



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona
BRENNER BASISTUNNEL
Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3		D0700: Lotto Mules 2-3	
Projekteinheit Gesamtbauwerke		WBS Opere generali	
Dokumentenart Trassierungsbericht		Tipo Documento Relazione di tracciamento	
Titel Umwandlungsparameter zwischen System UTM-WGS84 und BBT-TM/WGS84		Titolo Parametri di trasformazione tra i sistemi UTM-WGS84 e BBT-TM/WGS84	
 RTI 4P Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P <small>cto Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026767911, Fax: +39 0287152612</small>		Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470	
Mandataria  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	Mandante  PÖYRY	Mandante  pini swiss engineers	Mandante  PASQUALI-RAUSA ENGINEERING S.r.l./G.m.b.H.
Fachplaner / il progettista specialista Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470		Fachplaner / il progettista specialista	
		Datum / Data	
Bearbeitet / Elaborato		30.01.2015	
Geprüft / Verificato		30.01.2015	
		Name / Nome	
		R. Zurlo	
		Gesellschaft / Società	
		Pro Iter	
		Pro Iter	
 BBT Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE		Name / Nome	
		K. Bergmeister	
Projekt-kilometer / Chilometro progetto	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Projekt-kilometer / Chilometro opera	von / da bis / a bei / al
		Status Dokument / Stato documento	
		-	
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero
02	H61	EG	991
		Dokumentenart Tipo Documento	
		KAE	
		Vertrag Contratto	
		D0700	
		Nummer Codice	
		14001	
		Revision Revisione	
		21	

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Modifiche	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per appalto	Rivoltini	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Rivoltini	04.12.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren Completamento progetto e recepimento istruttoria	Rivoltini	09.10.2014
10	Endabgabe Consegna definitiva	Rivoltini	31.07.2014
00	Erstversion / Versione preliminare	Viganò	28.10.2013

1	VORWORT	
1	PREMESSA	3
1.1	UMWANDLUNG DER KOORDINATENSYSTEME	
1.1	LA TRASFORMAZIONE DEI SISTEMI DI COORDINATE	4
1.2	DIE KOORDINATENSYSTEME	
1.2	I SISTEMI DI COORDINATE.....	4
1.2.1	Von geographischen Koordinaten zu Ebene Koordinaten (x,y)	
1.2.1	Da coordinate geografiche a coordinate piane (x,y)	7
1.2.2	Von Ebene Koordinaten zu geographischen Koordinaten (φ,λ)	
1.2.2	Da coordinate piane a coordinate geografiche (φ,λ).....	9
1.3	BENUTZTES VERFAHREN MIT AUTODESK CIVIL 3D	
1.3	PROCEDURA UTILIZZATA CON AUTODESK CIVIL 3D	10
1.4	DAS BETRIEBSVERFAHREN	
1.4	LA PROCEDURA OPERATIVA.....	11

1 VORWORT

Dieser Bericht will die zur Umwandlung der Koordinatensysteme benutzten Verfahren beschreiben, welche zur Abfassung der End- und Ausführungsplanung des Brenner Basistunnels Baulose Mails II und Mails III angewandt wurden.

In den vorhergehenden Planungsphasen, einschließlich des Einreichprojektes, hat der Auftraggeber SE als Bezugssystem das UTM 32N-WGS84 / ITRF 94, sowie als Höhenmessungsbezug das UELN (United European Levelling Network), bezogen auf den Mareograph von Amsterdam übernommen.

Für die nachfolgenden Planungs- und Durchführungsphasen (insbesondere die Ausführungsplanung), hat der Auftraggeber es für nötig gehalten, die Planungsdaten in einem zweidimensionalen Koordinatensystem umzuwandeln, welcher für die Trassierungsarbeiten geeigneter ist, weil dadurch die Differenzen zwischen Planungs- und Trassierungsdaten minimal und sogar unerheblich werden.

Der Vorteil dieser Wahl ist, dass mit einer einzigen Ebene für das gesamte Bauwerk des Brenner Basistunnel gearbeitet wird, ohne dass Schwierigkeiten durch Anwendung von unterschiedlichen zweidimensionalen Systemen für jede Tunnelstrecke erzeugt werden.

Das neue Bezugskoordinatensystem, welches durch eine besondere Projektion Transverse Mercator (TM) generiert wird, ist BBT_TM-WGS84 benannt.

1 PREMESSA

La presente relazione ha l'intento di illustrare le procedure utilizzate per la trasformazione dei sistemi di coordinate adottati per la redazione del Progetto Definitivo ed esecutivo della galleria di base del Brennero lotti Mules II e Mules III.

Nelle fasi di progettazione precedenti, inclusa la progettazione definitiva, il Committente ha adottato quale sistema di riferimento l'UTM 32N-WGS84 / ITRF 94, e quale sistema di riferimento altimetrico l'UELN (United European Levelling Network) riferito al mareografo di Amsterdam.

Per le successive fasi di progettazione (in particolare quella esecutiva) e di realizzazione, il Committente ha ritenuto necessario che i dati di progetto fossero trasformati in un sistema piano di coordinate, che risulta essere più adatto alle operazioni di tracciamento in quanto rende minime e al limite trascurabili le differenze fra i dati di progetto e i dati di tracciamento.

Il vantaggio di tale scelta è quello di lavorare con un unico piano per l'intera Opera Galleria di Base del Brennero, senza i problemi che si generano adottando sistemi piani differenti per ciascun tratto di galleria.

Il nuovo sistema di coordinate di riferimento, generato da una particolare proiezione Trasversa di Mercatore (TM), prende il nome di BBT_TM-WGS84.

1.1 UMWANDLUNG DER KOORDINATENSYSTEME

Die von der Planung des Brenner Basistunnels EWIV betroffenen Staaten Österreich und Italien benutzen in der Kartographie unterschiedliche Koordinatensysteme.

Zur Standardisierung bei dem Einreichprojekt ist für das Planungsgebiet ein Bezugssystem festgelegt worden mit dem Koordinatensystem BBT-UTM 32N/WGS84, welches auf die kartographische Projektion UTM und dem Bezugsellipsoid GRS 80 basiert. Anschließend ist für die Ausführungsphase ein für das Planungsgebiet angemessenes Bezugssystem bestimmt worden, welches das Koordinatensystem BBT-TM/WGS84 einschließt, das durch eine besondere Projektion Transverse Mercator und Bezugsellipsoid WGS84 gebildet wurde. Auf dieser Weise können die Differenzen zwischen Abständen auf der Karte und in Wirklichkeit so weit wie möglich begrenzt werden.

In Folge werden die unterschiedlichen Eigenschaften der zwei Bezugssysteme schematisch aufgezeigt:

Sistema	BBT-UTM32/WGS84	BBT-TM/WGS84
Ellissoide di riferimento	GRS 80	WGS84
Semiassse maggiore	6378137,000 m	6378137,000 m
Proiezione cartografica	6356752,314 m	6356752,314 m
Proiezione cartografica	UTM	Transversal Mercator
Meridiano di riferimento	9°	11°31'42.5775"
Larghezza delle zone	6°	3°
Fattore di scala	0.9996	1.000.121
Costante est [m]	500000 m	20000 m
Costante nord [m]	-	-5105739,717 m

Die gesamte Planung, Gegenstand des Auftrags, ist mit dem Koordinatensystem BBT_TM-WGS84 sowie dem Höhenmessungssystem UELN durchgeführt worden.

