

<http://www.inrim.it/>

[http://www.inrim.it/ldm/cd\\_ldm/](http://www.inrim.it/ldm/cd_ldm/)

[http://www.inrim.it/ldm/cd\\_ldm/allegati/SI\\_massa/aspetto\\_inerziale/G\\_e\\_g.pdf](http://www.inrim.it/ldm/cd_ldm/allegati/SI_massa/aspetto_inerziale/G_e_g.pdf)



**PhD in METROLOGY**

[www.inrim.it/n/index.php](http://www.inrim.it/n/index.php)

*40-Month Final Meeting*

29-30 marzo 2017

*Conferenza di presentazione dei risultati del  
Progetto Europeo SETNanoMetro*

31 marzo 2017 - Programma

INRIM, corso Massimo d'Azeglio 42, Torino

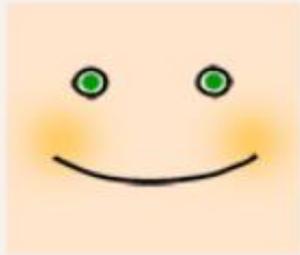


**4<sup>th</sup> IEEE International Workshop on  
Metrology for AeroSpace**

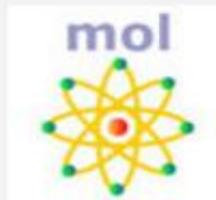
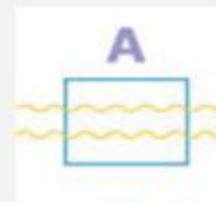
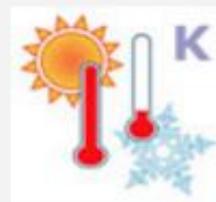
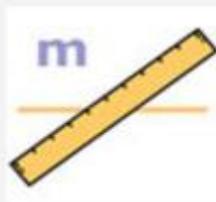
Padova, Italy, June 21 - 23, 2017

Quando puoi misurare ciò di cui stai parlando, ed esprimerlo in numeri, tu conosci qualcosa su di esso; ma quando non puoi misurarlo, quando non puoi esprimerlo in numeri, la tua conoscenza è scarsa e insoddisfacente. Può essere l'inizio della conoscenza, ma, nei tuoi pensieri, sei avanzato poco sulla via della scienza.

**William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907)**



## IL LINGUAGGIO DELLE MISURE



entra



Il valore dell'accelerazione **g aumenta con la latitudine** per due ragioni:

- La rotazione della Terra, che produce una forza centrifuga che si oppone all'attrazione gravitazionale; questo effetto da solo fa sì che l'accelerazione di gravità sia **9,823 m/s<sup>2</sup>** ai poli e **9,789 m/s<sup>2</sup>** all'equatore (il valore convenzionale di  $g$  è pari a **9,80665 m/s<sup>2</sup>**);
- Lo schiacciamento della Terra ai poli, che allontana ulteriormente dal centro della Terra ogni corpo che si trova alle basse latitudini facendo sì che la forza di gravità che agisce su di esso sia leggermente inferiore, dato che è inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra i baricentri del corpo e della Terra.

Infine, la rivoluzione della Luna attorno alla Terra e quella della Terra intorno al Sole comportano **variazioni periodiche locali** della accelerazione di gravità  $g$ .

## Calcolo del valore di $g$ [ [modifica](#) | [modifica wikitest](#) ]

A partire dalla [legge della gravitazione universale](#),  $g$  è il prodotto di alcuni termini che vi compaiono, ovvero

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = \left( G \frac{m_1}{r^2} \right) m_2$$

$$g = G \frac{m_1}{r^2}$$

Inserendo quindi i valori di  $G$ , della [massa](#) e del [raggio della Terra](#) si ottiene

$$g = G \frac{m_1}{r^2} = (6,6742 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}) \frac{5,9736 \times 10^{24} \text{ kg}}{(6,37101 \times 10^6 \text{ m})^2} = 9,822 \text{ m/s}^2$$

che è una buona approssimazione del valore medio di  $g$ . Le differenze sono ascrivibili a diversi fattori:

- la Terra non è omogenea
- la Terra non è una sfera perfetta - viene considerato un valore medio del suo raggio
- il calcolo non tiene conto dell'effetto centrifugo dovuto alla rotazione del pianeta

Il valore di  $g$  cui è sottoposto un corpo che si trova in aria ad altezza  $h$  sul livello del mare è calcolabile come:

$$g = 9,7803184 (1 + A \operatorname{sen}^2 L - B \operatorname{sen}^2 2L) - 3,086 \times 10^{-6} h$$

dove:

- $g$  è l'accelerazione di gravità in  $\text{m/s}^2$ ;
- $A = 0,0053024$ ;
- $B = 0,0000059$ ;
- $L$  è la latitudine;
- $h$  è l'altezza sul livello del mare in metri.

