

## LE SEZIONI TRASVERSALI

• Rappresentano l'intersezione del **corpo** stradale e del **terreno** con un **piano verticale e normale** all'asse stradale.

• Vengono eseguite in corrispondenza di ciascun **picchetto d'asse**.

• Evidenziano l'**andamento trasversale** all'asse del **corpo** stradale e del **terreno**.

• Forniscono gli elementi necessari per il **calcolo dei volumi** e dei conseguenti **movimenti delle masse**.

• **CONVENZIONE:** si rappresentano come appaiono a un osservatore che percorre la strada, **rivolto verso l'origine** (primo estremo).

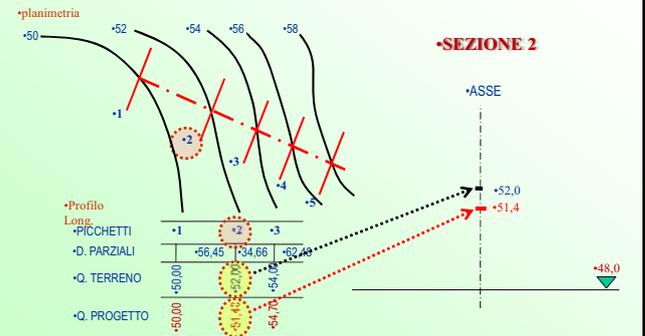
14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

1

## FORMAZIONE DELLA SEZIONE 2: 1ª fase

• Preliminarmente si traccia l'**asse della sezione** e, dopo aver fissato un piano di riferimento, si **riportano le quote del terreno e di progetto** del picchetto 2 in corrispondenza dell'asse stradale (prelevandole dal profilo longitudinale).



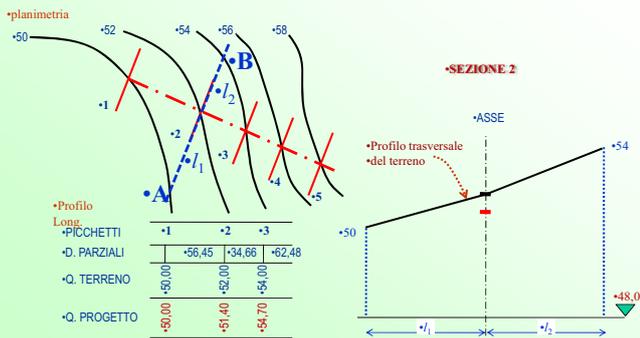
14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

2

## FORMAZIONE DELLA SEZIONE 2: 2ª fase

• Nell'ambito del progetto **preliminare**, le posizioni delle **intersezioni A e B** (a destra e a sinistra dell'asse in 2) del piano di sezione, con le curve di livello in cui è compreso il picchetto 2, vengono **rilevate graficamente** a mezzo delle distanze  $l_1$  e  $l_2$ .



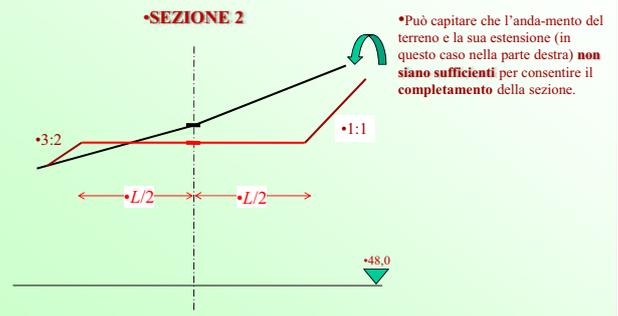
14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

3

## FORMAZIONE DELLA SEZIONE 2: 3ª fase

- L'andamento orizzontale della **piattaforma** viene riportato partendo dalla **quota di progetto** prima marcata sull'asse ( $L/2$  a destra e  $L/2$  a sinistra).
- Successivamente devono essere tracciate le **scarpate laterali**.



14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

4

## FORMAZIONE DELLA SEZIONE 2: 4ª fase

• Quando è necessario, occorre **integrare l'andamento trasversale del terreno** con nuovi punti ricavati dall'intersezione del piano di sezione con successive curve di livello sulla planimetria.

• Una volta completata la sezione viene realizzata una **campitura gialla** nelle aree di sterzo, e una **rossa** in quelle di riporto.

