



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

scienza & giovane

Darwin e il grande terremoto-maremoto cileno del 1835

SULLE TRACCE DI DARWIN

Incontro con gli studenti delle Scuole Medie Superiori

Sabato 29 ottobre 2005, ore 10:00

Università di Bologna - Aula D, Viale B. Pichat 6/2

Professor Stefano Tinti

Che cosa è uno tsunami ?

Tsunami: parola giapponese che significa onda di porto

Cause: Impatto di asteroide o meteorite

 Collasso vulcanico

 Frana

 Terremoto

Run up: altezza massima raggiunta dal maremoto sulla costa

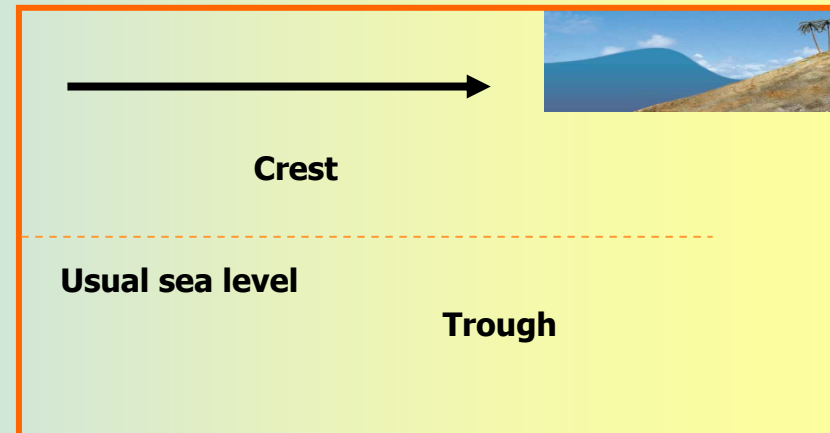
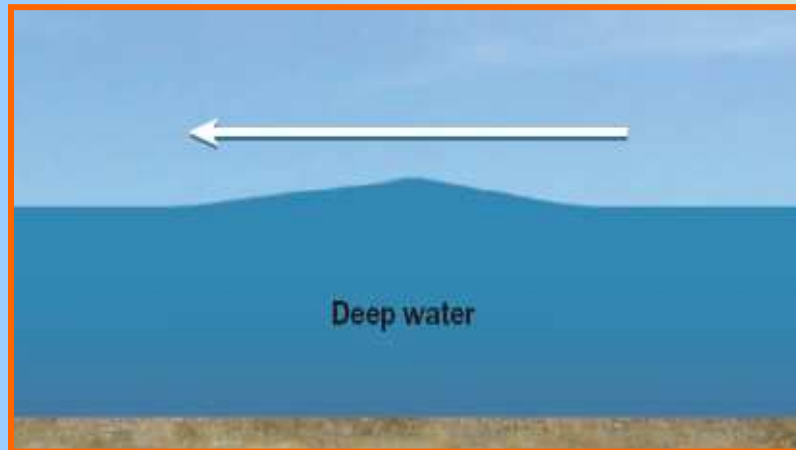
Velocità= $\sqrt{g h}$ $g=9.8 \text{ m/s}^2$ $h=$ profondità mare in m