L'ultimo termine,  $3,086 \times 10^{-6} h$  è una correzione dovuta all'altezza.

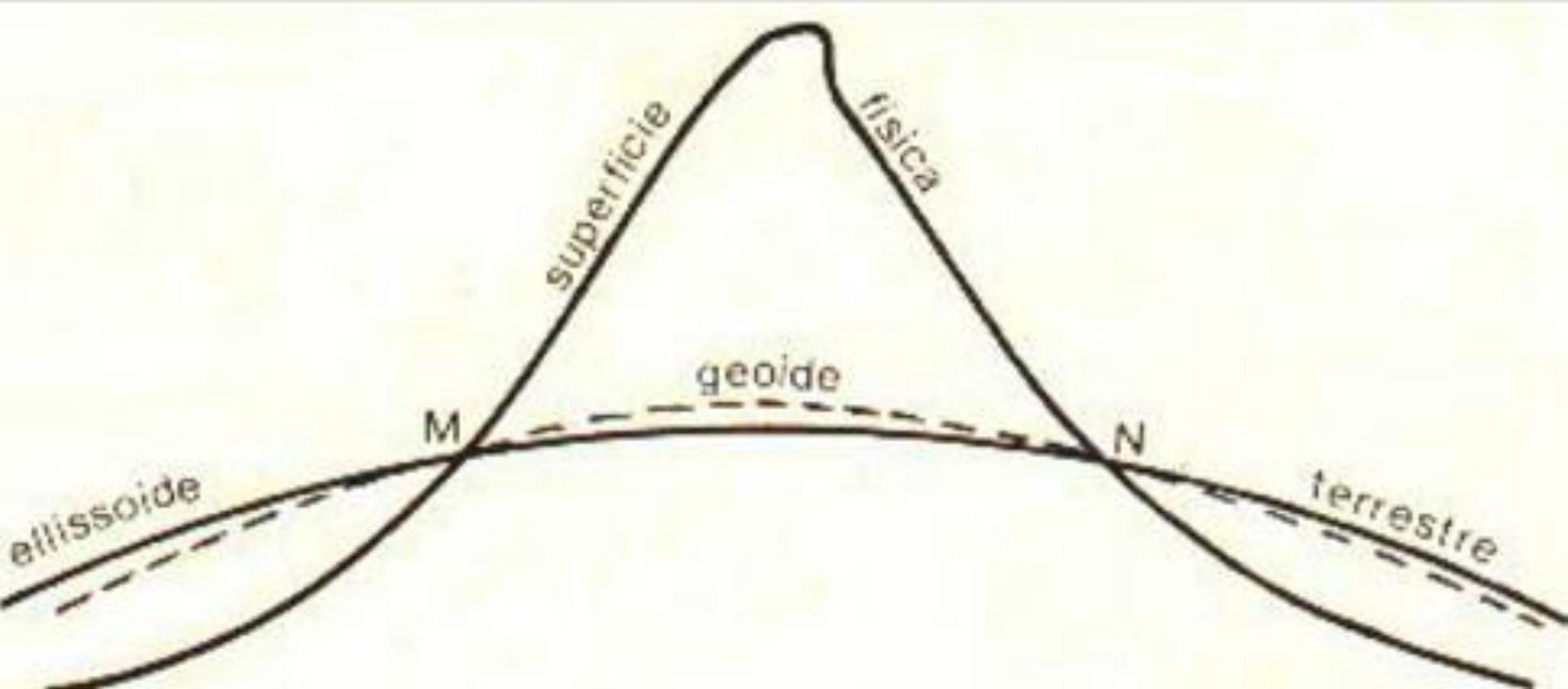
### **ROMA:**

Latitudine =  $41^\circ 53' 30'' \text{N} = 41.89167^\circ$

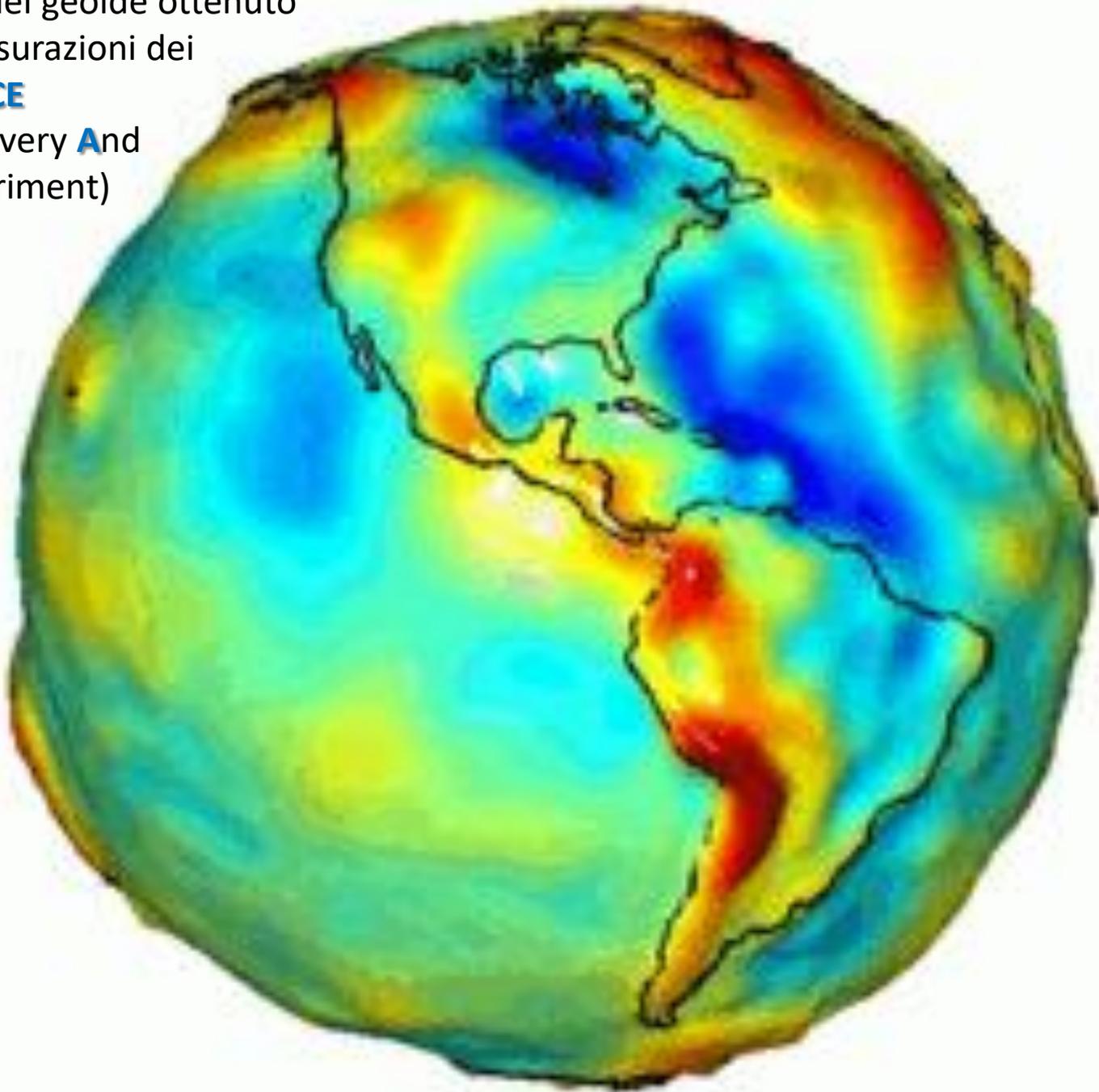
Altezza sul livello del mare = 52 m

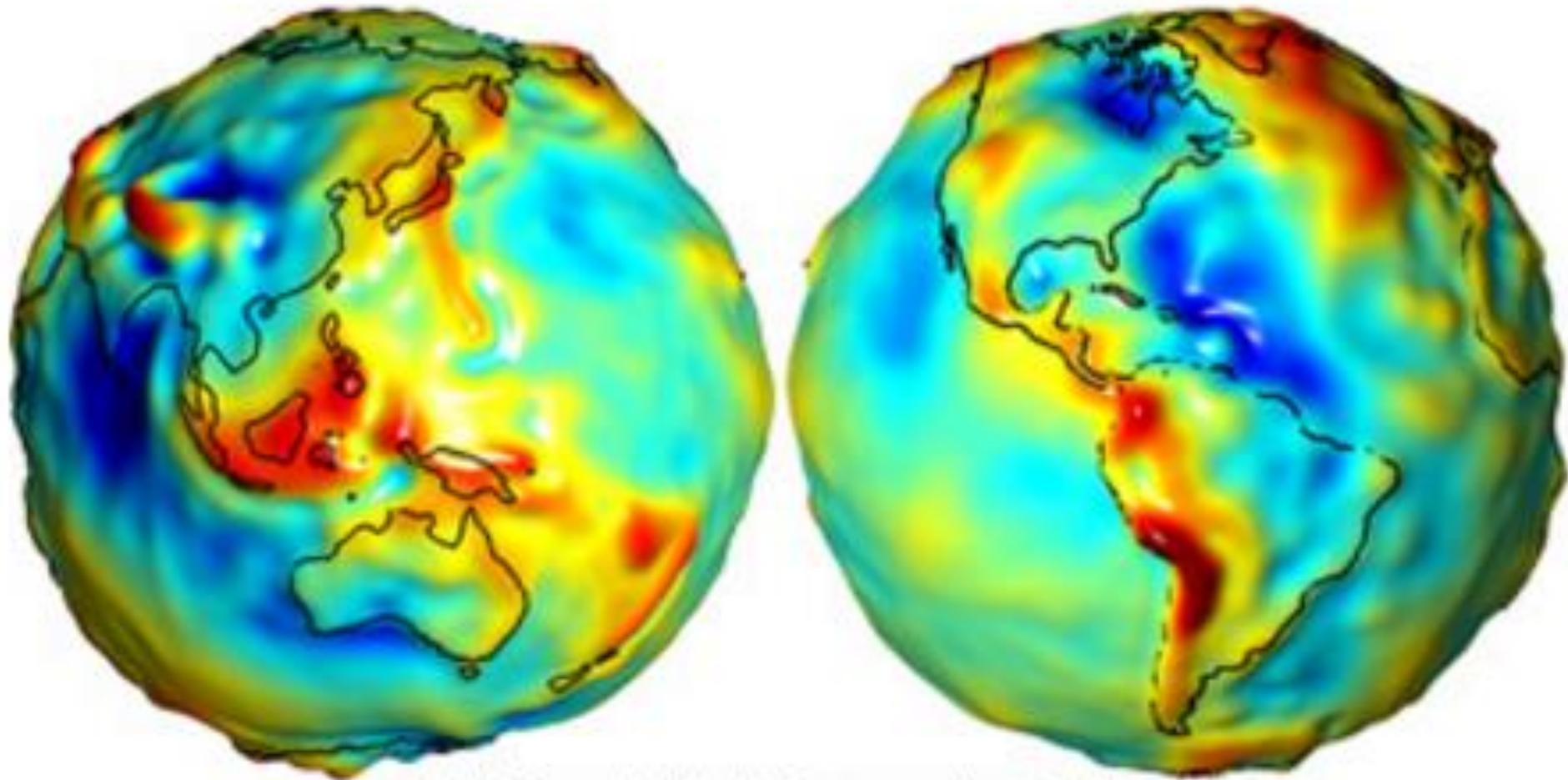
$$\rightarrow \mathbf{g = 9.803223 \text{ m/s}^2}$$

La rappresentazione della Terra come una **sfera** è solo una approssimazione. La figura geometrica che meglio descrive il nostro pianeta non è una sfera ma un **ellissoide**, cioè una figura che si ottiene schiacciando leggermente la sfera ai poli (**21 km**, da confrontare con i **6371 km** del raggio terrestre medio). Questa deformazione è dovuta alla [rotazione terrestre](#). In realtà, ciò che più si avvicina alla forma della terra è il **geoide**, un solido irregolare che si ottiene considerando una **superficie sempre perpendicolare ad un filo a piombo**, cioè alla direzione della forza di gravità. Il Geoide è la **superficie equipotenziale della forza di gravità** che in buona parte coincide con il livello medio degli oceani. → **Il geoide tiene conto delle irregolarità gravitazionali prodotte dalla presenza di ammassi montuosi o di materiali meno densi** come l'acqua degli oceani.

