

CALCOLO DEI VOLUMI DI STERRO E RIPORTO

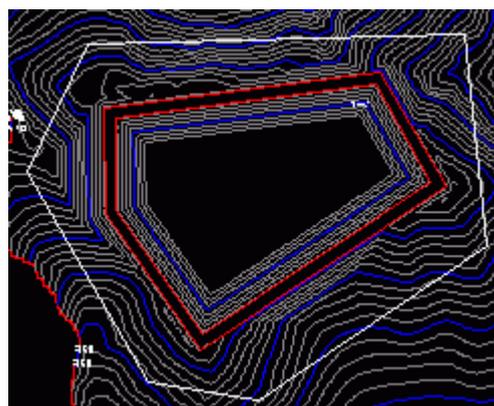
www.geodis.it

Silvia Tutone

Nota Tecnica

1. Premessa

Il programma software [Ale Advanced Land Editor](#) esegue il calcolo dei volumi di scavo e rinterro su un'area circoscritta in planimetria da una polilinea chiusa. Questa viene tracciata dall'operatore, che, sia attraverso la visione delle curve di livello, sia attraverso i colori dei tematismi, ha perfetta conoscenza delle aree che sono state interessate al movimento terra con sterri e riporti. Il calcolo dei volumi di scavo e rinterro può essere fatto con due sistemi diversi :



- a) Sezioni Raggiagliate (fino a 200 sezioni raggiagliate)
- b) Prismi Retti (fino a 1.000.000 di prismi)

Il risultato del calcolo può essere esposto con diverse modalità:

- 1) a cartellino per una immediata informazione dell'operatore,
- 2) salvataggio di una Relazione Tecnica di Calcolo Sterri e Riporti contenente in allegato
 - a) disegni dei Gruppi di Sezioni Raggiagliate o
 - b) planimetria di frazionamento in prismi.

E' inoltre possibile chiedere ad ALE di modificare automaticamente il progetto in modo da effettuare il bilanciamento di scavi e rinterri.

In questa nota tecnica si descrivono rapidamente i due sistemi evidenziando i fattori che contribuiscono alla loro precisione. Quindi viene esaminato un caso esempio per confrontare i risultati ottenuti con i due metodi.

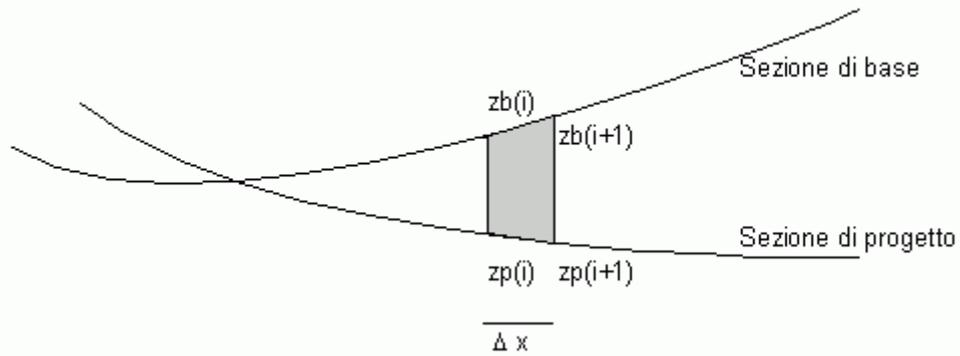
2. Metodo delle sezioni raggiagliate

Si tratta del sistema più tradizionale e tuttavia ALE 4 lo tratta con modalità speciali al fine di rendere massima la precisione.

Consiste nel tracciare un gruppo di sezioni parallele nell'area che è stata modellata e calcolare per ogni sezione l'area compresa fra la sezione di base e quella di progetto. Ale traccia automaticamente fino a 200 sezioni raggiagliate nell'area individuata.

Per calcolare l'area di sterro e riporto, le due sezioni raggiagliate sovrapposte di base e progetto vengono divise in 500 striscioline !

