An aerial photograph of a vast, snow-covered mountain range. The mountains are rugged and covered in a thick layer of white snow, with some rocky outcrops visible. A deep, dark valley runs through the center of the range, creating a strong contrast with the surrounding peaks. The lighting suggests a low sun, casting long shadows and highlighting the textures of the snow and rock.

Corso di formazione SIT per la realizzazione delle banche dati geografiche di interesse comunale

Esercitazione n. 2

- Lavorare con diversi sistemi di riferimento in QGIS

Docente: ing. Ernesto Sferlazza

Premesse

Una delle attività più frequenti per chi lavora con i dati spaziali nell'ambito di un SIT consiste nella georeferenziazione dei dati e nella conversione di coordinate da un sistema di riferimento all'altro.

Molte applicazioni GIS mettono a disposizione strumenti che consentono di visualizzare i dati attuando una conversione dinamica ("al volo") delle coordinate, senza tuttavia modificare i file dove sono memorizzati i dati stessi. È, inoltre, possibile rendere definitiva la conversione di coordinate memorizzando in un nuovo file i dati trasformati.

Per gestire al meglio le operazioni di cui sopra bisogna aver acquisito sufficiente dimestichezza con i sistemi di riferimento e con le funzioni di trasformazione disponibili per l'area geografica su cui si sta operando.

Pertanto possono risultare utili le puntualizzazioni che seguono¹.

1) Nell'ambito dello stesso sistema di riferimento, o *datum*, il passaggio da coordinate geografiche (longitudine e latitudine, espresse come misure di angoli) a coordinate cartografiche o "piane" (Est e Nord, espresse in metri, come misure di lunghezza) e viceversa, avviene mediante formule matematiche pure, già implementate in tutti i software GIS attualmente più utilizzati. La trasformazione di coordinate da geografiche a piane prende il nome di "proiezione" e le coordinate piane si dicono anche "proiettate".

2) Le trasformazioni di coordinate tra un sistema di riferimento (es. Roma 1940) ad un altro (ad esempio WGS 1984) possono essere attuate mediante metodi che realizzano "funzioni di trasformazione" valide solo all'interno di un'area geografica più o meno estesa e alle quali compete un grado di approssimazione assegnato. Una volta effettuato il cambiamento di *datum*, il passaggio dalle coordinate geografiche a quelle cartografiche e viceversa avviene senza problemi all'interno del sistema di riferimento di arrivo, come detto al punto precedente.

Uno dei metodi più diffusi per trasformare le coordinate da un sistema geodetico ad un altro è quello della trasformazione conforme 3D, detta anche trasformazione per similitudine, in cui i parametri che consentono di realizzare il passaggio tra i due diversi *datum* sono in numero di sette, a ciascuno dei quali può essere attribuito un ben determinato significato geometrico². Tali parametri sono utilizzati nell'ambito dei metodi di trasformazione supportati dall'EPSG (*European Petroleum Survey Group*) per il passaggio al datum WGS84 come valori del parametro "towgs84", implementato in QGIS.

Per poter utilizzare tale metodo in QGIS è sufficiente conoscere i 7 parametri suddetti.

Un altro metodo di trasformazione ampiamente utilizzato e che consente di raggiungere approssimazioni molto piccole su aree geografiche molto ampie (anche a livello di interi territori nazionali) è quello che utilizza i cosiddetti "grigliati"³.

QGIS supporta l'uso dei grigliati nel formato standard NTV2. Per potere utilizzare tale metodo è necessario disporre del file binario, con estensione "gsb", che contiene le informazioni sugli scostamenti di coordinate tra i due datum (di partenza e di arrivo) di un insieme di punti regolarmente distribuiti sull'area in esame (grigliato).

Operazioni preliminari in QGIS

1 Si raccomanda la lettura dell'articolo del prof. L. Surace "la georeferenziazione delle informazioni territoriali in Italia": http://www.ricercasit.it/public/documenti/Dottorato/Materiali%20conferenze/100210%20Surace/surace1_8.pdf

2 Vedasi, per approfondimenti, l'articolo di E. Sferlazza "Stima dei parametri di una trasformazione conforme 3D" reperibile al link: <http://mediageo.it/ojs/index.php/GEOMedia/article/view/578/519>

3 Per approfondimenti: <http://mediageo.it/ojs/index.php/GEOMedia/article/view/797>

Preimpostazione dei sistemi di riferimento personalizzati nell'ambiente di lavoro

Si puntualizza l'opportunità di utilizzare quale sistema di riferimento base della banca dati geografica il *datum* WGS 1984⁴, in quanto diverse librerie di comandi utilizzate per la trasformazione di coordinate in QGis (ad esempio le librerie GDAL) sono state concepite per operare con riferimento al datum WGS84.

