



**STUDI DI FATTIBILITA' VARIANTE STRADA COMUNALE
"RUE DES BARMES" - CHAMPOLUC
- INDAGINE GEOFISICA -**

SINCERT



CERT. N. 29
UNI EN ISO 9001:2008

Relazione n. 3316 - Maggio 2012



GEOINVEST s.r.l.
Geologia-Geofisica

1. PREMESSA

Il presente documento illustra i dettagli operativi e i risultati di un'indagine geofisica eseguita nell'ambito dello studio di fattibilità della variante della "Rue des Barmes" a Champoluc (AO).

In particolare l'intervento è stato realizzato tramite la registrazione di profili tomografici elettrici con lo scopo essenziale di fornire utili informazioni alla ricostruzione geologico-strutturale dell'area d'interesse.

Il programma lavori è stato definito dalla Committenza.

L'attività di registrazione si è articolata in n. 3 profili costituiti da n. 42 elettrodi intervallati 5 metri (lunghezza unitaria 215 metri).

Costituisco parte integrante del rapporto i seguenti elaborati:

- All. 1 - Planimetria di riferimento
- All. 2 - Tomografia elettrica - Sezioni L01-L02-L03

2. TOMOGRAFIA ELETTRICA

2.1 NOTE TEORICHE

La metodologia generalmente definita “geoelettrica” rappresenta uno dei metodi geofisici storicamente più utilizzati per la caratterizzazione dei materiali costituenti il sottosuolo.

I recenti sviluppi dell’elettronica e delle procedure d’acquisizione datano gestite tramite software dedicati, hanno consentito di applicare questa metodica, un tempo lenta e laboriosa, ai più disparati settori dello studio del sottosuolo con tempistica e dettaglio un tempo impensabili.

Il parametro di base misurato è la resistività elettrica, proprietà fisica che esprime la “resistenza” che i materiali offrono al passaggio della corrente elettrica.

Le misure geoelettriche consentono quindi, studiando le deformazioni del flusso di corrente causate dalle diverse strutture geologiche, di caratterizzare le strutture stesse e ricostruirne la distribuzione spaziale. La resistività delle formazioni geolitologiche è determinata essenzialmente dai seguenti fattori:

- Porosità; forma, dimensione e continuità dei pori;
- Percentuale di contenuto d’acqua dei pori;
- Salinità del liquido di saturazione dei pori;
- Presenza di matrice a granulometria fine;
- Conducibilità intrinseca dei minerali di base;

2.2 ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Come accennato la misura del valore di resistività elettrica dei materiali si realizza creando un campo elettrico artificiale nel mezzo da indagare e studiandone la distribuzione nel sottosuolo.

Il dispositivo di misura classico è costituito quindi da due coppie di elettrodi metallici infissi nel terreno a distanze opportune (dispositivo quadripolare). Generalmente i dispositivi utilizzati sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.

$$\begin{array}{c}
 A1_ _ _ _ _ _ _ A1_ _ _ _ _ _ M_ _ _ _ _ _ O_ _ _ _ _ _ N_ _ _ _ _ _ B1_ _ _ _ _ _ _ _ _ B2 \\
 \text{Dispositivo Schlumberger} \\
 A1_ _ _ _ _ _ M1_ _ _ _ _ _ O_ _ _ _ _ _ N1_ _ _ _ _ _ B1 \Rightarrow An_ _ _ _ _ _ Mn_ _ _ _ _ _ O_ _ _ _ _ _ Nn_ _ _ _ _ _ Bn \\
 \text{Dispositivo Wenner}
 \end{array}$$

La coppia (A-B) costituisce il circuito con il quale s’immette corrente nel terreno, la coppia (M-N) è il circuito di misura della differenza di potenziale generata nel terreno stesso dal passaggio della corrente.

Si misurano così le variazioni del campo elettrico, indotte dalle eterogeneità litologiche presenti nel sottosuolo: queste variazioni sono più o meno marcate in funzione del contrasto di resistività elettrica esistente fra mezzi con caratteristiche differenti.