$v \approx 710 \text{ km/h}$ per $h=4000 \text{ m}$

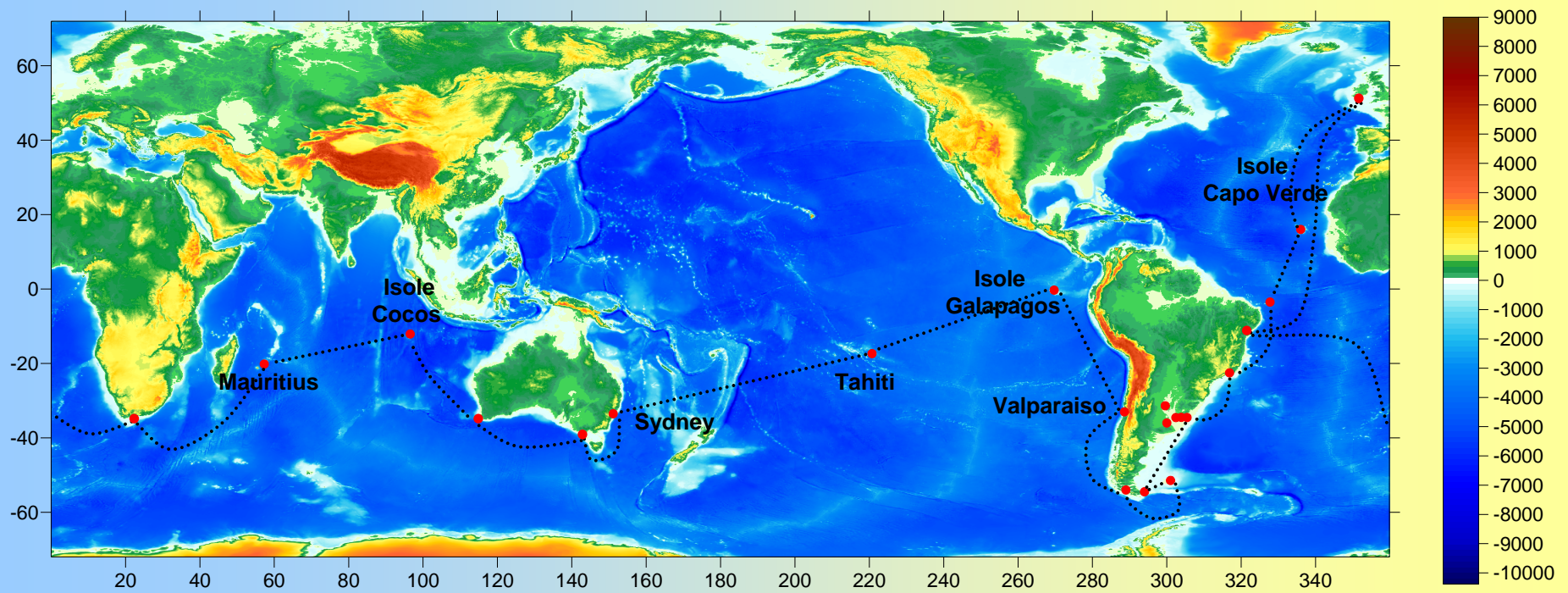
Come un terremoto genera un maremoto



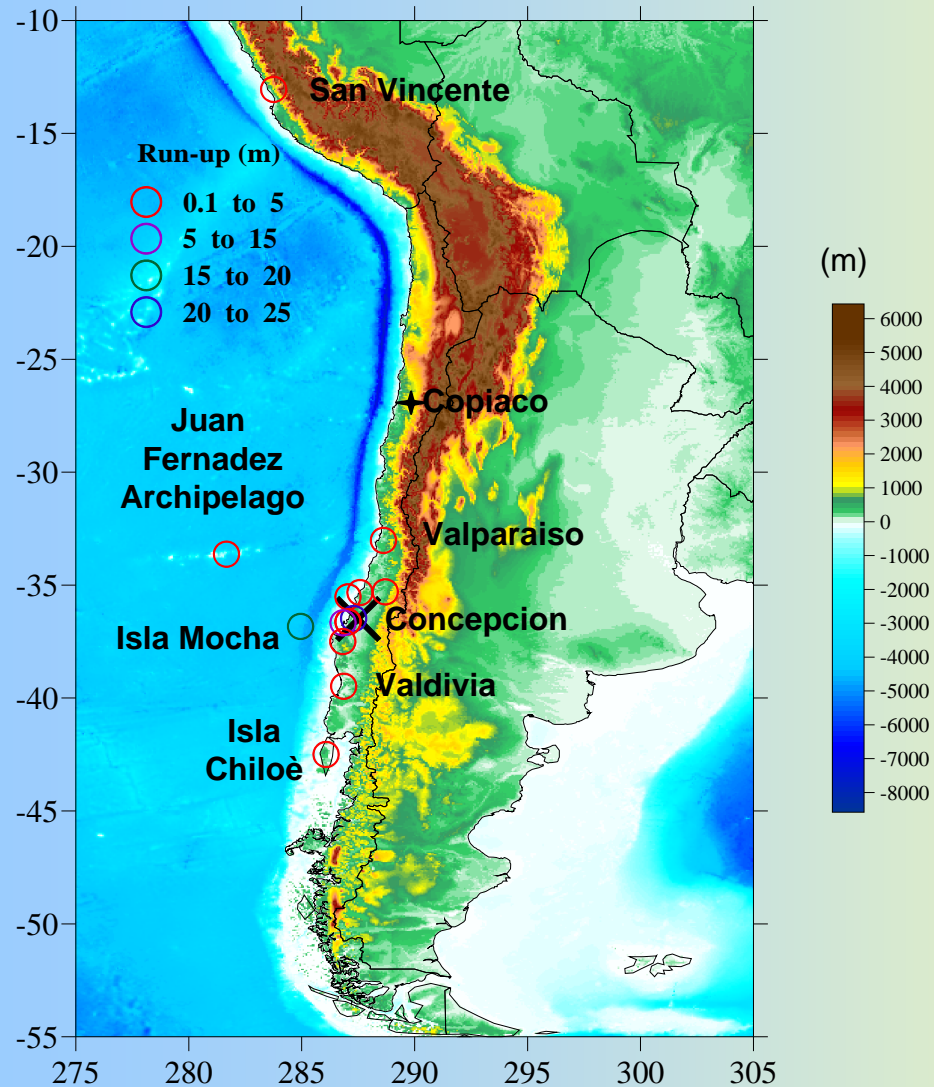
Propagazione del maremoto