Der Planer muss jedenfalls, laut Pflichtenheft, die Gegenumwandlung durchführen, d.h. vom BBT_TM-WGS84 System in das zum Einreichprojekt übernommene UTM 32N-WGS84 System.

1.2 DIE KOORDINATENSYSTEME

Der Plan ist mit den Koordinaten UTM-WGS84 abgefasst worden; die internationale Konvention ist genutzt worden, welche, gemäß der entsprechenden Gauß Darstellung, die geographischen elliptischen Koordinaten WGS84 auf einen Querkylinder mit Kontraktionskoeffizient 0.9996 projiziert durch Nutzung der Zeitzone 32; diese Wahl hat, konventionell den 9° Längengrad, als Zentralmeridian mit Ost-Koordinaten von 500 km, während die Nord-Koordinaten als Ursprung den Äquator haben.

Natürlich ist der Höhenbezug dieser Wahl der Ellipsoid (also elliptische Quote gleich Null).

1.1 LA TRASFORMAZIONE DEI SISTEMI DI COORDINATE

Gli stati dell'Austria e dell'Italia, coinvolti nel progetto della galleria di Base del Brennero EWIV, usano nelle cartografie, differenti sistemi di coordinate.

Per la standardizzazione nella progettazione definitiva è stato determinato per la zona del progetto un sistema di riferimento con il sistema di coordinate BBT-UTM 32N/WGS84 basato sulla proiezione cartografica UTM ed ellissoide di riferimento GRS 80. In seguito è stato definito per la fase esecutiva un sistema di riferimento adeguato per la zona del progetto, che include il sistema di coordinate BBT-TM/WGS84 generato da una particolare proiezione trasversa di Mercatore ed ellissoide di riferimento WGS84. Così le differenze fra le distanze nella mappa e nella natura possono essere limitati il più possibile.

Di seguito si riportano in modo schematico le diverse caratteristiche dei due sistemi di riferimento:

Sistema	BBT-UTM32/WGS84	BBT-TM/WGS84
Ellissoide di riferimento	GRS 80	WGS84
Semiassse maggiore	6378137,000 m	6378137,000 m
Proiezione cartografica	6356752,314 m	6356752,314 m
Proiezione cartografica	UTM	Transversal Mercator
Meridiano di riferimento	9°	11°31'42.5775"
Larghezza delle zone	6°	3°
Fattore di scala	0.9996	1.000.121
Costante est [m]	500000 m	20000 m
Costante nord [m]	-	-5105739,717 m

L'intera progettazione oggetto di incarico è stata eseguita nel sistema di coordinate BBT_TM-WGS84 e nel sistema altimetrico UELN.

Il progettista è comunque tenuto, secondo quanto riportato nel capitolato prestazionale, ad effettuare la trasformazione inversa ossia dal sistema BBT_TM-WGS84 al sistema adottato nella progettazione definitiva UTM 32N-WGS84.

1.2 I SISTEMI DI COORDINATE

Il progetto è stato redatto in coordinate UTM-WGS84; si è sfruttata la convenzione internazionale che proietta secondo la rappresentazione conforme di Gauss le coordinate geografiche ellissoidiche WGS84 su di un cilindro trasverso con coefficiente di contrazione 0.9996, utilizzando il fuso 32; tale scelta ha, convenzionalmente, meridiano centrale pari a 9° di longitudine con coordinate Est di 500 km, mentre le coordinate Nord hanno come origine l'equatore terrestre.

Ovviamente questa scelta ha come riferimento altimetrico l'ellissoide (cioè quota ellissoidica nulla).

Il progetto si sviluppa in una parte del piano cartografico per il quale il modulo di deformazione lineare è di poco superiore a

Der Plan entwickelt sich auf einem Teil der kartographischen Ebene, bei der das lineare Verformungsmodul knapp über 1 ist, mit Werte die 1.00009 erreichen und die hinsichtlich der Ost- und Nord-Koordinaten variieren.

Es handelt sich also um Differenzen zwischen der Distanz in der Planungsebene und dem entsprechenden Trassierungsabstand, ca. 10 cm pro Tunnel-km: 1000.00 m der Planung entsprechen 999.90 m in der Trassierungsphase. Außerdem erweist sich in der Realität jede auf Quote Null geplante Entfernung als länger hinsichtlich der Quote an der gearbeitet wird.

Ein Planabstand von 1000,000 m entspricht einer Trassierungsdistanz von ca. 1000,121 m wenn auf 770 m der Ellipsoid Quote gearbeitet wird.

Die Kombination der beiden Wirkungen, welche durch das Verformungsmodul und der Bezugsflächenreduzierung entstehen, ändert sich von Punkt zu Punkt aufgrund der Koordinatenwerte Ost, Nord und Quote.

Das Planungsgebiet im östlicheren Punkt entfernt sich um 2°40' vom Zentralmeridians der Zeitzone; daher ist auch der Konvergenzwinkel der Meridianen stark, sprich die Differenz zwischen geographischem und kartographischem Nord, sowie die Reduktionswerte an den Sehnen bedeutend sind, sprich die Differenz zwischen eine Richtung auf der kartographischen Ebene und der entsprechenden in der Realität.

Es wird für angepasst erhalten eine kartographische Ebene zu nutzen, welche immer durch eine Projektion Transverse Mercator (TM) gebildet wird, sprich eine Projektion gemäß Gauß, aber mit der Nutzung eines Ellipsoid ohne Kontraktionskoeffizient ($k = 0.9996$), vielmehr leicht ausgedehnt, so dass es durch die Durchschnittsplanquote läuft (720 m der orthometrischen Höhe UELN die ca. 770 Meter der elliptischen Höhe entsprechen).

Die Koordinaten des baryzentrischen Mittelpunkts im System sind:

UTM -WGS84:

Ost = 692294,890

Nord = 5206131,024

Q (UELN)= 804,942

Längengrad = 11° 31' 42.5775"

Breitengrad = 46° 58' 50.7947"

Der Zylinder berührt den Ellipsoid, für die Röhre Ost-ungleich, an der italienisch-österreichischen Staatsgrenze.

1, con valori che arrivano a 1.00009 e che variano in funzione delle coordinate Est e Nord.

Si tratta quindi di differenze fra la distanza nel piano di progetto e la corrispondente distanza da tracciare che arrivano a circa 10 cm ogni km di galleria: 1000.00 m di progetto sono 999.90 m in fase di tracciamento. Inoltre ogni distanza progettata a quota zero risulta essere più lunga nella realtà in funzione della quota a cui si sta lavorando.

Una distanza di progetto di 1000,000 m corrisponde ad una distanza di tracciamento pari a circa 1000,121 m, se si lavora a 770 metri di quota ellissoidica.

La combinazione dei due effetti, dovuti al modulo di deformazione lineare e alla riduzione alla superficie di riferimento, varia da punto a punto in funzione dei valori delle coordinate Est, Nord e quota.

Il territorio di progetto nel punto più a Est arriva ad essere a 2°40' dal meridiano centrale del fuso; è quindi forte anche l'angolo di convergenza dei meridiani, cioè la differenza fra nord geografico e nord cartografico e sono significativi i valori di riduzione alle corde cioè le differenza fra una direzione nel piano cartografico e la corrispondente direzione nella realtà.