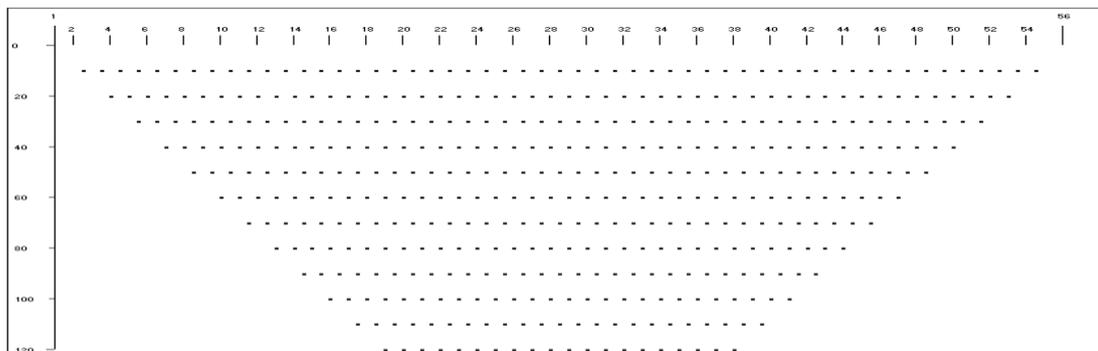


Figura 1 - Tomografia elettrica - Schema misure

La distribuzione della corrente in profondità e quindi la profondità dell'esplorazione è essenzialmente legata alla distanza tra i due elettrodi A e B e alle caratteristiche intrinseche del mezzo esplorato. La scelta del dispositivo più opportuno è legata alle condizioni dell'area da indagare, sia in termini strutturali sia di rapporto segnale-rumore (S/N). Dalla misura dell'intensità di corrente che fluisce tra gli elettrodi A-B e della differenza di potenziale tra gli elettrodi M-N è possibile quindi calcolare la resistività apparente e riferirla generalmente al centro del quadripolo ad una profondità che è funzione della distanza AB.

L'acquisizione tomografica consiste quindi nella misura dei valori di resistività in corrispondenza di un elevato numero di punti lungo la sezione d'indagine (Figura 1). La densità dei punti consente quindi di ricostruire con estremo dettaglio, anche tramite l'applicazione di algoritmi di calcolo bidimensionali, la sezione definendo in particolare gli effetti delle "variazioni laterali" e quindi restituendo una rappresentazione finale maggiormente corrispondente alla situazione reale.

2.2.1 Strumentazione utilizzata

I dati sono stati acquisiti con l'utilizzo della seguente strumentazione:

- # 1 Georesistivimetro digitale AGI - STING R1/IP (Figura 2);
- # 1 Dispositivo di gestione automatica degli elettrodi AGI - SWIFT;
- # 84 Elettrodi (smart electrodes) dotati di elettronica interna
- # 84 Picchetti in acciaio.



Figura 2 - Resistivimetro “STING R1/IP”

La principale innovazione introdotta dalla strumentazione utilizzata è rappresentata dalla gestione totalmente automatizzata delle misure, realizzata tramite un georesistivimetro multicanale di ultima generazione, con il quale è possibile l’acquisizione in tempi brevi di un elevato numero di punti, sfruttando la tecnologia dei cosiddetti “elettrodi intelligenti” (smart electrodes) che consente ad ogni elettrodo, dotato di un’elettronica interna, di essere utilizzato sia per l’invio della corrente sia per la misura del potenziale.



Figura 3 - Particolare “Smart Electrode”

Lo strumento è in grado, infatti, di gestire, tramite un’opportuna interfaccia, fino a 254 elettrodi contemporaneamente collegati. A loro volta gli elettrodi sono a contatto con il terreno tramite adeguati picchetti metallici.



Figura 4 - “Layout” dei profili di tomografia elettrica

Il resistivimetro gestisce tramite software tutte le operazioni relative al controllo di qualità dei dati acquisiti attraverso le seguenti fasi:

- *controllo del dispositivo di misura tramite verifica della resistenza di contatto degli elettrodi;*
- *azzeramento dei potenziali spontanei;*
- *iniezione di corrente in quantità, periodo e sequenze opportune;*
- *misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della “deviazione standard”;*
- *memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione*

L’acquisizione automatica dei dati garantisce, come accennato un’elevata velocità di esecuzione. In tale situazione per la miglior qualità dei dati è di fondamentale importanza un “layout” ottimale della linea degli elettrodi.

In particolare è necessario verificare la “resistenza di contatto” tra gli elettrodi e il terreno, ed eventualmente adottare le adeguate procedure di riduzione di tale parametro prima dell’inizio del processo di acquisizione.