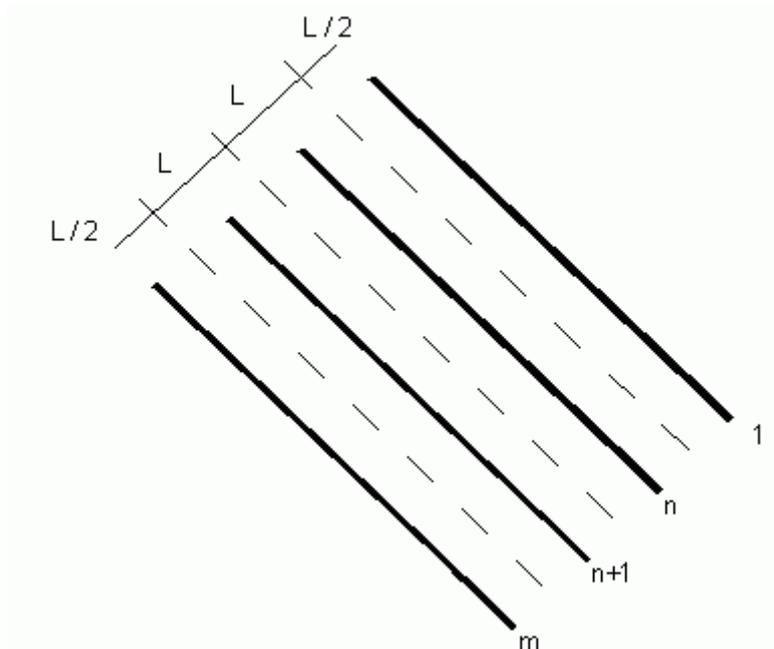
Nota Tecnica



Ogni strisciolina ha la forma di un trapezio di cui viene calcolata l'area.

Bisogna distinguere la superficie di scavo e quella di riporto e contabilizzarla separatamente.

Il volume si calcola supponendo che fra una sezione raggugiata ed un'altra l'area calcolata di scavo e di riporto possa essere ritenuta costante per una distanza L secondo lo schema sotto riportato.



La precisione del metodo a parità di morfologia dipende in conclusione dai seguenti fattori:

- Numero di punti che descrivono una singola sezione e quindi accuratezza nella descrizione della sezione.
- Numero di sezioni che descrivono l'area modellata
- Orientamento delle sezioni nella planimetria

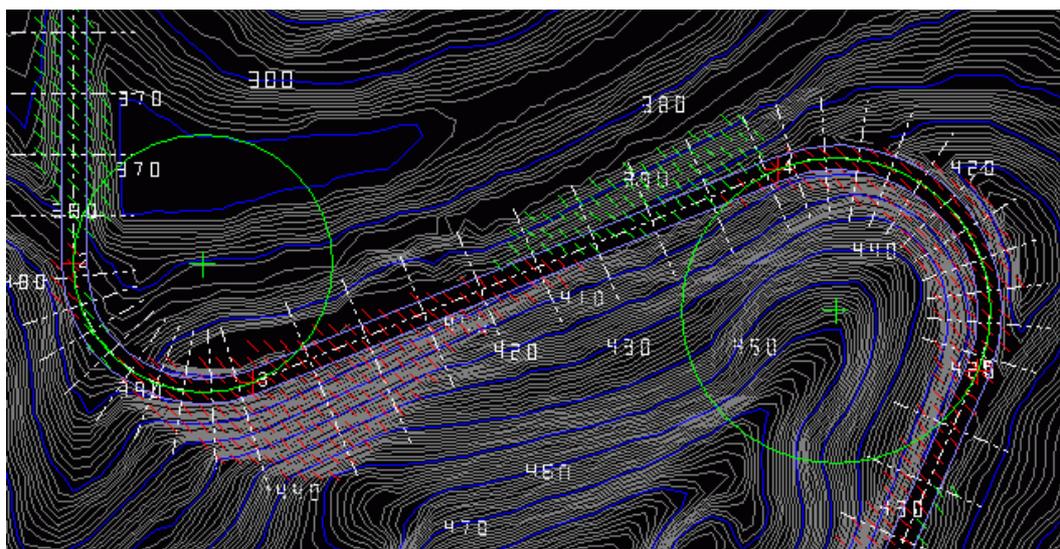
Il punto a nel caso di ALE non è rilevante data l'estrema accuratezza di descrizione della sezione.

