



Istituto di Istruzione Superiore  
Della Corte - Vanvitelli - Cava de' Tirreni (Sa)

il giorno 3 febbraio 2017

Presenta

“L’Ingegneria Stradale nel suo Sviluppo Storico”

Relatore

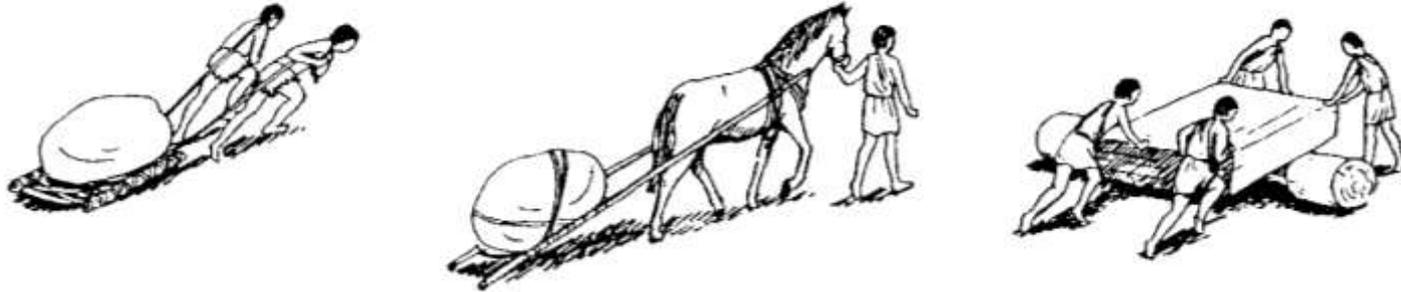
Prof. Ing. Raffaele Mauro “Università degli Studi di Trento”  
presso l’Auditorium IIS Della Corte-Vanvitelli di Cava de’ Tirreni (SA)

## Agli albori del trasporto: le vie d'acqua



- Le civiltà mesopotamiche – Tigri ed Eufrate – Caldei, Sumeri, Assiri, Babilonesi
- La civiltà egizia – lungo il basso e medio corso del Nilo
- Le civiltà della Valle dell'Indo, del Gange e lungo il Fiume Azzurro in Cina...

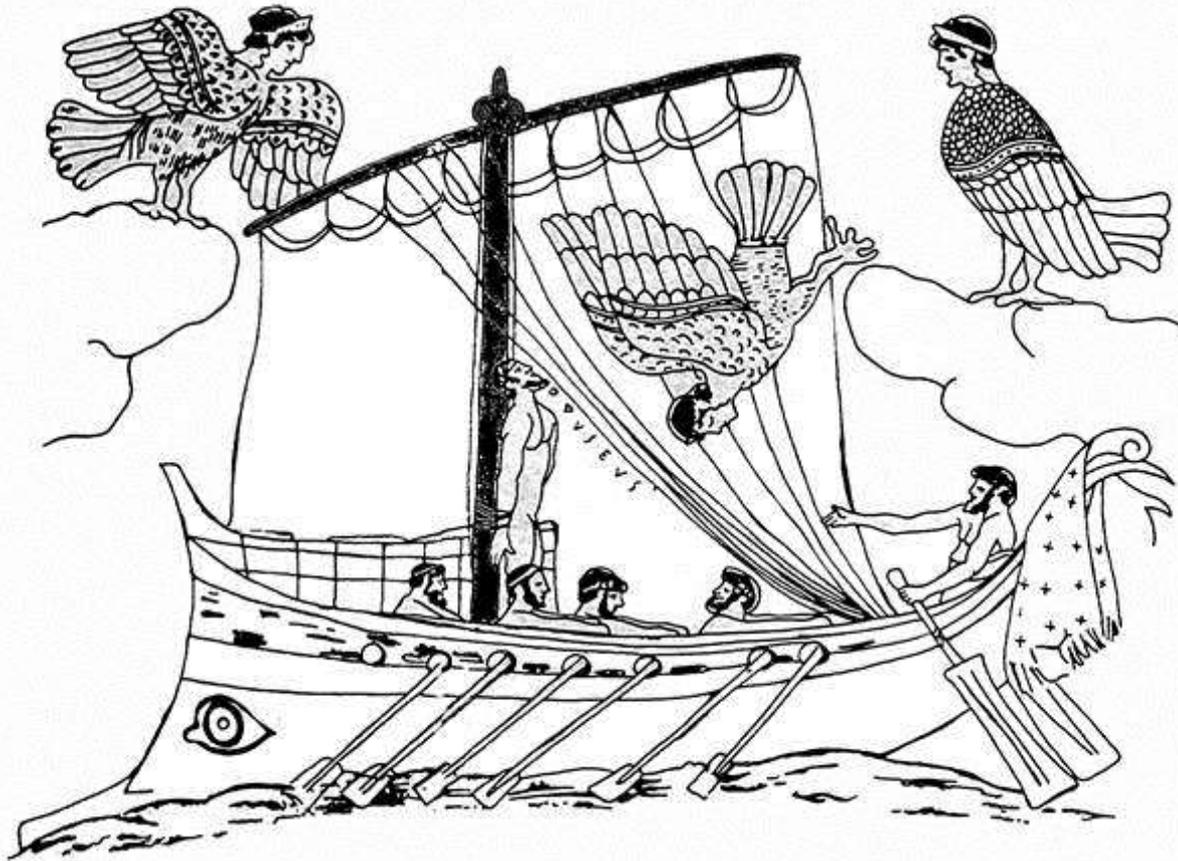
## Agli albori del trasporto



In principio gli spostamenti avvenivano a piedi, a spalla, con slitte rudimentali a volte trainate da cani.

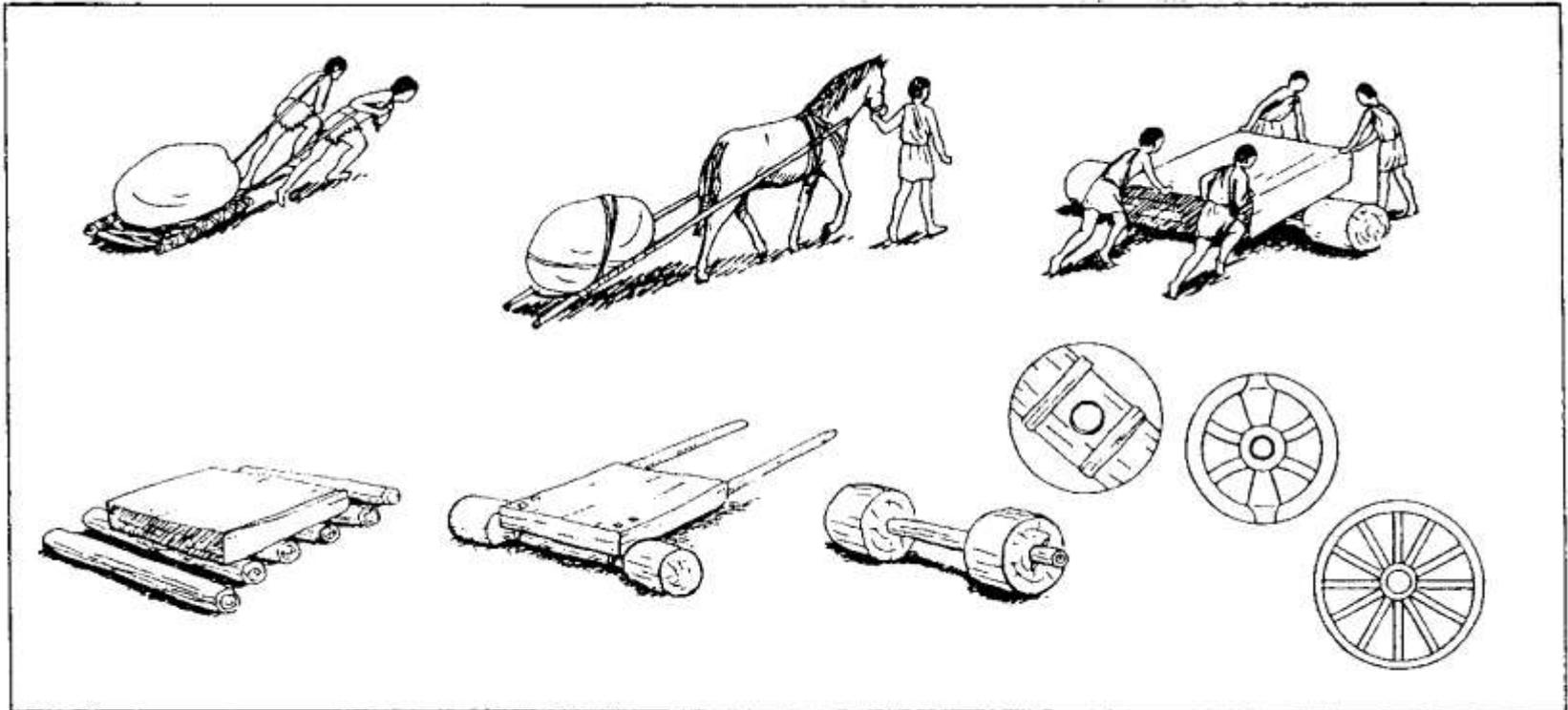
Risultò più agevole servirsi di vie d'acqua quando ci si accorse che era possibile galleggiare e muoversi utilizzando tronchi d'albero legati e poi scavati ...

Ciò avvenne prima sui fiumi, che incutevano meno timore del mare...



... poi, grazie ai progressi nella costruzione delle imbarcazioni, ci si avventurò anche per mare, e in ciò eccelsero Greci, Fenici, Cartaginesi...

# Agli albori del trasporto terrestre



La ruota... più di 6000 anni fa in Mesopotamia



## Alcune realizzazione di strade nelle grandi civiltà del passato

- 2500 a.C. – Strada di Cheope, per edificare la sua piramide
- 2000 a.C. – Creta, strada tra Cortina e Cnosso
- 620 a.C. – Strada per la processione reale a Babilonia (1200 m – per la prima volta utilizzato il bitume per sigillare i giunti tra i masselli della pavimentazione)
- 520 a.C. – Via di Dario I, da Smirne attraverso Turchia e Persia, fino al Golfo Persico (2400 km)
- 300 a.C. – Strada di Chandragupta



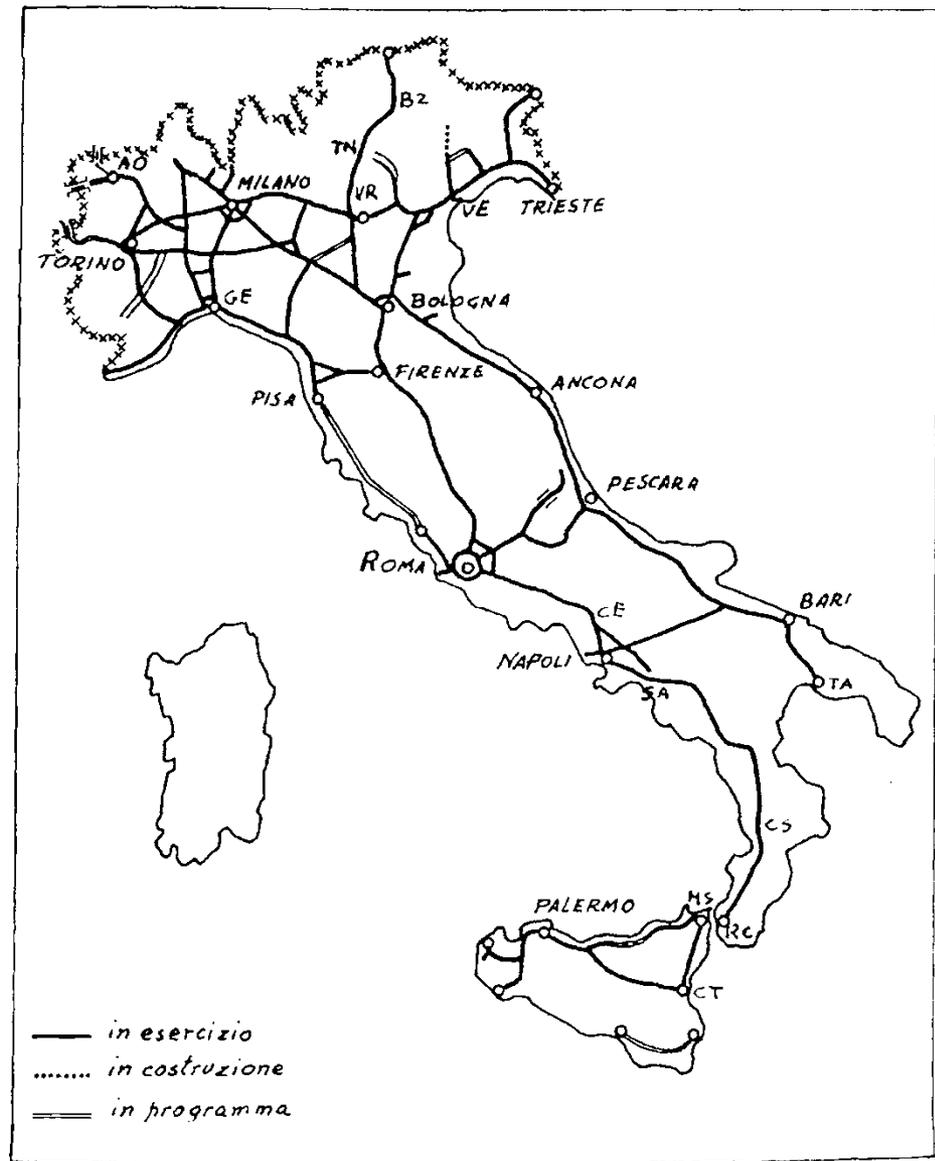
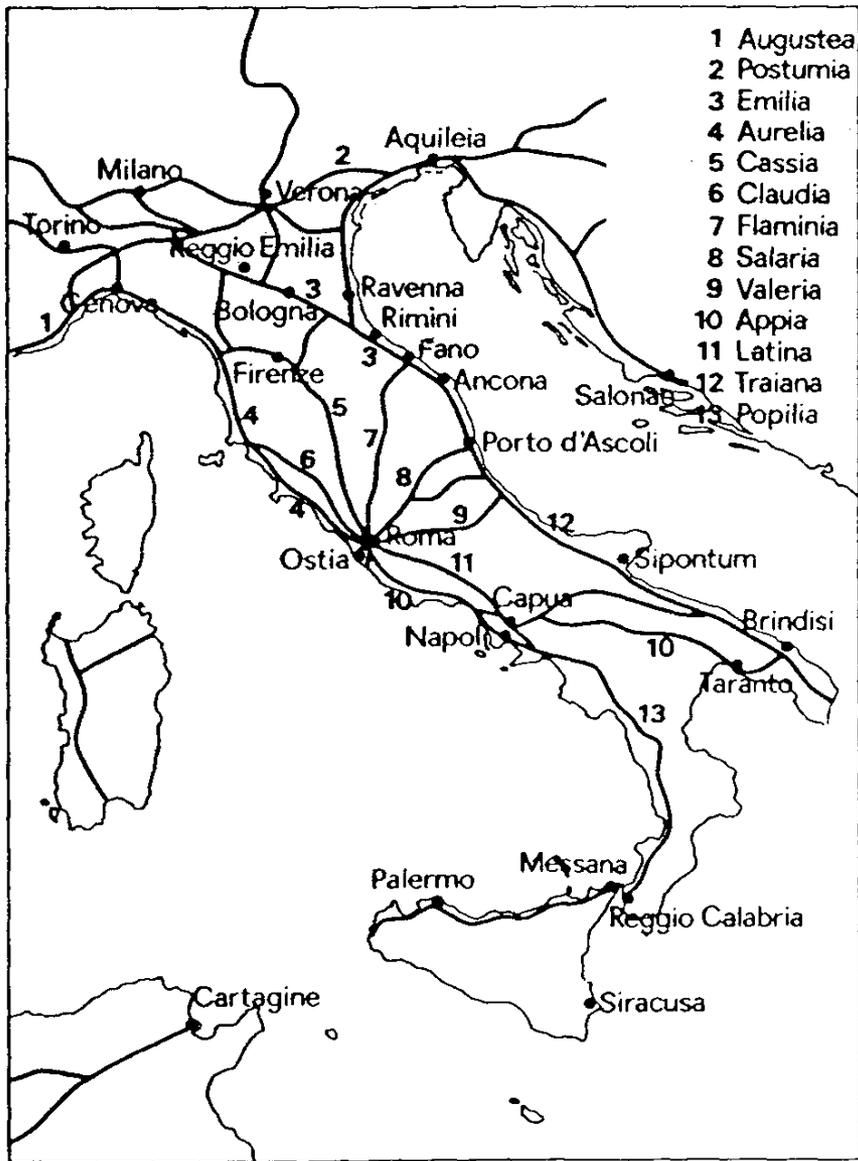
## Alcune realizzazione di strade nelle grandi civiltà del passato



