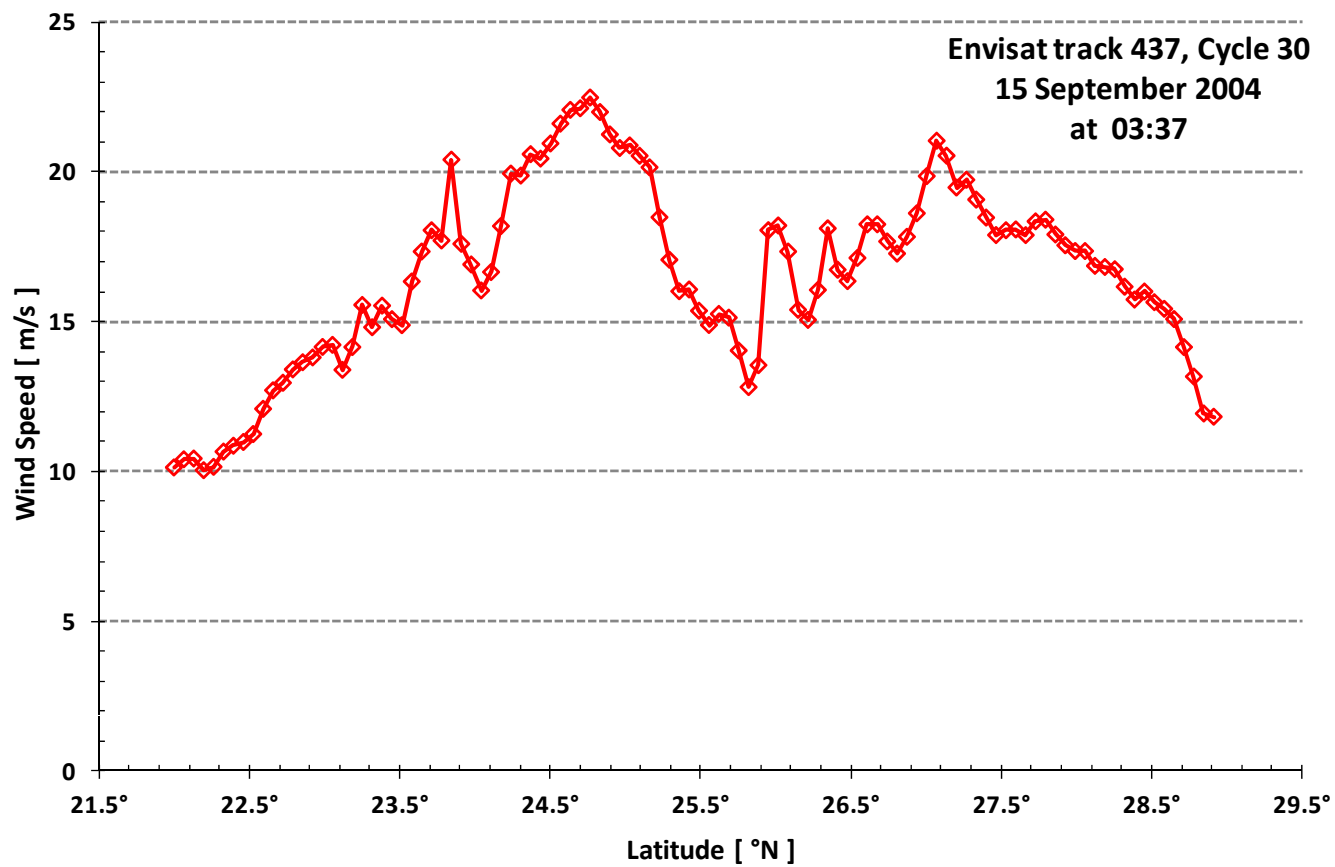
LAT	LON	TIME	WIND	PR	STAT
25.1	-87.2	09/15/03Z	120	932	HURRICANE-4