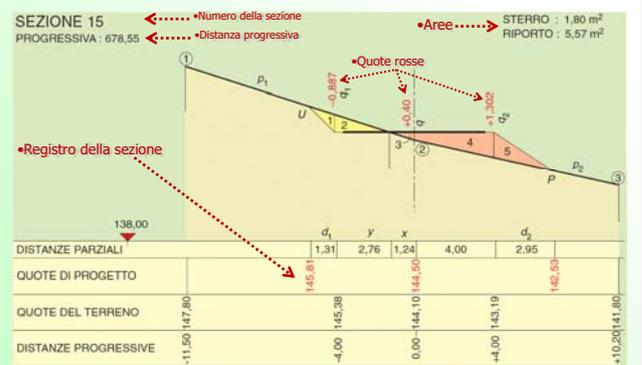


14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

5

## LA QUOTATURA DELLA SEZIONE



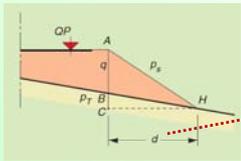
14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

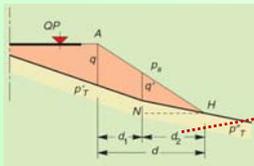
6

### PROIEZIONI DELLE SCARPATE

•Le proiezioni  $d_S$  e  $d_D$  delle due scarpate laterali, sommate alla larghezza  $L$  della sede stradale, forniscono la **larghezza di occupazione** della strada in una data sezione.



$$d = \frac{q}{p_S \pm p_T}$$



$$q' = (QP - d_1 p_S) - QT_N$$

$$d_2 = \frac{q'}{p_S \pm p_T}$$

$$d = d_1 + d_2$$

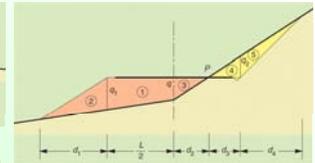
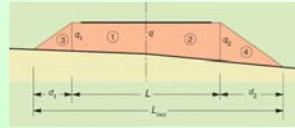
14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

7

### LE AREE DELLE SEZIONI

•Il calcolo delle aree di ciascuna sezione (distinte per sterri e riporti) è necessario al successivo **calcolo dei volumi** del solido stradale e alla costruzione di un diagramma (**diagramma delle aree**) utilizzato nello studio dei **movimenti delle masse**.



•Le aree (sterro e riporto) delle sezioni vengono calcolate per via **analitica** scomponendo le sezioni in **figure elementari** (triangoli e trapezi).

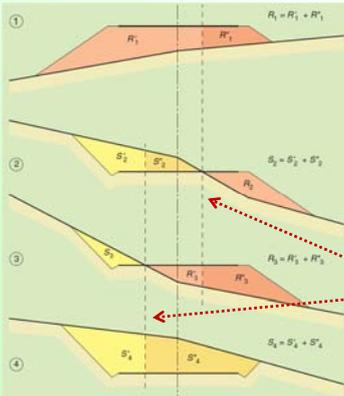
•Gli **elementi geometrici** necessari sono reperiti nel **registro** della sezione.

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

8

### LA PARZIALIZZAZIONE DELLE AREE



•Per eseguire il calcolo dei volumi, nel caso della presenza di **sezioni miste**, è necessario disporre, oltre alle **aree complessive** di sterro e di riporto, anche delle **aree parziali**, individuate dai **piani verticali** paralleli all'asse stradale e tracciati per i **punti di passaggio**, tra sterro e riporto, nelle **sezioni miste**.

Traccia del piano verticale, parallelo all'asse, e passante per i punti di passaggio delle sezioni miste.

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

9

### LA ZONA DI OCCUPAZIONE

•La determinazione delle **aree occupate** del corpo stradale è necessaria sia per anticipare valutazioni di massima sulla distribuzione dei **movimenti delle terre**, sia per definire le **superfici** che dovranno essere **espropriate**.

• Nella planimetria le **aree occupate** dal corpo stradale non sono messe in buona **evidenza** in quanto la **scala** utilizzata è idonea allo sviluppo **longitudinale**, ma molto meno per quello **trasversale**.

• Per integrare le informazioni già presenti nella planimetria si redige un nuovo elaborato **convenzionale** denominato **diagramma delle zone occupate**.

• In questo diagramma, lungo una direttrice orizzontale, viene sviluppato l'asse stradale con le **curve rettificata** (esattamente come nel profilo longitudinale), mentre in **senso trasversale**, in corrispondenza di ciascun picchetto d'asse, vengono riportate le **larghezze di occupazione** delle rispettive sezioni, con una **scala più grande** per dare maggior risalto alle aree occupate.