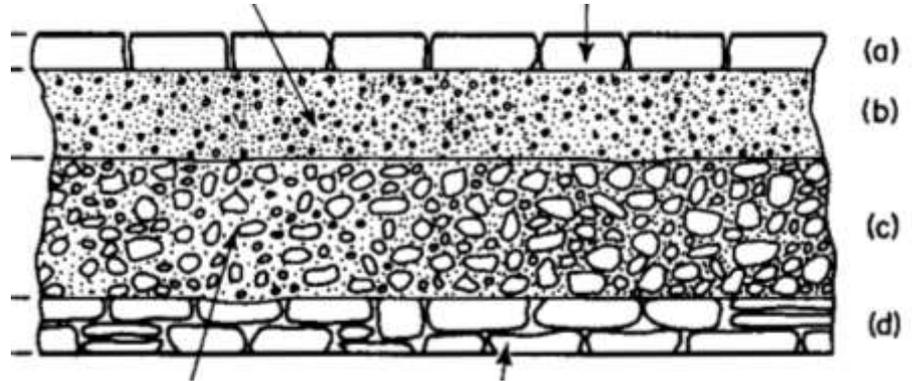
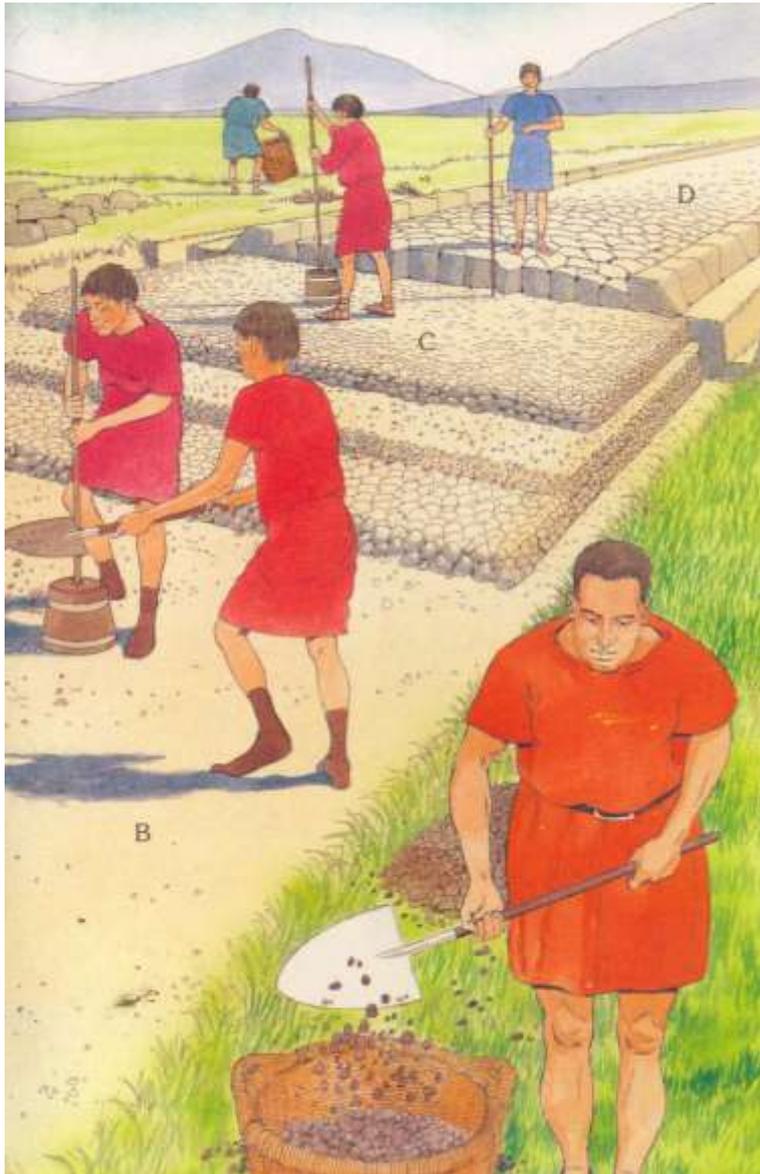
Museo di Pergamo, Berlino

# Le strade dell'Impero Romano, II sec. a.C – IV sec. d.C.

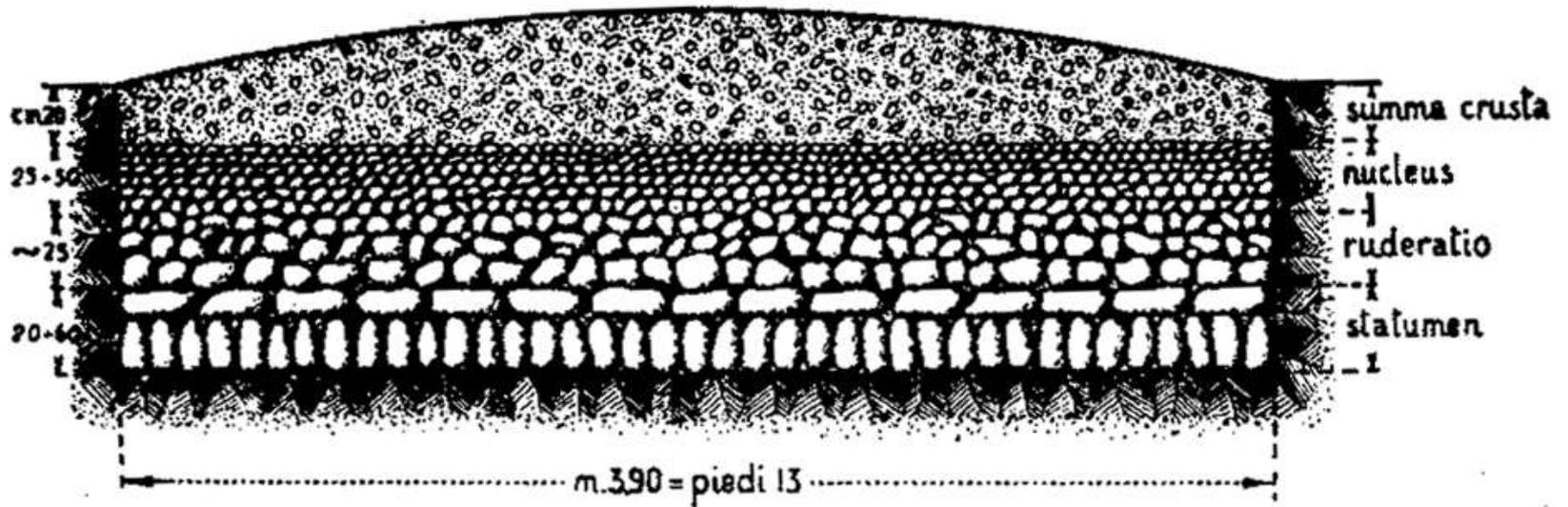


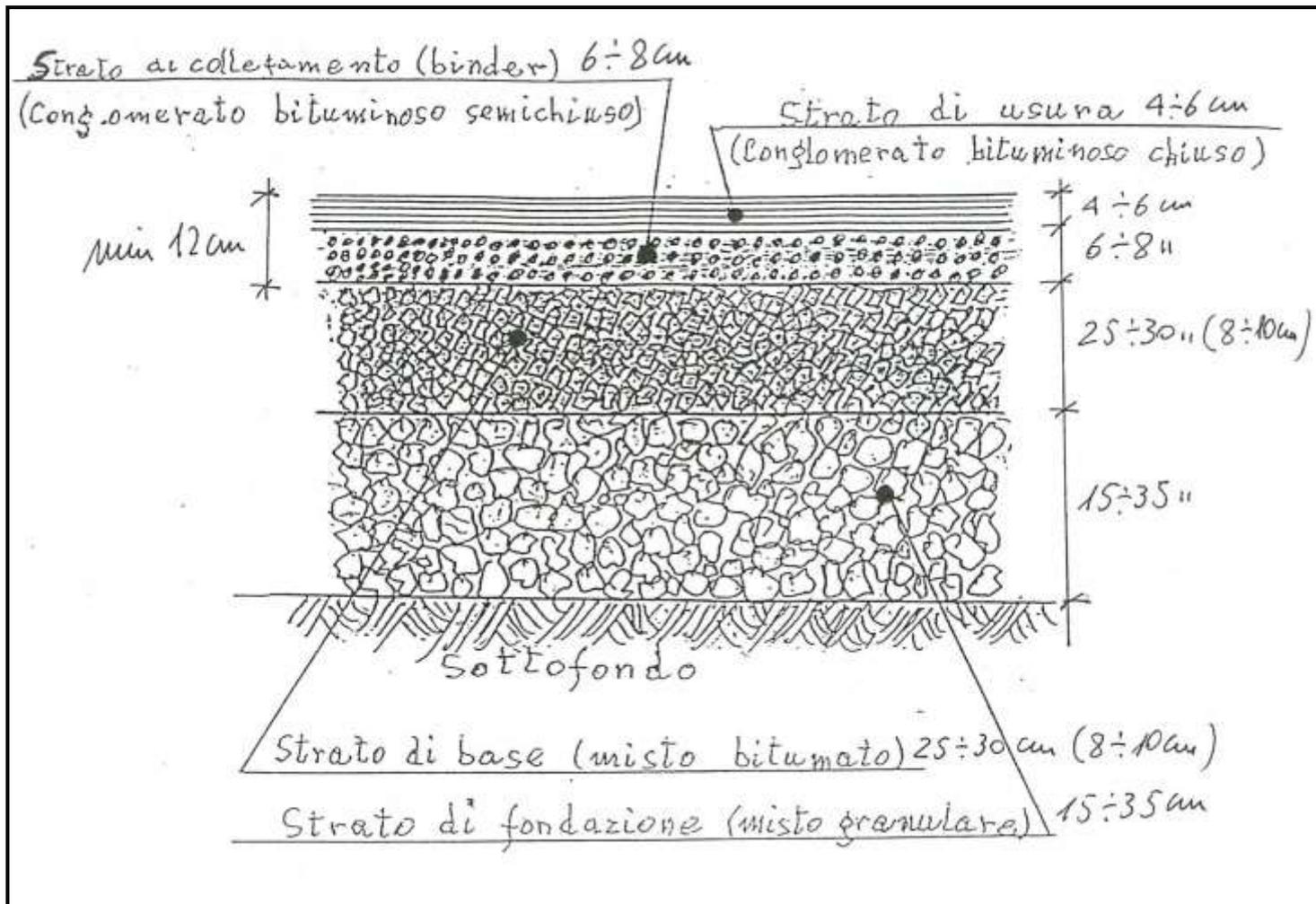


# UN PO' DI STORIA...LE STRADE DEI ROMANI

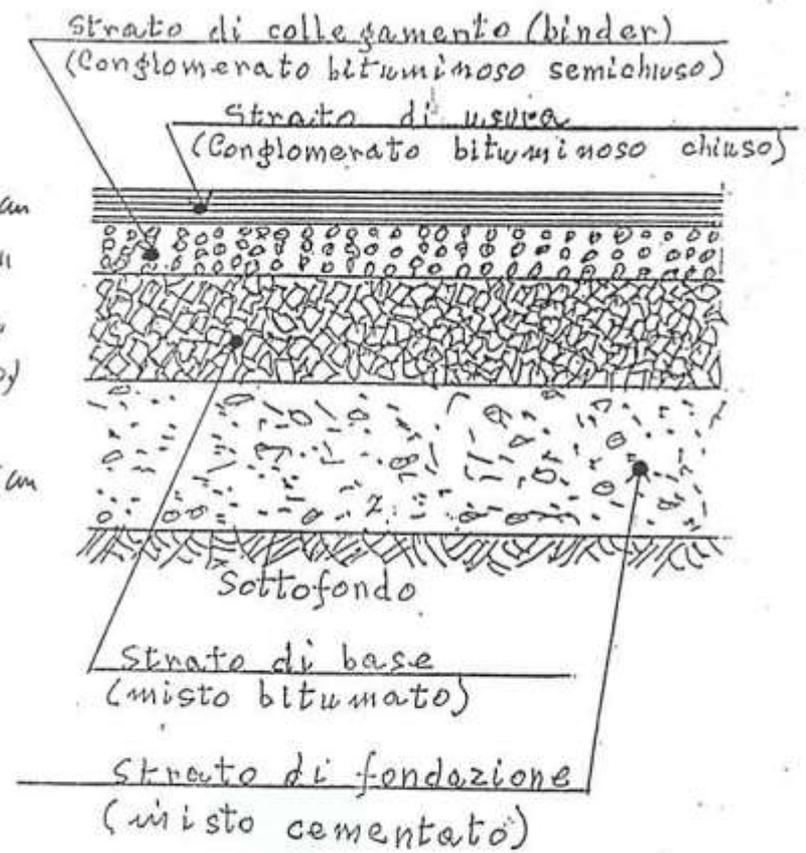
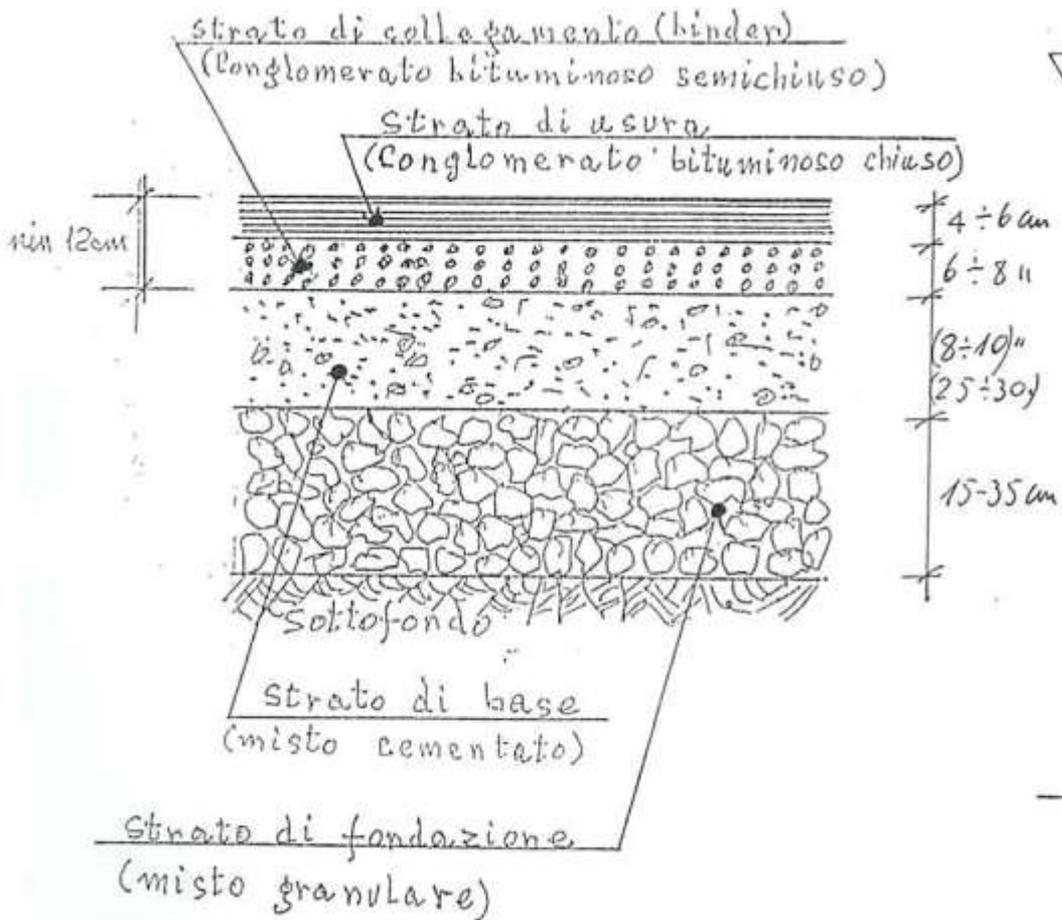


# LE STRADE DEI ROMANI





SCHEMA DI PAVIMENTAZIONE FLESSIBILE

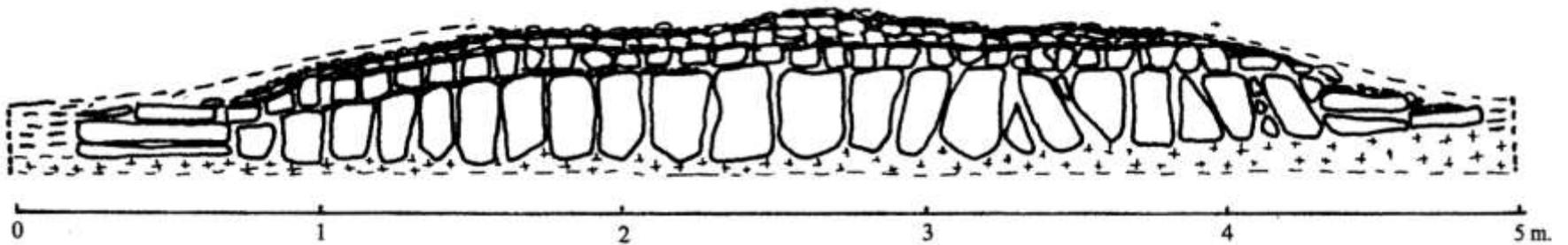
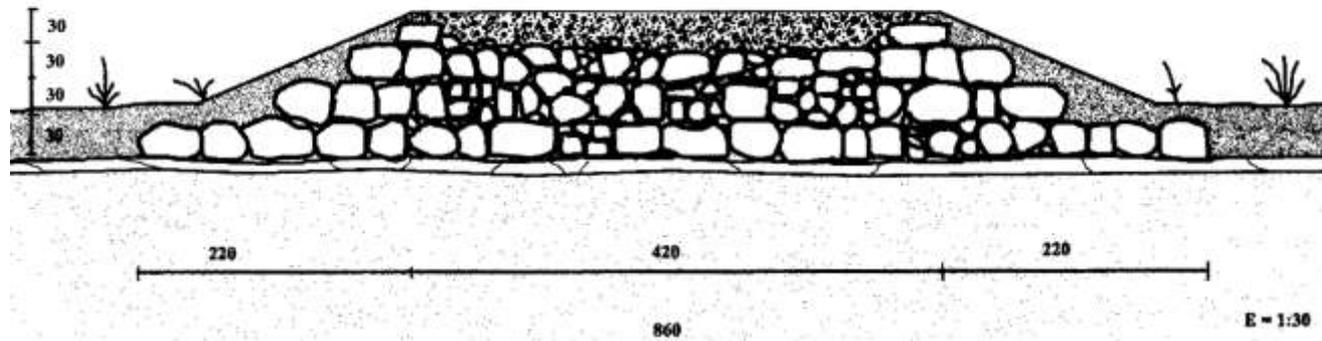


## SCHEMI DI PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE

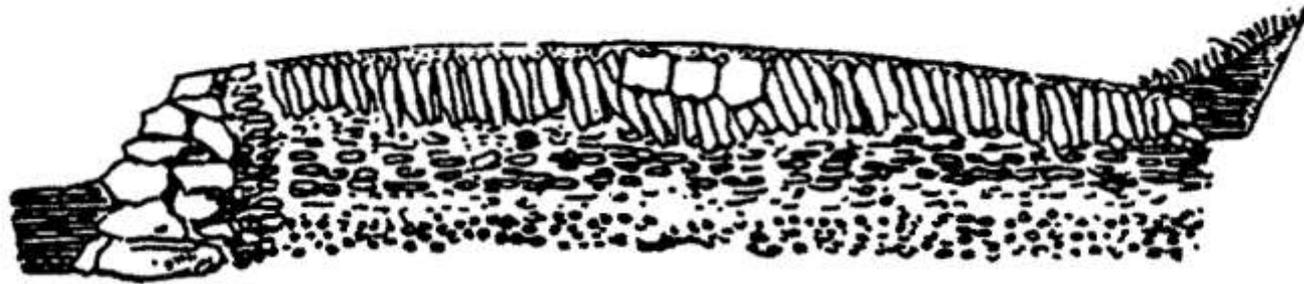
SE LO STRATO DI USURA È DI TIPO "DRENANTE" (AD ALTA RUGOSITÀ)  
ANCHE UNA RIDUZIONE DEL RUMORE DA ROTOLAMENTO