Ad esempio, non esistono parametri analoghi al già citato “+towgs84” (che consente il passaggio da un *datum* qualunque al sistema di riferimento WGS84) per la trasformazione diretta tra due altri sistemi di riferimento (ad esempio tra ED50 e ROMA40).

Analogamente, le librerie GDAL funzionano solo con i grigliati nei quali sia presente WGS84 tra i *datum* definiti al loro interno.

Ciò premesso, QGis già implementa una vasta libreria di sistemi di proiezione (per riproiettare le coordinate da geografiche a piane e viceversa) e di funzioni di trasformazione (per la conversione di coordinate tra un datum qualunque e WGS84).

Tuttavia, le funzioni di trasformazione già implementate quasi mai sono adatte per garantire errori di posizionamento accettabili alle grandi scale, per cui spesso non risultano idonee ad essere utilizzate quando il denominatore della scala nominale è minore di 1:100.000.

Ne deriva che, volendo operare a scale grandi e grandissime (es. 1:2000) è necessario ricorrere a funzioni di trasformazione “personalizzate”.

Di seguito viene mostrato come definire in QGIS un sistema di rappresentazione personalizzato valido all'interno del territorio provinciale di Agrigento, che implementi la funzione di trasformazione più adatta per consentire il passaggio da coordinate catastali piane a qualsiasi sistema di coordinate basate sul *datum* WGS84. I valori del parametro “+towgs84” sono stati già determinati dallo scrivente in un suo precedente studio pubblicato (nota 2 alla pagina precedente) e sono i seguenti:

+towgs84=763.901,183.452,519.534,-2.0388,-6.0089,-7.1995,-35.296542

La stringa completa di testo, espressa nel formato utilizzato dalla libreria GDAL (“PROJ4”), ed atta a realizzare la trasformazione delle coordinate piane catastali all'interno del territorio della Provincia di Agrigento è:

+proj=cass +lat_0=37.41457777777778 +lon_0=13.780637500000 +x_0=0.0 +y_0=0.0
+ellps=bessel +towgs84=763.901,183.452,519.534,-2.0388,-6.0089,-7.1995,-35.296542 +units=m

La stringa sopra riportata racchiude in sé le informazioni sul metodo di proiezione cartografica dei dati catastali (Cassini-Soldner), le coordinate geografiche del centro di sviluppo (Monte Castelluccio) nell'ellissoide di partenza (Bessel) ed i valori dei 7 parametri contenuti nel parametro riepilogativo “+wgs84” che consente il passaggio al datum di arrivo (WGS84).

⁴ La cartografia ufficiale italiana è oggi basata sul sistema di riferimento globale ETRS89. Tale Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89 viene indicato, a volte, con l'acronimo “WGS84”. Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89 (Fonte: Portale Cartografico Nazionale).

La figura che segue riassume i passaggi occorrenti per definire all'interno dell'interfaccia di lavoro di QGIS il sistema di rappresentazione cartografica "personalizzato" fin qui descritto:

- 1) dal menù "Impostazioni" si sceglie l'item "SR personalizzato";
- 2) nella finestra di dialogo che si apre si definisce un nuovo sistema di riferimento spaziale personalizzato (più propriamente, si tratta di un "sistema di *rappresentazione*"), si assegna un nome a piacere (nell'esempio "CatastaleAG") e si trascrive nella casella "Parametri" la stringa che definisce il sistema di rappresentazione (per comodità con il metodo "copia e incolla" se la stringa è già scritta in un file di testo).
- 3) Ad avvenuta conferma (tasto "OK") la finestra di dialogo si chiude e da quel momento in poi il sistema di riferimento personalizzato appena salvato rimarrà memorizzato, senza necessità di ripetere la procedura nelle sessioni di lavoro successive che verranno avviate sulla stessa postazione di lavoro.