Altezza Significativa



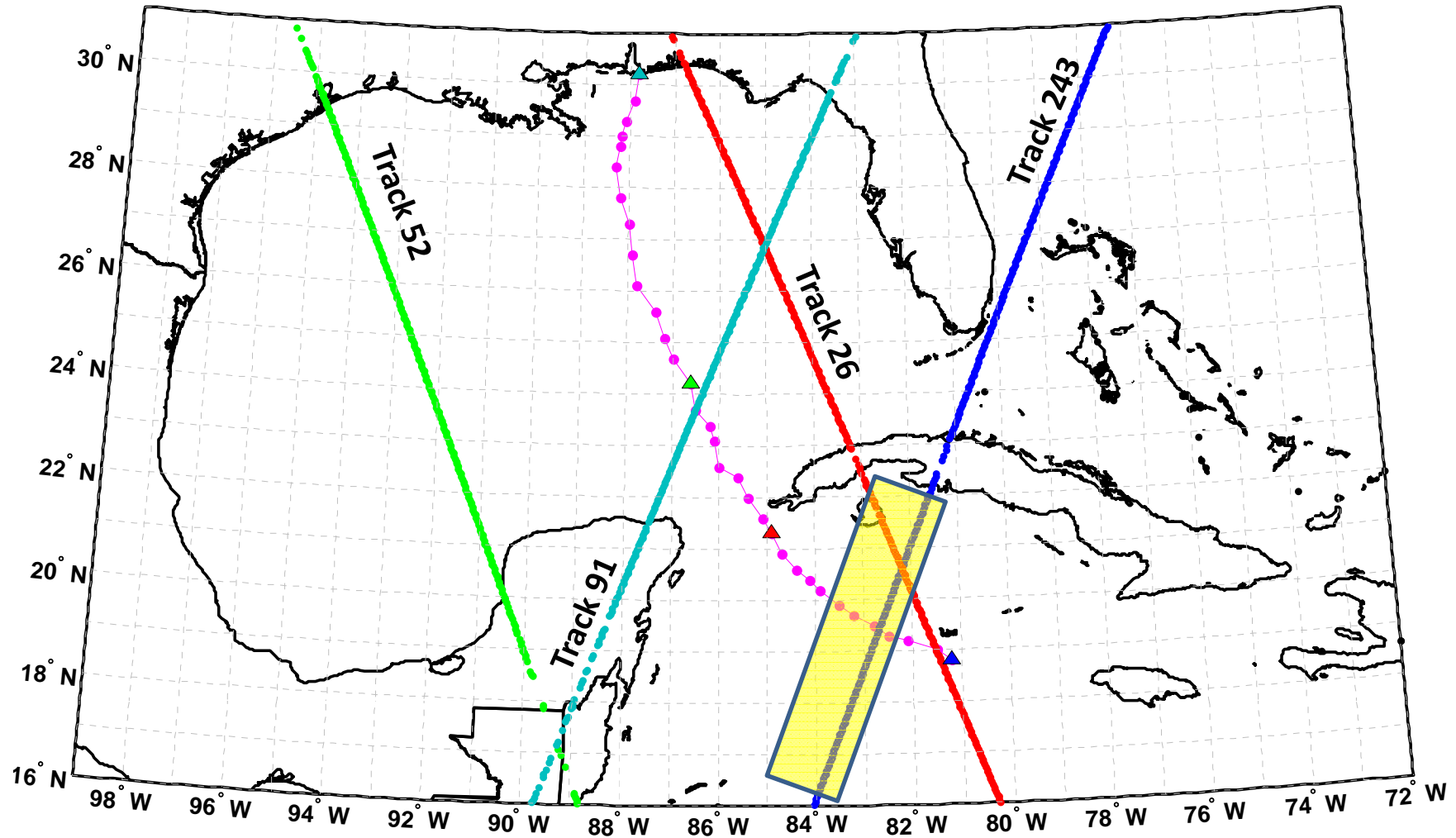
LAT	LON	TIME	WIND	PR	STAT
25.1	-87.2	09/15/03Z	120	932	HURRICANE-4