2.2.2 Procedure di acquisizione

Prima dell’avviso delle misure, tramite la stessa strumentazione, si procede quindi alla verifica dei valori di resistenza di contatto che sono registrati per il successivo controllo di qualità.

Ogni misura di resistività è effettuata con una ripetizione del ciclo “+--+” di cui è calcolato il valore della **deviazione standard**.

2.2.3 Procedure di elaborazione

L’elaborazione dei dati registrati ha seguito il seguente schema:

- *editing per l’individuazione e rimozione dei valori caratterizzati da un errore elevato (variazione standard non superiore al 2%);*
- *ricostruzione della sezione di pseudoresistività apparente misurata;*
- *definizione delle dimensioni della griglia da utilizzare per l’inversione 2D;*
- *inversione 2D e la ricostruzione della sezione di resistività tramite iterazioni successive condotte sulla base del confronto delle pseudosezioni di resistività misurata e calcolata*

3. ANALISI DEI DATI - RISULTATI

In termini di qualità va osservato che le procedure di lavoro descritte hanno consentito di acquisire dati di un elevato livello qualitativo e pertanto il successivo processo d'inversione per l'elaborazione delle sezioni finali, ha raggiunto livelli minimi di scostamento tra dati acquisiti e modello teorico.

Le sezioni allegate nelle quali, tramite le diverse gradazioni di colore, è stata rappresentata la distribuzione dei valori di resistività elettrica, mostrano il miglior modello bidimensionale possibile per ogni profilo e consentono di evidenziare la presenza di diverse **unità geofisiche**.

Facendo riferimento ai litotipi presenti nella zona, è possibile descrivere come segue tali unità geofisiche:

- *unità con caratteristiche conduttive ($\rho < 400 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ colore azzurro-blu) costituita verosimilmente da materiali a granulometria fine, riferibili ai depositi colluviali;*
- *unità con caratteristiche resistive ($\rho > 1100 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ - colore arancione-rosso), riferibile al substrato roccioso riferibile a calcescisti/prasiniti;*
- *unità intermedia ($500 < \rho < 1100 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ colore verde), riferibile a depositi con caratteristiche di natura prevalentemente detritica più grossolani in corrispondenza dei valori relativamente più alti di resistività.*

Le unità risultano più uniformi quanto più uniforme è la colorazione, mentre le brusche variazioni di colore son indicative dei passaggi di stato.

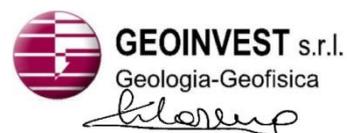
La distribuzione, la geometria e la localizzazione stratigrafica delle unità, consentono di ricostruire il modello dell'area indagata caratterizzato dai seguenti aspetti principali:

- **la sezione L03**, registrata nella porzione settentrionale evidenzia la diffusa presenza del substrato roccioso con deboli coperture detritiche che si incrementano al piede del versante;
- **la sezione L02**, acquisita nella porzione centrale manifesta la presenza del substrato roccioso sino alla progressiva 100, di seguito si registrano depositi detritici sempre più fini nella parte basale con probabile presenza di livelli acquiferi.
Nell'ambito dell'unità rocciosa si osserva un potenziale disturbo strutturale (progressiva 60-70) che riduce la resistività nell'ambito della formazione rocciosa;
- **la sezione L01**, registra una copertura detritica che accumula al piede con definizione di un corpo franoso sovrastante un'unità relativamente conduttiva riferibile ai depositi colluviali.
Marginalmente alle progressive 40-80 si registra il substrato roccioso.

Per una visione d'insieme è stata affrontata una visione 3D rapportata al rilievo geologico disponibile, riportando il presunto tracciato della galleria.