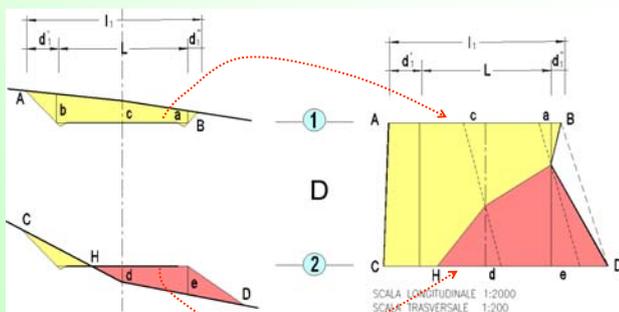
• Con ciò si ottiene un disegno **deformato**, ma che consente di mettere in **risalto** le **aree di occupazione** del solido stradale.

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

10

### LA ZONA DI OCCUPAZIONE: esempio

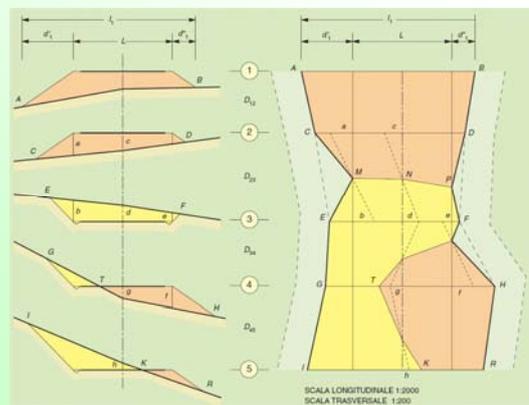


14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

11

### DIAGRAMMA DI OCCUPAZIONE



14 maggio 2010

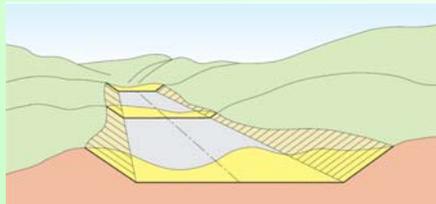
ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

12

## IL CORPO STRADALE

La realizzazione del **corpo stradale** è resa possibile dai **movimenti di terra**, cioè di quell'insieme di operazioni di cantiere con le quali, attraverso lo **scavo** e il **trasporto** dei materiali terrosi, si vengono a formare i rilevati e le trincee che consentono di portare la piattaforma stradale alle quote prestabilite in sede di progetto.

- MASSE DI STERRO
  - MASSE DI COMPENSO
  - MASSE DI RIFORMA
  - MASSE DI RIFIUTO/PRESTITO
- PALEGGI  
 → COMPENSI LONG.  
 → CAVE



Per pianificare le operazioni di movimento delle terre è necessario conoscere i **volumi** delle masse e la loro distribuzione lungo l'asse stradale.

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

13

## I MOVIMENTI DELLE TERRE

• **Trasversali**: si sviluppano nell'ambito della **stessa sezione** in senso normale all'asse stradale; vengono chiamati **paleggi**. Essi sono generati dalla presenza di **sezioni miste** e sono sempre di **compenso** perché vengono realizzati fin quanto è possibile **compensare** trasversalmente i volumi di riporto con quelli di sterro.

• **Longitudinali**: riguardano i volumi di terra **eccedenti** il **paleggio trasversale**; vengono mossi lungo l'asse stradale sia per la formazione dei rilevati nelle zone in cui si realizza il compenso, sia per la creazione delle cave.



Gerarchia di esecuzione dei movimenti

1. Compensi trasversali (paleggi).
2. Compensi longitudinali.
3. Cave di deposito/prestite.

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

14

## RIGONFIAMENTO DELLE TERRE

(dopo gli scavi)

• Quando i terreni vengono scavati **aumentano di volume** secondo **coefficienti di rigonfiamento totale**  $\epsilon$  ( $>1$ ), che dipendono dalle caratteristiche e dalla natura della terra. Ciò è rilevante sia per valutare i costi dei trasporti, sia per organizzare la realizzazione dei rilevati.

• Quando poi il materiale terroso viene collocato in **rilevato**, viene **compattato** con **mezzi meccanici** ma, perlopiù, non torna al suo volume originario, poiché resta sempre un **rigonfiamento residuo** secondo un coefficiente  $\epsilon'$ .