Velocità vento



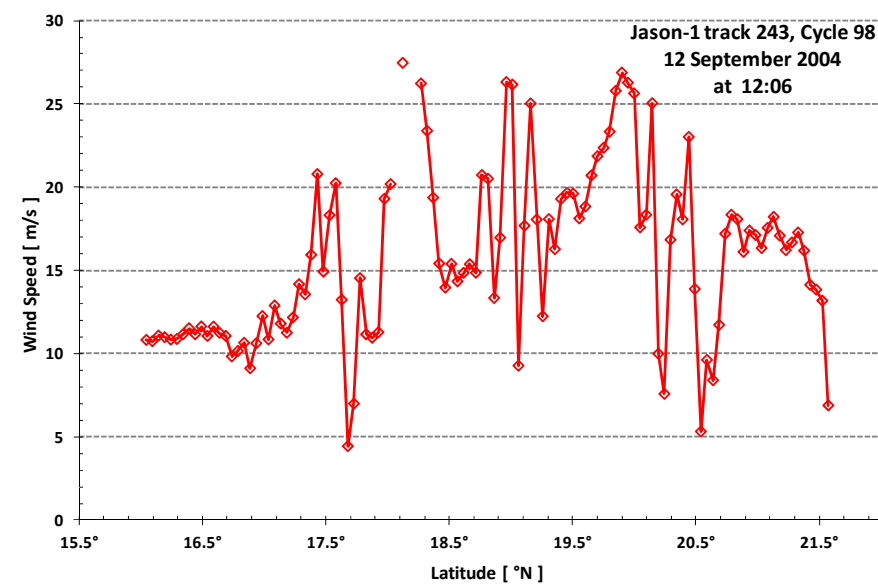
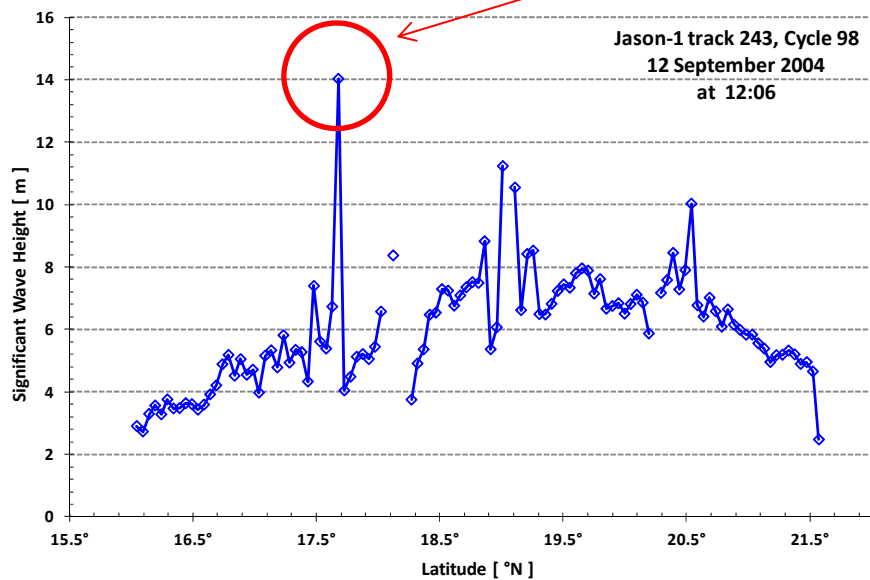
Available Jason-1 tracks for Ivan hurricane

- Track 243; Cycle 98 12 Sep 2004 at 12:06 ▲ Ivan hurricane location on 12 Sep 2004 at 12:00
- Track 26; Cycle 99 13 Sep 2004 at 22:33 ▲ Ivan hurricane location on 13 Sep 2004 at 21:00
- Track 52; Cycle 99 14 Sep 2004 at 22:53 ▲ Ivan hurricane location on 14 Sep 2004 at 21:00
- Track 91; Cycle 99 16 Sep 2004 at 11:42 ▲ Ivan hurricane location on 16 Sep 2004 at 07:00



Il più delle volte delle analisi supplementari sono necessarie onde
Verificare su valori che in prima analisi possono sembrare anomali

Anomalie dello strumento?; presenza di piccola isola?; passaggio di qualche grossa nave?