Darwin: il viaggio (1831-1836)



Terremoto-Maremoto, 20 febbraio 1835, tappa a Valdivia



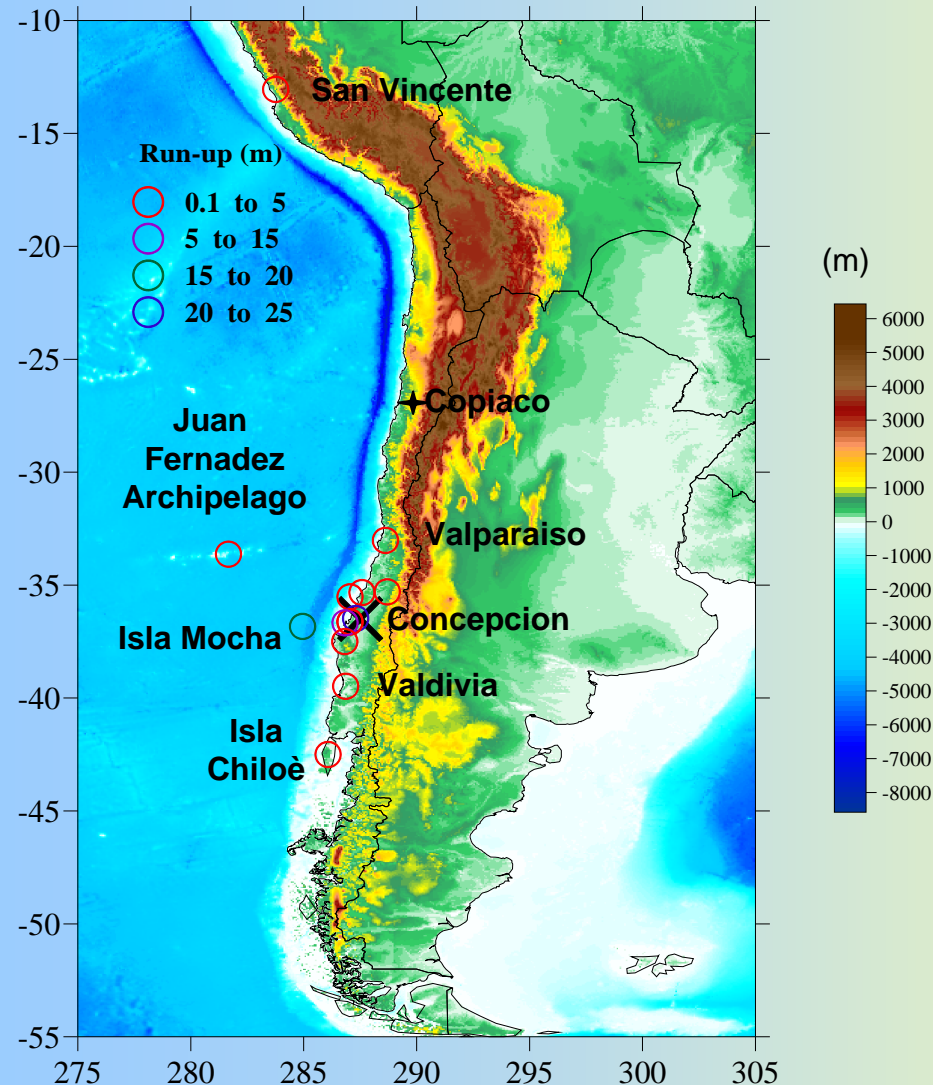
Epicentro: 36.5 N, 72.6 W
nei pressi di Concepcion
Ms = 8.5

