

CALCOLI IN COORDINATE RETTILINEE PER CAVIDOTTO 20kV

CALCULATIONS FOR 20kV CABLE DUCT BY MEANS OF THE PROPER COORDINATES

Marcello Cezza ^a

^a Geometra presso Hydrostudio Consulting Engineers S.r.l. con socio unico di Rovigo, marcellocezza@gmail.com

PAROLE CHIAVE: Coordinate rettilinee, trasformazioni, DATUM, coordinate cartografiche, deformazioni cartografiche

KEY WORDS: Rectilinear coordinates, transformations, DATUM, cartography coordinates, deformations in cartography

RIASSUNTO

L'articolo nasce da un Project-Work discusso al termine di un corso online e riporta l'esame di un caso professionale relativo al calcolo delle distanze e delle "coordinate rettilinee" di alcuni punti della interconnessione con cavidotto a 20kV della bocca di Lido con la bocca di Malamocco nell'ambito del Progetto MOSE per la protezione della Laguna di Venezia.

ABSTRACT

The paper comes from a Project-Work discussed at the end of an online course and deals with a professional case study: the calculation of both distances and "rectilinear coordinates" of some points at the interconnection of Lido and Malamocco by means of a 20kV cable duct within the MOSE Project for the protection of the Venice Lagoon.

1. INTRODUZIONE

Nell'anno 2013 ho frequentato presso l'Università telematica IULINE di Firenze il corso di perfezionamento e di aggiornamento professionale "Dalla Topografia alla Geomatica", proposto in collaborazione con la Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia (SIFET) e diretto dal prof. Paolo Aminti, relatore del mio PW.

Il corso prevedeva la redazione e la discussione di un progetto finale riguardante le differenze che si possono avere sulle distanze orizzontali misurate in campagna con le corrispondenti distanze calcolate in base alle coordinate cartografiche. Tali differenze possono essere dovute alla "deformazione di altezza" e dalla rappresentazione cartografica scelta, nonché dall'ubicazione della zona di interesse all'interno del sistema di riferimento piano delle coordinate cartografiche.

Avendo lavorato in questi ultimi anni nell'ambito del progetto MOSE si è scelto di presentare i risultati ottenuti relativamente al calcolo delle "coordinate rettilinee" di alcuni punti che costituivano l'inquadramento dell'opera di progetto denominata "Interconnessione con cavidotto a 20 kV delle Bocche di Porto". Il progetto in questione, non ancora realizzato, si sviluppa prettamente in laguna e corre parallelamente all'Isola di Lido a Venezia.

Per coordinate rettilinee si intendono le coordinate piane dei punti interessati collocate in un riferimento piano parallelo a quello della cartografia prescelta, ma con deformazione controllata, cioè con scarti tra le distanze cartografiche e quelle misurate (orizzontali) inferiori o eguali a $\pm 1\text{cm/km}$.

2. ZONA DI LAVORO

Nella Figura 1 sono riportati i punti dell'Isola di Lido (VE) collegati dal cavidotto:

- punto di partenza "A" (San Nicolò);
- punto intermedio "B" (Malamocco);
- punto di arrivo "C" (Alberoni).

3. ESAME DEL PROBLEMA

Per limitare le deformazioni cartografiche (dato che quelle di altezza risultano praticamente trascurabili), prima di procedere con le misurazioni GPS, si è deciso a tavolino di suddividere il Tratto A-C, avente una lunghezza di circa 12 Km, in due tratti. Sono stati definiti pertanto i Tratti A-B e B-C. Definito ciò si sono effettuate le misure in campo e sono state determinate le coordinate alto-geografiche ETRF2000 dei punti mediante rilievo GPS in modalità RTK con osservazioni della durata di circa 3 minuti ed usufruendo della rete ItalPos.

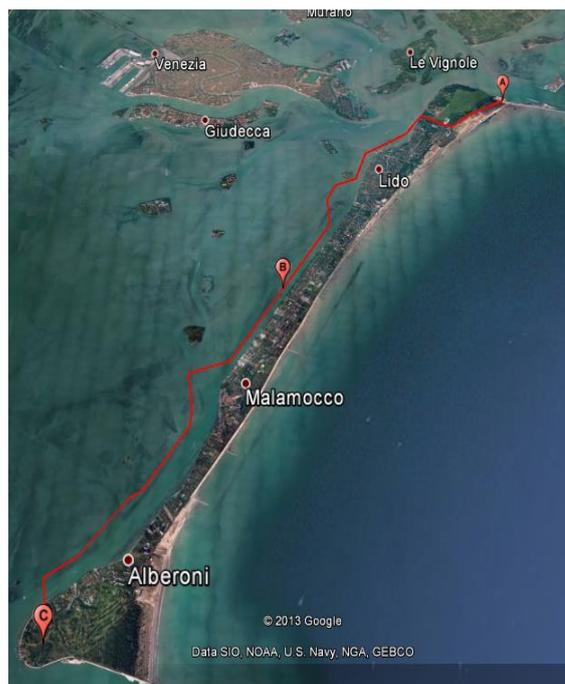


Figura 1. Immagine satellitare (Google) dell'Isola di Lido (VE)

Vengono riportate di seguito le coordinate alto-geografiche ETRF2000 rilevate con il GPS:

PUNTI	φ	λ	h	
San Nicolò - A	45°25'47.92258"	12°23'54.05340"	45,245	m
Punto interm. - B	45°23'23.79140"	12°20'51.74480"	44,000	m
Alberoni - C	45°20'29.13152"	12°18'45.47269"	44,772	m