SI OTTIENE

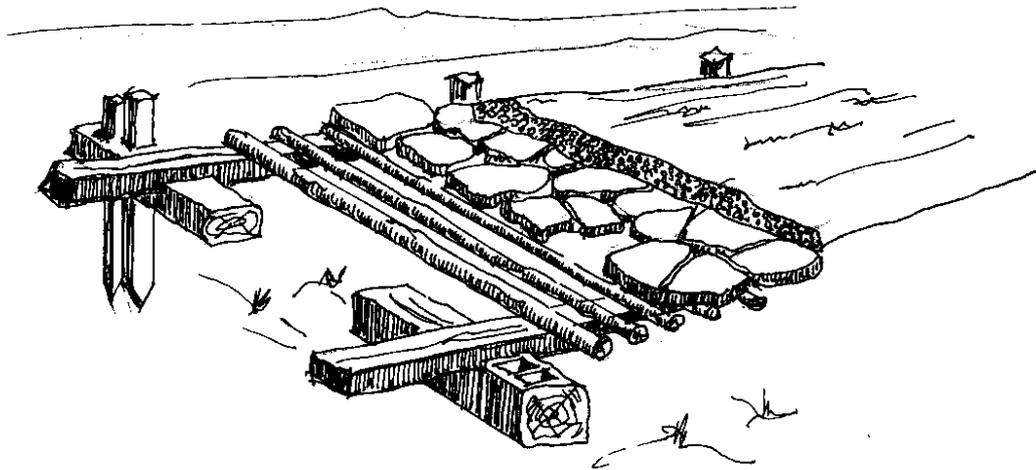
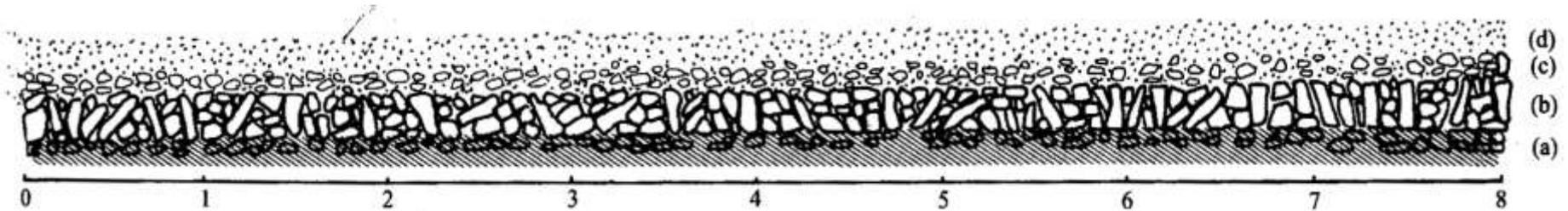
# LE STRADE DEI ROMANI



# LE STRADE DEI ROMANI



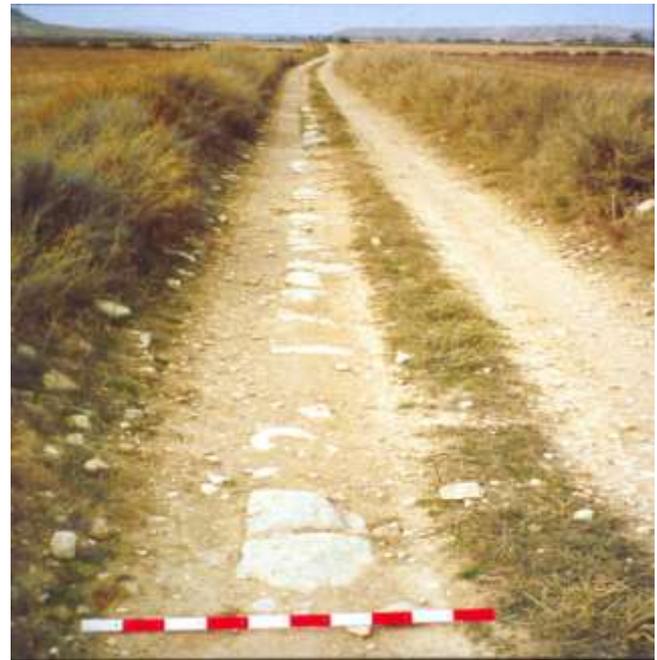
zahorra  
piedras grandes  
arcilla y arena  
gravas



# LE STRADE DEI ROMANI



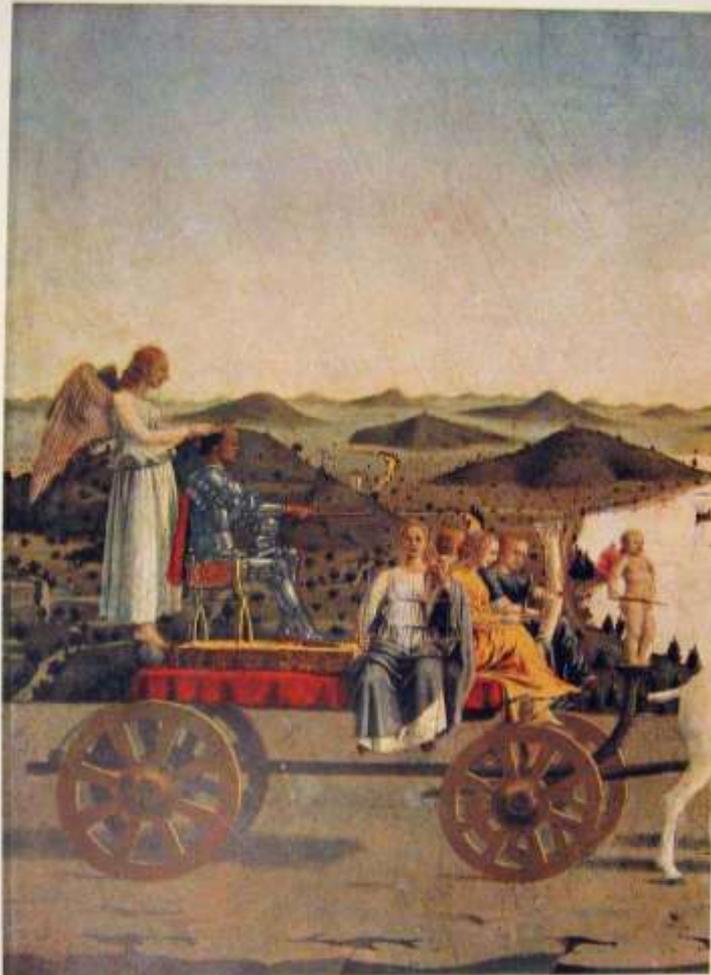
# LE STRADE DEI ROMANI







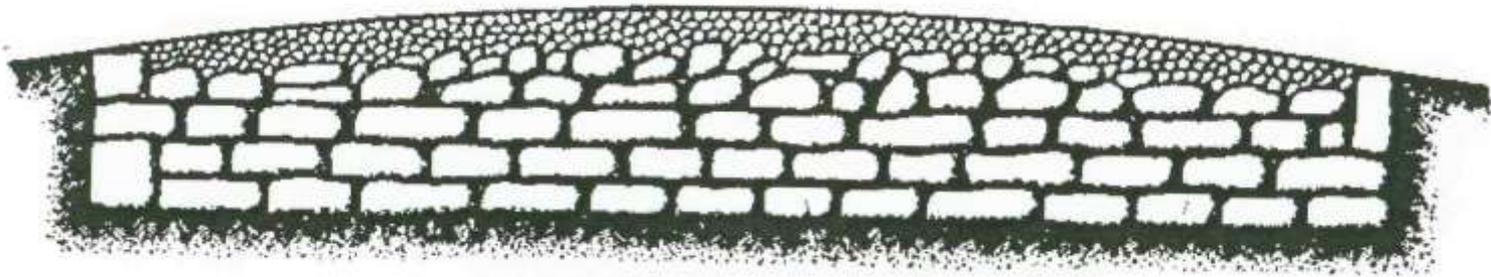
Il declino della potenza di Roma segnò l'inizio dell'abbandono e della distruzione di buona parte delle strade antiche – la grande rete stradale romana favorì comunque il dilagare delle invasioni barbariche e contribuì ad accelerare la caduta dell'Impero (476 d.C.)



Solo con Carlo Magno, tra la fine dell'VIII e l'inizio del IX secolo, si ebbe una certa ripresa nel ripristino e conservazione di vie romane, ma fu di breve durata; le condizioni politiche e sociali per tutto il Medio Evo ridussero gli scambi e le comunicazioni e, quindi, l'interesse per le strade. Un tale stato si protrasse fino agli inizi del XVIII secolo quando, per le mutate condizioni politiche, economiche, sociali, si manifestò l'esigenza di incrementare e migliorare il trasporto via terra.

# LE STRADE NELL'ETA' MODERNA

NEL MIGLIORE DEI CASI SE SI TENEVA IN VITA UNA STRADA ANTICA



PER IL RESTO

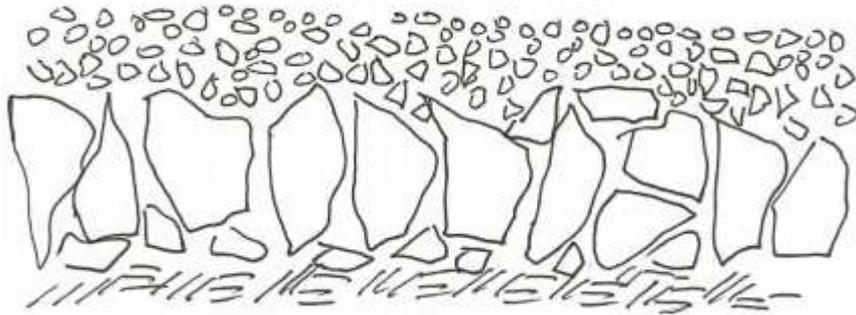
“LA STRADA ERA ALLORA TUTTA SEPOLTA TRA DUE ALTE RIVE, FANGOSA, SASSOSA, SOLCATA DA ROTAIE PROFONDE, CHE, DOPO UNA PIOGGIA, DIVENIVANO RIGAGNOLI, E IN CERTE PARTI PIÙ BASSE, S'ALLAGAVA TUTTA, CHE SI SAREBBE POTUTO ANDARE IN BARCA”.

(MANZONI, I PROMESSI SPOSI, CAP XI)

1716 SI ISTITUISCE IL CORPO DEGLI INGEGNERI DI PONTI E STRADE

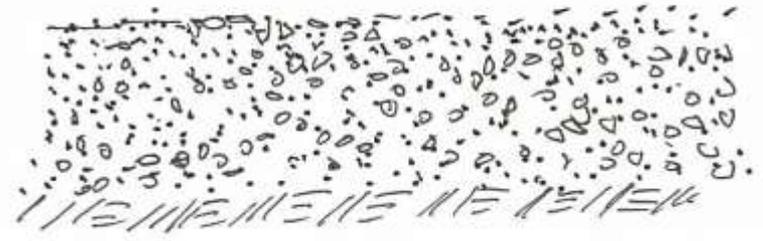
UNA DISPUTA MEMORABILE (~1720)

TELFORD E TRESARGUET

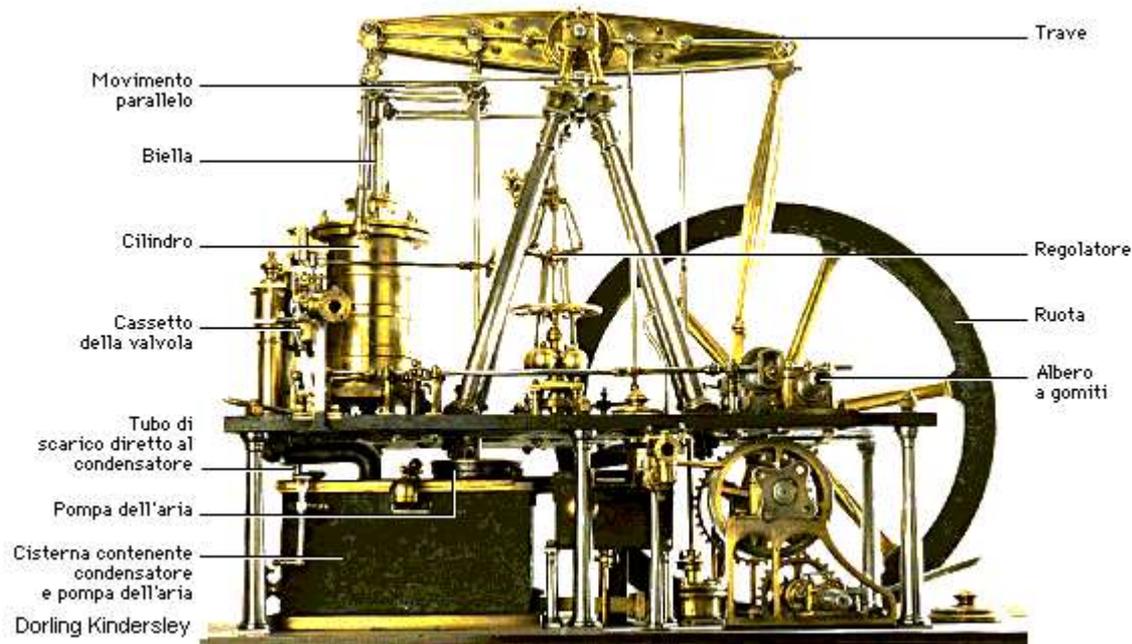


FONDAZIONE DI GROSSA PEZZATURA E  
MASSICCIATA DI PIETRISCO E GHIAIA (10÷15  
CM)

MC ADAM



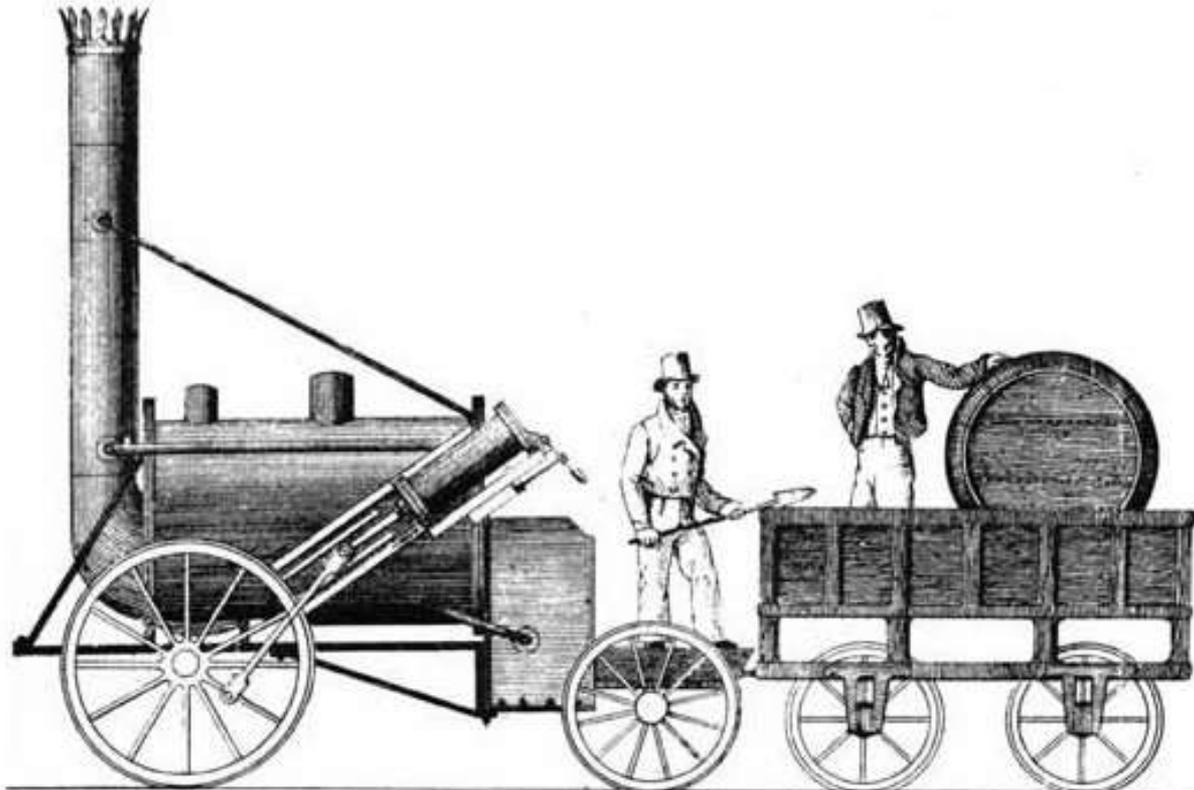
UNICO STRATO DI PIETRISCO CEMENTATO CON I  
PROPRI DETRITI ED ACQUA AL PASSAGGIO DEI  
VEICOLI (SENZA FONDAZIONE)



Scarsa o nulla risultava l'attenzione alla geometria dei tracciati, anche quando, dopo l'invenzione del motore a scoppio, fecero la loro comparsa i primi veicoli a trazione meccanica; bicicli e tricicli non cambiarono le cose: le velocità molto basse, inferiori a quelle delle carrozze, non ponevano problemi legati alla geometria. Questi invece dovettero essere affrontati con la comparsa del veicolo ferroviario.