Tipi di terreno	$\epsilon$	$\epsilon'$	$\epsilon' \%$
Terreno sabbioso	1,05	1,01	4%
Terreno vegetale sciolto	1,10	1,05	5%
Terreno vegetale forte	1,20	1,10	10%
Terreno argilloso compatto	1,25 1,40	1,15	15%
Terreno argilloso molto compatto	1,70	1,40	40%
Rocce poco compatte	1,30 1,50	1,20	20%
Rocce dure	1,40 1,60	1,40	40%

da considerare nei trasporti → da considerare nei rilevati

14 maggio 2010

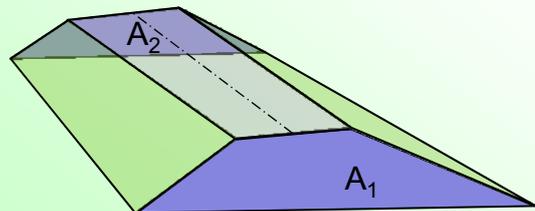
ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

15

## IL SOLIDO STRADALE

(prismoide)

• Solido delimitato inferiormente dal piano di campagna, superiormente dalla piattaforma, lateralmente dalle scarpate, e racchiuso da due piani paralleli (le sezioni).



14 maggio 2010

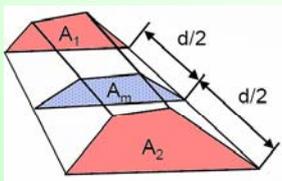
ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

16

## VOLUME DEL SOLIDO STRADALE

(in rettililo)

$A_m$ : **sezione mediana** equidistante tra  $A_1$  e  $A_2$ .



FORMULA DI TORRICELLI (formula esatta)

$$V = \frac{d}{6} \cdot (A_1 + A_2 + 4A_m)$$

ponendo:  $A_m = \frac{A_1 + A_2}{2}$

FORMULA DELLE SEZIONI RAGGUAGLIATE (formula approssimata)

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot d$$

Errori prodotti dalla formula delle sezioni ragguagliate:

- +2% se tra  $A_1 = 2A_2$
- +10% se tra  $A_1 = 5A_2$
- +20% se  $A_1$  o  $A_2 = 0$

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

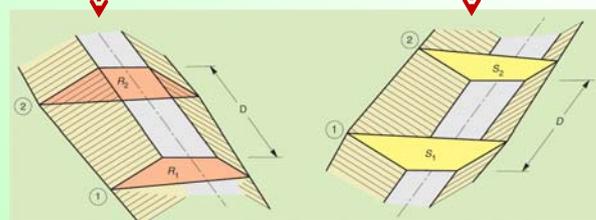
17

## VOLUME DEL SOLIDO STRADALE

(sezioni omogenee in rettililo)

$$V_R = \frac{R_1 + R_2}{2} \cdot D$$

$$V_S = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot D$$



14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing.Bruno

18

### VOLUME DEL SOLIDO STRADALE (sezioni eterogenee in rettilfo)

In questo caso il solido è caratterizzato da **due masse cuneiformi**: una di **sterro**, l'altra di **riporto**, separate da una **linea di passaggio** (ideale e approssimata).

**1 - POSIZIONE DELLA LINEA DI PASSAGGIO**

$$d_s = \frac{D}{S_1 + R_2} \cdot S_1$$

$$d_r = \frac{D}{S_1 + R_2} \cdot R_2$$

**2 - CALCOLO DEI VOLUMI**

$$V_S = \frac{S_1}{2} \cdot d_s$$

$$V_R = \frac{R_2}{2} \cdot d_r$$

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 19

### VOLUME DEL SOLIDO STRADALE (con una sezione mista in rettilfo)

Il solido stradale viene scomposto in **due tronchi**, uno omogeneo e uno eterogeneo.