Concepcion venne rasa al suolo

I morti furono circa 5000

<http://tsun.sccc.ru/htdbpac/>

Terremoto-Maremoto, 20 febbraio 1835, tappa a Valdivia



<http://tsun.sccc.ru/htdbpac/>

Maremoto 1835, 20 febbraio

La scossa è stata sentita oltre il Cile e l'isola di Juan Fernandez. Lo tsunami ha attaccato le coste del Cile da Copiapo fino all'isola di Chiloè, per un tratto di oltre 1000 miglia. Tre onde hanno spazzato via l'area nei dintorni di Concepcion, la prima di 28 piedi (6.5 m) le altre due probabilmente più alte. A Talcahuano l'onda potrebbe aver raggiunto i 50 (15 m) piedi. Le navi nel porto di Constitucion sono state affondate. Quattro onde, di cui una alta 15 piedi (4.5 m), hanno causato grandi danni all'isola di Juan Fernandez. Le onde hanno colpito anche le isole Hawaii, facendo danni moderati a Kauai.

"Tsunami reported from the west coast of South America, 1562-1960", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol 52, No 4, pp 915-921, anno 1962, autore William H. Berninghausen.

Darwin e il maremoto

Diario di Bordo.... (4 marzo)

...Subito dopo il terremoto una grande onda fu avvistata ad una distanza di tre o quattro miglia, che si avvicinava nel centro della baia con un profilo piano. Raggiunta la costa divelse alberi e abitazioni e si diresse all'interno con una forza irresistibile. All'inizio della baia si ruppe in una terribile serie di ondate che raggiunsero i 23 piedi di altezza al di sopra del livello della massima alta marea (marea sigiziale). La loro forza deve essere stata prodigiosa; infatti al Forte un cannone insieme al carro (affusto) del peso di quattro tonnellate fu trasportato 15 piedi verso l'interno...

...Shortly after the shock, a great wave was seen from the distance of three or four miles, approaching in the middle of the bay with a smooth outline; but along the shore it tore up cottages and trees, as it swept onwards with irresistible force. At the head of the bay it broke in a fearful line of white breakers, which rushed up to a height of 23 vertical feet above the highest spring-tides. Their force must have been prodigious; for at the Fort a cannon with its carriage, estimated at four tons in weight, was moved 15 feet inwards...

"The origin of species and the voyage of the Beagle" by Richard Dawkins

Diario di Bordo.... (4 marzo)

...Una goletta fu portata nel mezzo delle rovine, a circa 200 metri dalla spiaggia. La prima onda fu seguita da altre due che ritirandosi portarono con sé una gran quantità di relitti e detriti. In una parte della baia una nave fu scagliata in alto e in secco sulla riva, poi riportata in mare, e ancora in secco e ancora in mare. In un'altra zona della baia due grandi vascelli ancorati vicini furono trascinati in un vortice e i loro cavi si attorcigliarono per tre volte gli uni agli altri: sebbene ancorati ad una profondità di 36 piedi, i vascelli si trovarono per alcuni minuti in secco...

A schooner was left in the midst of the ruins, 200 yards from the beach. The first wave was followed by two others, which in their retreat carried away a vast wreck of floating objects. In one part of the bay, a ship was pitched high and dry on shore, was carried off, again driven on shore, and again carried off. In another part two large vessels anchored near together were whirled about, and their cables were thrice wound round each other: though anchored at a depth of 36 feet, they were for some minutes aground.

“The origin of species and the voyage of the Beagle” by Richard Dawkins

Diario di Bordo.... (4 marzo)

...La grande onda doveva essere avanzata lentamente, perché gli abitanti di Talcahuano avevano avuto il tempo di correre sulle colline dietro la città; e alcuni marinai erano riusciti a portare le navi al largo, confidando nel fatto che avrebbero superato senza problemi l'onda, se l'avessero raggiunta prima che si rompesse. Una anziana donna con un bambino di quattro o cinque anni corse su una barca, ma non c'era nessuno che potesse remare per portarla al largo: la barca fu scagliata contro un'ancora e spaccata in due. La donna affogò, ma il bambino fu ritrovato alcune ore dopo aggrappato al relitto. C'erano ancora pozze d'acqua salata in mezzo alle rovine delle case, e i bambini che avevano fatto delle barchette con legni e sedie sembravano tanto felici quanto miseri apparivano i loro genitori...