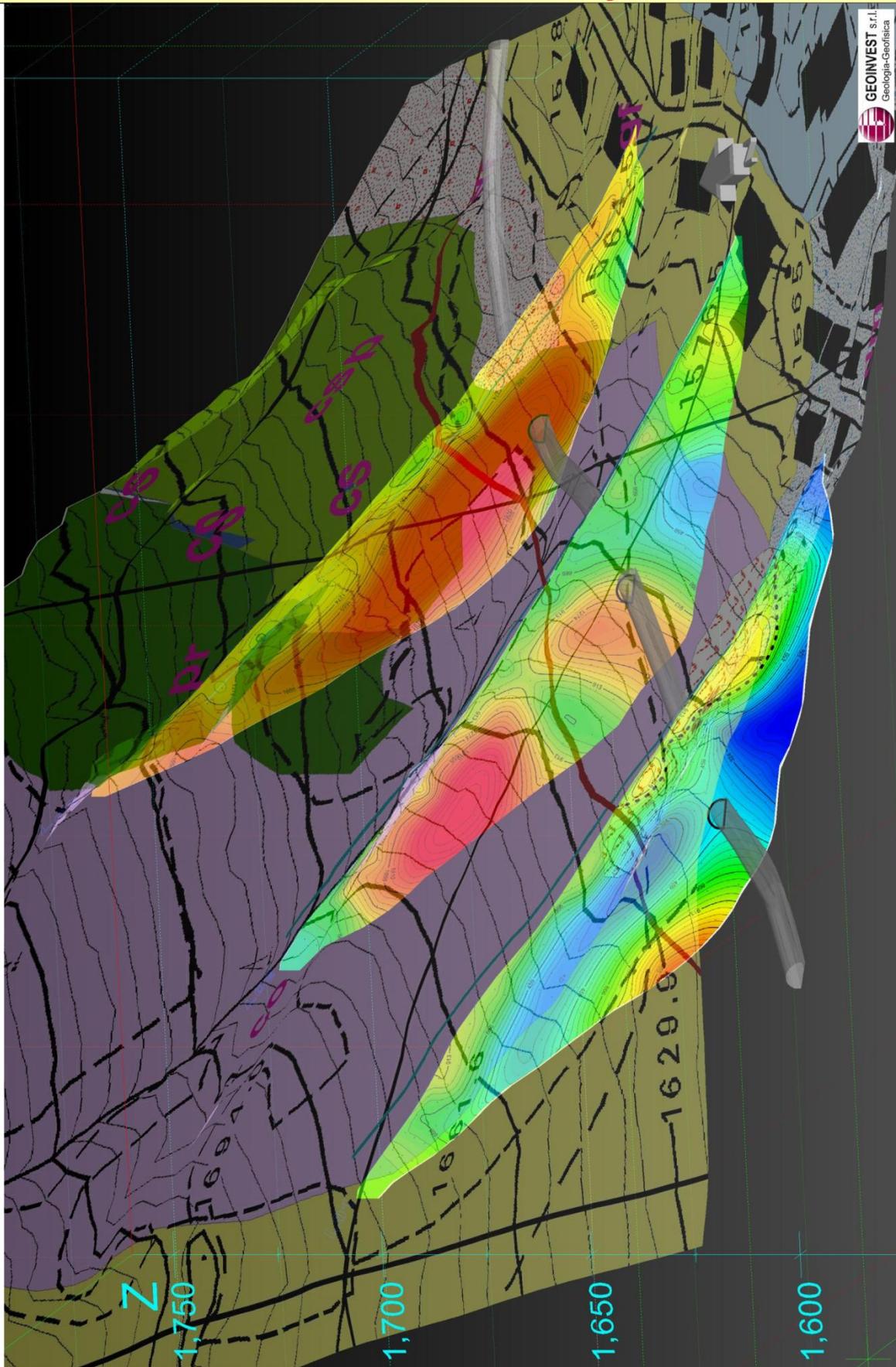
Si evince come nei profili L03-L02 la posizione della futura galleria si inserisce nel substrato roccioso, in corrispondenza del profilo L01 la galleria si posiziona in una zona di contatto fra substrato e depositi colluviali.

A tale riguardo sarebbe opportuno poter definire, con un profilo continuo lungo l'asse galleria, le posizioni dei contatti fra le unità sopra descritte negli intervalli fra le sezioni trasversali.



n.3316, Cartella: Q:\AO_AYAS_Champoluc\Relazion_image_x_rapporto File: T\Visualizzazione3D_sezioni_elettricheL01-L02-L03.dwg Layout: Layout_1 Plot: 16/02/2011

Visualizzazione 3D delle sezioni elettriche tomografiche: L01-L02-L03





COMUNE DI AYAS

STUDI DI FATTIBILITÀ VARIANTE STRADA
COMUNALE "RUE DES BARMES"
- CHAMPOLUC -

INDAGINE GEOFISICA

Planimetria di Riferimento

- 1:1000 -



GEOINVEST s.r.l.
Geologia-Geofisica
via della Conciliazione, 45/A - 29122 Piacenza Italia
telefono 0523 593622 - fax 0523 593640
www.geoinvest.it - geoinvest@geoinvest.it