**1 TRONCO**

$$d_s = \frac{D}{S'_1 + R_2} \cdot S'_1$$

$$V'_S = \frac{S'_1}{2} \cdot d_s$$

**2 TRONCO**

$$d_r = \frac{D}{S'_1 + R_2} \cdot R_2$$

$$V'_R = \frac{R_2}{2} \cdot d_r$$

$V''_S = \frac{S''_1 + S_2}{2} \cdot D$

**RICOMPOSIZIONE TRONCHI**

$$V_S = V'_S + V''_S$$

$$V_R = V'_R$$

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 20

### VOLUME DEL SOLIDO STRADALE (due sezioni miste in rettilfo)

**1 TRONCO**

$$V'_R = \frac{R_1 + R'_2}{2} \cdot D$$

**2 TRONCO**

$$d_s = \frac{D}{S'_1 + R''_2} \cdot S'_1$$

$$d_r = \frac{D}{S'_1 + R''_2} \cdot R''_2$$

$$V''_S = \frac{S'_1}{2} \cdot d_s$$

$$V''_R = \frac{R''_2}{2} \cdot d_r$$

**3 TRONCO**

$$V'''_S = \frac{S''_1 + S_2}{2} \cdot D$$

**RICOMPOSIZIONE TRONCHI**

$$V_S = V''_S + V'''_S$$

$$V_R = V'_R + V''_R$$

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 21

### SOLIDO STRADALE IN CURVA

In **curva** il **solido stradale non può più essere considerato un prismaide**; il suo volume può essere calcolato con uno dei seguenti modi.

**1 METODO:** viene applicato il 2° teorema di **Guldino** che conduce alla espressione:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot \left(1 + \frac{a_1 + a_2}{2R}\right) \cdot S$$

**2 METODO:** si continua ad applicare la formula delle **sezioni raggugliate** come in rettilfo con l'accorgimento di **affittire** il **numero di sezioni** nella curva (dunque limitando la loro distanza) in modo da approssimare l'andamento rettilineo. Naturalmente la lunghezza del tratto di solido considerato sarà data dallo **sviluppo** della curva tra le due sezioni estreme del tratto.

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 22

### RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI VOLUMI (sezioni omogenee)

I volumi del solido stradale possono essere **rappresentati graficamente** costruendo un opportuno **diagramma** che si ottiene riportando sull'asse delle ascisse le distanze tra due sezioni, e in ordinate le rispettive **aree** rappresentate **convenzionalmente** a mezzo di **segmenti di lunghezza proporzionali** al valore della stessa area.

L'area racchiusa dal diagramma così ottenuto, letta in **opportuna scala**, rappresenta il **volume** del solido stradale compreso tra le due sezioni.

Segmento 1A

Segmento 2B

SCALA DISTANZE : 1 cm = 20 m  
SCALA AREE : 1 cm = 2 mq  
SCALA VOLUMI : 1 cmq = 20x2=40 mc