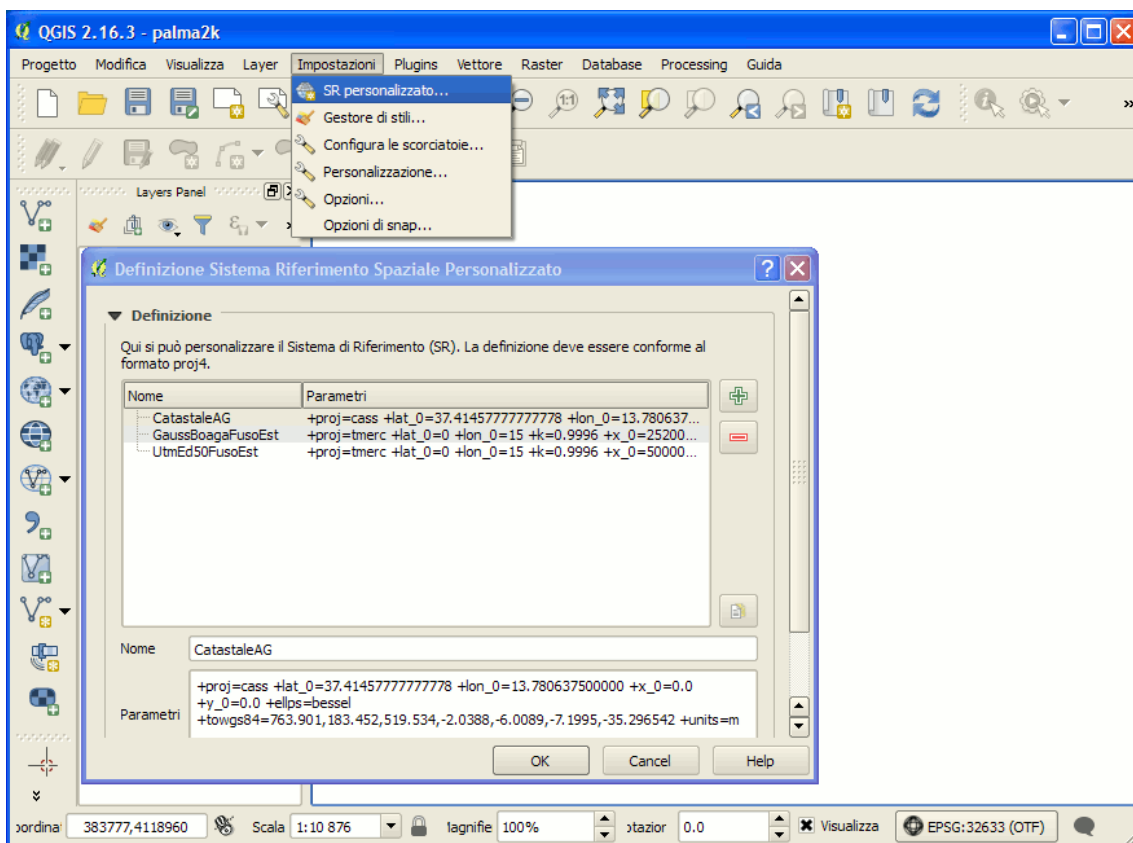


Figura 1 - definizione di un nuovo sistema di riferimento personalizzato nell'ambiente di lavoro di QGIS

Nel caso appena descritto, che utilizza il parametro "+towgs84", per la definizione del sistema di riferimento personalizzato basta la semplice trascrizione di una stringa di testo.

Diversamente si opera quando si debba utilizzare il metodo dei grigliati.

In tal caso, infatti, occorre disporre di un file memorizzato nell'archivio dati, mentre la stringa da inserire nella casella "parametri" della finestra di dialogo di definizione del sistema di riferimento spaziale personalizzato descrive il percorso dove è memorizzato il file di grigliato, oltre, ovviamente, alle informazioni sulla proiezione e sul *datum* che compete ai dati. Di seguito si riporta una stringa atta a definire il sistema di riferimento Gauss Boaga fuso 33

```
+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=15 +k=0.9996 +x_0=2520000 +y_0=0 +ellps=intl +units=m  
+nadgrids=C:\SITDWH\CARTO\grigliati\ItalyRome40ToWGS84_NTV2_GN.gsb +no_defs
```

Inserimento nella vista di dati cui competono sistemi di riferimento diversi da quello della vista