Si ritiene adeguato utilizzare un piano cartografico generato sempre da una proiezione Trasversa di Mercatore (TM), cioè da una proiezione conforme di Gauss, utilizzando però un ellissoide senza coefficiente di contrazione ($k = 0.9996$), anzi leggermente espanso in modo da passare per la quota media di progetto (720 m di quota ortometrica UELN che corrispondono a circa 770 metri di quota ellissoidica).

Le coordinate del punto medio baricentrico nel sistema sono:

UTM -WGS84:

Est = 692294,890

Nord = 5206131,024

Q (UELN)= 804,942

Long = 11° 31' 42.5775"

Lat = 46° 58' 50.7947"

Il cilindro è reso tangente all'ellissoide in corrispondenza del Confine di Stato italo-austriaco per la canna est-dispari.

Für dessen geographische Definition wurden folgende Werte benutzt:

Ellipsoid WGS84:

Zentralmeridian der Zeitzone = $11^{\circ}31'42.5775''$

Falscher Ost = $y_0 = 20000.000$ m

Falscher Nord = $x_0 = -5105739,717$ m

Maßstab = 1.000121

Die Werte Falscher Ost und Falscher Nord führen eine Verschiebung ein (sprich einen falschen Ursprung), so dass das zuvor vorgeschlagene Baryzentrum konventionelle Koordinaten einnimmt von 20 km im Osten und 100 km im Norden, um somit keinen negativen Koordinatenpunkt zu haben und um Koordinatenpaare zu bilden, bei denen die Werte nicht denen die für andere offizielle kartographischen Systeme typisch sind ähneln.

Der Plan entwickelt sich so in einem Gebiet ca. 10 km Ost und West im Vergleich zum Zentralmeridian der Zeitzone.

Die lineare Verformung in diesem Fall hält sich innerhalb 2-3 Millimeter per km. Es muss keine weitere Rotation zur so erzeugten kartographischen Ebene eingeführt werden, weil der Meridiankonvergenzwinkel einfach zu bewerten ist und der konsequente Reduzierungseffekt an den Sehnen durchaus vernachlässigbar ist (der maximale Meridiankonvergenzwinkel ist von $4'$).

Der Vorteil dieser Wahl ist, dass mit einer einzigen Ebene für die gesamte Struktur gearbeitet wird, ohne dass Schwierigkeiten durch Anwendung von unterschiedlichen zweidimensionalen Systemen für jede Tunnelstrecke, erzeugt werden.

Die neue kartographische Ebene, welche durch eine besondere Projektion Transverse Mercator (TM) gebildet wird, ist BBT_TM-WGS84 benannt und wird Koordinaten haben:

x (Nord) ; y (Ost)

Per la sua definizione geografica sono da utilizzare i Seguenti valori:

ellissoide WGS84:

Meridiano centrale del fuso = $11^{\circ}31'42.5775''$

Falsa Est = $y_0 = 20000.000$ m

Falsa Nord = $x_0 = -5105739,717$ m

Fattore di scala = 1.000121

I valori di Falsa Est e Falsa Nord introducono una traslazione (cioè una falsa origine) in modo che il punto baricentrico precedentemente proposto assuma coordinate convenzionali pari a 20 km in Est e 100 km in Nord, così da non avere alcun punto di coordinate negative e da generare coppie di coordinate che non abbiano valori simili a quelli tipici di altri sistemi cartografici di riferimento ufficiali.

Il progetto di sviluppa in questo modo in un ambito di circa 10 km ad est e ovest rispetto al meridiano centrale del fuso.

La deformazione lineare in tal caso è contenuto entro 2-3 millimetri per km. Non è necessario introdurre alcuna ulteriore rotazione al piano cartografico così generato perché l'angolo di convergenza dei meridiani è di semplice valutazione ed il conseguente effetto di riduzione alle corde è assolutamente trascurabile (l'angolo di convergenza dei meridiani massimo risulta pari a circa $4'$).

Il vantaggio di tale scelta è quello di lavorare con un unico piano per l'intera struttura, senza i problemi che si generano adottando sistemi piani differenti per ciascun tratto di galleria.

Il nuovo piano cartografico, generato da una particolare proiezione Trasversa di Mercatore (TM), prende il nome di BBT_TM-WGS84 ed avrà coordinate:

x (Nord) ; y (Est)

1.2.1 Von geographischen Koordinaten zu Ebene Koordinaten (x,y)

Um die Koordinaten eines Punkts im System UTM32 (Einreichprojekt) in Ebenen Koordinaten BBT_TM-WGS84 (Ausführungsplanung) umzuwandeln, bezieht man sich auf folgendes Übertragungsverfahren:

1.2.1 Da coordinate geografiche a coordinate piane (x,y)

Per convertire le coordinate di un punto nel sistema UTM32 (Progetto Definitivo) in coordinate piane BBT_TM-WGS84 (Progetto Esecutivo) si fa riferimento alla seguente procedura di conversione:

$$x = x_0 + k_0 \cdot N \cdot \left[A + (1-t+\eta) \frac{A^3}{6} + (5-18t+t^2+72\eta-58e^2) \frac{A^5}{120} \right]$$

$$y = y_0 + k_0 \cdot \left\{ M + N \cdot \tan \varphi \cdot \left[\frac{A^2}{2} + (5-t+9\eta+4\eta^2) \frac{A^4}{24} + (61-58t+t^2+600\eta-330e^2) \frac{A^6}{720} \right] \right\}$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \quad \text{oder:} \quad N = \frac{c}{\sqrt{1+e'^2 \cdot \cos^2 \varphi}}$$

$$t = \tan^2 \varphi$$

$$\eta = e'^2 \cdot \cos^2 \varphi$$

$$A = (\lambda - \lambda_0) \cos \varphi$$

$$M = a \cdot [\alpha \cdot \varphi - \beta \cdot \sin(2\varphi) + \gamma \cdot \sin(4\varphi) - \delta \cdot \sin(6\varphi)]$$

$$\alpha = 1 - \frac{1}{4}e^2 - \frac{3}{64}e^4 - \frac{5}{256}e^6$$

$$\beta = \frac{3}{8}e^2 + \frac{3}{32}e^4 + \frac{45}{1024}e^6$$

$$\gamma = \frac{15}{256}e^4 - \frac{45}{1024}e^6$$

$$\delta = \frac{35}{3072}e^6$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$c = \frac{a^2}{b}$$

BBT_TM-WGS84:

$x_0 = -5\,105\,739,717\text{m}$
 $y_0 = 20\,000\text{m}$
 $\lambda_0 = 11^\circ 31' 42.5775''$
 $k_0 = 1.000121$
 $a = 6378137,000\text{ m}$
 $b = 6356752,314\text{ m}$

wobei:

x_0 Zusatzkonstante Nord

y_0 Zusatzkonstante Ost

λ_0 Bezugsmeridian

k_0 Maßstab

a, b Ellipsoid Parameter

dove

x_0 Costante addizionale Nord

y_0 Costante addizionale Est

λ_0 Meridiano di riferimento

k_0 Fattore di scala

a, b Parametri dell'ellissoide

1.2.2 Von Ebene Koordinaten zu geographischen Koordinaten (φ, λ)

Um die Koordinaten eines Punktes im System BBT_TM-WGS84 (Ausführungsplanung) in kartographischen Koordinaten UTM32 (Einreichprojekt) umzuwandeln, bezieht man sich auf folgendes Übertragungsverfahren:

1.2.2 Da coordinate piane a coordinate geografiche (φ, λ)

Per convertire le coordinate di un punto nel sistema BBT_TM-WGS84 (Progetto Esecutivo) in coordinate geografiche UTM32 (Progetto Definitivo) si fa riferimento alla seguente procedura di conversione:

$$\varphi = \varphi_1 - \frac{N_1 \cdot \tan \varphi_1}{\rho_1} \cdot \left[\frac{D^2}{2} - (5 - 3t_1 + 10\eta_1 - 4\eta_1^2 - 9e'^2) \frac{D^4}{24} + (61 + 90t_1 + 298\eta_1 + 45t_1^2 - 252e'^2 - 3\eta_1^2) \frac{D^6}{720} \right]$$

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{\left[D - (1 + 2t_1 + \eta_1) \frac{D^3}{6} + (5 - 2\eta_1 + 28t_1 - 3\eta_1^2 + 8e'^2 + 24t_1^2) \frac{D^5}{120} \right]}{\cos \varphi_1}$$

$$\varphi_1 = \mu_1 + \alpha \cdot \sin(2\mu_1) + \beta \cdot \sin(4\mu_1) + \gamma \cdot \sin(6\mu_1) + \delta \cdot \sin(8\mu_1)$$

$$\alpha = \frac{3}{2}e_1 - \frac{27}{32}e_1^3$$

$$\beta = \frac{21}{16}e_1^2 - \frac{55}{32}e_1^4$$

$$\gamma = \frac{151}{96}e_1^3$$

$$\delta = \frac{1097}{512}e_1^4$$

$$\mu_1 = \frac{(x - x_0)}{k_0 \cdot a \cdot \left(1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3e^4}{64} - \frac{5e^6}{256} \right)}$$

$$D = \frac{(y - y_0)}{N_1 \cdot k_0}$$

$$N_1 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_1}} \quad \text{oder:} \quad N_1 = \frac{c}{\sqrt{1 + e'^2 \cdot \cos^2 \varphi_1}}$$

$$t_1 = \tan \varphi_1^2$$

$$\eta_1 = e'^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 \quad \rho_1 = \frac{a(1 - e^2)}{\sqrt{[(1 - e^2) \cdot \sin^2 \varphi_1]^3}}$$

$$e_1 = \frac{1 - \sqrt{1 - e^2}}{1 + \sqrt{1 - e^2}} \quad e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad c = \frac{a^2}{b}$$

	$x_0 = -5\,105\,739,717\text{m}$
	$y_0 = 20\,000\text{m}$
BBT_TM-WGS84:	$\lambda_0 = 11^\circ 31' 42.5775''$
	$k_0 = 1.000121$
	$a = 6378137,000\text{m}$
	$b = 6356752,314\text{m}$

1.3 BENUTZTES VERFAHREN MIT AUTODESK CIVIL 3D

Um die Veränderungen von und zu einem der oben beschriebenen Koordinatensysteme durchzuführen, ist die Software Autodesk Civil 3D benutzt worden, welche in der Lage ist die Übertragung der Kartographie und der Stütz- und Vollendungselemente der Planung zu automatisieren.

Bevor das Betriebsverfahren der Übertragung vertieft wird, sind einige zur Programmeinrichtung vorbereitende Verfahren durchgeführt worden.

Zur Definition der Koordinatensysteme sind Übertragungsdateien genutzt worden mit der Dateiendung *.csd, welche im Archiv "CSD mit allen trafos.zip":beinhaltet sind:

Category.csd

Coordsys.csd

Datums.csd

Elipsoid.csd

Diese Dateien sind in den Ordner C:\ProgramData\Autodesk\Geospatial Coordinate Systems 14.00 kopiert worden

und mit den schon vorhandenen ersetzt worden, nicht bevor ein Backup der Originaldateien ausgeführt worden ist.

Die alten <*.CSD> Dateien enthalten andere Koordinatensysteme; diese Systeme werden nicht mehr gebraucht solange die ursprünglichen Dateien nicht wiederhergestellt werden.

1.3 PROCEDURA UTILIZZATA CON AUTODESK CIVIL 3D

Per realizzare le trasformazioni da e verso uno dei sistemi di coordinate sopra descritti è stato utilizzato il software Autodesk Civil 3D in grado di automatizzare la conversione delle cartografie e degli elementi a supporto e a completamento della progettazione.

Prima di addentrarsi nella procedura operativa di conversione sono state effettuate procedure propedeutiche alla preparazione del programma.

Per la definizione dei sistemi di coordinate si sono utilizzati dei file di conversione con estensione *.csd contenuti nell'archivio "CSD mit allen trafos.zip":

Category.csd

Coordsys.csd

Datums.csd

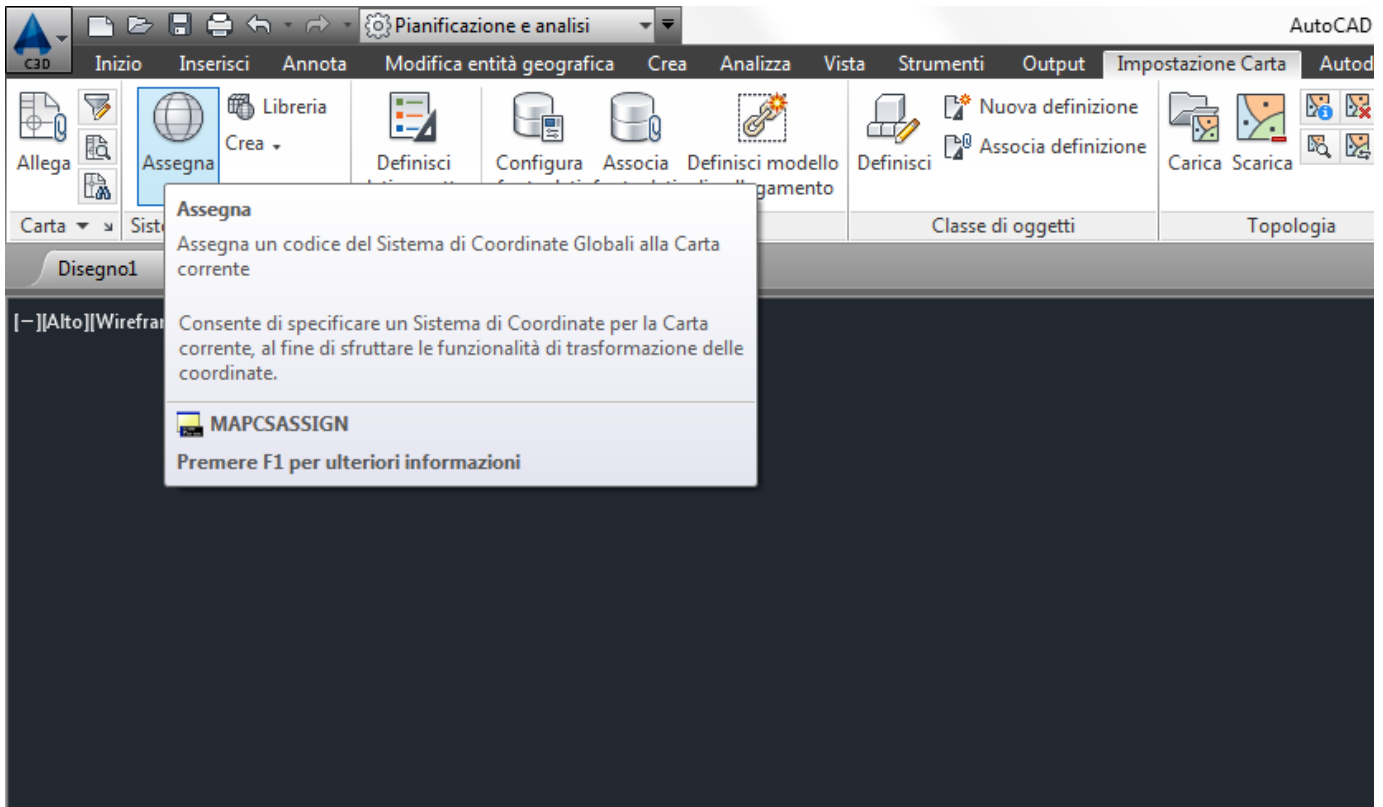
Elipsoid.csd

Tali files sono stati copiati nella cartella C:\ProgramData\Autodesk\Geospatial Coordinate Systems 14.00

e sostituiti a quelli già presenti non prima di aver effettuato un backup dei file originali.