In genere il punto b è il fattore critico. Ad esempio se un'area di 300 m viene descritta da 5 sezioni, si fa l'ipotesi che per $L = 60$ m le sezioni di base e progetto possano ritenersi costanti!

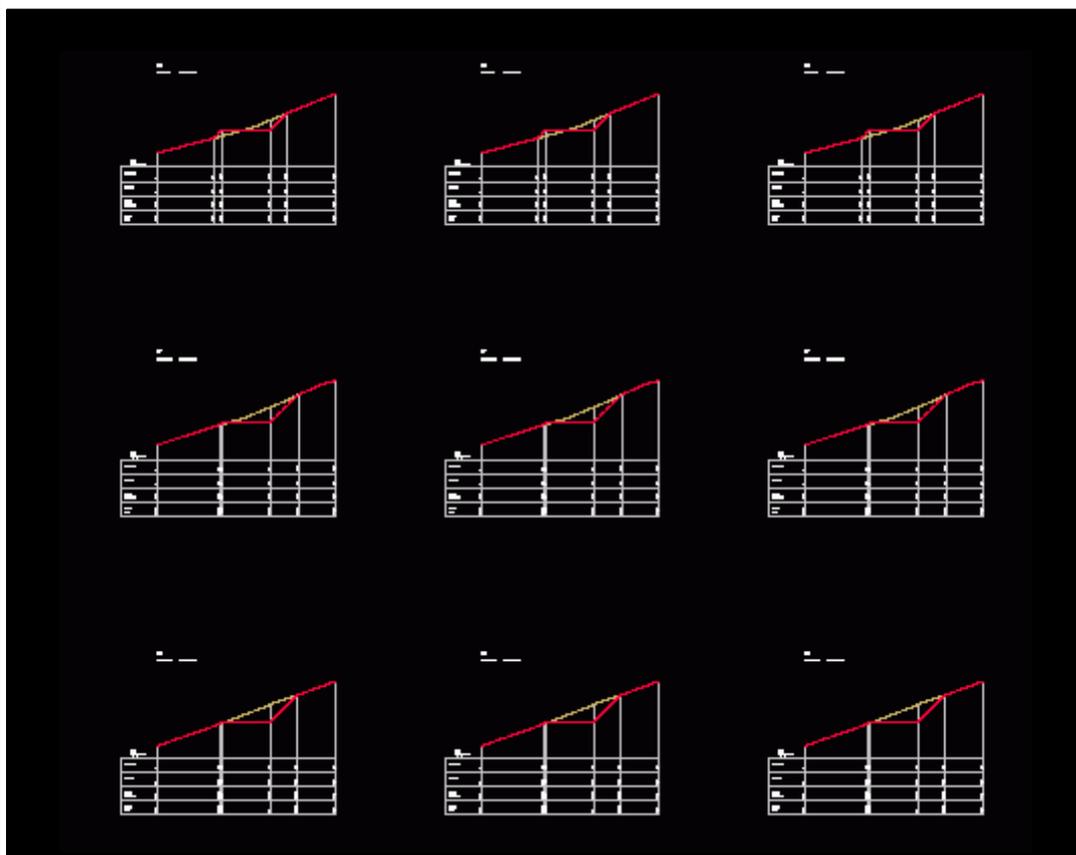
Il punto c dipende fortemente dal tipo di manufatto.

Le strade hanno come direzioni privilegiate le perpendicolari all'asse.