Negli esempi presentati si è scelto di impostare, per la vista di progetto, il sistema di riferimento “WGS84 – UTM fuso 33 N” (codice EPSG: 32633) ed è stata abilitata la proiezione al volo (*on the fly*), come mostrato nella figura seguente:

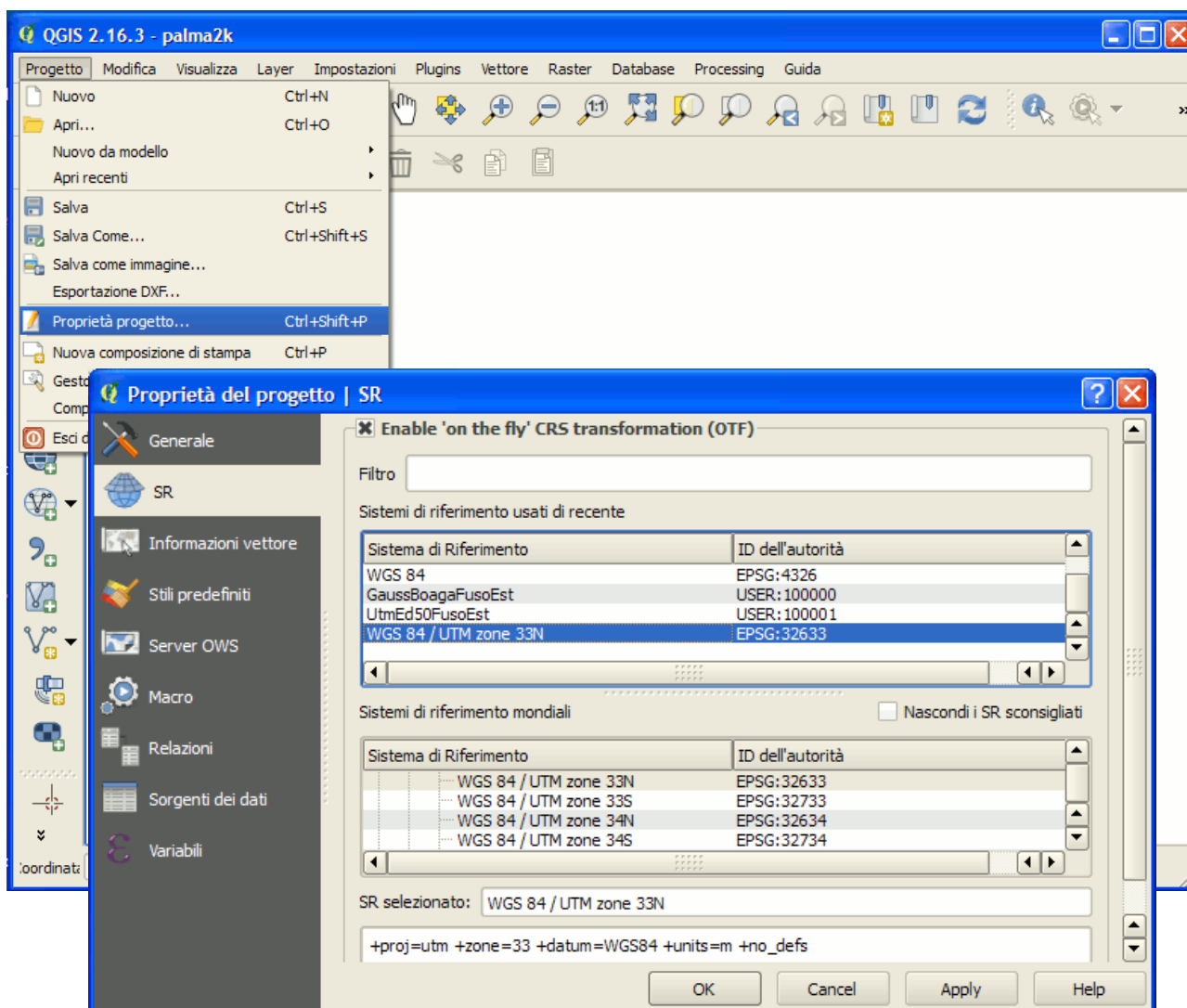


Figura 2 - Impostazione delle proprietà del progetto (Sistema di riferimento)

Quando all'interno della vista viene caricato un nuovo tema (*raster* o *vettoriale*) senza informazioni associate riguardanti il sistema di riferimento che di fatto gli competerebbe, l'applicazione automaticamente provvede ad associare il sistema di riferimento WGS84 in coordinate geografiche (codice EPSG: 4326) ed avvisa l'utente.