I file vecchi <*.CSD> contengono altri sistemi di coordinate; questi sistemi non sono più utilizzabili fin tanto che i files originari non vengono ripristinati.

Zu Beginn jeder Zeichnung muss das richtige Koordinatensystem zugeordnet werden. Dies geschieht durch den Befehl "Globales Koordinatensystem zuweisen" innerhalb der Befehle der Papier Einstellung



Es wird sich ein neues Fenster öffnen in dem das in der Datei zurzeit genutzte Koordinatensystem visualisiert wird und eventuell eines zugewiesen werden kann.

Insbesondere muss in der Aufklappliste "Staat" die Menü Option "vom User bestimmt" gewählt werden.

Es werden so die durch die zuvor ersetzten CSD-Dateien die geladenen Bezugssysteme aufscheinen.

Wie man in folgende Abbildung sieht sind sowohl BBT_TM-WGS84 als auch das System BBT-UTM32 präsent.

Zur Umwandlung vom System BBT-UTM32 zum System BBT_TM-WGS84 wird das System BBT_TM-WGS84 zugewiesen und die Datei gespeichert. Konsequenterweise, ist das aktuelle Koordinatensystem das System BBT_TM-WGS84.

Dagegen, soll vom Koordinatensystem BBT_TM-WGS84 zum BBT-UTM32 gewechselt werden, muss der offenen Datei der letztere zugewiesen werden.

All'inizio per ogni disegno deve essere assegnato il corretto sistema di coordinate. Questo viene fatto tramite il comando "Assegna Sistema di Coordinate Globali" all'interno dei comandi relativi all'impostazione carta

Si aprirà una nuova finestra in cui sarà visualizzare il sistema di coordinate attualmente in uso nel file ed eventualmente assegnarne uno.

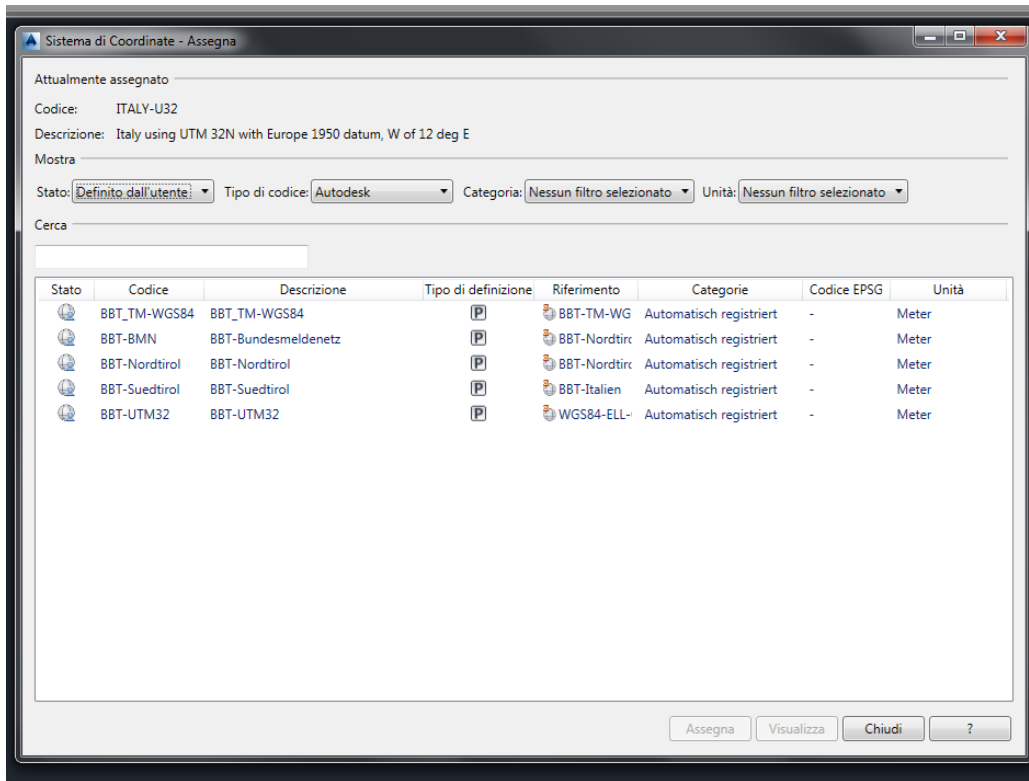
In particolare si dovrà selezionare nella tendina "stato" la voce "definito dall'utente".

Appariranno così i sistemi di riferimento caricati tramite i files .CSD sostituiti in precedenza.

Come è possibile vedere nella seguente figura sono presenti sia BBT_TM-WGS84 che il sistema BBT-UTM32.

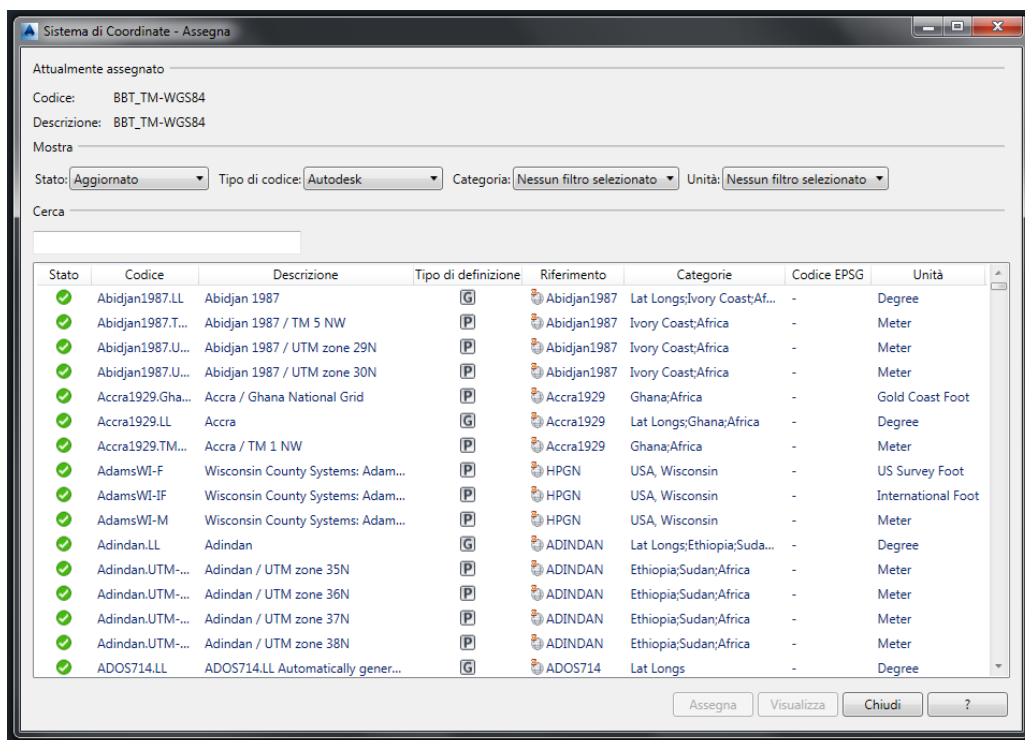
Per la trasformazione dal sistema BBT-UTM32 al sistema BBT-TMWGS84 assegnare il sistema BBT-TMWGS84 e salvare il file. Il sistema di coordinate attuale è di conseguenza il sistema BBT-TMWGS84.