3.1 Calcolo delle Distanze e delle Coordinate rettilinee partendo dalle coordinate piane UTM-WGS84

Metodo "A"

Dopo aver rilevato i punti in campagna, in ufficio, attraverso il software GEO2UTM.exe (elaborato dal prof. Aminti), si sono calcolate, per ogni singolo punto, le coordinate piane UTM-WGS84 dei punti A, B, C partendo dalle coordinate alto-geografiche ETRF2000. In seguito con lo stesso SW, si sono calcolate le deformazioni di altezza e cartografica nonché la deformazione totale al piano locale d/dc in corrispondenza dei tre punti rilevati:

d/dc – deformazione totale tra il piano "locale" ed il piano conforme della rappresentazione di Gauss. La deformazione totale è data dalla combinazione dei 2 coefficienti m e d/d_0 ed esprime il rapporto tra le distanze misurate in campagna (distanza rettilinea misurata ad esempio con la stazione totale) e le rispettive distanze cartografiche;

m – è il modulo di deformazione cartografica dc/d_0 ed esprime il rapporto tra la distanza tra 2 punti nella rappresentazione cartografica ($dc = corda$) e la corrispondente distanza sulla superficie dell'ellissoide di riferimento ($d_0 = lunghezza della linea geodetica$);

d/d_0 – è la deformazione di altezza ed esprime il rapporto tra la distanza orizzontale alla quota media del rilievo e la rispettiva distanza sulla superficie dell'ellissoide di riferimento ($d_0 = lunghezza della linea geodetica$).

Le coordinate rettilinee sono state calcolate a partire dal punto A, che ha subito una traslazione di -200000 m in E e di -5000000 m in N, così da limitare a 5 il numero di cifre intere e da rendere più facilmente riconoscibili le coordinate rettilinee rispetto alle UTM. Le coordinate E e N dei punti B

e C sono state calcolate sommando gli incrementi di coordinate cartografiche moltiplicati per il valore medio della deformazione totale (d/dc), così da limitare le differenze tra le distanze, come vedremo di seguito.

Con l'ausilio di un foglio di calcolo Excel sono state calcolate dapprima le distanze cartografiche "dc" e successivamente le distanze rettilinee "d" dei tratti A-B e B-C.

$$dc = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2}$$

$$d = dc \times (d/dc \text{ medio})$$

Come si vede, in tabella 1, le differenze $d-dc$ sono superiori ai 60-70 cm, a riprova della necessità di effettuare la trasformazione descritta, così da ottenere un sistema di riferimento nel quale le distanze misurate corrispondano a quelle calcolate per differenze di coordinate.

Come accennato in precedenza è stato inoltre effettuato un calcolo delle distanze rettilinee "d", dei punti rilevati, mediante l'utilizzo del software da campo TA della Trimble per verificare se vi fossero delle differenze in termini di lunghezza.

Calcolate le distanze rettilinee si sono poi determinate le coordinate rettilinee dei tre punti A, B e C a partire dal punto A, il quale ha subito una traslazione di -200000 m in E e di -5000000 m in N.

$$E'_A = E_A - 200.000 \text{ m} - (\text{coordinata rettilinea})$$

$$N'_A = N_A - 5.000.000 \text{ m} - (\text{coordinata rettilinea})$$

$$E_A = \text{Coordinata cartografica Est}$$

$$N_A = \text{Coordinata cartografica Nord}$$

$$E'_B = E'_A + (E_B - E_A) \times (d/dc \text{ medio})$$

$$N'_B = N'_A + (N_B - N_A) \times (d/dc \text{ medio})$$

$$E'_C = E'_B + (E_C - E_B) \times (d/dc \text{ medio})$$

$$N'_C = N'_B + (N_C - N_B) \times (d/dc \text{ medio})$$

Si riportano in Tabella 1 i risultati ottenuti.

COORDINATE UTM-WGS84 DETERMINATE CON GEO2UTM PARTENDO DA ALTO-GEOGRAFICHE ETRF2000					
SAN NICOLÒ'	E	N	d/dc	m residui	cm/km
A	296490.433	5034010.052	0.9998979	0.0000105	1.05
B	292382.417	5029691.731	0.9998769	-0.0000105	-1.05
B	292382.417	5029691.731	0.9998769	0.0000074	0.74
C	289456.749	5024393.017	0.9998620	-0.0000075	-0.75
ALBERONI	-7033.68	-9617.04	d/dc medio		
		TRATTO A-B	0.9998874		
		TRATTO B-C	0.9998695		
Distanze	Cartografiche	Rettilinee	Differenze	Rettilinee calcolate dal Trimble Access	
	dc (m)	d (m)	d - dc (m)	d (m)	
TRATTO A-B	5960.175	5959.504	-0.671	5959.505	
TRATTO B-C	6052.760	6051.970	-0.790	6051.970	
	12012.935	12011.474	-1.461	12011.475	
COORDINATE RETTILINEE					
SAN NICOLÒ'	E'	N'	Q		
A	96490.433	34010.052	1.818		
B	92382.880	29692.217	0.625	-1.193 Δ	
C	89457.594	24394.195	1.476	0.851 Δ	
ALBERONI					

Tabella 1. Calcolo delle coordinate rettilinee dei punti A, B e C e delle distanze relative partendo da valori espressi nella rappresentazione UTM33 ETRF2000

6. BIBLIOGRAFIA

Dispense del progetto formativo per operatore geomatico di base:

- D06 – Base – Impostazioni del software per le trasformazioni di coordinate;
- D07 – Base – Sistemi di riferimento geodetici e cartografia di base.