- XVII secolo, miniere del Galles, rudimentali sistemi vincolati (su rotaia di legno), antenati del trasporto ferroviario



- 1829, G. Stevenson vince il concorso per la ferrovia Liverpool – Manchester con la locomotiva a vapore "The Rocket", su rotaie in acciaio a doppio fungo

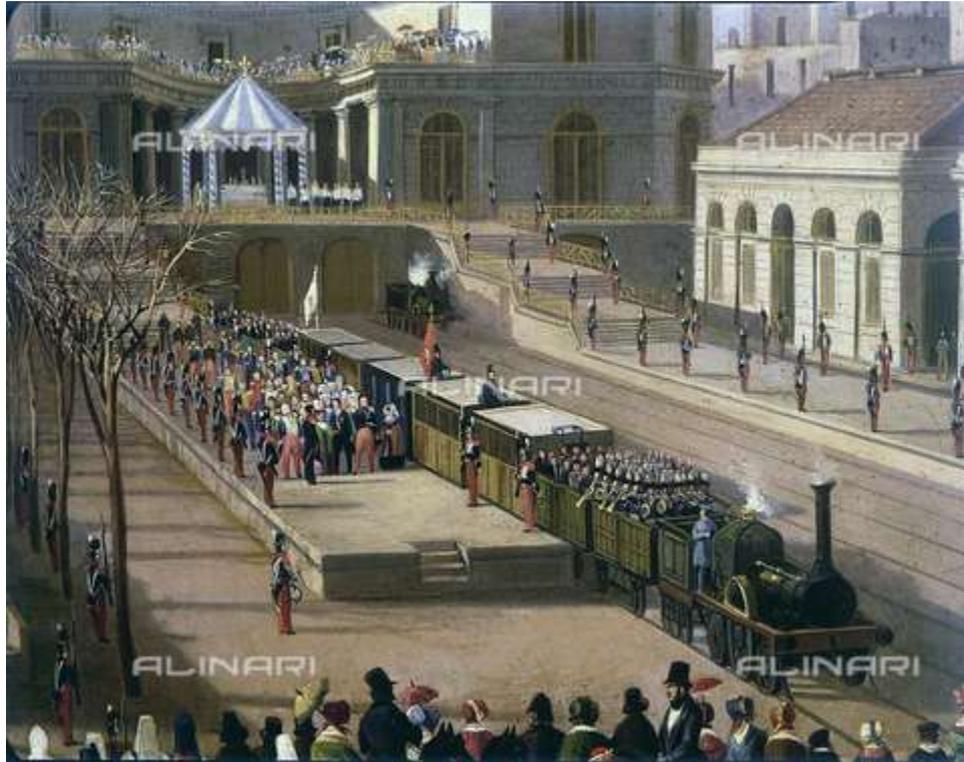
## Qualche cifra importante

A partire dal 1829 il successo della ferrovia fu clamoroso, e in breve tempo si diffuse in Europa e in America, risultando di gran lunga il più efficiente sistema di trasporto terrestre



1829, prima ferrovia italiana: Napoli – Portici (7 km)

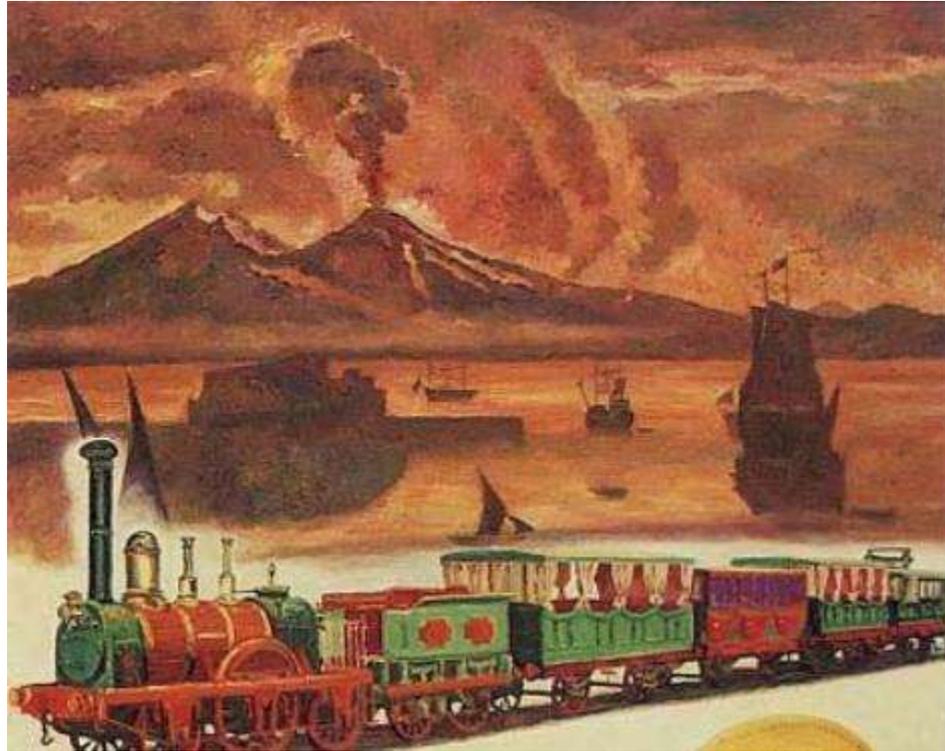
## Qualche cifra importante



1849, in Piemonte 819 km di ferrovia

Marzo 1861, 2186 km di ferrovia in tutto il Paese

## Qualche cifra importante



Per essere il veicolo a guida vincolata (il binario) risultò subito evidente che era necessario studiare le relazioni tra le caratteristiche costruttive del veicolo – lunghezza, passo, scartamento – e la geometria della via: lo studio geometrico del tracciato nasce dunque con la ferrovia

## Qualche cifra importante



Fine '800, inizio '900: nascita delle grandi case automobilistiche

Si evidenzia la necessità di studiare e progettare razionalmente la geometria della strada, dapprima in analogia alla tecnica ferroviaria, poi con criteri specifici per la guida libera

## QUALCHE DATA IMPORTANTE

- LUGO DI ROMAGNA, 1900 L'ING. RIMINI APPLICA TRATTAMENTI ANTIPOLVERE SU DUE TRATTI DI STRADA "MANI" DI CATRAME OTTENUTO COME SOTTOPRODOTTO DELLA DISTILLAZIONE DEL CARBON FOSSILE
- 1910÷1920 SVILUPPO DEI PRIMI METODI ANALITICI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE PAVIMENTAZIONI
- 21 SETTEMBRE 1924, INAUGURAZIONE DELLA PRIMA AUTOSTRADA DEL MONDO, TRATTA MILANO - VARESE

## Qualche cifra importante



Tra gli anni '40 e '50 negli Usa e poi in Europa, nascita e sviluppo del fenomeno della motorizzazione di massa

Anni '50: nascita dell'ingegneria stradale intesa come ingegneria di sistema:

- Progettazione geometrico-funzionale
- Ingegneria del traffico (dagli anni '30)
- Controllo e gestione di assi e di reti

Anni '60: nascita dell'ingegneria dei sistemi di trasporto

- Pianificazione quantitativa
- Modelli per l'analisi della domanda e dell'assegnazione del traffico alle reti
- Tecniche previsionali di scenario, analisi multicriteriali come supporto alle decisioni attuative

Dagli anni '50  
Ingegneria delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto

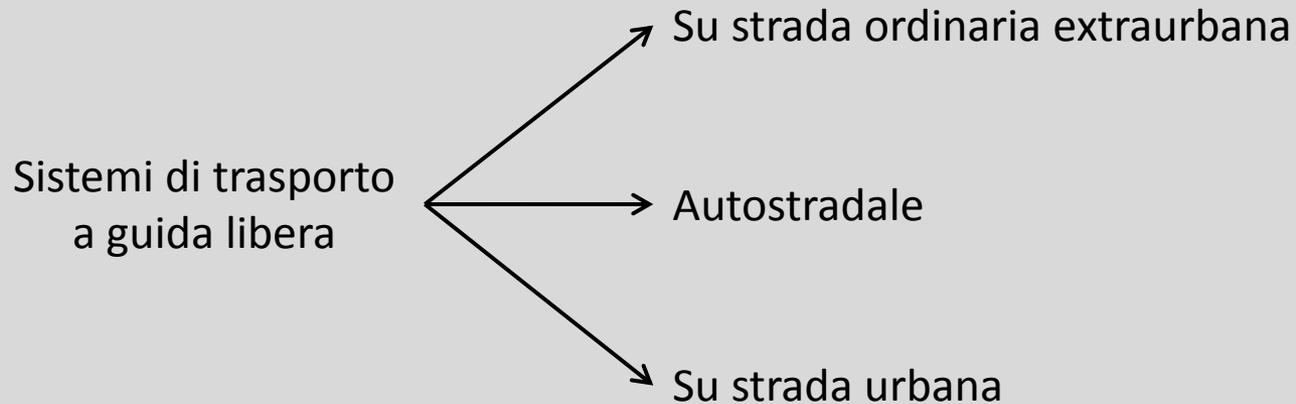
... progressivamente ...

dall'Ingegneria della Produzione Materiale, all'Ingegneria della Produzione Astratta

# I sistemi di trasporto a guida libera



# Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera



# Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera

Principali  
differenze

## Strade urbane

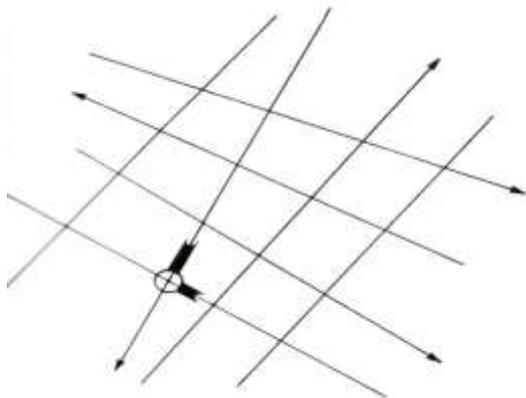
rete a forte connessione ( → caratteristiche di propagazione della congestione)

- regime prevalente: flusso interrotto
- promiscuità degli usi (transito, sosta, utenze deboli, attività commerciali ...)

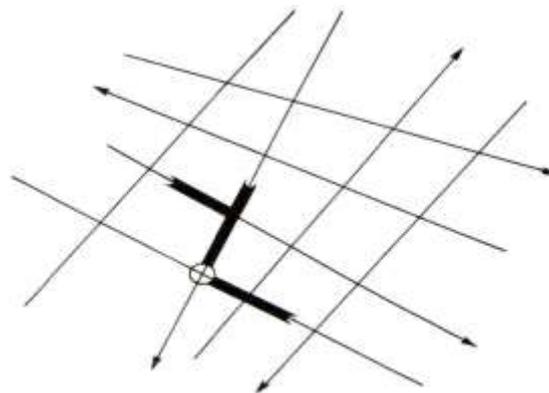
## Strade extraurbane

rete a bassa connessione (→ caratteristiche di propagazione della congestione)

- regime prevalente: flusso ininterrotto



(a) Initial problem



(b) Growth of problem



(c) Continued growth

# Il ruolo delle norme

***In Italia:***

*Norme sulle caratteristiche geometriche e funzionali delle strade,*

*1963 – 1973 – 1980 – 1983 – 2001 e 2006*

## Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera

*Il sistema autostradale può ritenersi in una certa misura, risultato dell'evoluzione del sistema su strada ordinaria, derivante dalla ricerca di migliori livelli di affidabilità e sicurezza.*

# Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera

## **Sicurezza**

*Un sistema di trasporto si definisce sicuro se la sua pericolosità, misurata mediante opportuni parametri statistici (ad es.: il numero di morti o di feriti rapportato al numero di veic. km) è inferiore ad un certo limite*

## **Affidabilità**

*Un sistema di trasporto si definisce affidabile se è bassa la possibilità che si verifichino cadute di velocità e arresti della circolazione tali da provocare tra l'altro un aumento dei tempi di viaggio al di là di certi valori percentuali.*

# Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera

Sicurezza e affidabilità

tanto maggiori quanto minore è la libertà d'uso dell'infrastruttura concessa ai singoli veicoli (minime nella strada ordinaria e massime nel sistema ferroviario)

per lo stesso sistema di trasporto diminuiscono, a parità di tutte le altre condizioni, al crescere della domanda

## Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera

*Quanto più severo è il controllo dell'uso dell'infrastruttura, tanto maggiori sono i costi di costruzione e di esercizio del sistema di trasporto, e tanto più rigido è l'uso che di esso è possibile fare*

# Caratteristiche dei sistemi di trasporto a guida libera

Progettazione  
geometrica e funzionale  
e sovrastrutturale



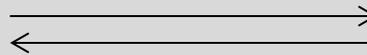
Sicurezza



Controllo



Affidabilità



- Andamento plano-altimetrico
- Coordinamento e consistenza
- Geometria delle corsie di immissione e di uscita
- Visuali libere

- Reinstradamento
  - Controllo rampe
  - Controllo velocità
  - Controllo limiti velocità → Sicurezza
  - Corsia dinamica
  - Commutazione dei versi di percorrenza (urbano)
- } Aumento capacità e riduzione effetti congestione (ritardi)

# Il sistema di trasporto autostradale

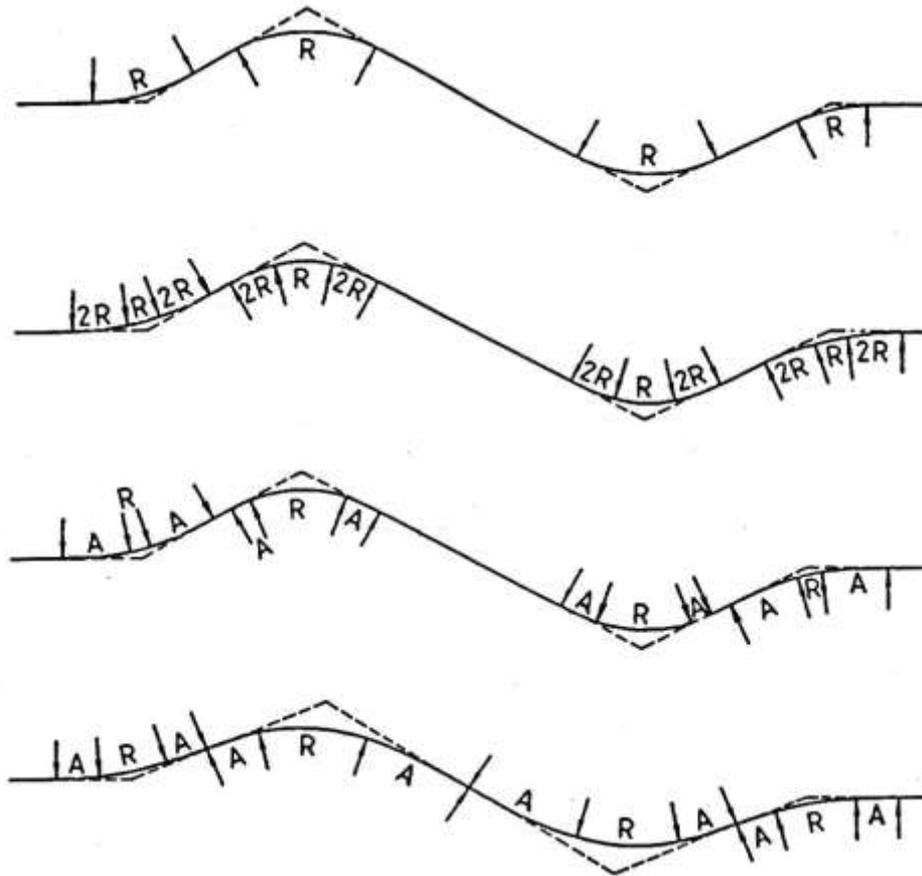
***In Italia – 21 settembre 1924: primo tratto Milano – Varese  
(autostrada dei laghi) ...***

## ***Nel seguito ...***

- ✓ *Modifica della geometria dei tracciati: progettazione in funzione dell'interazione uomo – strada – veicolo (curve di transito, limitazione dei rettifili ...); approccio utilizzato in Italia agli inizi degli anni 60 (adottato ad es. nella progettazione dell'autostrada Salerno -Reggio Calabria)*
- ✓ *Interazione rete autostradale – territorio: sviluppo di una forte domanda di trasporto a piccola e media distanza, di persone e di merci, che si sovrappone alla domanda di trasporto a lunga percorrenza: ravvicinamento dei nodi, evoluzione dei criteri di progetto e di esercizio*

# Il sistema di trasporto autostradale

*All'inizio: imitazione per i tracciati dei criteri progettuali ferroviari, anche in relazione al servizio per i viaggi a lunga distanza*