Al contrario se si vuole passare dal sistema di coordinate BBT-TMWGS84 al sistema BBT-UTM32 si dovrà assegnare quest'ultimo al file aperto.



Wenn derselbe Zuweisungsbefehl des Global Systems wiederaufgerufen wird kann gesehen werden, dass BBT_TM-WGS84 zugewiesen wurde.

Richiamando lo stesso comando di assegnazione di sistema globali si vedrà che il sistema assegnato è BBT_TM-WGS84

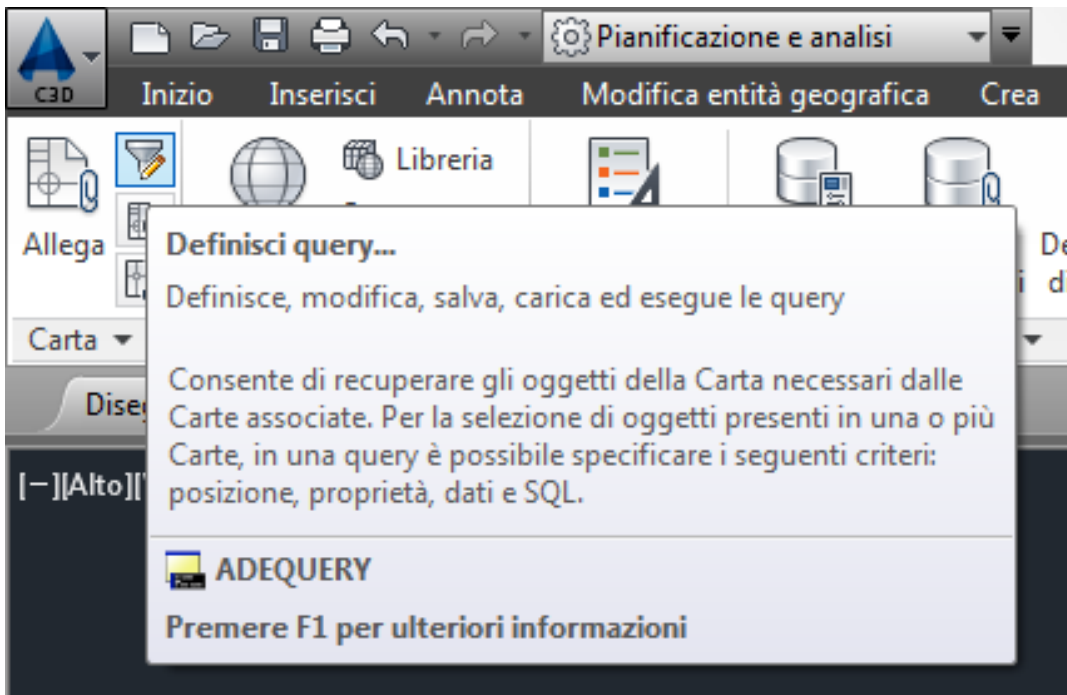


Durch das Befehl "Query festlegen" wird der Filter auf alle Objekte, welche zum Koordinatensystem das umgewandelt werden soll gehören, ausgeführt (in diesem Fall wird eine

Tramite il comando "Definisci query" eseguiamo il filtro su tutti gli oggetti appartenenti al sistema di coordinate che si vuole trasformare (in questo caso selezioneremo un file contenente la

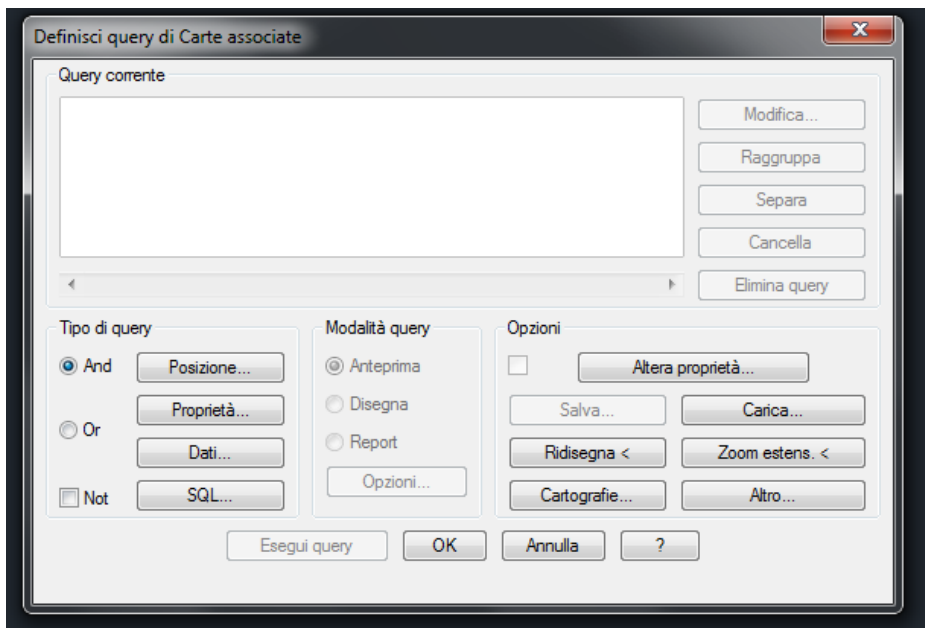
Datei gewählt, welche die Kartographie oder die Planungselemente in den Koordinaten BBT-UTM32 enthält).

cartografia od elementi di progettazione nelle coordinate BBT-UTM32)