The great wave must have travelled slowly, for the inhabitants of Talcahuano had time to run up the hills behind the town; and some sailors pulled out seaward, trusting successfully to their boat riding securely over the swell, if they could reach it before it broke. One old woman with a little boy, four or five years old, ran into a boat, but there was nobody to row it out: the boat was consequently dashed against an anchor and cut in twain; the old woman was drowned, but the child was picked up some hours afterwards clinging to the wreck. Pools of salt-water were still standing amidst the ruins of the houses, and children, making boats with old tables and chairs, appeared as happy as their parents were miserable.

"The origin of species and the voyage of the Beagle" by Richard Dawkins

Darwin geofisico

Diario di Bordo.... (4 marzo)

In almost every severe earthquake, the neighbouring waters of the sea are said to have been greatly agitated.

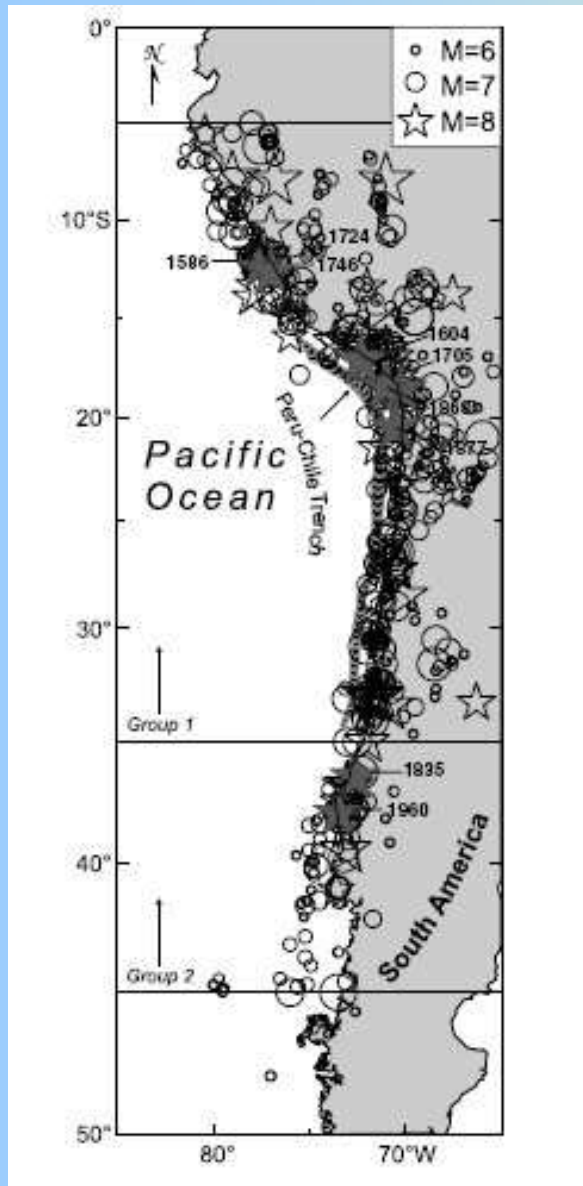
The disturbance seems generally, as in the case of Concepcion, to have been of two kinds: first, at the instant of the shock, the water swells high up on the beach with a gentle motion, and then as quietly retreats; secondly, some time afterwards, the whole body of the sea retires from the coast, and then returns in waves of overwhelming force.

The first movement seems to be an immediate and a solid, so that their respective levels are an important phenomenon. During most earthquakes it is certain that the first great movement is attempted to explain this, by supposing that but surely the water close to the land, even bottom: moreover, as urged by Mr. Lyell, sir from the chief line of disturbance, as was the Madeira during the famous Lisbon shock. It is however produced, first draws the water from that this happens with the little waves from Talcahuano and Callao (near Lima), both during every severe earthquake from great deep water, had never been overwhelmed