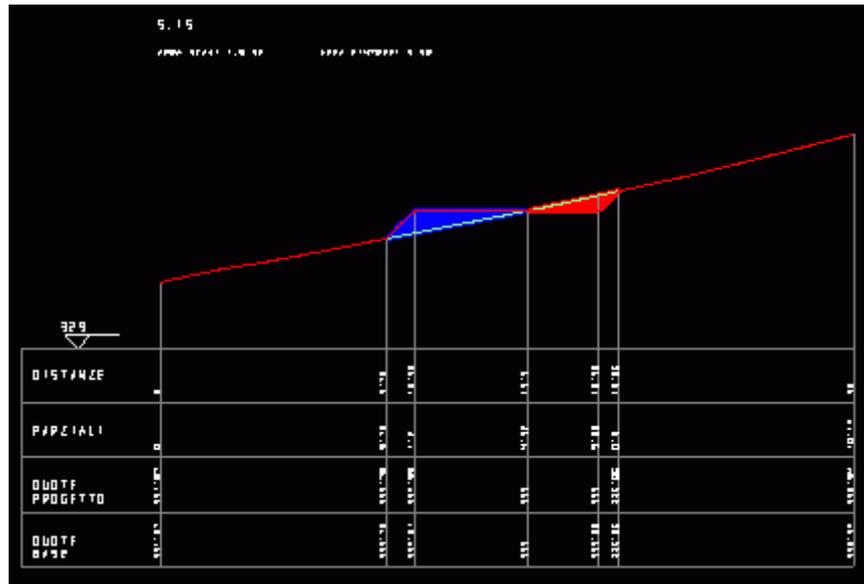
Nota Tecnica



La relazione tecnica del calcolo di sterri e riporti riporta in allegato il gruppo di sezioni raggugliate utilizzate.



Per ogni sezione è riportata l'area di scavo e di rinterro.



Infine nella relazione vengono riassunti in una tavola le aree per sezione e la distanza accoppiata ad ogni sezione per ricavare il volume del solido di scavo e quello di riporto.

CALCOLO DEI VOLUMI CON SEZIONI RAGGUAGLIATE

File di Progetto : ALE 4\Casi Esempio\Modeler\Piccola strada..mod
 Nome della superficie di base: Rilievo Base
 Nome della superficie di progetto: Strada
 Numero di sezioni = 49

LEGENDA:

N = numero d'ordine della sezione nel gruppo di sezioni"
 Ss = Superficie di scavo compresa fra il profilo di base e quello di progetto [mq]
 Sr = Superficie di riporto compresa fra il profilo di base e quello di progetto [mq]
 L = Distanza associata alla sezione ai fini del calcolo del volume [m]
 Sc = Scavi [mc] per sezione
 Ri = Rinterrì [mc] per sezione

N	Ss	Sr	L	Sc	Ri
1	0.6	6.2	3.5	2.1	21.9
2	0	12	7	0	84.9
3	0	14.4	7	0	101.3
4	0	13	7	0	91.8
5	0.2	9.7	7	1.5	68.3
6	1	6.1	7	6.8	42.7
7	2.8	3.1	9.4	25.9	29.3
8	2	3.5	9.8	19.5	34.2
9	2.9	1.9	7.8	22.3	14.8
10	2.4	2.3	7.8	19	17.5
11	3.8	1.6	7.4	28	11.7
12	2.6	2.3	7	18.3	15.9
13	1.2	3.9	7	8.1	27.8
14	0.5	5	7	3.7	35.5
15	1.3	3	7	9.1	21.3
16	3.4	1	7	23.6	7.3
17	6.6	0	7	46.4	0.2
18	8.5	0	7	59.9	0
19	5.8	0.2	7	40.8	1.5
20	3.3	1	6.9	22.6	7.1
21	1.3	2.7	6.5	8.2	17.3
22	0.7	4.9	6.1	4.2	30.2
23	0.8	4.7	6.1	5	28.7
24	1.7	3.4	8.1	13.7	27.3
25	4.5	1.2	8.6	38.3	10.2
26	6.6	0.6	7	46.6	3.9
27	7.6	0.7	7	53.7	4.9
28	6.5	1	7	46	7.2
29	4.2	2.4	8.3	34.7	19.6
30	2.4	2	8.3	19.8	17
31	2.1	1.5	7.1	14.5	10.7
32	2.7	2.1	7.1	18.8	15
33	3.2	2.4	7.5	24	17.9
34	0.8	4.6	7	5.9	32.2
35	0	12.1	6.1	0	73.5
36	0	21	6.1	0	127.8
37	0	29.3	6.1	0	178.2
38	0	27.6	6.1	0	168.2
39	0	20	6.1	0	121.6
40	0	12.7	6.1	0	77.5
41	0.3	6.9	6.1	1.7	41.8