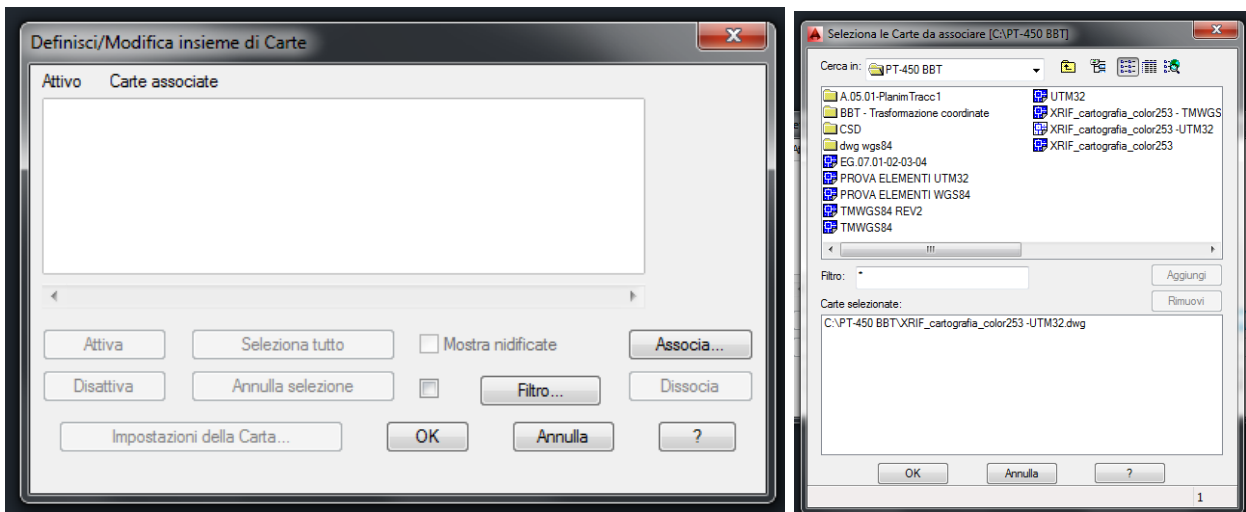
Die Zeichnungen des BBT-UTM32-Systems werden durch die Taste "Kartographie" zugewiesen

Assegnare i disegni del sistema BBT-UTM32 selezionando il tasto "Cartografie"



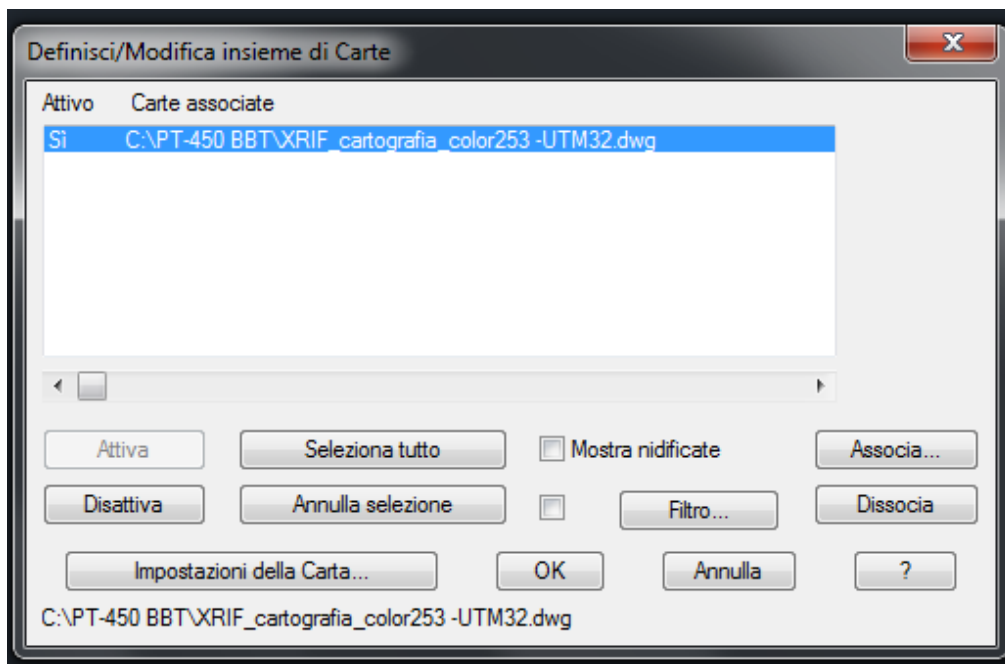
Die Dateien werden durch die Taste "Verknüpfen..." verknüpft.

Associare i files da trasformare selezionando il tasto "Associa..."



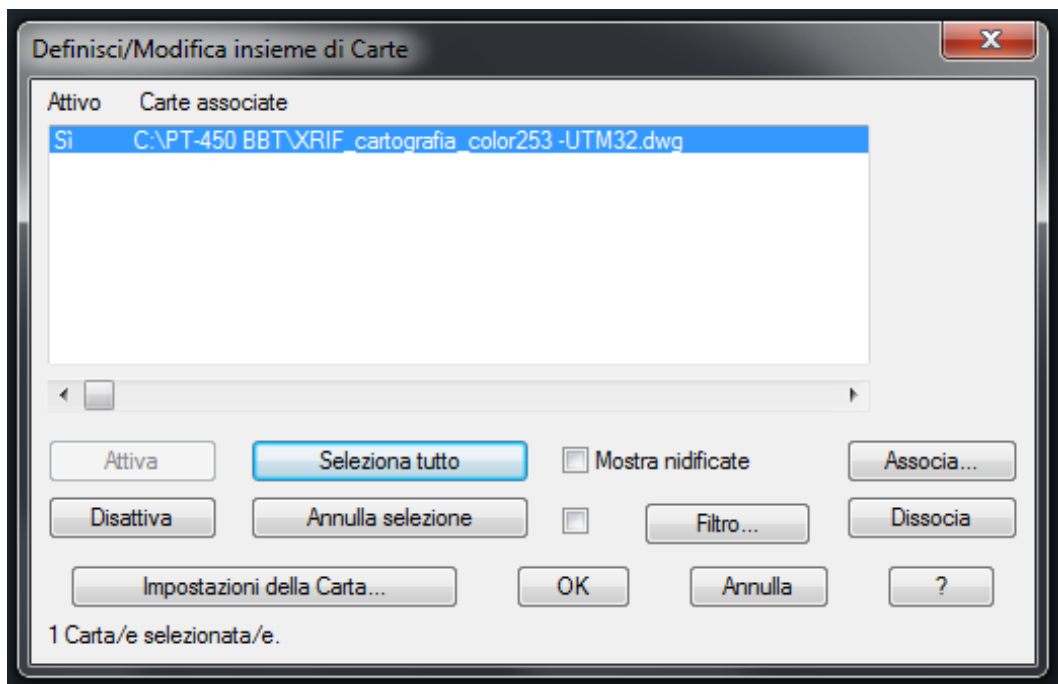
Es wird alles markiert und durch Bestätigung der Aufgabe fortgefahren.

Selezionare tutto e proseguire confermando l'operazione.



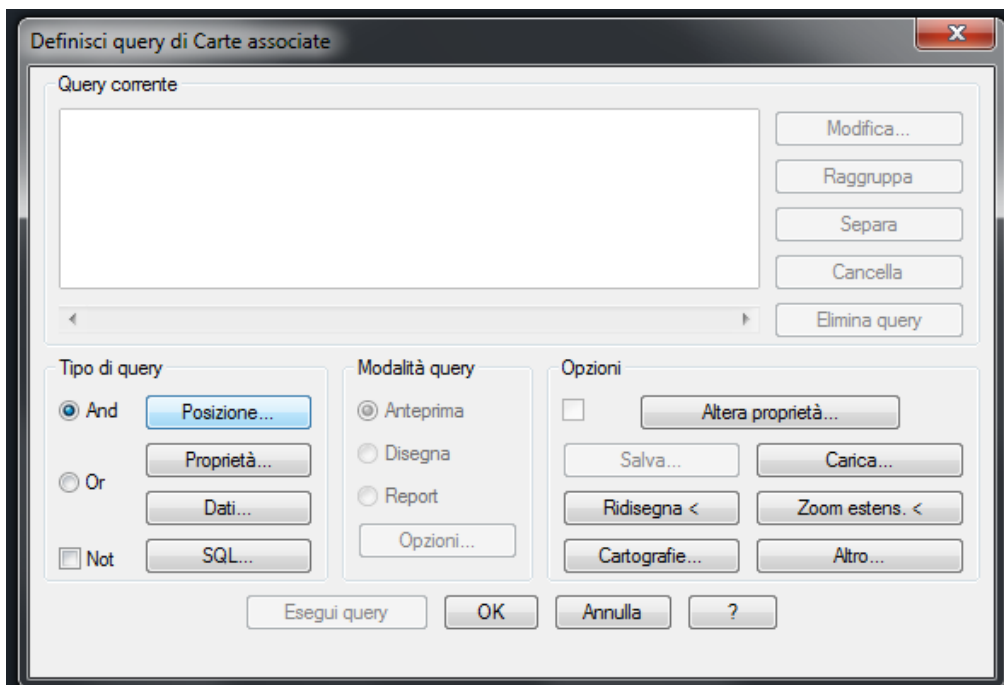
Wie im unteren Teil des Fensters erkennbar ist, wurde 1 Karte markiert, weil die Markierung nur auf eine Datei und nicht mehrere Dateien ausgeführt wurde.