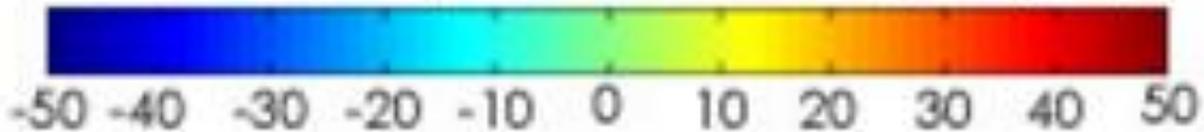


Animazione del geode ottenuto  
grazie alle misurazioni dei  
**satelliti GRACE**  
(**G**ravity **R**ecovery **A**nd  
**C**limate **E**xperiment)





Earth's Gravity Field Anomalies (milligals)



$1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm} / \text{s}^2 \quad \rightarrow \quad \pm 50 \text{ mGal} = \pm 50 \times 10^{-3} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = \pm 0.0005 \text{ m/s}^2$

del 07-06-1999

DECRETO 19 maggio 1999

Criteri per la determinazione delle zone di gravita' di utilizzazione degli strumenti per pesare a funzionamento non automatico le cui prestazioni sono sensibili alle variazioni dell'accelerazione di gravita'.

TABELLA 3 - Valori di g delle province

CAPOLUOGO	gravità ms <sup>-2</sup>	CAPOLUOGO	gravità ms <sup>-2</sup>	CAPOLUOGO	gravità ms <sup>-2</sup>
Agrigento	9,79823	Genova	9,80559	Potenza	9,79970
Alessandria	9,80496	Gorizia	9,80636	Prato	9,80484
Ancona	9,80402	Grosseto	9,80425	Ragusa	9,79769
Aosta	9,80375	Imperia	9,80508	Ravenna	9,80440
Arezzo	9,80389	Isernia	9,80161	Reggio Calabria	9,80063
Ascoli Piceno	9,80317	L'Aquila	9,80129	Reggio Emilia	9,80414
Asti	9,80471	La Spezia	9,80552	Rieti	9,80264
Avellino	9,80175	Latina	9,80330	Rimini	9,80439
Bari	9,80324	Lecce	9,80247	<b>Roma</b>	<b>9,80352</b>
Belluno	9,80562	Lecco	9,80519	Rovigo	9,80605
Benevento	9,80247	Livorno	9,80516	Salerno	9,80269
Bergamo	9,80471	Lodi	9,80491	Sassari	9,80184
Biella	9,80437	Lucca	9,80516	Savona	9,80559
Bologna	9,80419	Macerata	9,80318	Siena	9,80380
Bolzano	9,80548	Mantova	9,80520	Siracusa	9,80034
Brescia	9,80456	Massa	9,80508	Sondrio	9,80534
Brindisi	9,80270	Matera	9,80072	Taranto	9,80231
Cagliari	9,80096	Messina	9,80082	Teramo	9,80269
Caltanissetta	9,79676	Milano	9,80505	Terni	9,80359
Campobasso	9,80092	Modena	9,80416	Torino	9,80577
Caserta	9,80265	Napoli	9,80296	Trapani	9,80052
Catania	9,80040	Novara	9,80471	Trento	9,80596
Catanzaro	9,80002	Nuoro	9,80027	Treviso	9,80631
Chieti	9,80237	Oristano	9,80172	Trieste	9,80653
Como	9,80516	Padova	9,80652	Udine	9,80609
Cosenza	9,80120	Palermo	9,80054	Varese	9,80451
Cremona	9,80511	Parma	9,80427	Venezia	9,80631
Crotone	9,80084	Pavia	9,80481	Verbania	9,80544
Cuneo	9,80264	Perugia	9,80314	Vercelli	9,80465
Enna	9,79571	Pesaro	9,80439	Verona	9,80644
Ferrara	9,80447	Pescara	9,80326	Vibo Valentia	9,79916
Firenze	9,80483	Piacenza	9,80459	Vicenza	9,80643
Foggia	9,80267	Pisa	9,80513	Viterbo	9,80294
Forli	9,80435	Pistoia	9,80500		
Frosinone	9,80246	Pordenone	9,80629		