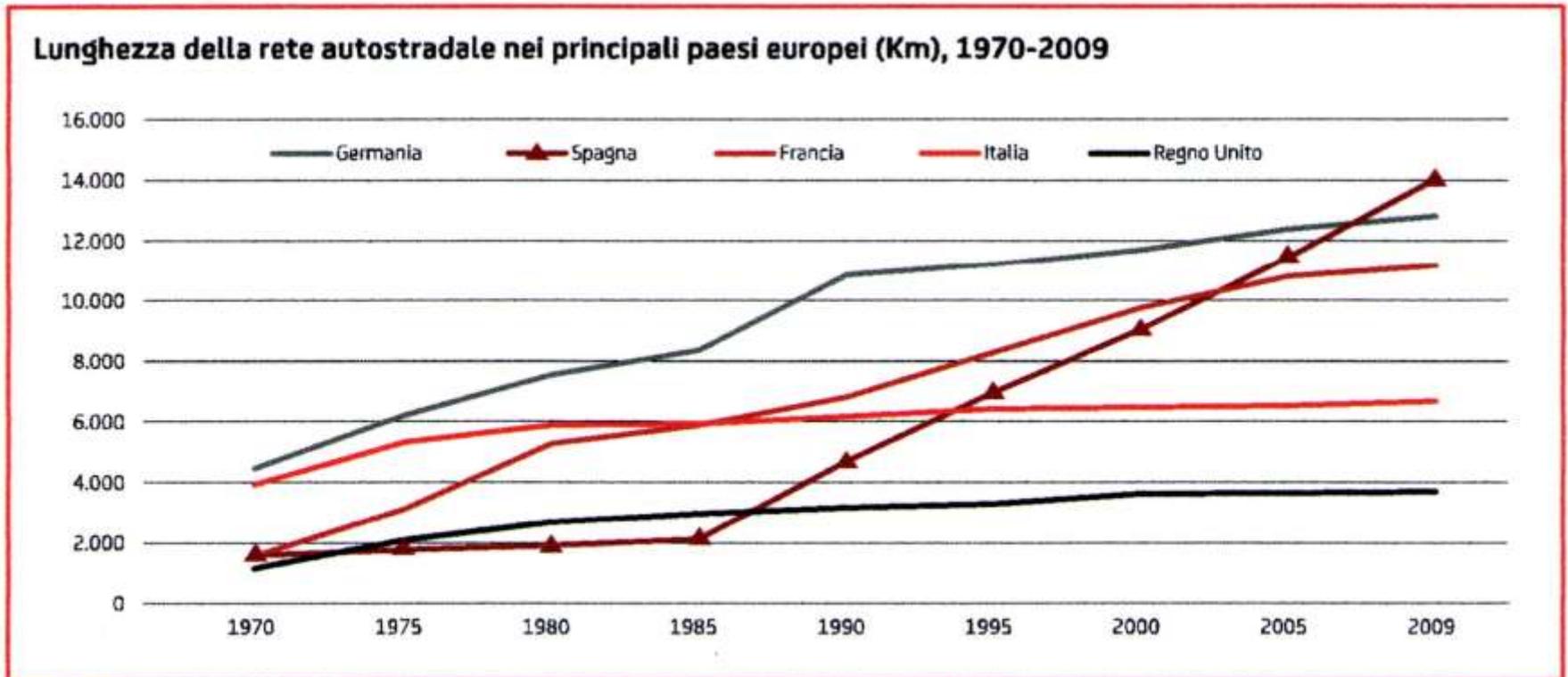


# Duplicación de calzada en la M-411 de Madrid

Tramo: Leganés - M-40



# La rete del trasporto stradale



Fonte: Eurostat, 2011



### Rete Autostradale Italiana al 30-06-2012

-  In esercizio Km 6.719,8
-  In costruzione Km 186,6
-  In programma Km 552,8

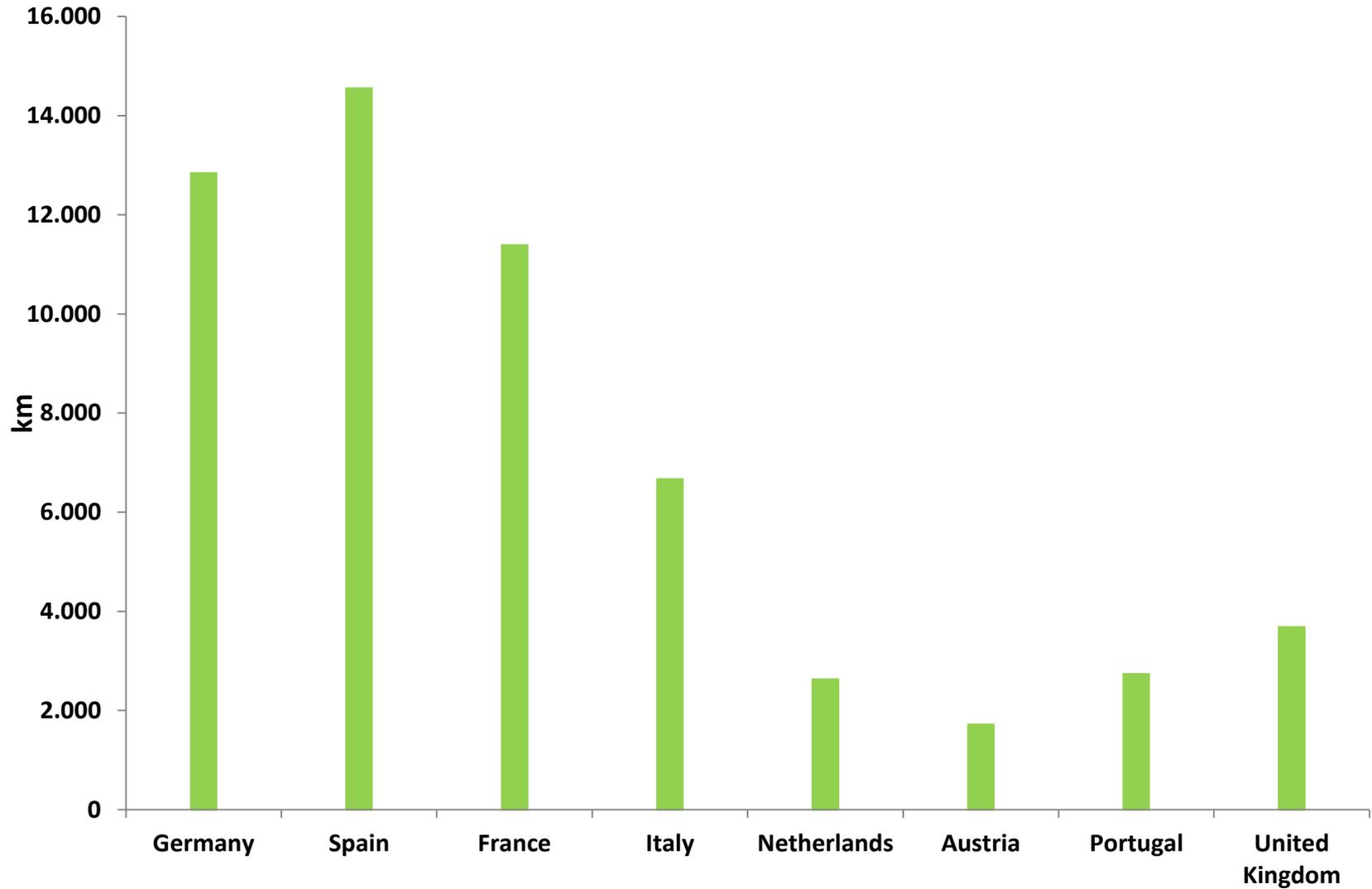


### RIEPILOGO GENERALE RETE IN ESERCIZIO

<b>IN CONCESSIONE A PEDAGGIO (Autostrade + Trafori autostradali)</b>	km	<b>5.782,1</b>
<b>A.N.A.S.</b>	km	<b>937,7</b>
<b>ESTESA TOTALE</b>	km	<b>6.719,8</b>