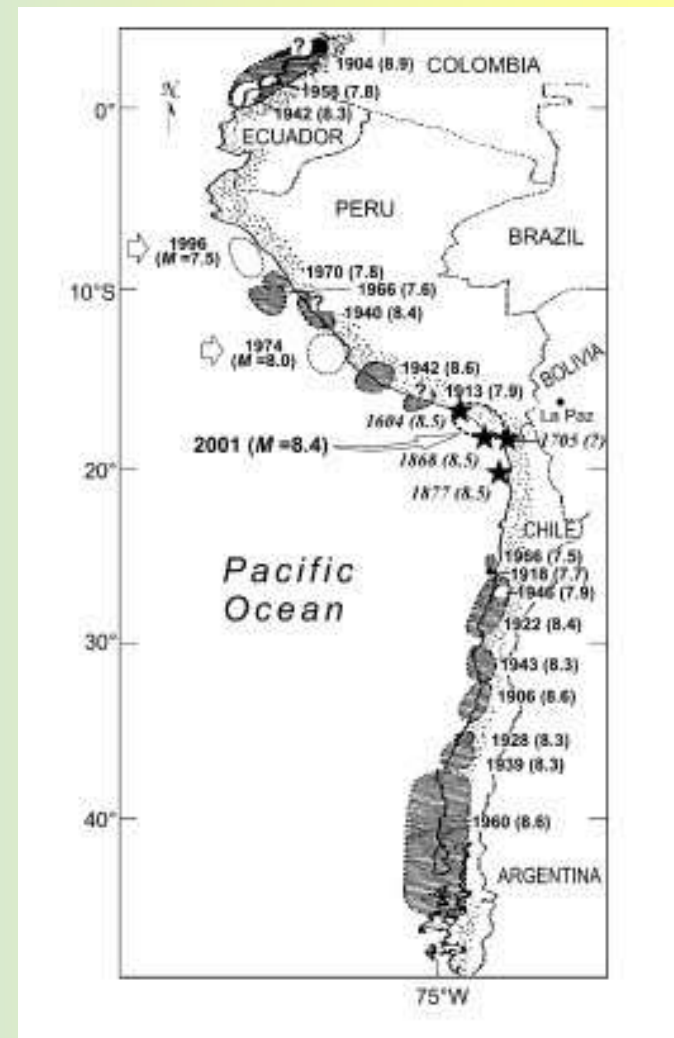
From the great wave not immediately followed half an hour, and from distant islands being disturbance, it appears that the wave first cause must be general: I suspect we must let the ocean join the water nearer the coast, which the great wave is first generated; it would extend of shoal water which has been agitated

The most remarkable effect of this earthquake was the permanent elevation of the land; it would probably be far more correct to speak of it as the cause. There can be no doubt that the land round the Bay of Concepcion was upraised two or three feet; but it deserves notice, that owing to the wave having obliterated the old lines of tidal action on the sloping sandy shores, I could discover no evidence of this fact, except in the united testimony of the inhabitants, that one little rocky shoal, now exposed, was formerly covered with water. At the island of S. Maria (about thirty miles distant) the elevation was greater; on one part, Captain Fitz Roy found beds of putrid mussel-shells *still adhering to the rocks*, ten feet above high-water mark: the inhabitants had formerly dived at lower-water springtides for these shells. The elevation of this province is particularly interesting, from its having been the theatre of several other violent earthquakes, and from the vast numbers of sea-shells scattered over the land, up to a height of certainly 600, and I believe, of 1000 feet. At Valparaiso, as I have remarked, similar shells are found at the height of 1300 feet: it is hardly possible to doubt that this great elevation has been effected by successive small uprisings, such as that which accompanied or caused the earthquake of this year, and likewise by an insensibly slow rise, which is certainly in progress on some parts of this coast.