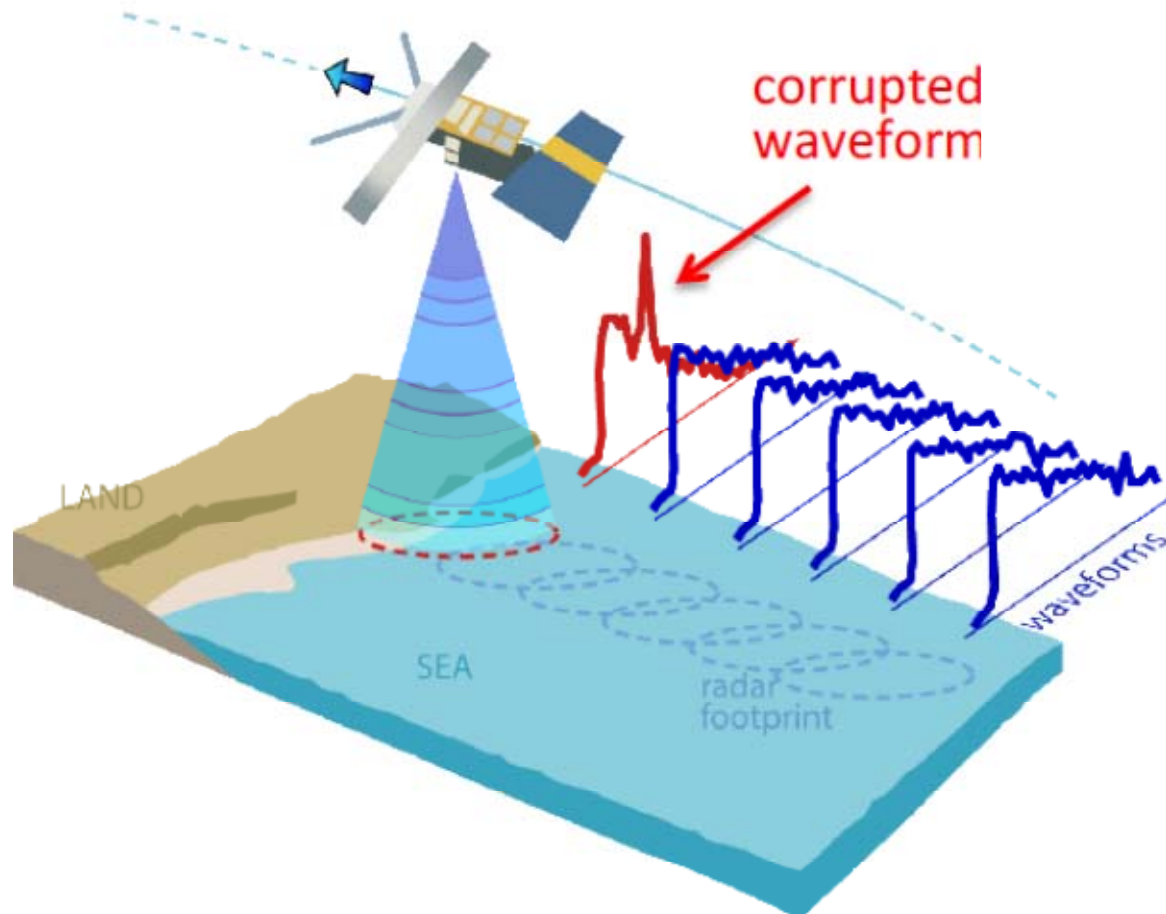
IL PROGETTO Esurge

(<http://www.storm-surge.info/esurge>)

Scopo del progetto è migliorare la modellazione e le previsioni dei fenomeni di storm surge attraverso l'impiego di prodotti satellitari.