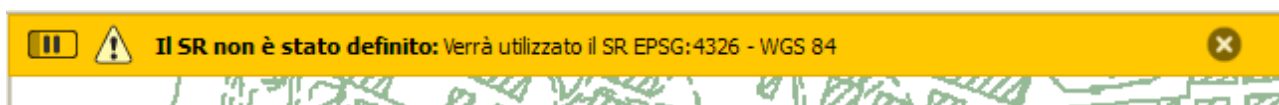


Figura 3 - messaggio di avviso al caricamento di in nuovo tema, riguardanti il sistema di riferimento.

Nel caso in cui al dato competa effettivamente il sistema di riferimento associato di *default*, lo stesso verrà proiettato al volo e correttamente rappresentato nella vista, altrimenti l'utente dovrà provvedere ad assegnare al tema la definizione più adatta del sistema di rappresentazione. In caso contrario il dato non potrà essere visualizzato o risulterà posizionato in maniera errata.

Per assegnare il sistema di riferimento al tema appena inserito nella vista si opera come mostrato in appresso.

Se, come nel caso della figura seguente, la definizione cercata del sistema di riferimento da assegnare è presente tra quelli utilizzati di recente, basterà sceglierlo dalla lista.

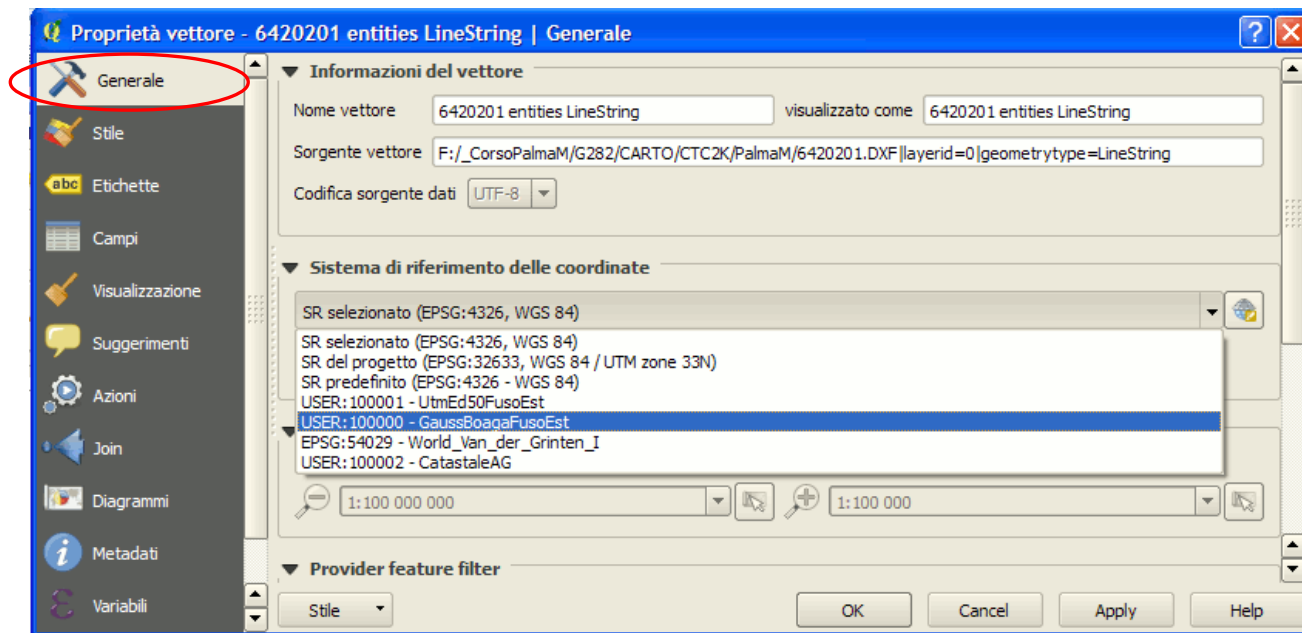



Figura 4 - assegnazione del sistema di riferimento ad un layer

Se non è già presente il sistema di riferimento che serve, bisognerà sceglierlo avviando il selettore dall'icona  presente nella sezione "sistema di riferimento delle coordinate" nella finestra di dialogo appena vista.