Sismicità in Cile e Perù



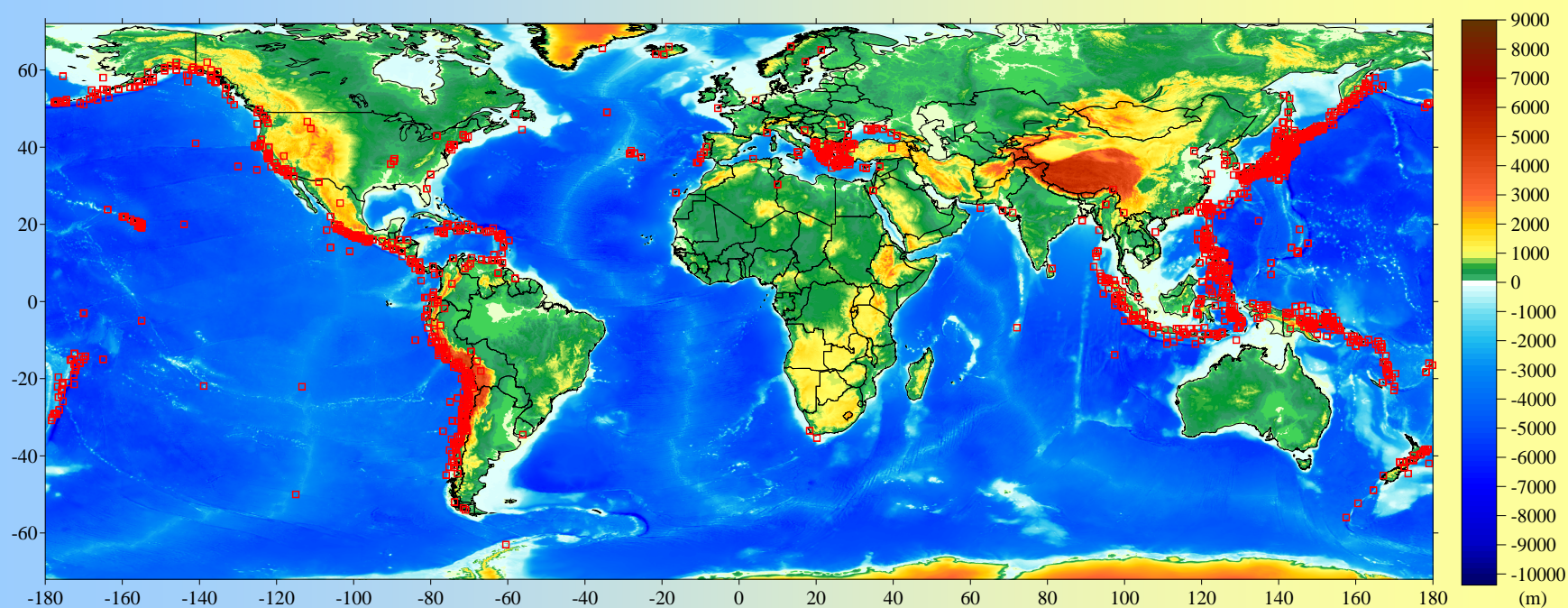
Epicentri dei terremoti dal 1471 al 2003