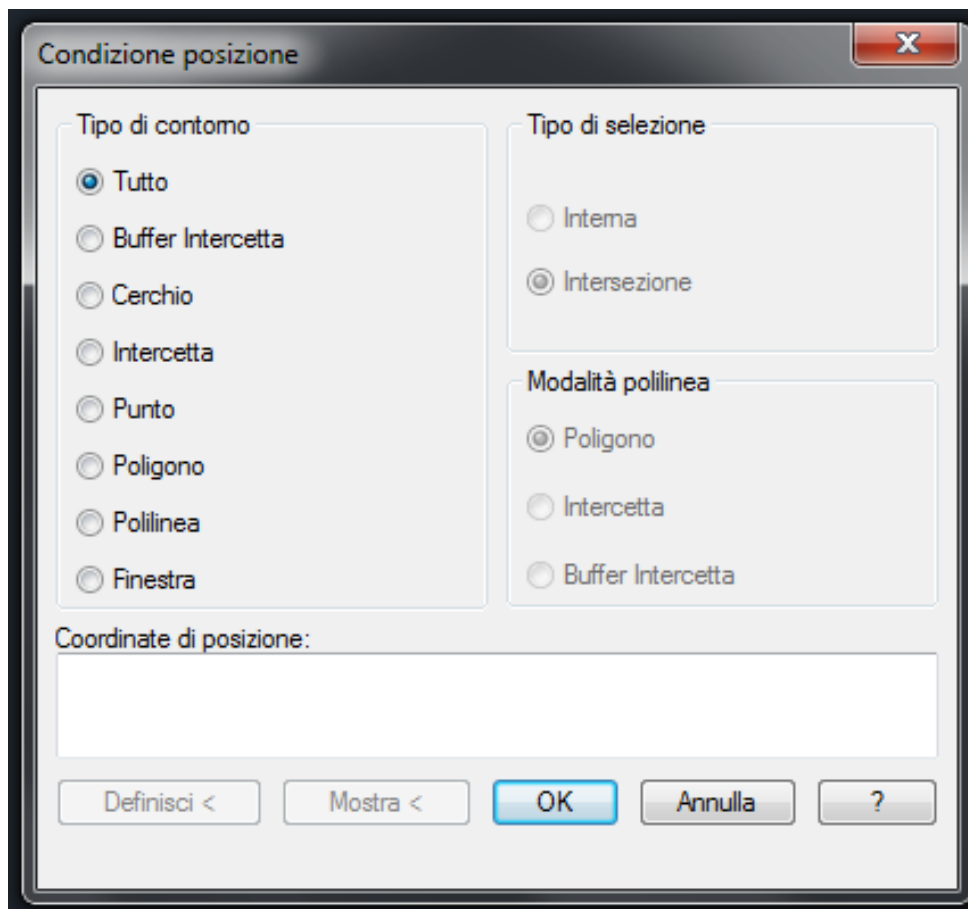
Come si vede nella parte bassa della finestra è stata selezionata 1 carta poiché la selezione è stata effettuata solo su un file e non su files multipli.



Taste "Position..." drücken und als Umrisstyp "ALLES" wählen.

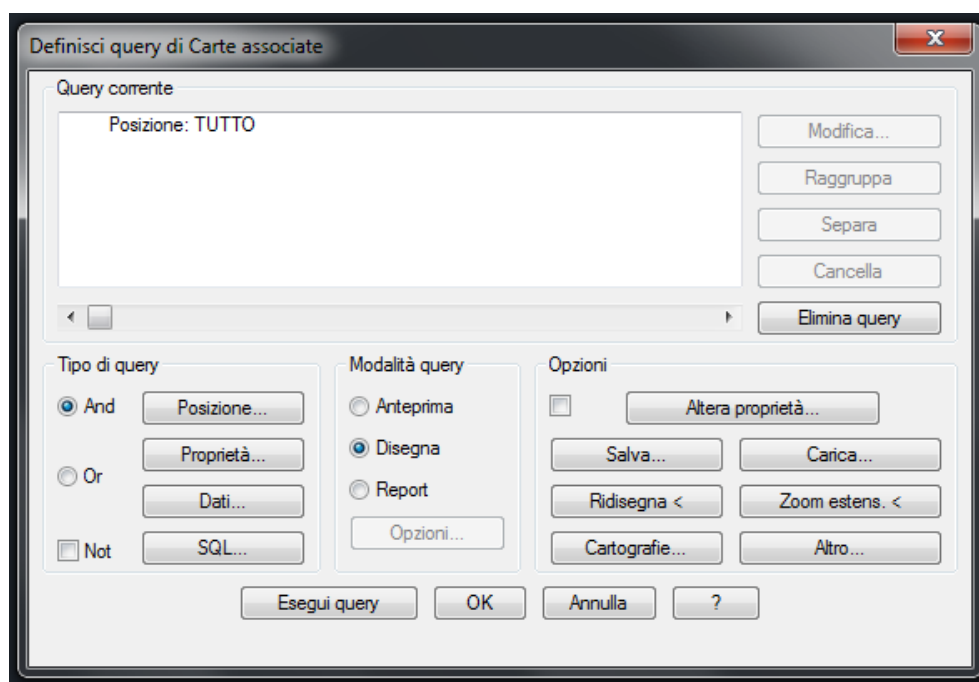
Premere il tasto "Posizione..." e come tipo di contorno selezionare "TUTTO".





Das Umwandlungsverfahren erfolgt durch die Taste "Query ausführen", nicht aber bevor die Query-Modalität, d.h. "Zeichne" gewählt wurde.

La procedura di trasformazione avviene premendo il tasto "esegui query" non prima però di aver scelto la modalità di query ossia "disegna".



Um das Procedere zu kontrollieren können die Koordinaten des in Folge aufgelisteten Punkts genutzt werden, welcher in beiden Koordinatensysteme verfügbar ist.

Per controllare il modo di procedere si può usare le coordinate del punto elencato di seguito, disponibile in tutti e due sistemi coordinativi.

Koordinatensystem Sistema coordinativo	Rechtswert [m] Est [m]	Hochwert [m] Nord [m]
BBT-UTM32/WGS84	681935.105	5235550.157
BBT-TM/WGS84	10596.151	129741.471