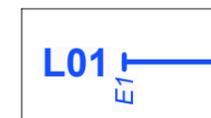
Fig. 1

Plot: 29/05/2012

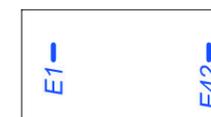
N. 3316 Q:\AO_AYAS_Champoluc\Relazioni\T-Planimetria_di_riferimento ; Layout_1000



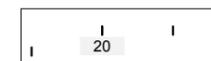
RILIEVO ELETTRICO



Tracce
Profili Elettrici



Elettrodi
iniziali e finali
stendimento



Progressive di
riferimento in metri



Traccia galleria in
progetto



COMUNE DI AYAS

STUDI DI FATTIBILITÀ VARIANTE STRADA
COMUNALE "RUE DES BARMES"
- CHAMPOLUC -

INDAGINE GEOFISICA

TOMOGRAFIA ELETTRICA - L01
- 1:500 -



GEOINVEST s.r.l.
Geologia-Geofisica
via della Conciliazione, 45/A - 29122 Piacenza Italia
telefono 0523 593622 - fax 0523 593640
www.geoinvest.it - geoinvest@geoinvest.it

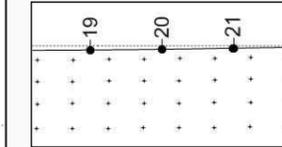
Fig. 2.a

Plot: 29/05/2012

N. 3316 Q:\AO_AYAS_Champoluc\Relazioni\T-Tomografia_Elettrica_L01 ; Layout_500

RILIEVO ELETTRICO

LAYOUT ACQUISIZIONE



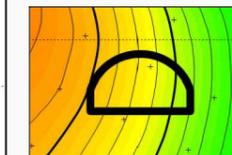
Elettrodi

Punti di misura

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



Isocurve di resistività
elettrica

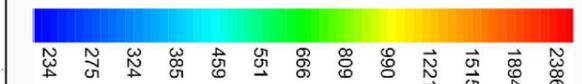


Posizione galleria in
progetto



Probabile limite di frana

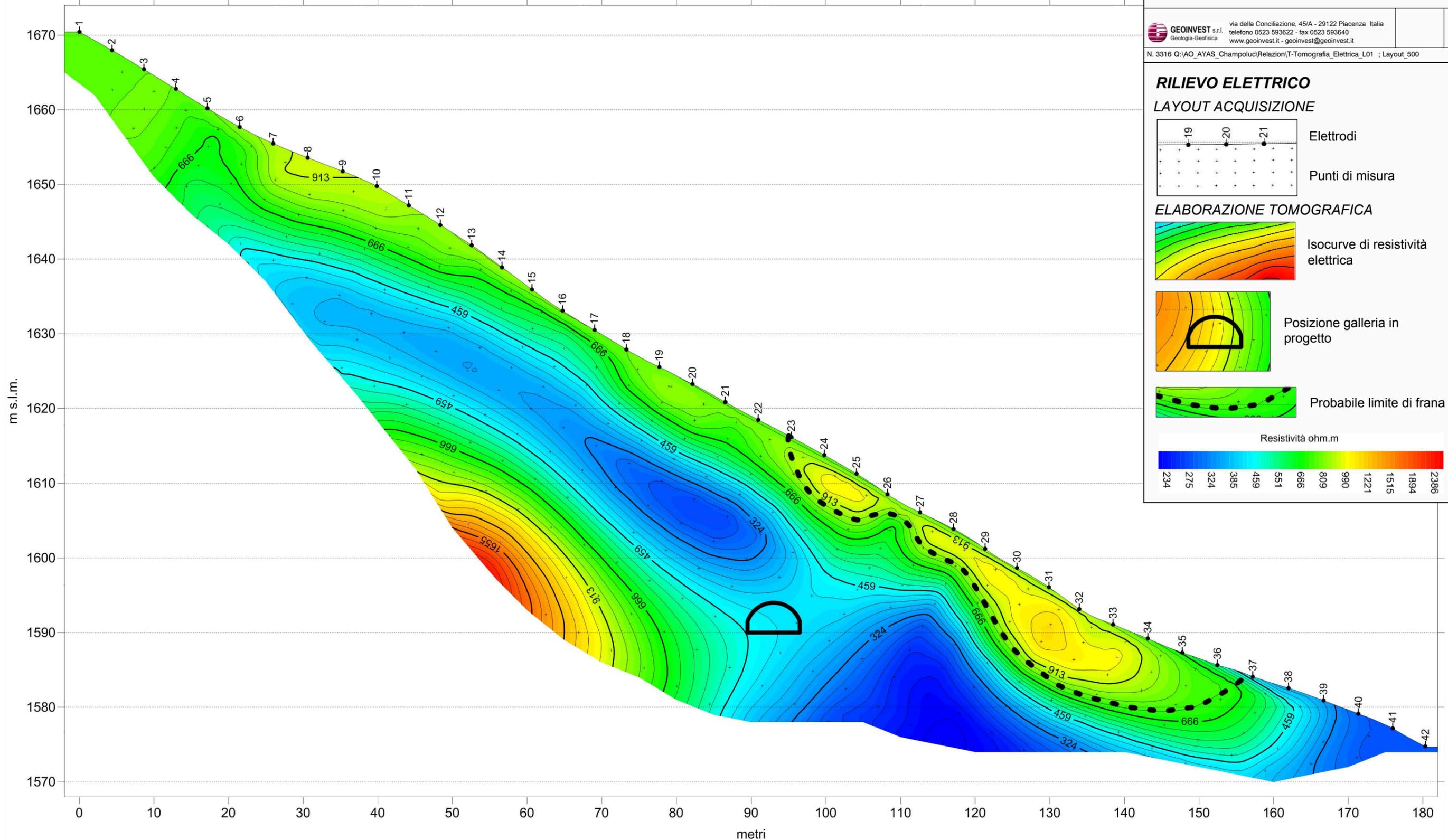
Resistività ohm.m



Sezione L01

←NW

SE→





COMUNE DI AYAS

STUDI DI FATTIBILITÀ VARIANTE STRADA
COMUNALE "RUE DES BARMES"
- CHAMPOLUC -

INDAGINE GEOFISICA

TOMOGRAFIA ELETTRICA - L02
- 1:500 -



GEOINVEST s.r.l.
Geologia-Geofisica
via della Conciliazione, 45/A - 29122 Piacenza Italia
telefono 0523 593622 - fax 0523 593640
www.geoinvest.it - geoinvest@geoinvest.it