Faglie sismiche attive negli ultimi cento anni

Da Koulikov et al., Natural Hazards, 2005

Maremoti nel mondo dal 2000 AC al 2004

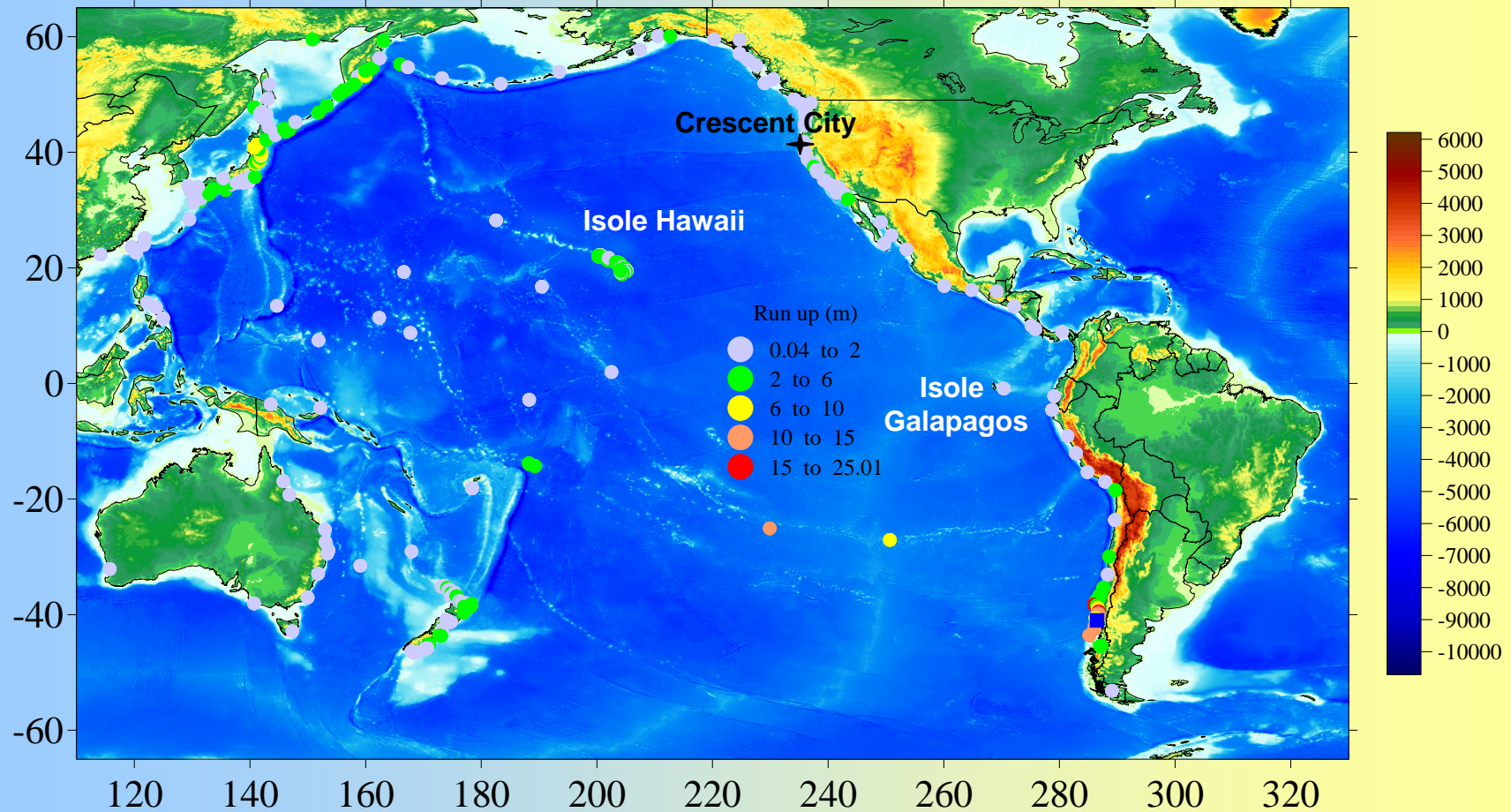


<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/tsu.shtml>

Terremoto-Maremoto, 22 maggio 1960

Epicentro: 39.5°S,74.5°W

Profondità ipocentrale = 33 km



<http://tsun.ssc.ru/htdbpac/>

Terremoto-Maremoto, 22 maggio 1960

Il 22 maggio 1960, 19:11 GMT: un grande terremoto, il più forte di questo secolo nell'emisfero boreale ($M=9.5$), con epicentro lungo la fossa Peruviana-Cilena scuote la costa del Cile centro meridionale, generando un grande maremoto che ha colpito le Hawaii e il resto del Pacifico. Grandi danni in Cile, in particolare nella zona costiera che va da Concepcion fino all'isola di Chiloe. Onde enormi, fino a 25 m di altezza, 10-15 minuti dopo il terremoto hanno colpito la zona costiera vicino all'epicentro, mietendo circa 200 vittime, affondando barche e inondando chilometri di terra.

Il numero totale delle vittime sulle coste Cile-Perù è stato stimato per un massimo di 2000.

Grossi danni sono stati causati lungo il suo cammino, soprattutto nelle isole Hawaii e in Giappone.

I costi dei danni sono stati stimati oltre 500 miliardi di dollari.

Grossi danni a Hilo (Hawaii), 61 persone sono morte e 540 abitazioni sono state distrutte.

La stima del danno è stata di 24 milioni di dollari (le stime sono riferite al 1960).

Le foto aeree scattate dalla marina Americana mostrano la distruzione del maremoto a Hilo.



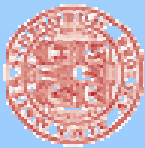
Terremoto-Maremoto, 22 maggio 1960



La prima onda che ha investito le Hawaii ha viaggiato per una distanza di 10000 km dalla zona in cui si è generato ed è arrivata alla città di Hilo 14 ore e 48 minuti dopo il terremoto. Sono seguite altre 7 onde che sono arrivate con 12-20 minuti di intervallo le une dalle altre. La massima altezza delle onde a Hilo è stata di 10.7 m.

I parchimetri piegati sono la chiara evidenza del passaggio delle onde

In altre zone dell'America le onde hanno raggiunto altezze di 1,7 m come ad esempio a Crescent City, California, causando pochi danni. Il maremoto ha impiegato 15.5 ore per arrivare a Crescent City.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

scienza & giovane

GRAZIE BOZZA L'ALLENAMENTO