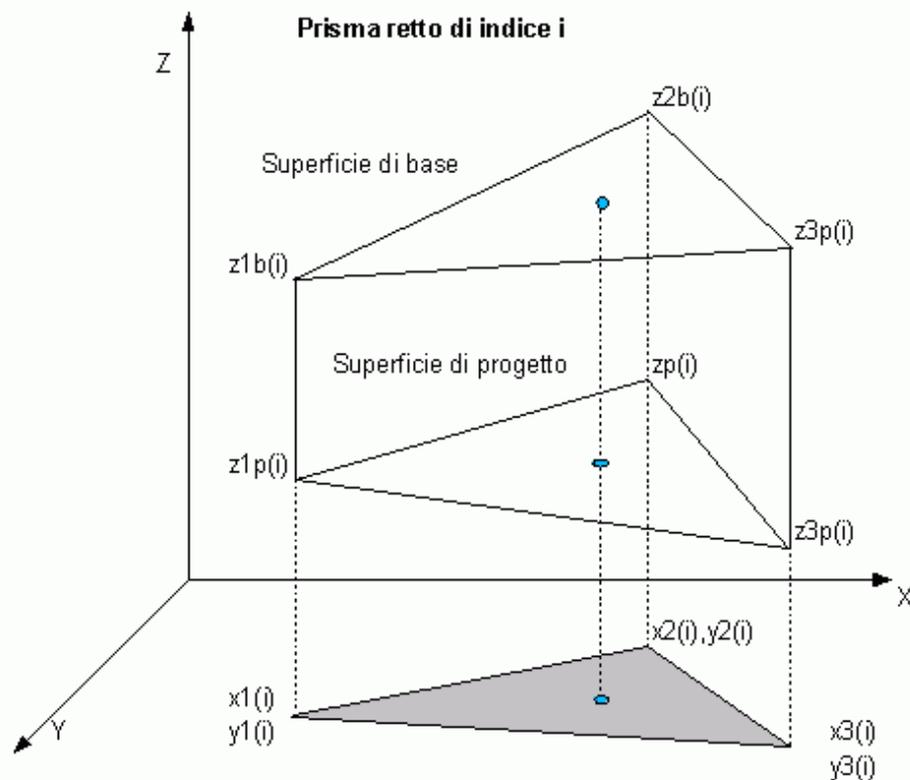
42	2.9	3.8	6.1	17.4	23.2
43	4.2	3.1	8.1	33.6	24.9
44	2.7	4.3	8.6	23.2	36.6
45	2	4.6	7	14	32.2
46	5.6	2.6	7	39.8	18.4
47	14.7	0.1	7	103.5	0.9
48	16.7	0.2	7	117.9	1.1
49	7.7	3.5	3.5	27	12.4

TOTALE SCAVI = 1069.1 mc
 TOTALE RINTERRI = 1815.5 mc

Il metodo delle sezioni ragguagliate è in genere quello più gradito dalle Amministrazioni sia per la leggerezza della relazione tecnica sia perchè approssimativamente verificabile senza mezzi speciali (normalmente i CAD forniscono in automatico l'area di una superficie chiusa) ed infine per l'abbondanza di sezioni ragguagliate che in qualche modo sostituiscono (almeno per i tecnici) la mancanza di un modello solido tridimensionale.

3. Metodo dei prismi retti

Consiste nel suddividere la planimetria dell'area modellata in un certo numero di poligoni e di calcolare i volumi di tutti i prismi retti (sia in sterro che in riporto) aventi le basi sulla superficie di base e su quella di progetto. Si tratta dell'ovvia estensione della triangolazione di un piano quotato con generazione di un modello 3d.



La precisione del metodo dipende dal numero di poligoni compreso nella polilinea di contorno e quindi dalla risoluzione.

ALE adotta una maglia $1000 \times 1000 = 1.000.000$ di poligoni e quindi è in grado di raggiungere inusitati livelli di precisione.

Ovviamente la relazione tecnica di un tal calcolo è così ponderosa che in genere essa non viene utilizzata.

Pertanto questa procedura viene fornita da ALE sia ad uso dell'operatore (è estremamente veloce) e a scopo di test della precisione e della affidabilità del calcolo effettuato con le sezioni ragguagliate.

4. Confronto su caso esempio

I due sistemi di calcolo del software ALE sono stati messi a confronto su una modellazione ricavata con unico "desiderio": vasca con bilanciamento automatico di scavi e rinterri (aree rosse e verdi).