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 23

### RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI VOLUMI (per sezioni eterogenee)

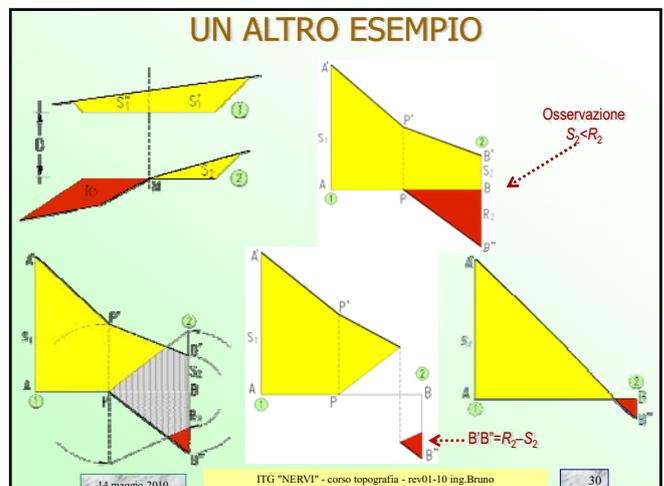
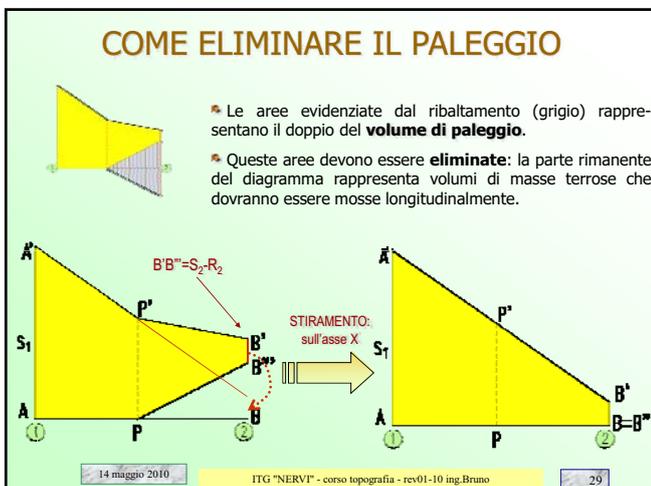
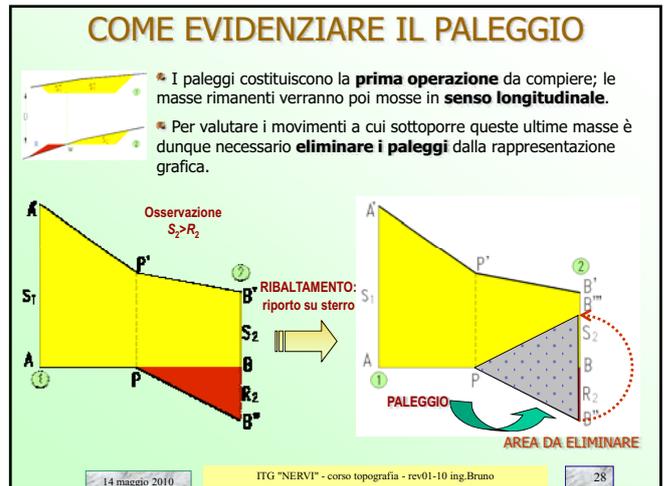
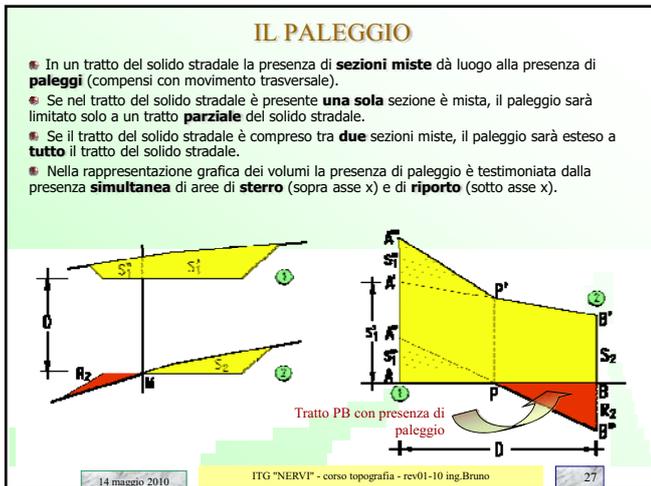
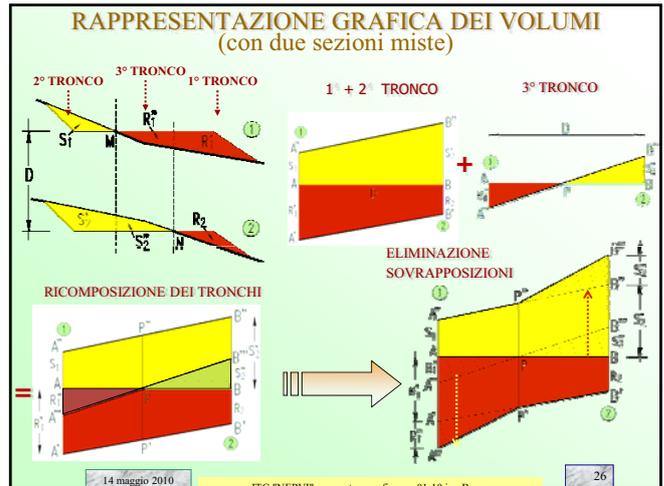
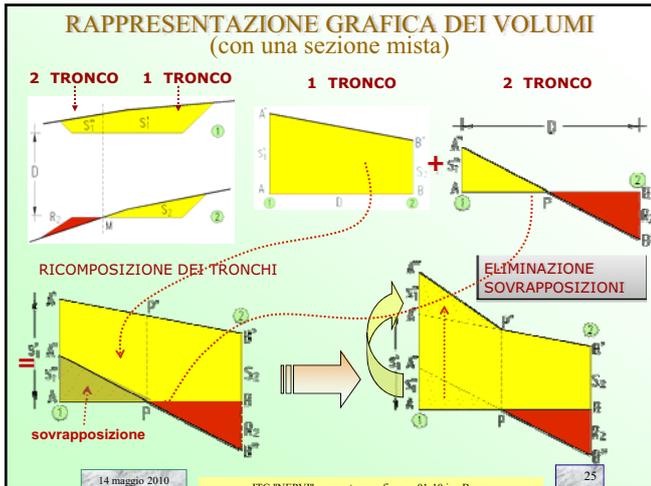
Sono presenti sia **aree di sterro** che di **riporto** (dunque sia **masse** di sterro sia di riporto), tuttavia esse **non si sovrappongono mai**, testimoniando l'**assenza di paleggio**.