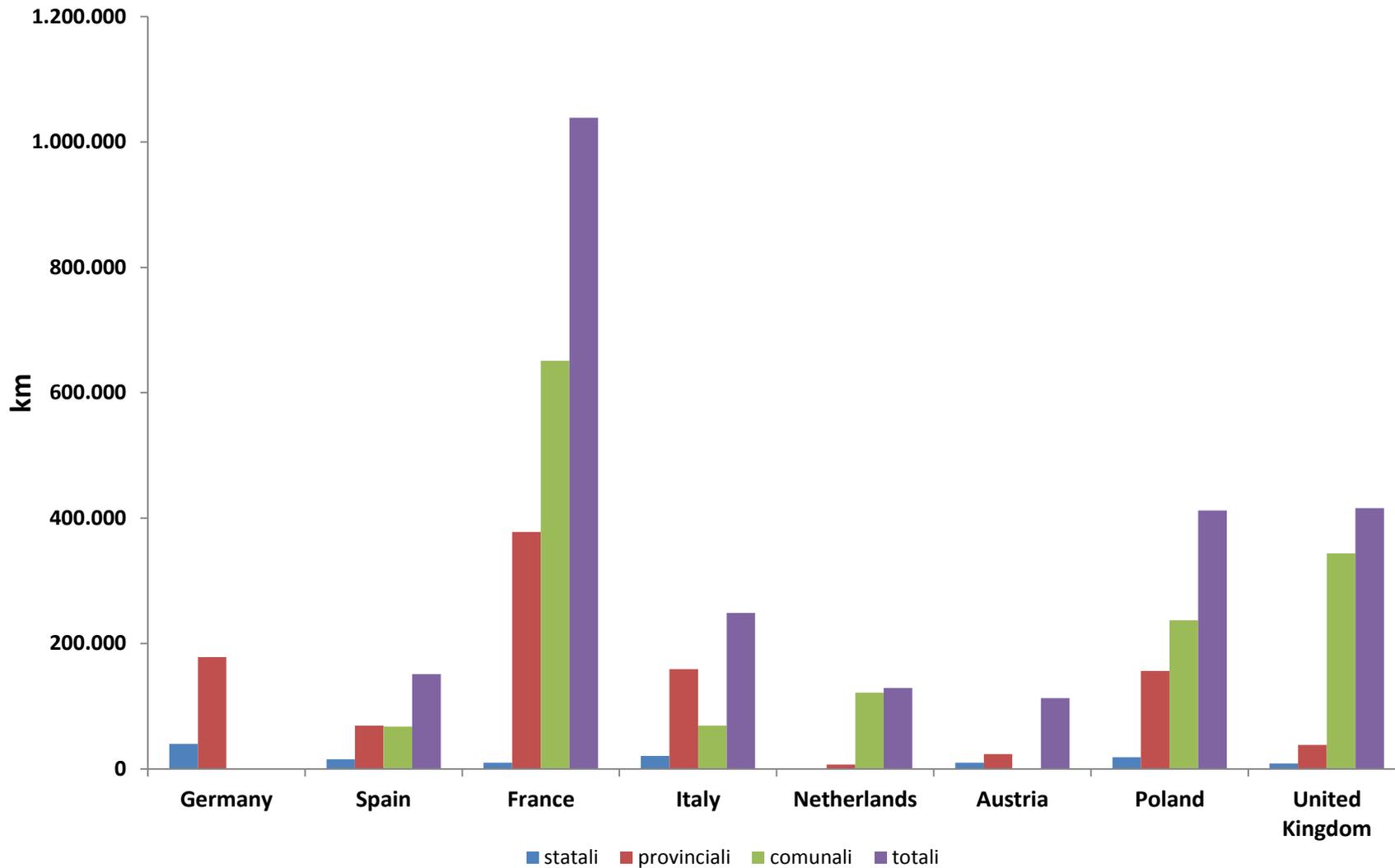
# La rete del trasporto stradale

## Consistenza rete autostradale di alcuni Paesi europei - anno 2011

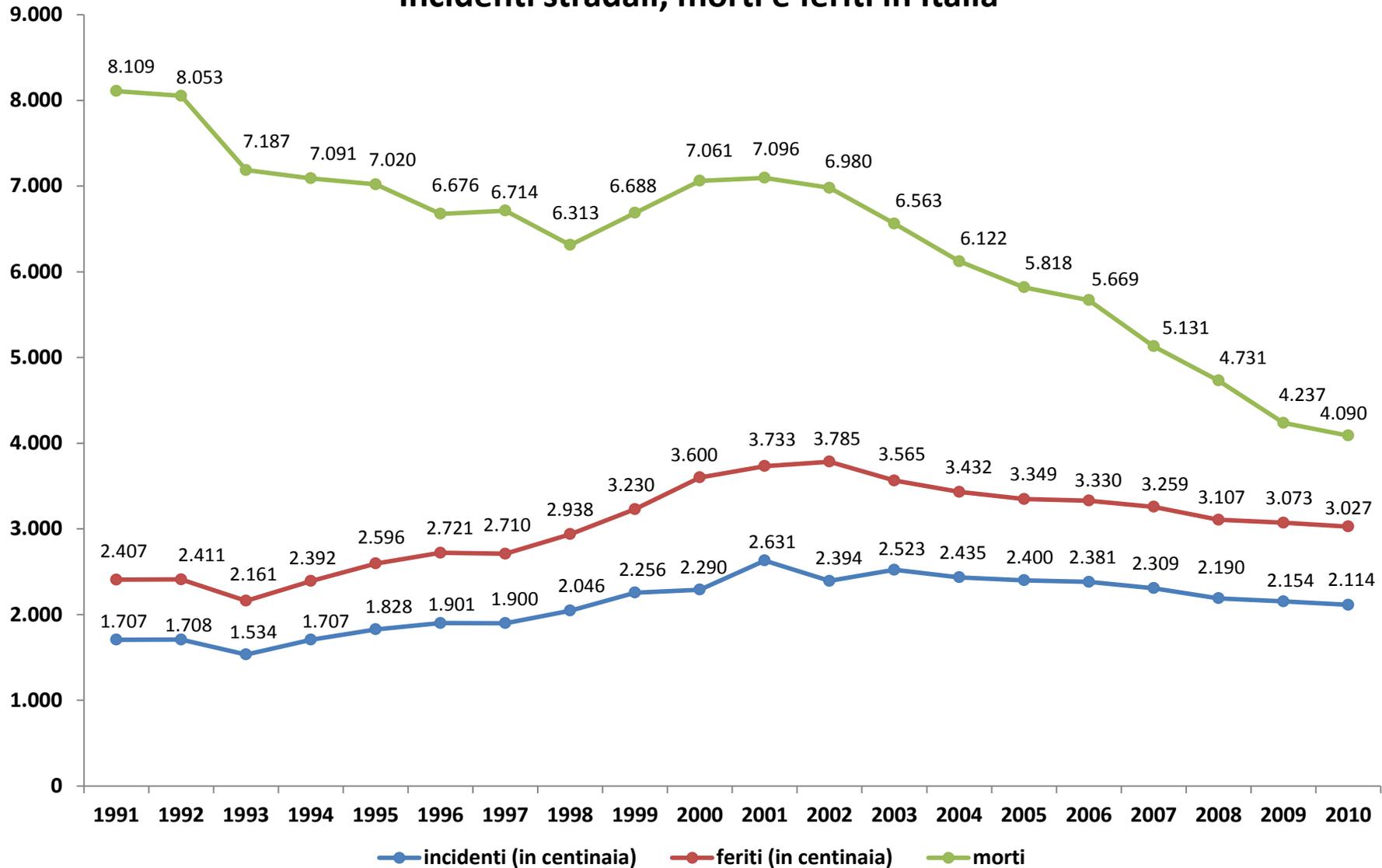


# La rete del trasporto stradale

## Consistenza rete non autostradale di alcuni Paesi europei - anno 2011

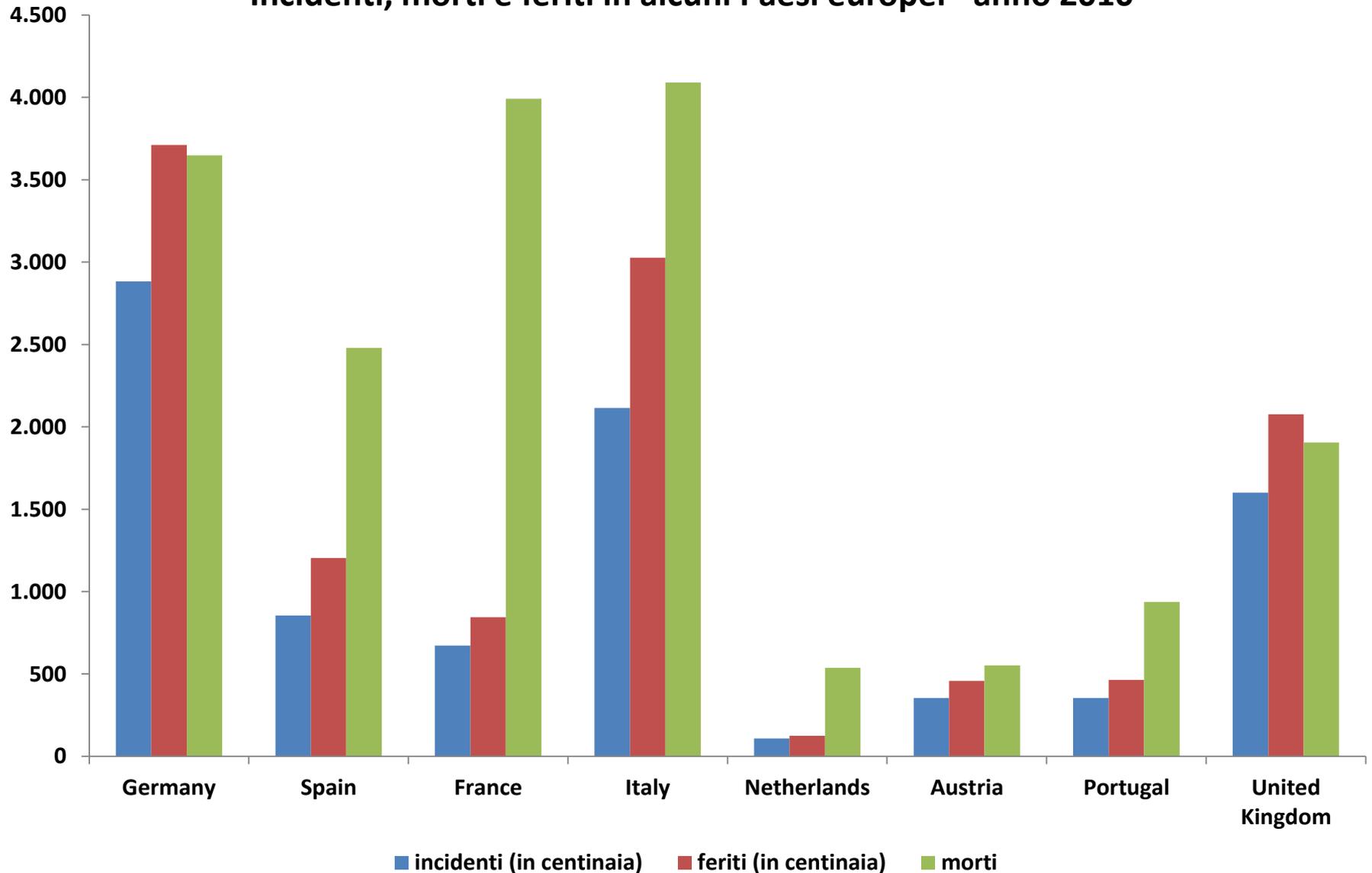


# Incidenti stradali, morti e feriti in Italia



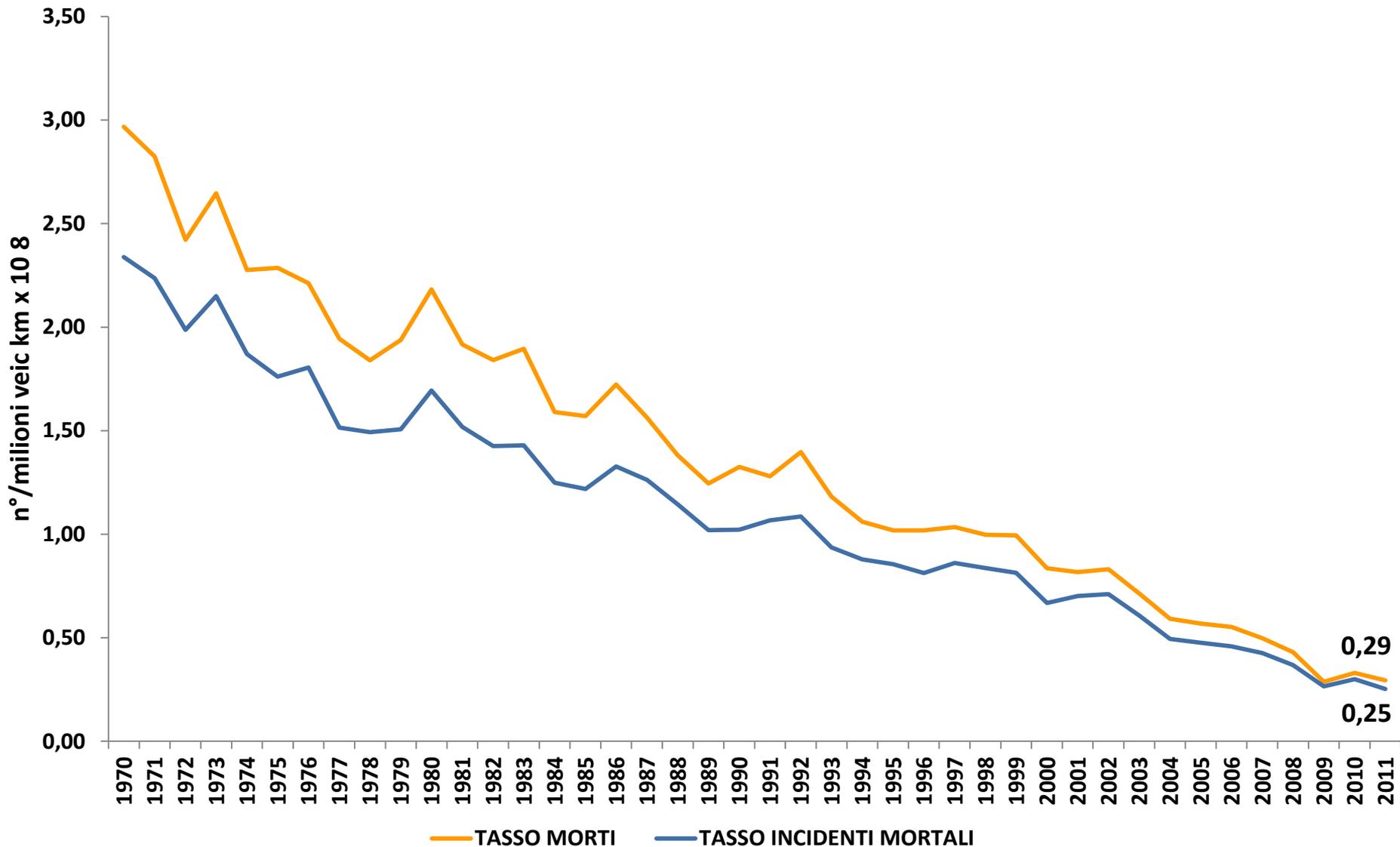
# La sicurezza nel trasporto autostradale

## Incidenti, morti e feriti in alcuni Paesi europei - anno 2010



# La sicurezza nel trasporto autostradale

rete autostradale italiana - tasso incidenti mortali e tasso morti



# La sicurezza nel trasporto autostradale

(tassi medi annui)

<b>Tasso feriti – media 2001-2011</b>	20,14 · 10 <sup>8</sup> veicoli km
---------------------------------------	------------------------------------

<b>Tasso incidenti con feriti e/o morti – media 2001-2011</b>	11,94 · 10 <sup>8</sup> veicoli km
---	------------------------------------

<b>Tasso morti – media 2001-2011</b>	0,54 · 10 <sup>8</sup> veicoli km
--------------------------------------	-----------------------------------

<b>Tasso incidenti mortali – media 2001-2011</b>	0,46 · 10 <sup>8</sup> veicoli km
--	-----------------------------------

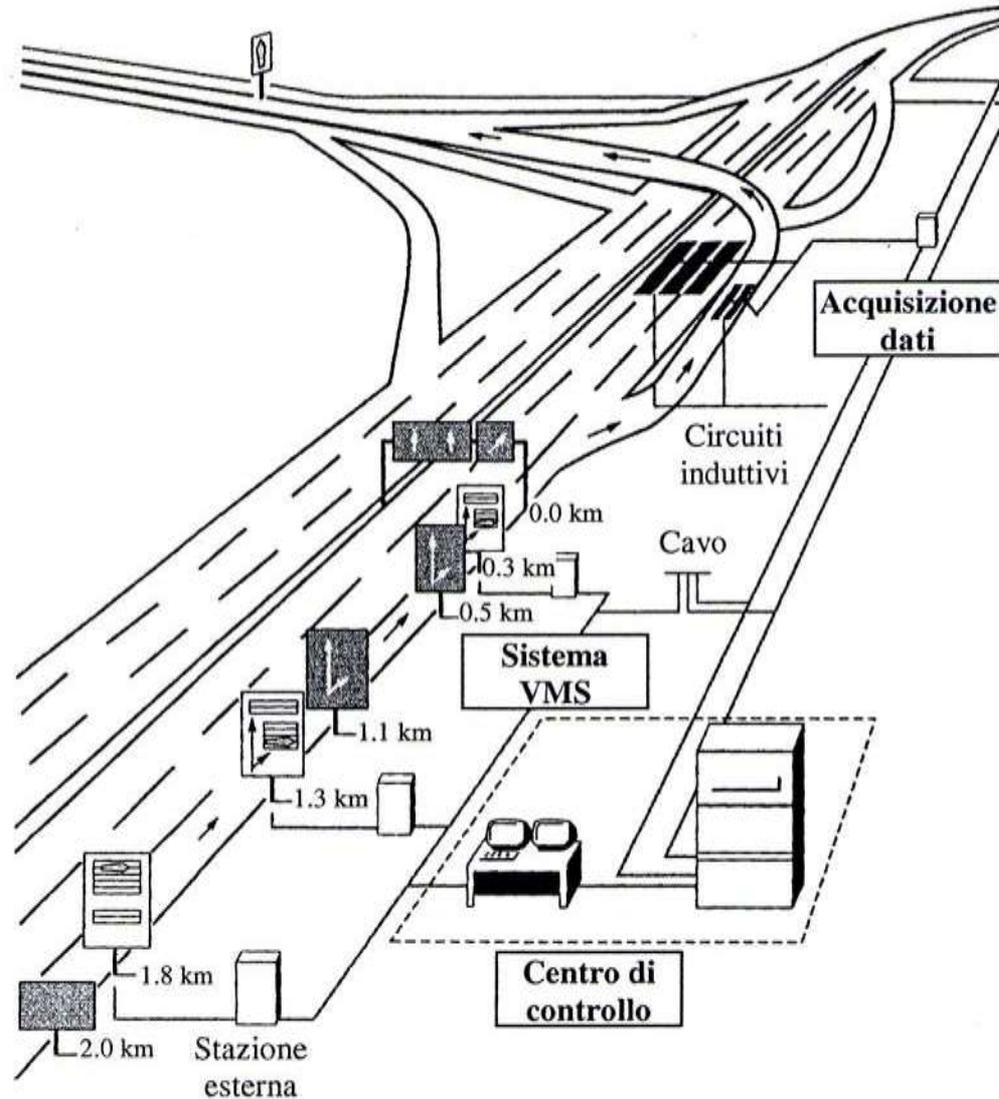
***Pericolosità media del trasporto stradale: 1,5 morti 10<sup>8</sup> pass. km***  
***Pericolosità media del trasporto ferroviario: 0,08 morti 10<sup>8</sup> pass. km***  
***Pericolosità media del trasporto aereo: 0,24 morti 10<sup>8</sup> pass. km***

# Controllo - affidabilità



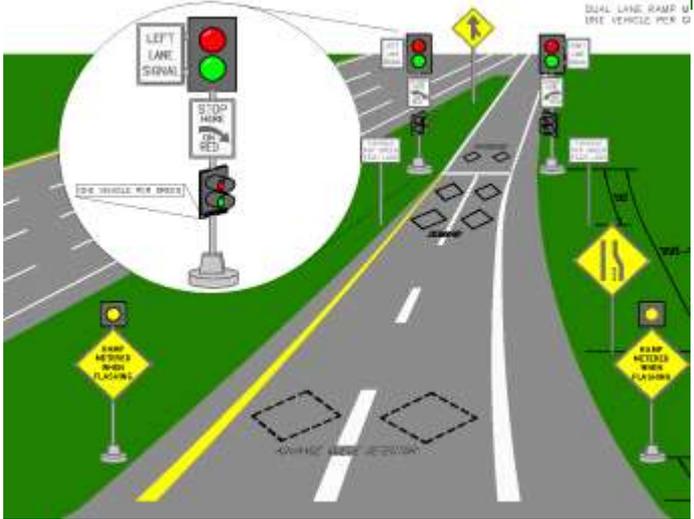
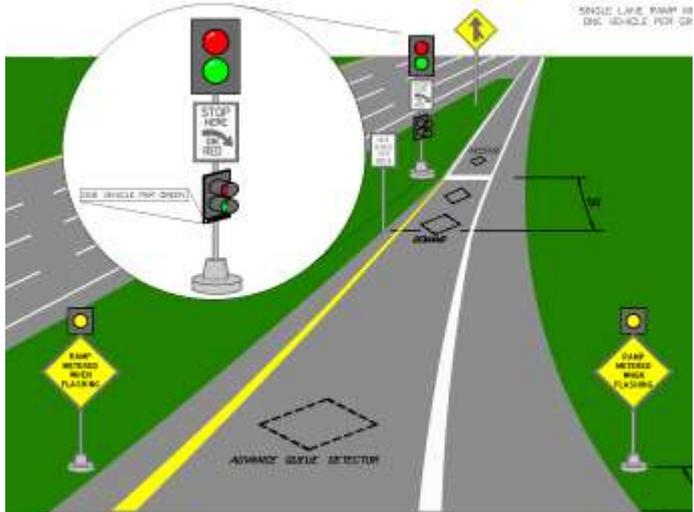
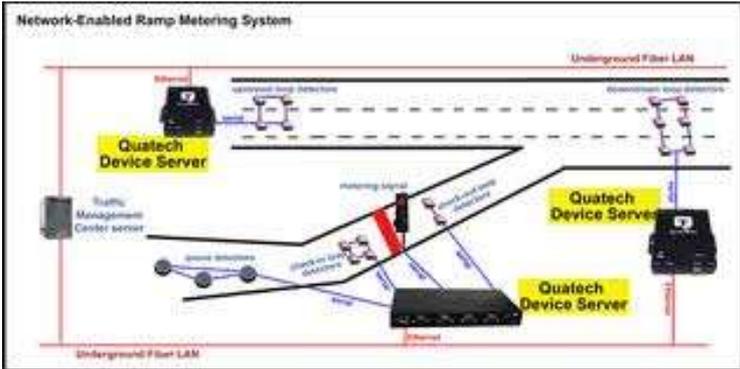


# Reinstradamento - controllo delle rampe



*Struttura di un sistema di guida alla scelta di percorsi alternativi*

# Controllo delle rampe (ramp metering)



# Controllo delle velocità (stabilizzazione del deflusso – affidabilità)



# Controllo delle velocità (stabilizzazione del deflusso – affidabilità)

MESSAGGIO

V0 = 

V1 = 

V2 = 

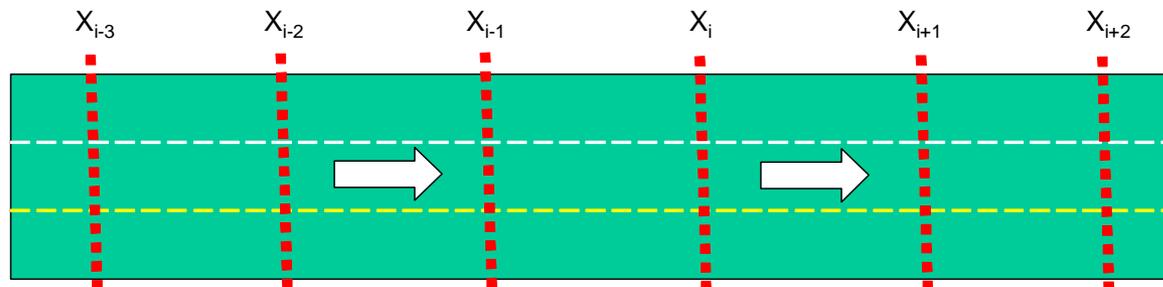
V3 = 

V4 =   
CODA

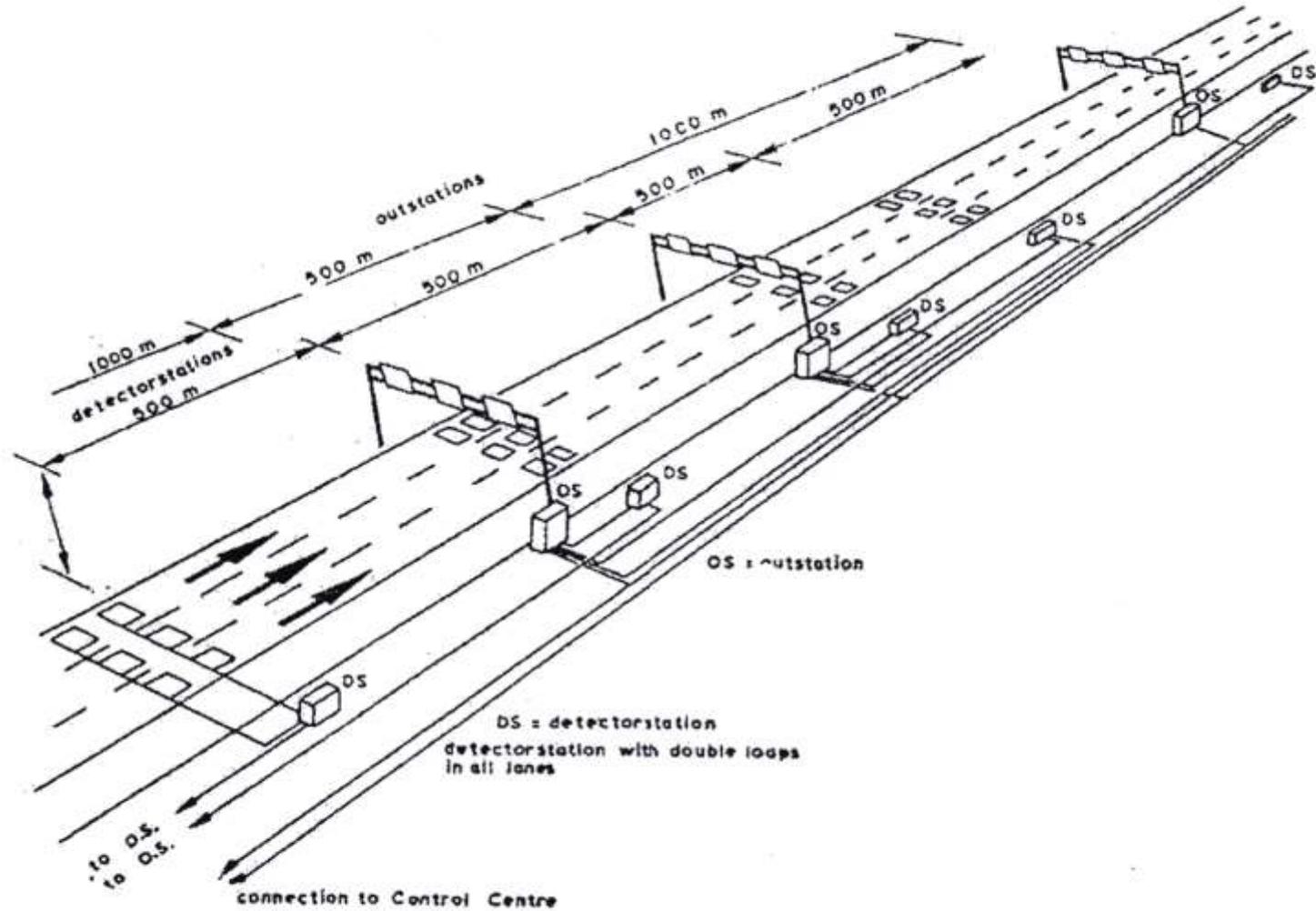
PROGRAMMA	P0	P1	P2	P3	P4
CONDIZIONI DI TRAFFICO IN $X_i$ MESSAGGIO IN	$F \geq 0,98$	$F < 0,98$ $F \geq 0,95$	$F < 0,95$ $F \geq 0,90$	$30 < V_L \leq 60$ $V_L \geq 60$ $F < 0,90$	$V_L \leq 30$
$X_{i-3}$	V0	V0	V0	V1	V2
$X_{i-2}$	V0	V0	V1	V2	V3
$X_{i-1}$	V0	V1	V2	V3	V4
$X_i$	V0	V1	V2	V3	V4
$X_{i+1}$	V0	V1	V2	V3	V3
$X_{i+2}$	V0	V0	V1	V2	V2

F = AFFIDABILITA' RELATIVA AI 15 MINUTI

$V_L$  = LIVELLO DI VELOCITA' (km/h)