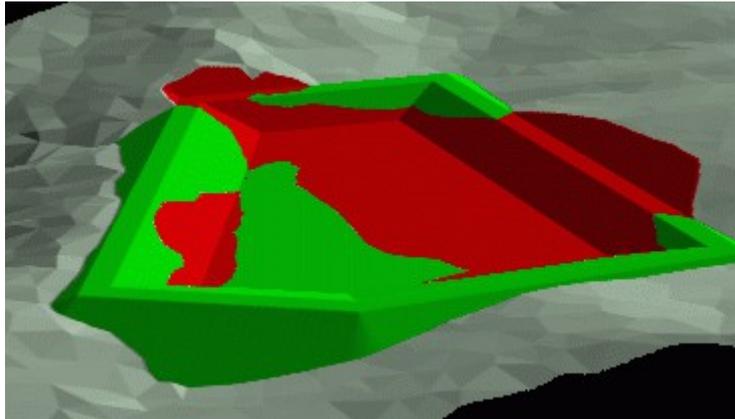
La vasca ha una lunghezza di circa 350 m.

a) Metodo Prismi

La risoluzione utilizzata per la triangolazione a prismi è di 70 cm ottenendo :

Volume scavo = 154.626 mc. Volume rinterro = 154.918 mc.

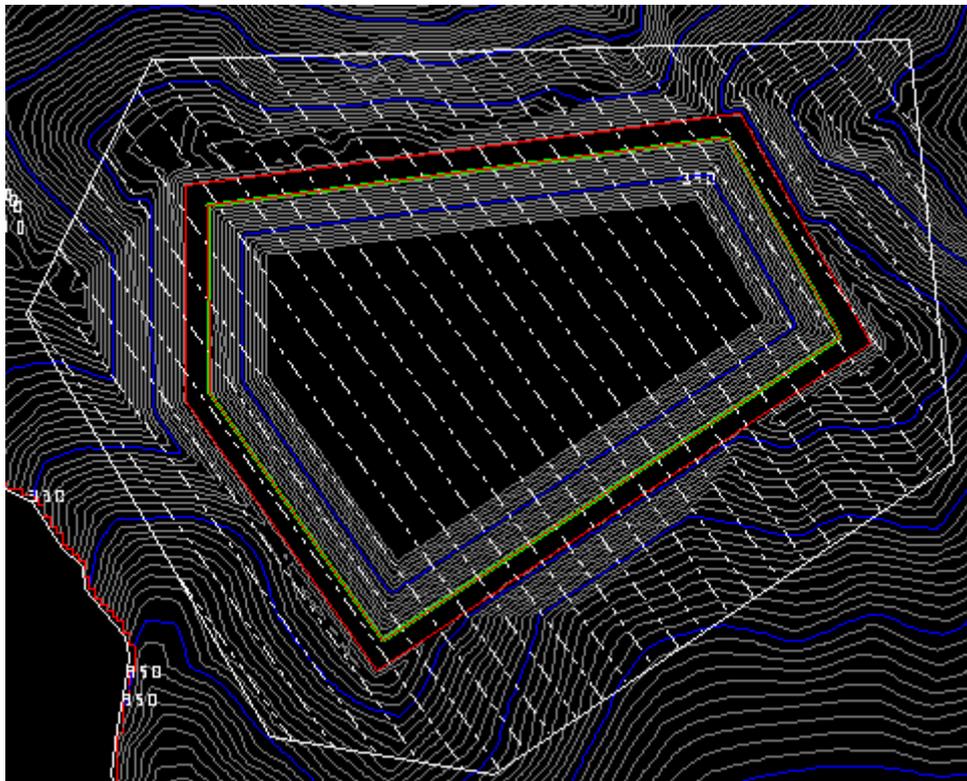
Il tempo di calcolo è pari a 9 sec.



b) Metodo Sezioni Raggiagliate

In figura sotto, l'area su cui valutare i volumi tra la superficie di base e quella di progetto è stata automaticamente suddivisa in gruppi sezioni raggiagliate.