+AA'

-BB'

Convenzionalmente le aree di riporto sono considerate **negative**.

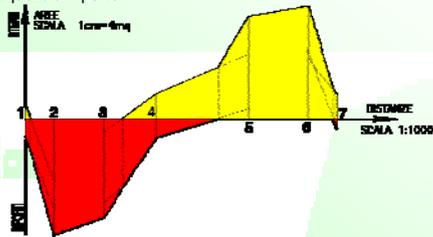
14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 24



### IL DIAGRAMMA DELLE AREE (o delle masse)

Estendendo la rappresentazione grafica dei volumi a un intero tratto stradale si ottiene un grafico denominato "diagramma delle aree".

Dunque si tratta di un diagramma che riporta in ascisse i **picchetti d'asse** alle relative **distanze**, e in ordinate le **aree** delle corrispondenti sezioni (utilizzando un'opportuna scala convenzionale es. 1 cm = 3 mq), considerando positive le aree di sterro, negative quelle di riporto.



14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno

31

### IL DIAGRAMMA DELLE AREE (o delle masse)

Al diagramma delle aree sono assegnate le seguenti funzioni:

- Fornire una **visione sintetica e d'insieme** sull'entità, e sulla dislocazione lungo l'asse stradale, delle masse di sterro e di riporto.
- Fornire entità e dislocazione delle **masse paleggiabili**.
- Permettere la costruzione di un elaborato grafico (**diagramma di Bruckner**) con il quale studiare e progettare i **movimenti longitudinali delle masse**. In questo caso il diagramma deve essere **depurato** dalle aree di paleggio.

Si hanno le seguenti **forme** del diagramma delle aree:

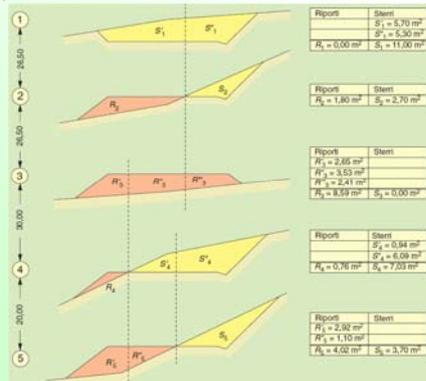
- **Diagramma delle aree senza l'evidenziazione dei paleggi.**
- **Diagramma delle aree con evidenziate le zone di paleggio.**
- **Diagramma delle aree depurato dai paleggi.**

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno

32

### UN ESEMPIO (TRATTO DI STRADA CON 5 SEZIONI)

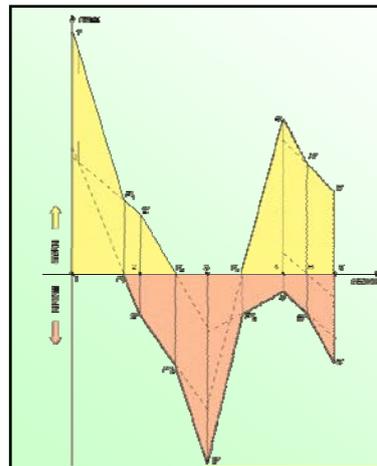


14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno

33

### DIAGRAMMA delle AREE



Distanze 1:1.000  
Aree 1 cm=1 m<sup>2</sup>

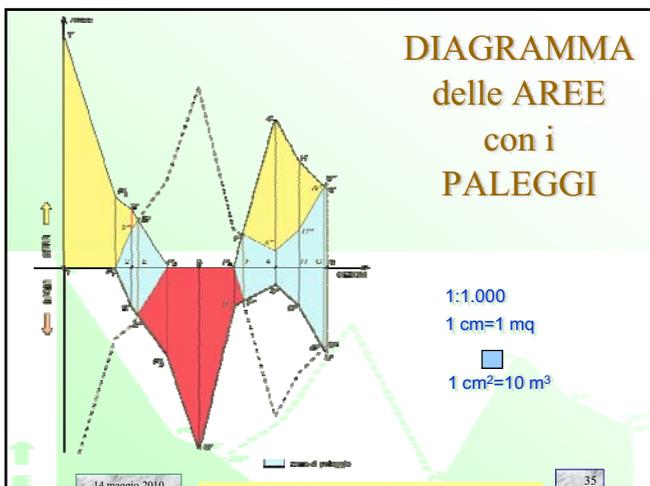
Volumi: 1 cm<sup>2</sup>=10 m<sup>3</sup>