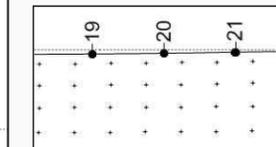
Fig. 2.b

Plot: 30/05/2012

N. 3316 Q:\AO_AYAS_Champoluc\Relazioni\T-Tomografia_Elettrica_L02 ; Layout_500

RILIEVO ELETTRICO

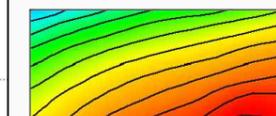
LAYOUT ACQUISIZIONE



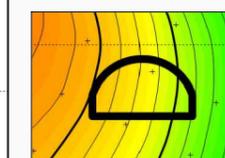
Elettrodi

Punti di misura

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



Isocurve di resistività
elettrica

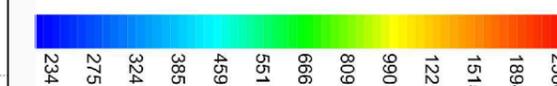


Posizione galleria in
progetto



Probabile limite di frana

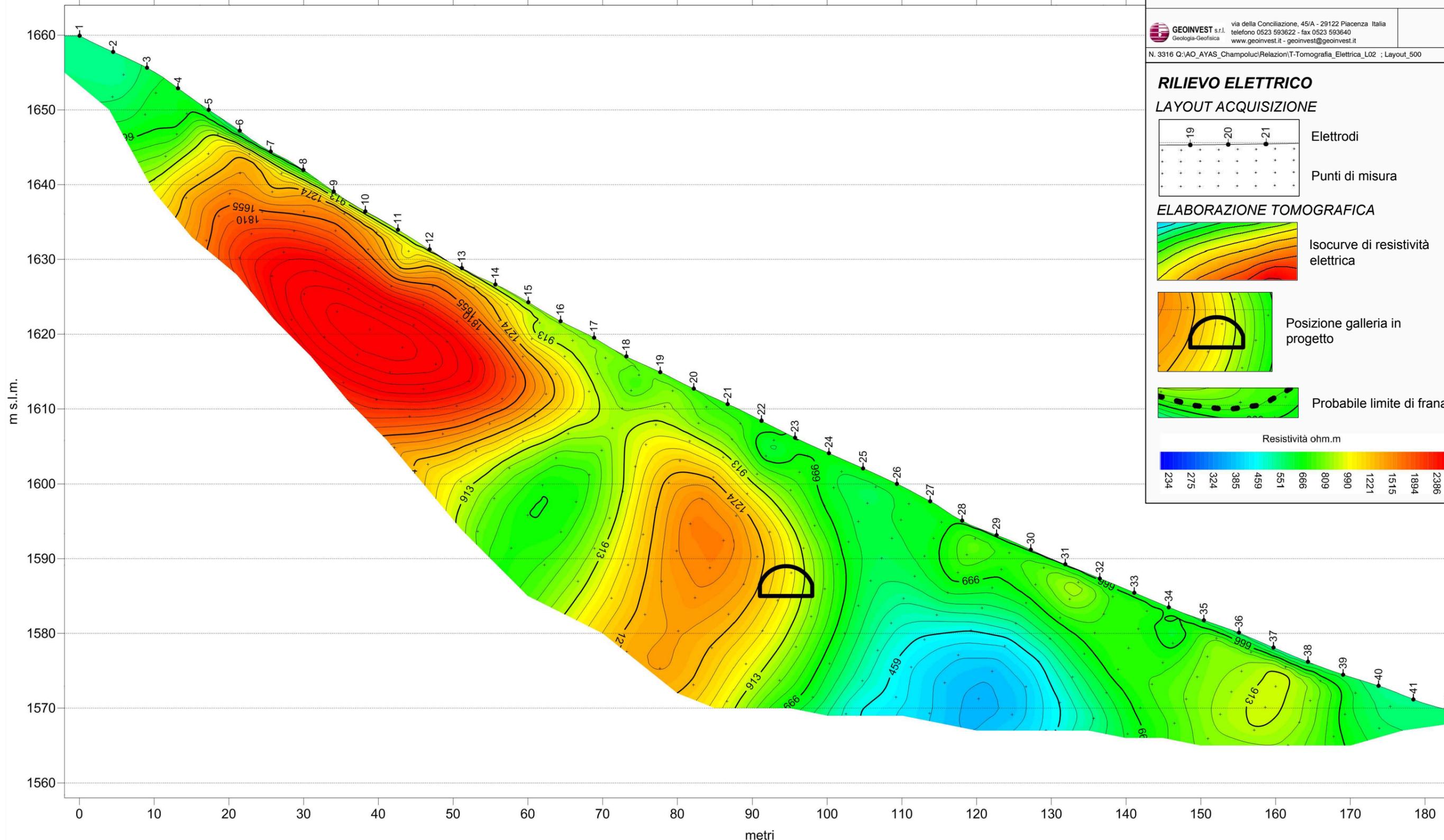
Resistività ohm.m



Sezione L02

←NW

SE→





COMUNE DI AYAS

STUDI DI FATTIBILITÀ VARIANTE STRADA
COMUNALE "RUE DES BARMES"
- CHAMPOLUC -

INDAGINE GEOFISICA

TOMOGRAFIA ELETTRICA - L03