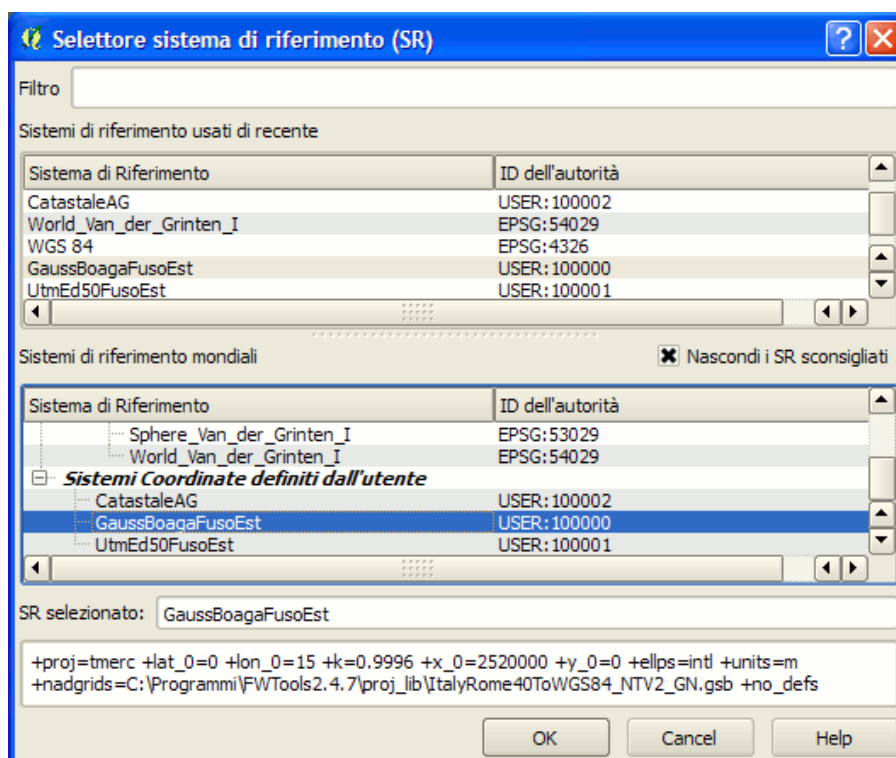


Figura 5 - finestra di selezione dei sistemi di riferimento disponibili

Nella figura 7 viene mostrato cosa avviene se allo stesso tema (*layer*) cui compete il sistema di riferimento “*Gauss Boaga – fuso Est*” (codice EPSG: 3004) viene assegnato una volta la definizione del sistema di riferimento personalizzato che utilizza un grigliato affidabile (vedi figura 5) ed un'altra volta la definizione del medesimo sistema di riferimento che utilizza un parametro “*+towgs84*” non altrettanto affidabile (fig. 6), già disponibile nella lista di quelli preimpostati di default,.