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno

34

### DIAGRAMMA delle AREE con i PALEGGI



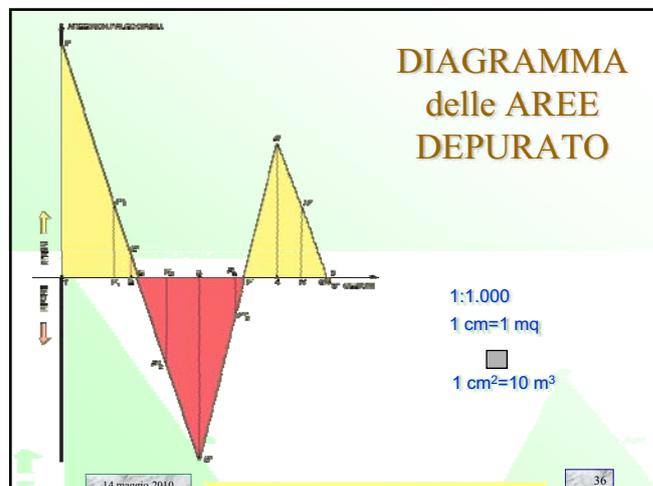
1:1.000  
1 cm=1 mq  
1 cm<sup>2</sup>=10 m<sup>3</sup>

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno

35

### DIAGRAMMA delle AREE DEPURATO



1:1.000  
1 cm=1 mq  
1 cm<sup>2</sup>=10 m<sup>3</sup>

14 maggio 2010

ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno

36

### INTEGRAZIONE GRAFICA

• Procedura grafica che consente di **trasformare** una figura piana in un **rettangolo equivalente**.

$S = b \cdot h$

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 37

### INTEGRAZIONE GRAFICA

• Procedura grafica che consente di trasformare una figura piana in un rettangolo equivalente.

$S = b \cdot h$

Coefficiente di scala (esempio di calcolo)

- Scala disegno 1:200
- b : 1 cm = 2 m
- h : 1 cm = 2 m
- S : 1 cm<sup>2</sup> = 4 m<sup>2</sup>

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 38

### INTEGRAZIONE DEL DIAGRAMMA DELLE AREE

• LA SCALA CONVENZIONALE DEI VOLUMI

- Scala per valutare le **ordinate** dell'integrazione grafica del diagramma delle aree
- $1 \text{ cm} = S_{\text{dist}} \cdot S_{\text{area}} \cdot b$

• Scala dist. 1:2.000    1 cm = 20 m  
 • Scala aree    1 cm = 3 m<sup>2</sup>  
 • Base integrazione    2 cm

• Scala dei volumi:  
 •  $1 \text{ cm} = 20 \cdot 3 \cdot 2 = 120 \text{ m}^3$

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 39

### DIAGRAMMA DI BRUCKNER (delle eccedenze)

• PROPRIETÀ

- **ORDINATE:** lette in scala, rappresentano somma dei volumi n.p. che precedono l'ordinata stessa.
- **DIFFERENZA DI ORDINATE:** volumi n.p. del solido stradale compreso tra le due ordinate.
- **RAMI DISCENDENTI:** prevalenza di volumi n.p. di riporto (tratto EF).
- **RAMI ASCENDENTI:** prevalenza di volumi n.p. di sterro (tratti 1E-F5).

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 40

### I CANTIERI DI COMPENSO

- Un tratto di strada in cui i volumi di sterro uguagliano quelli di riporto si dice **cantiere di compenso** (estremi con ordinate uguali).
- Un tratto di strada in cui vi è un esubero o un fabbisogno di massa terrosa si dice **cava** (rifiuto/prestito).

• Tratto 1-6: CANTIERE 1  
 • Tratto 6-9: CANTIERE 2  
 • Tratto 9-11: CAVA (deposito)

• Cantiere 1 - L<sub>1</sub>    • Cantiere 2 - L<sub>2</sub>    • Cav a

14 maggio 2010 ITG "NERVI" - corso topografia - rev01-10 ing. Bruno 41