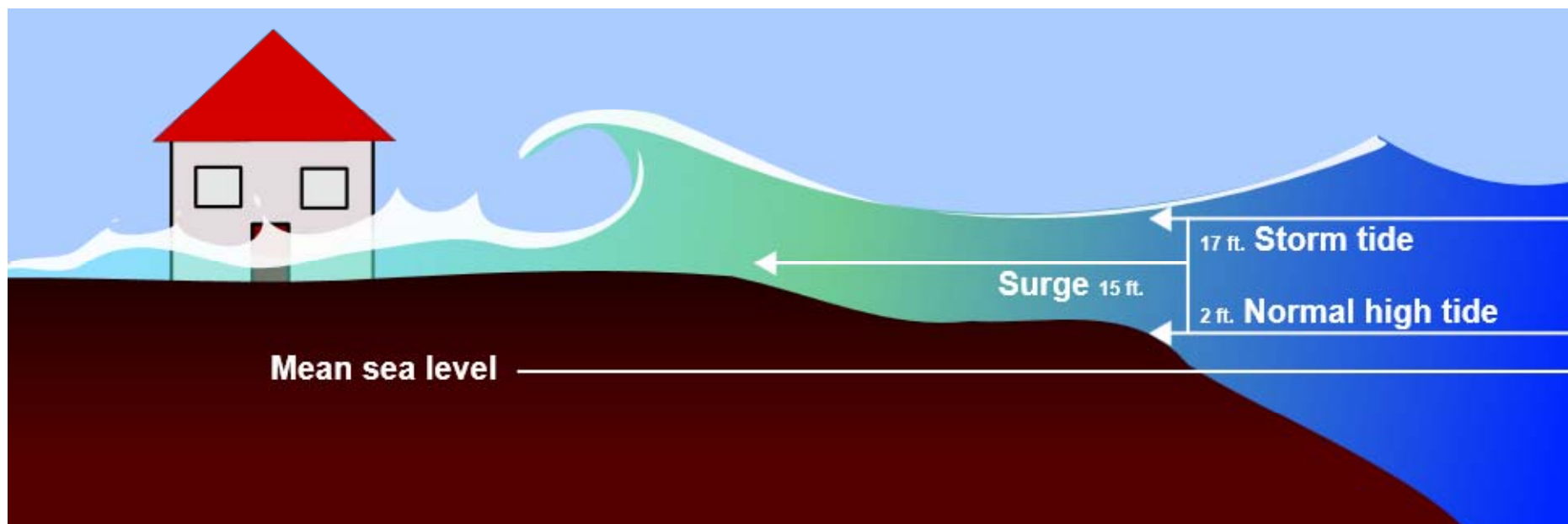
L'altimetro radar in tal senso gioca un ruolo fondamentale in quanto il parametro più appropriato per misurare lo storm surge è il Total Water Level Envelope (TWLE) comprensivo di tutti gli effetti che possono generare innalzamenti significativi del livello medio mare in prossimità della costa. Tuttavia gran parte delle tecniche relative all'altimetria da satellite sono state sviluppate per le misure in mare aperto e numerosi sviluppi sono ancora necessari per estendere queste misure a ridosso della costa.

Esempio tipico di come la forma d'onda della risposta radar venga "corrotta" in prossimità della linea di costa. In pratica la superficie che ricade all'interno del footprint non è più omogenea in quanto comprende una porzione di costa che va da alterare quella che è la tipica forma d'onda che si avrebbe nel caso in cui all'interno del footprint avessimo solo mare