- 1:500 -



GEOINVEST s.r.l.
Geologia-Geofisica
via della Conciliazione, 45/A - 29122 Piacenza Italia
telefono 0523 593622 - fax 0523 593640
www.geoinvest.it - geoinvest@geoinvest.it

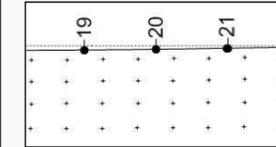
Fig. 2.c

Plot: 30/05/2012

N. 3316 Q:\AO_AYAS_Champoluc\Relazioni\T-Tomografia_Elettrica_L03 ; Layout_500

RILIEVO ELETTRICO

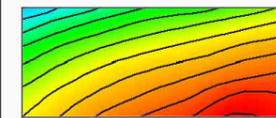
LAYOUT ACQUISIZIONE



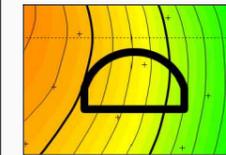
Elettrodi

Punti di misura

ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



Isocurve di resistività
elettrica

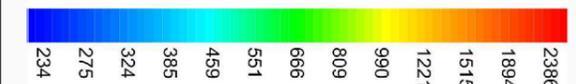


Posizione galleria in
progetto



Probabile limite di frana

Resistività ohm.m



Sezione L03

←NW

SE→