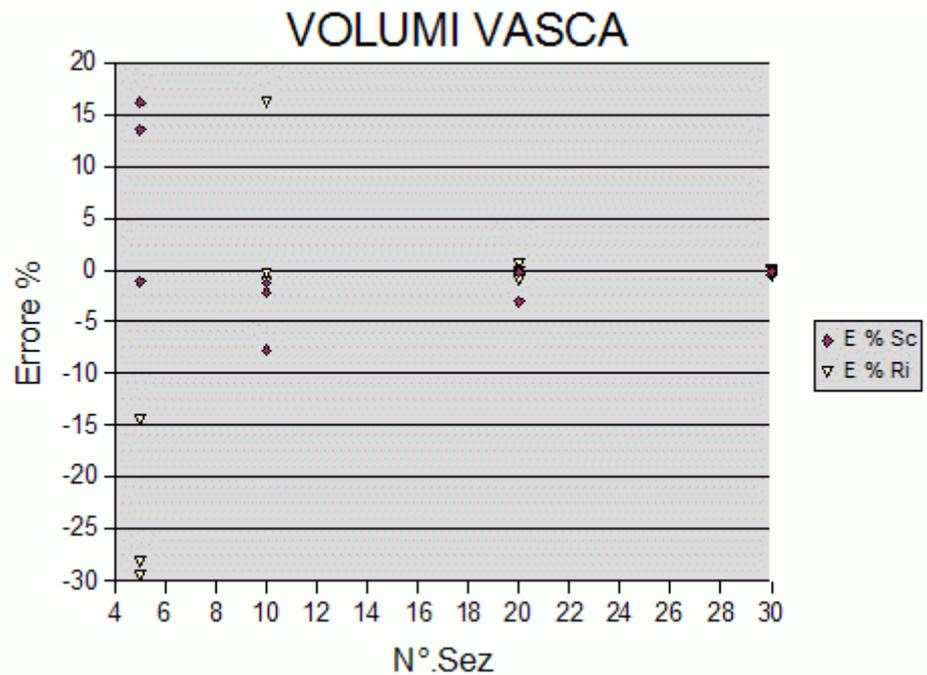
I gruppi sono stati fatti variare da 5 a 30 sezioni.



Il calcolo è stato ripetuto cambiando l'orientamento delle sezioni per saggiare la sensibilità

a questo parametro.

Il tempo di calcolo è di 0,5 sec per sezione. Ad esempio un calcolo con 30 sezioni richiede 15 sec.



In figura sono riportati i risultati: in ascisse il numero di sezioni, in ordinate l'errore percentuale rispetto al caso del calcolo con prismi retti che si ritiene assolutamente preciso.

Come si vede, a 20 sezioni l'errore è inferiore ad 3 % ed a 30 sezioni i risultati dei due metodi coincidono indipendentemente dall'orientamento delle sezioni.

5. Sintesi e Conclusioni

In un'area ampia circa 350 m sono stati paragonati i due sistemi di calcolo dei volumi di sterro e riporto utilizzati in ALE

a) Prismi retti

b) Sezioni ragguagliate

1) Il sistema dei prismi retti è stato assunto come riferimento assoluto per la sua precisione. Mentre questo metodo è assolutamente preferibile per acquisire dati in tempo reale, la pesantezza della relazione tecnica lo rende poco appetibile quale allegato progettuale.

2) Il metodo delle sezioni ragguagliate è stato esplorato con una risoluzione di 70 cm sulla singola sezione (500 punti per sezione) ed una risoluzione variabile tra 70 m (5 sezioni) e 7 m (50 sezioni). E' stato anche testato il cambio di orientamento delle sezioni.

La relazione tecnica è piuttosto compatta ed adatta ad un allegato progettuale.

A 30 sezioni il calcolo con le sezioni ragguagliate ottiene una differenza inferiore ad 1% rispetto al sistema dei prismi retti.

3) Qualora la stessa indagine fosse stata fatta su un tratto stradale si sarebbe visto che il numero di sezioni ragguagliate necessario ad ottenere questa precisione è ancora superiore.

Per questa ragione il software ALE offre normalmente fino a 100 sezioni ragguagliate per ogni gruppo di calcolo volumi.

4) La presenza contemporanea nel software ALE di due sistemi di calcolo dei volumi di sterro e riporto, concettualmente molto diversi fra loro, consente in tempi rapidi (circa 1 minuto) una verifica di affidabilità e precisione.

5) ALE può essere testato in pochi minuti [scaricando la demo](#).