# Controllo delle velocità (stabilizzazione del deflusso - affidabilità)



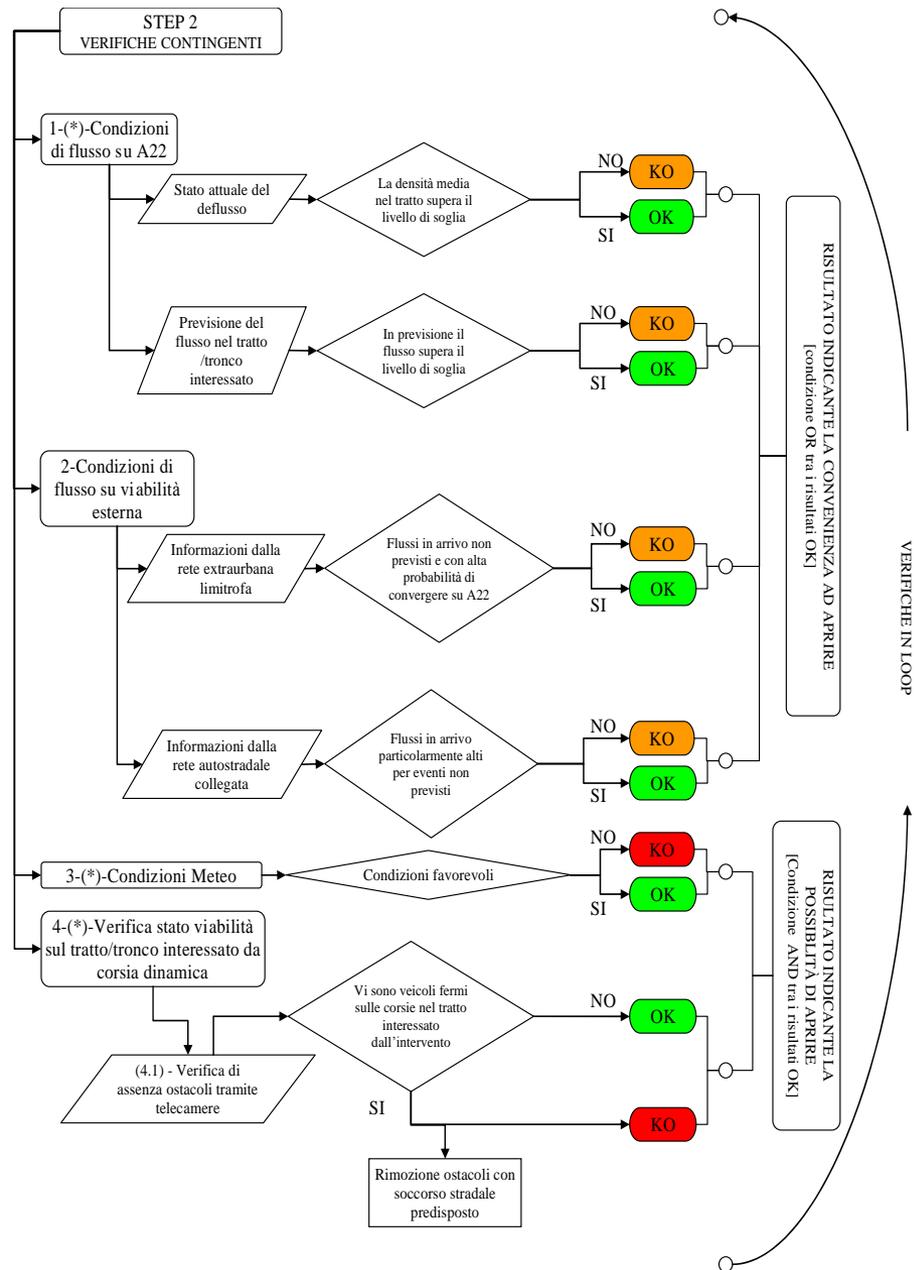
## Controllo limiti di velocità (*tutor system*)



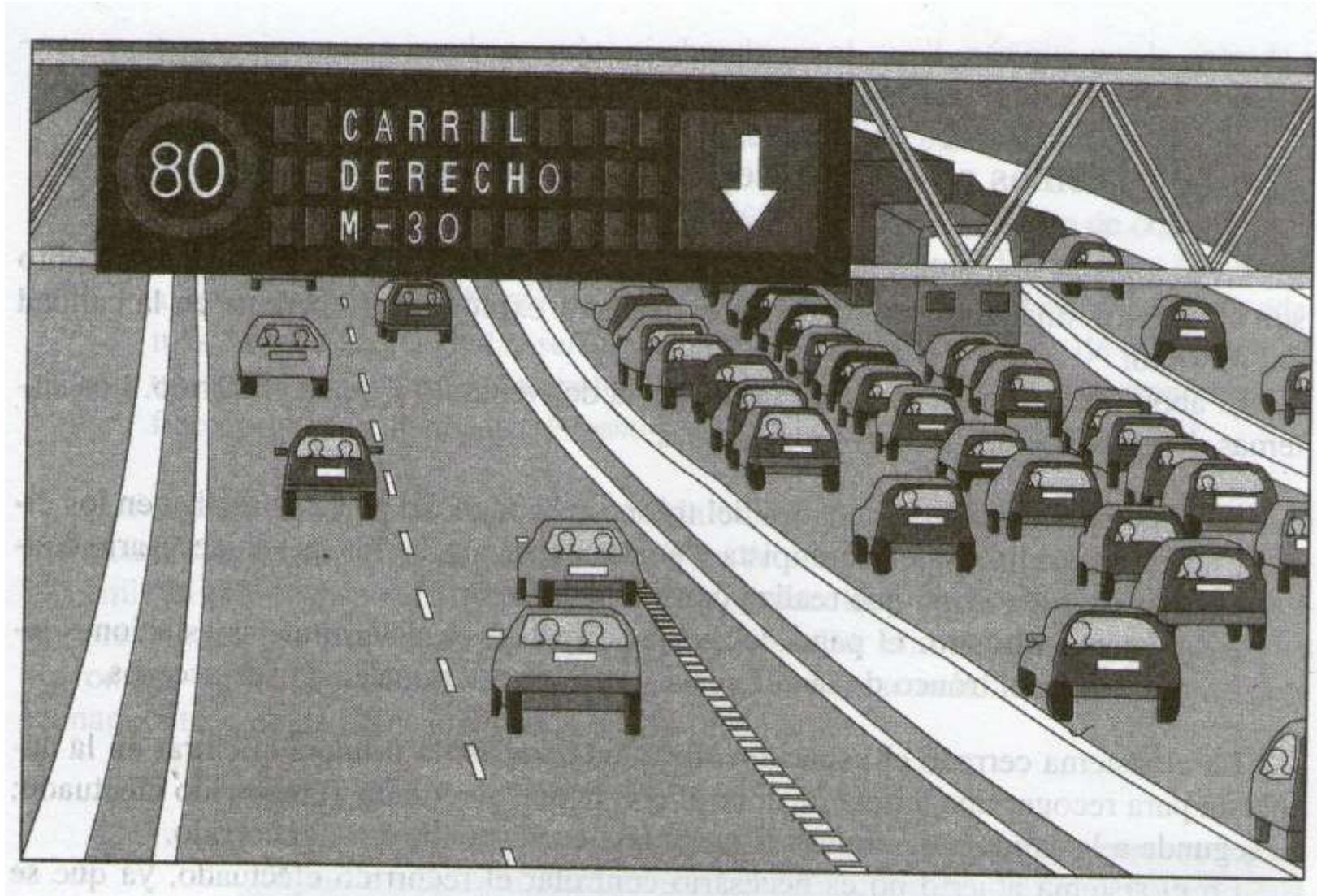
# Corsia dinamica (*dynamic lane*)



# Corsia dinamica (*dynamic lane*)



## Commutazione dei versi di percorrenza

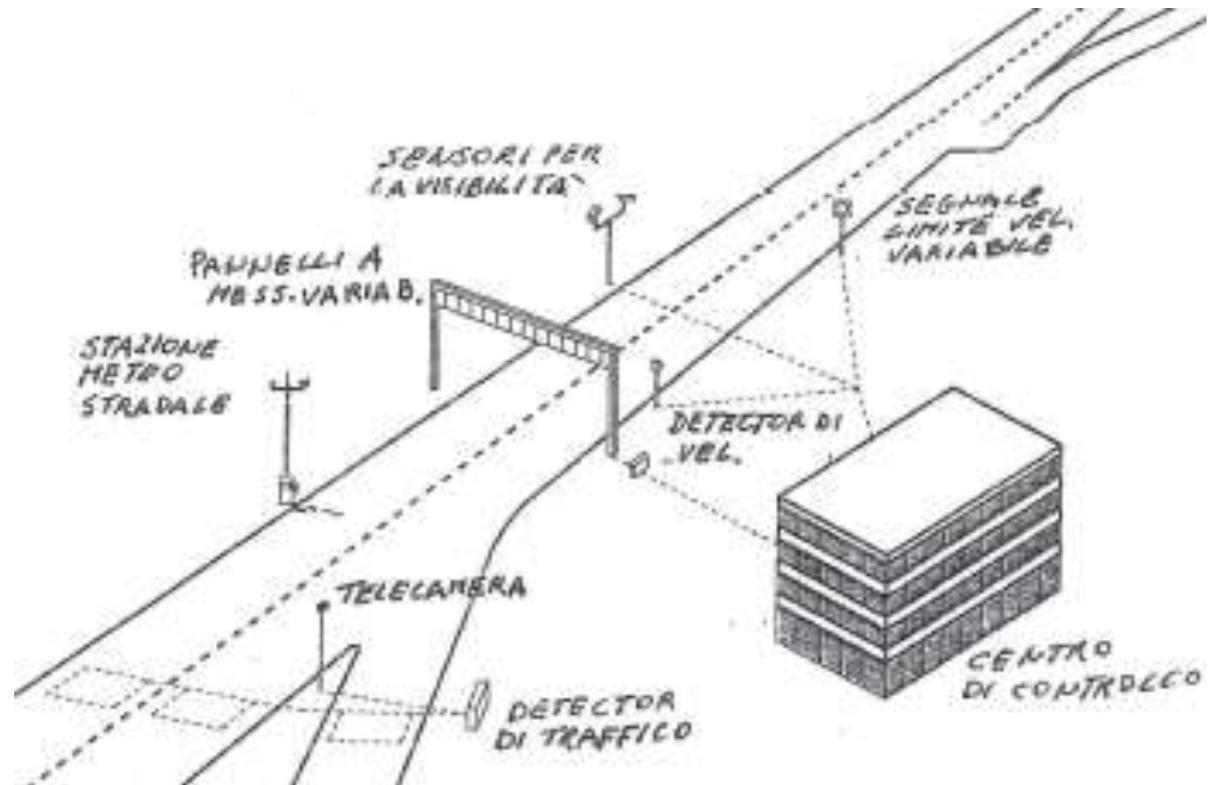






# Detector meteorologici

*Esempio di integrazione in linea di sistema di controllo del traffico e meteo.*



# Traffico: muoversi in libertà e sicurezza - gli ITS

Rilevazione condizioni  
meteo e preallarme  
formazione ghiaccio

Sistemi urbani  
di monitoraggio  
con telecamere  
a circuito chiuso

Rilevamento  
automatico  
incidenti e code

Gestione  
dei sistemi  
semaforici

Reti di segnaletiche  
Informative con pannelli  
a messaggio variabile

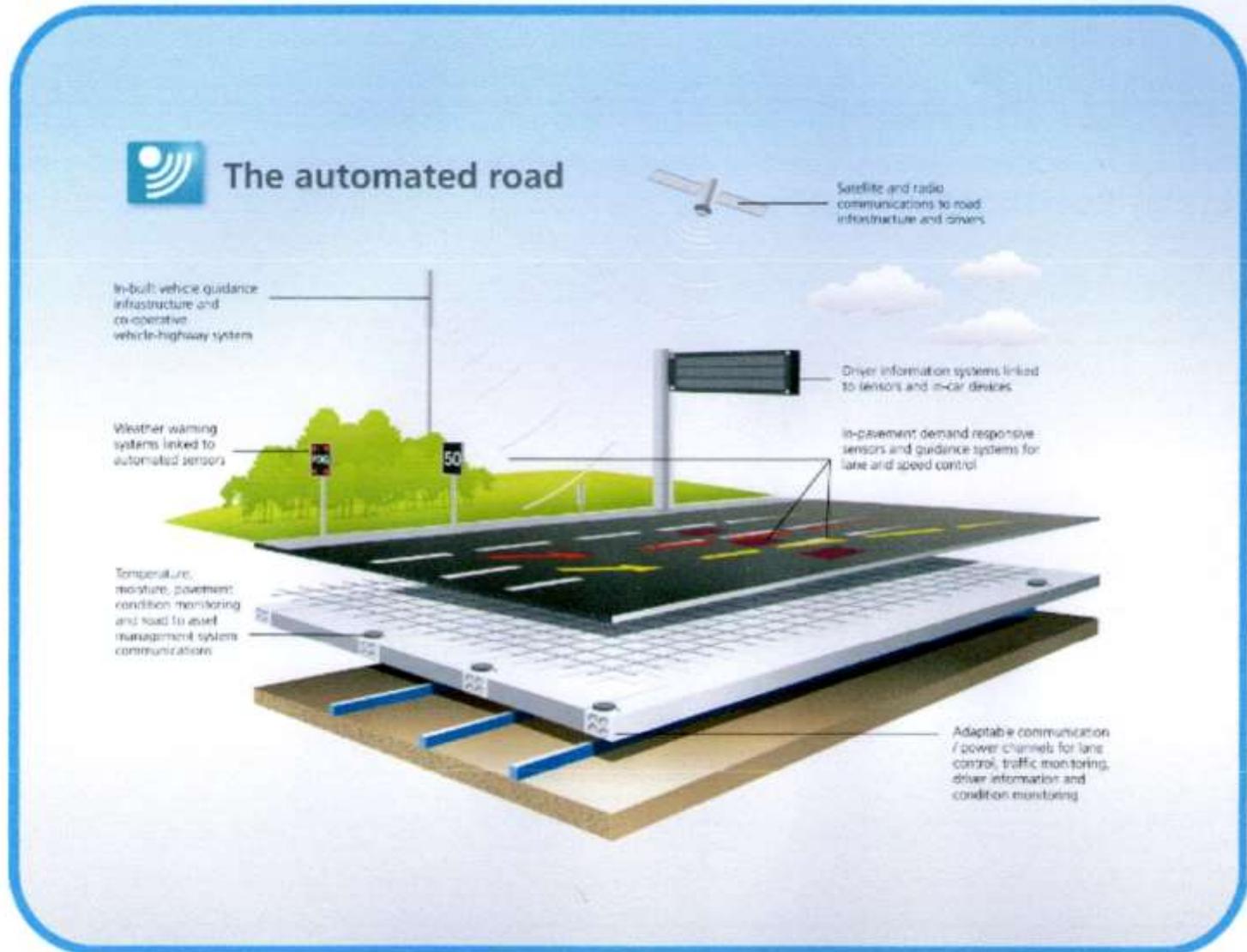
Monitoraggio,  
controllo e analisi  
dei flussi di traffico

Controllo  
accessi alle zone  
a traffico limitato

Sistemi di  
indirizzamento  
condizionato ai  
parcheggi



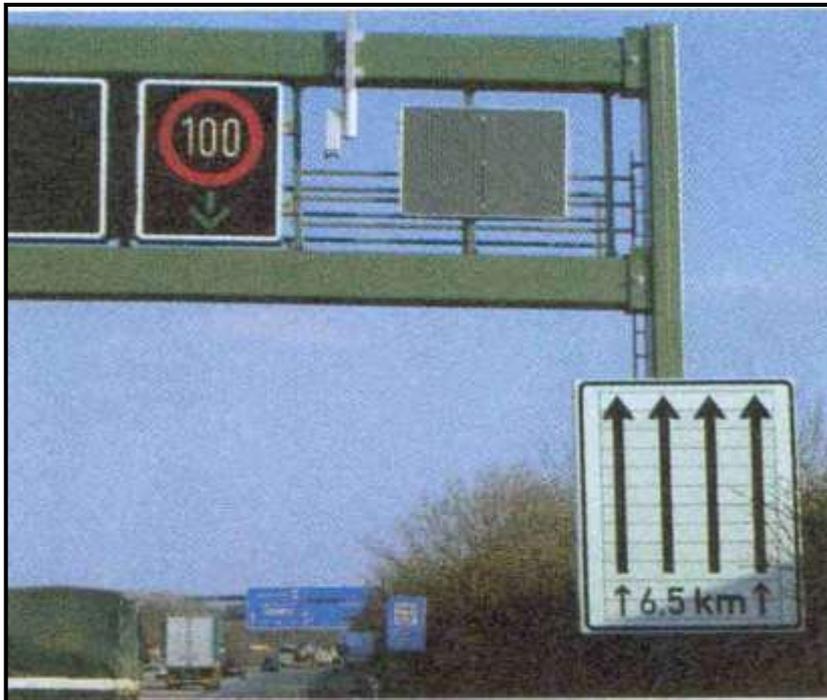
# The Automated road



[ [home](#) | [about us](#) | [activities](#) | [fehrl.tv](#) | [facilities](#) | [projects](#) | [Contact](#) | [search+](#) ]

[ [send link](#) | [print page](#) ]

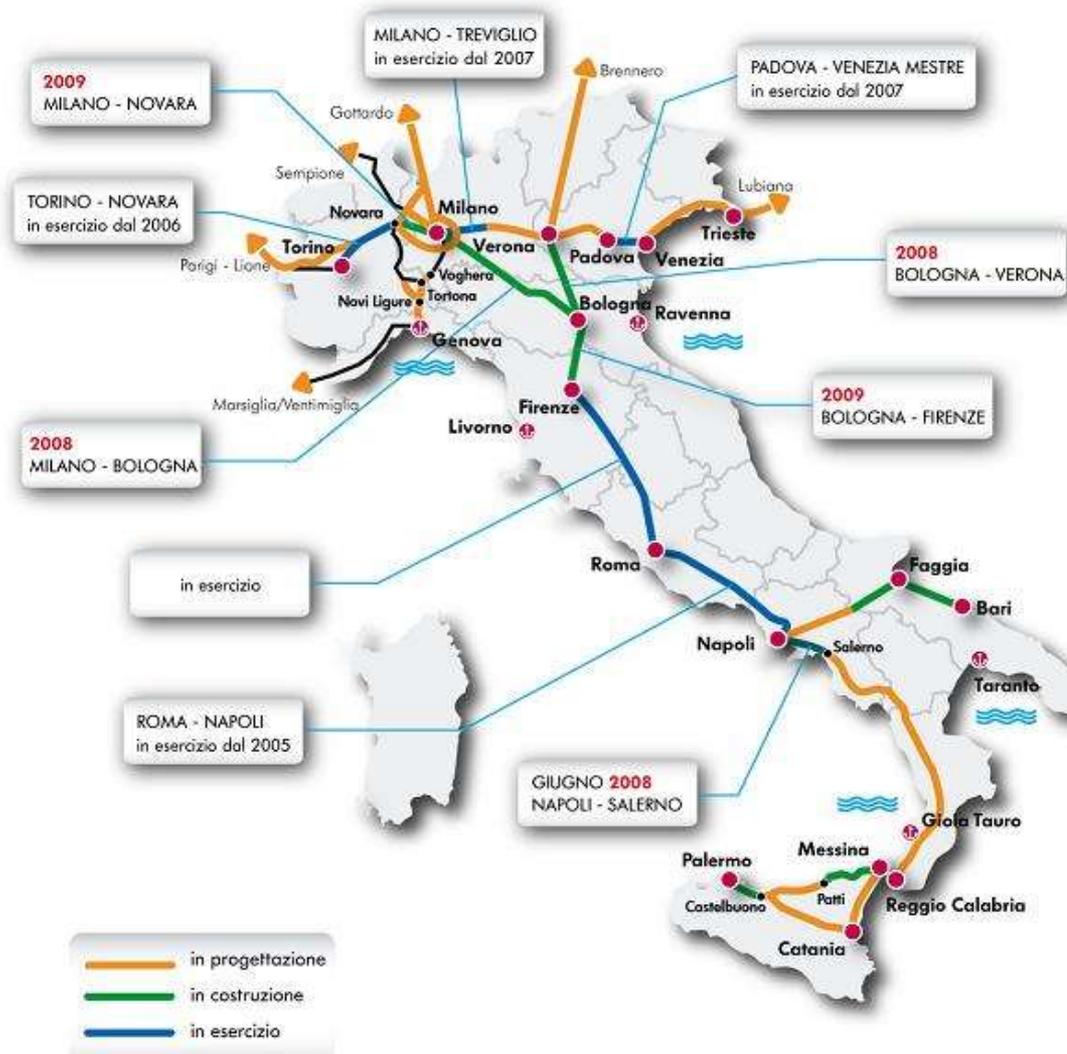
Copyrights to all material on FEHRL Knowledge Centre are reserved. FEHRL Knowledge Centre's content (documents, reports, presentations, etc) can be cited, or excerpted in a sensible and proportionate manner, or e.g. included in non-commercial, on-line news digests, with proper reference (including a link) to FEHRL Knowledge Centre as the source, and to the author, by name, of any referenced post.