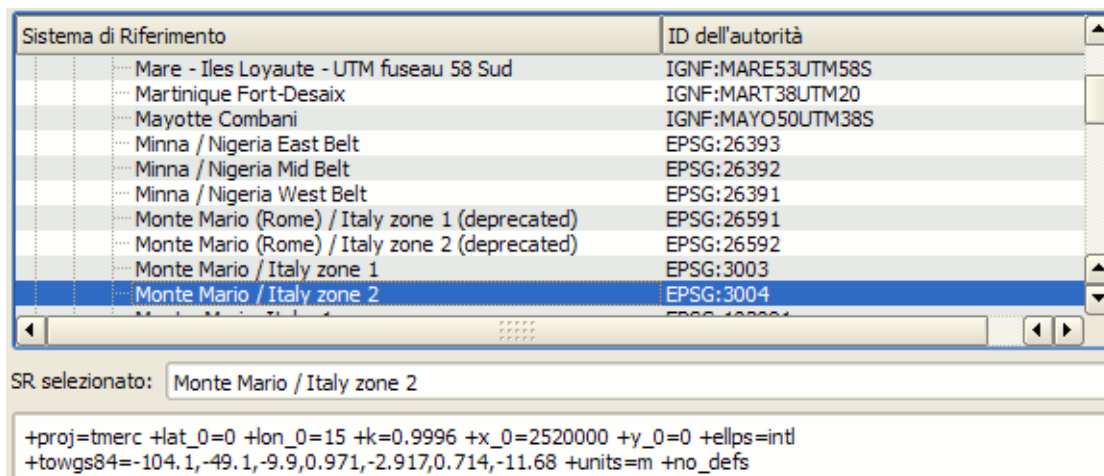


Figura 6 - Sistema di riferimento GB-EST reperibile tra quelli preimpostati

Nella figura 7 si possono osservare in rosso le linee del *layer* cui è stato applicata la definizione del sistema di rappresentazione cartografica che utilizza il grigliato, mentre le linee in blu rappresentano lo stesso tema, al quale è stato assegnata una definizione meno “affidabile” del medesimo sistema di rappresentazione (lo sfondo cartografico raster di colore grigio viene mostrato come riferimento correttamente georeferenziato).

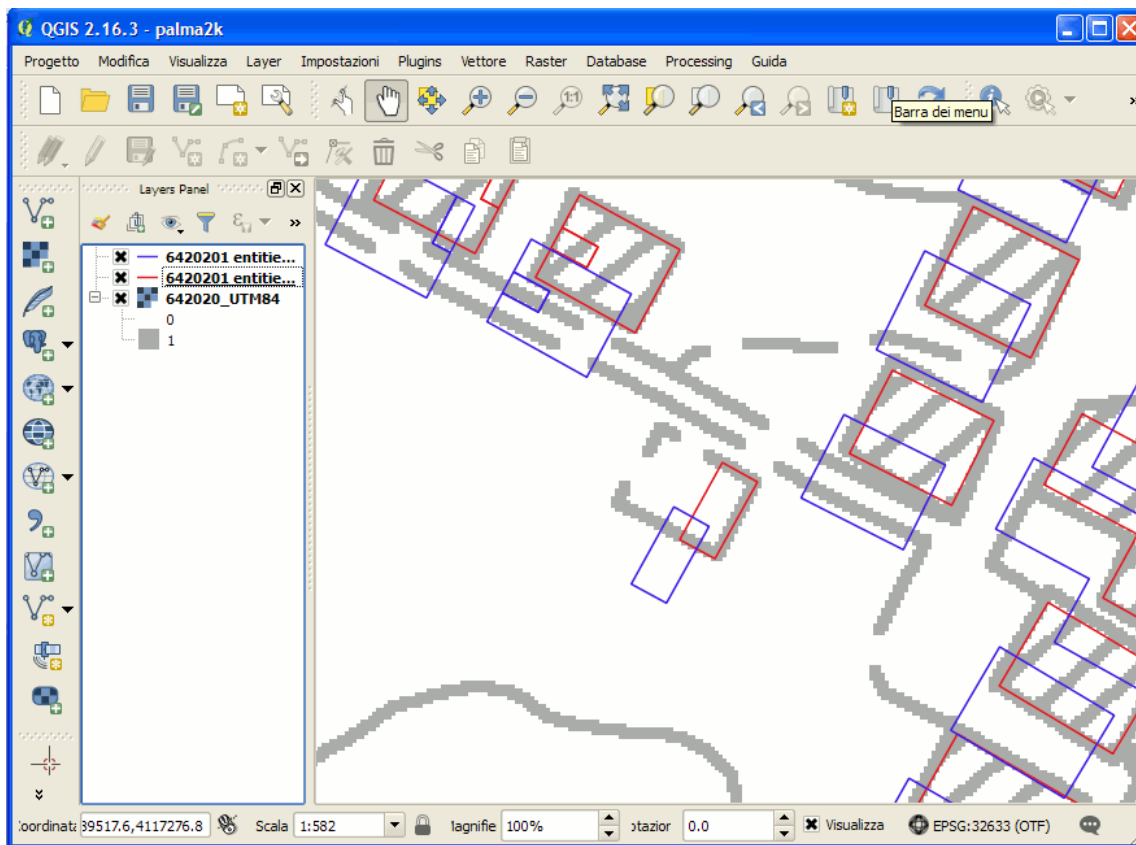


Figura 7 – visualizzazione degli scostamenti derivanti dall'utilizzo di definizioni diverse del medesimo sistema di riferimento.