IL FENOMENO DELLO STORM SURGE

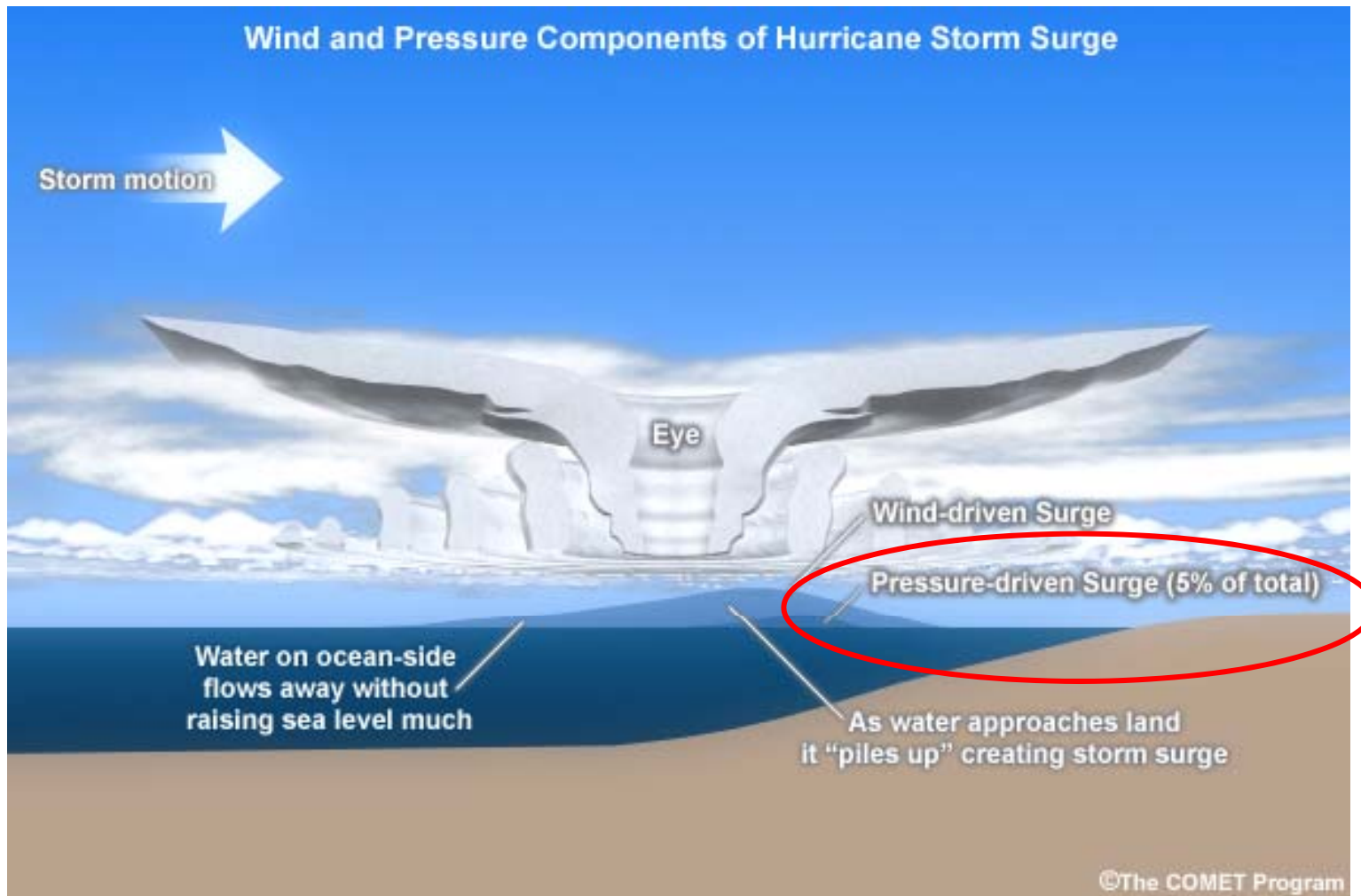
Storm surge: innalzamento anomalo del livello medio mare che si può verificare a seguito di particolari condizioni atmosferiche



Condizione necessaria è la presenza di un forte sistema depressionario in mare aperto, tipica dei cicloni tropicali ma anche di forti cicloni extra-tropicali, associata a venti molto intensi che spingono verso la costa.

MECCANISMO DELLO STORM SURGE

L'acqua viene letteralmente spinta verso la costa dall'azione dei venti che ruotano "ciclonicamente" intorno al centro depressionario. Si noti come l'effetto dovuto alla bassa pressione sia minimo rispetto a quello prodotto dai venti



EFFETTI

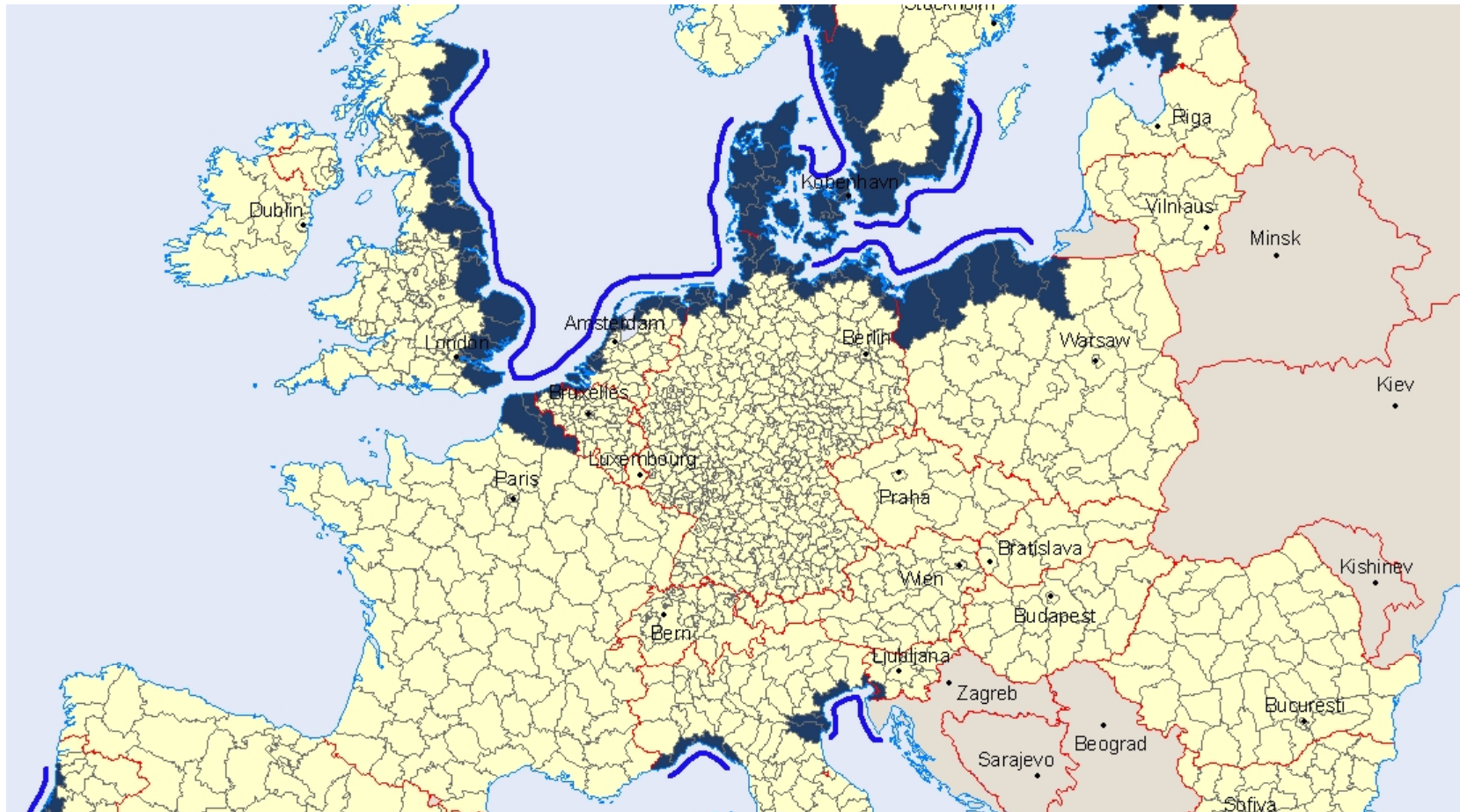
Gli effetti prodotti dallo storm surge possono essere estremamente distruttivi sia in termini di danni alle infrastrutture sia in termini di perdite di vite umane (Uragano Katrina del 2005) e dipendono da numerosi fattori

- Intensità della tempesta;
- Dimensioni radiali della tempesta (Radius of Maximum Wind – RMW);
- Velocità di avanzamento della tempesta;
- Minimo depressionario;
- Angolo di approccio alla costa;
- Conformazione geografica della linea di costa (baia, estuario, etc...);
- Batimetria in prossimità della costa;
- **Condizioni locali della marea astronomica (alta o bassa marea).**



AREE IN EUROPA CONSIDERATE A RISCHIO DI STORM SURGE

Il fenomeno riguarda molte coste del Nord Europa ed anche alcune coste italiane



<http://www.preventionweb.net/english/professional/maps/v.php?id=3830>

LA TEMPESTA DEL 1953 (*WATERSNOODRAMP*)

20% del territorio al di sotto del l.m.m.



Notte tra il 31 gennaio ed il 1 febbraio 1953

Paesi interessati: Olanda, Belgio, Inghilterra e Scozia

Innalzamento livello medio mare = circa 6 metri

Causa principale: Condizioni locali di alta marea

Morte oltre 2500 persone
1800 solo in Olanda

Danneggiati oltre 47000 edifici
Di cui 10000 completamente distrutti

Migliaia di animali annegati