# L'evoluzione del trasporto su ferro



## IL SISTEMA AV/AC



# L'evoluzione del trasporto su ferro

## 12.2 Tipologia di linee ad alta velocità

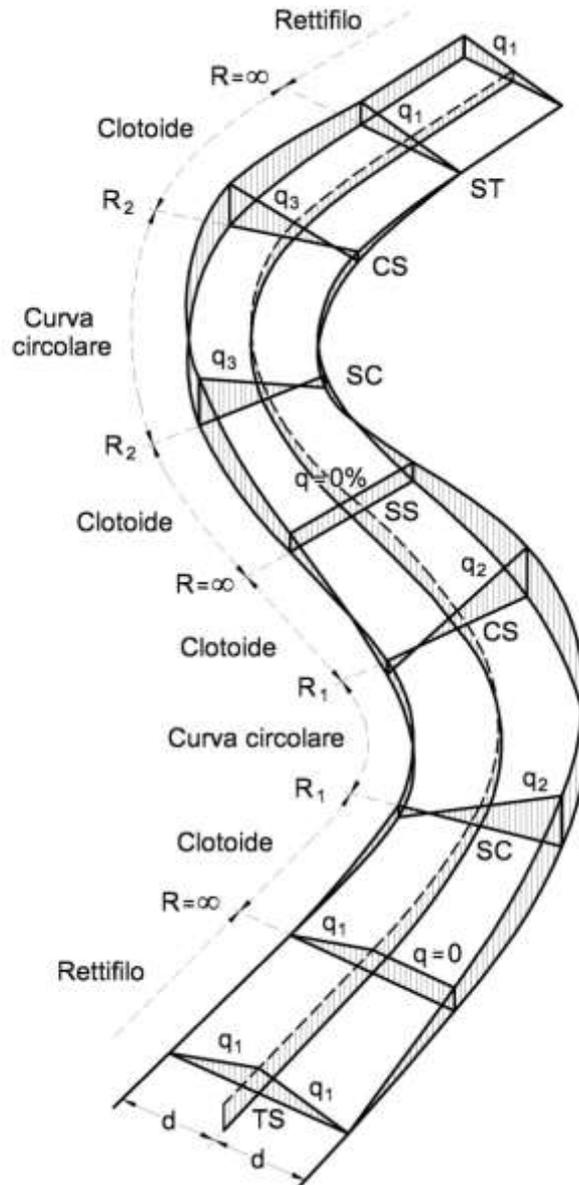
Si possono distinguere tre tipologie di linee ferroviarie ad alta velocità.

1. Velocizzazione di linee esistenti mediante correzione delle caratteristiche geometriche e potenziamento dell'armamento.
2. Esecuzione di linee dedicate ed interconnesse alle linee storiche (Francia-Giappone).
3. Esecuzione di linee dedicate ed interconnesse alle linee storiche ma con caratteristiche idonee ad una selezione del traffico su base oraria (Italia).

Parametri del modello d'esercizio adottato	DB (Germania)	SNCF (Francia)	SBB (Svizzera)	Direttissima Roma-Firenze	AV(Alta Capacità) Italia
Velocità massima km/h	250	300	250	250	300
Velocità circolazione lenta km/h	120	154	80	80	80
Velocità di compensazione totale km/h	196	240	179	178	219
Accelerazione centrifuga non compensata $m/s^2$	0,26	0,65	0,78	0,80	0,60
Accelerazione centripeta per ipercompensazione $m/s^2$	0,26	0,72	0,65	0,65	0,65
Sopraelevazione massima mm	65	180	125	125	105
Difetto di sopraelevazione mm	40	100	120	122	92
Eccesso di sopraelevazione mm	40	110	100	100	100
Raggio minimo di curvatura m	7.000	4.000	3.000	3.000	5.361



# Il nastro stradale



## Asse planimetrico

- Rettifili
- Curve circolari
- Curve a raggio variabile

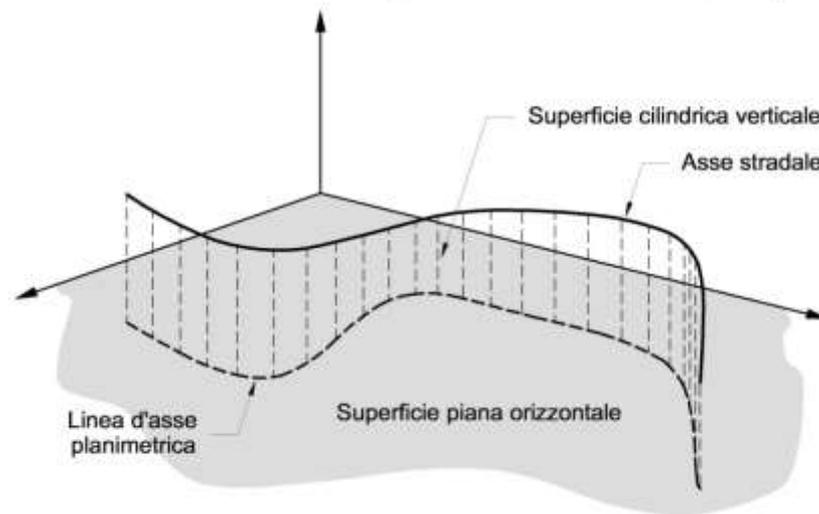
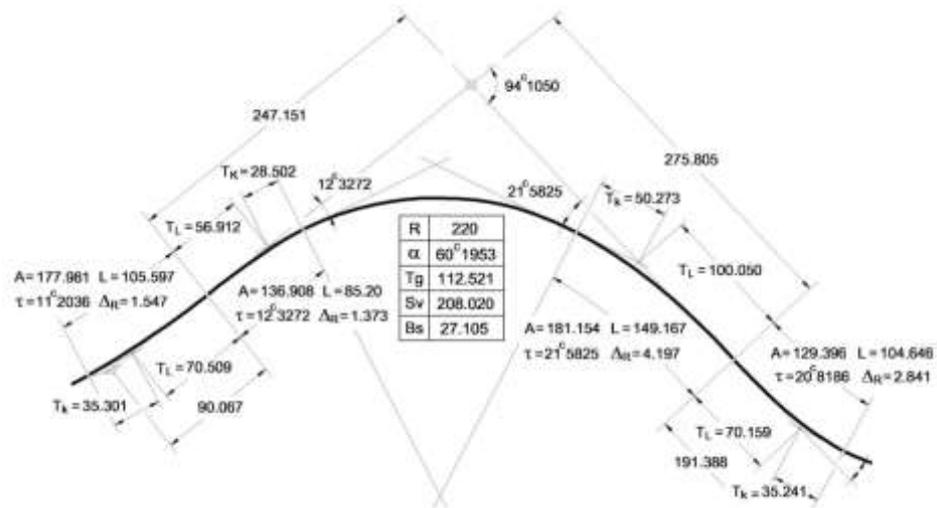
## Andamento altimetrico

- Livellette
- Raccordi concavi
- Raccordi convessi

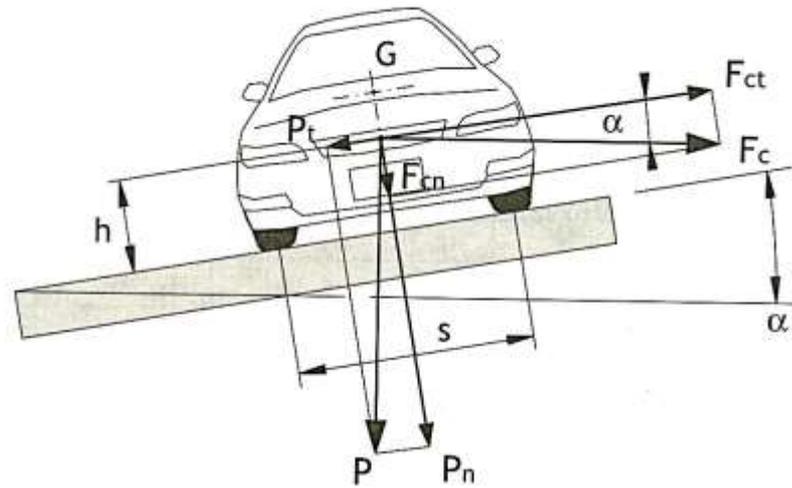
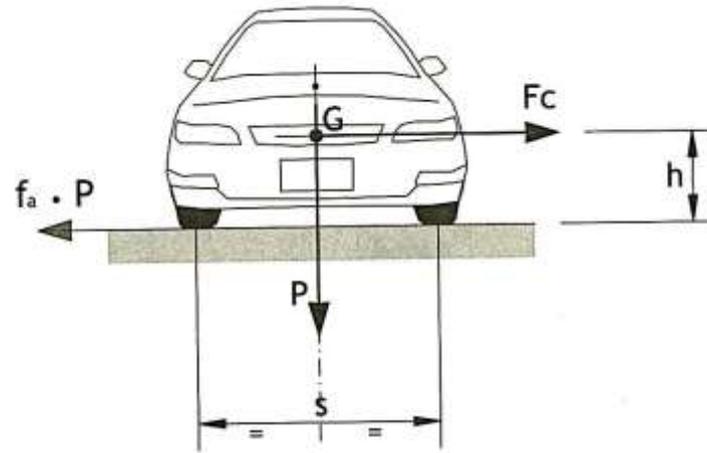
## Sezioni trasversali

- Sezioni in rilevato
- Sezioni in trincea
- Sezioni a mezza costa
- Categorie di strade

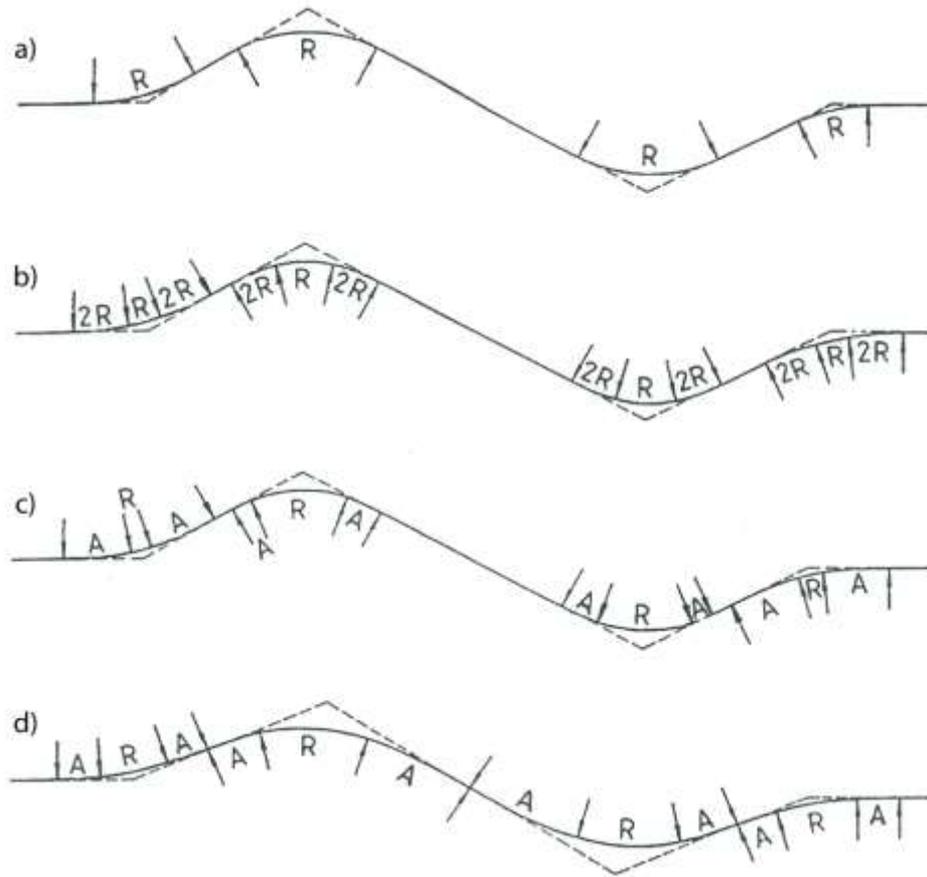
# Il tracciato planimetrico



# Equilibrio del veicolo



# Evoluzione storica del tracciato planimetrico

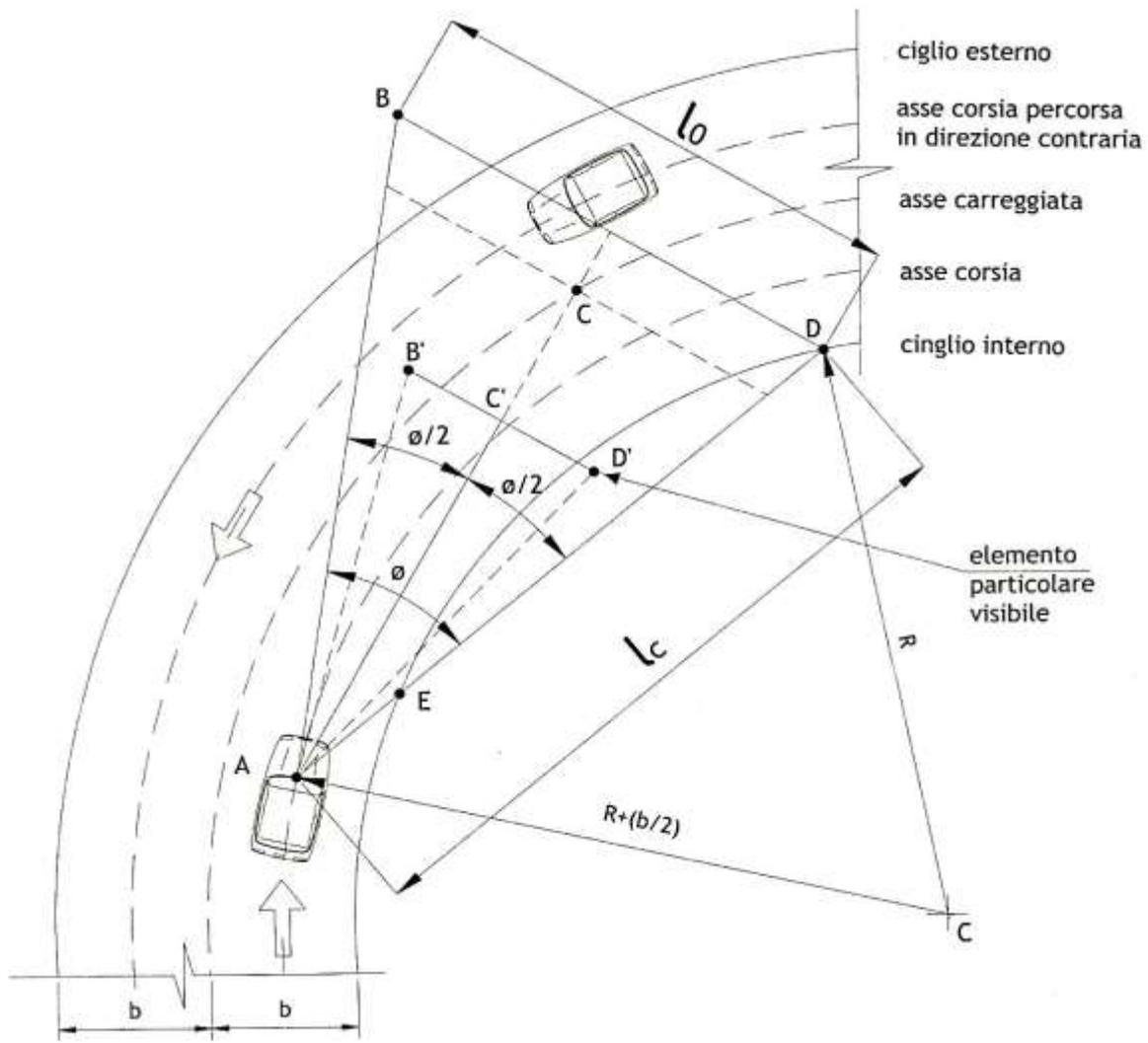


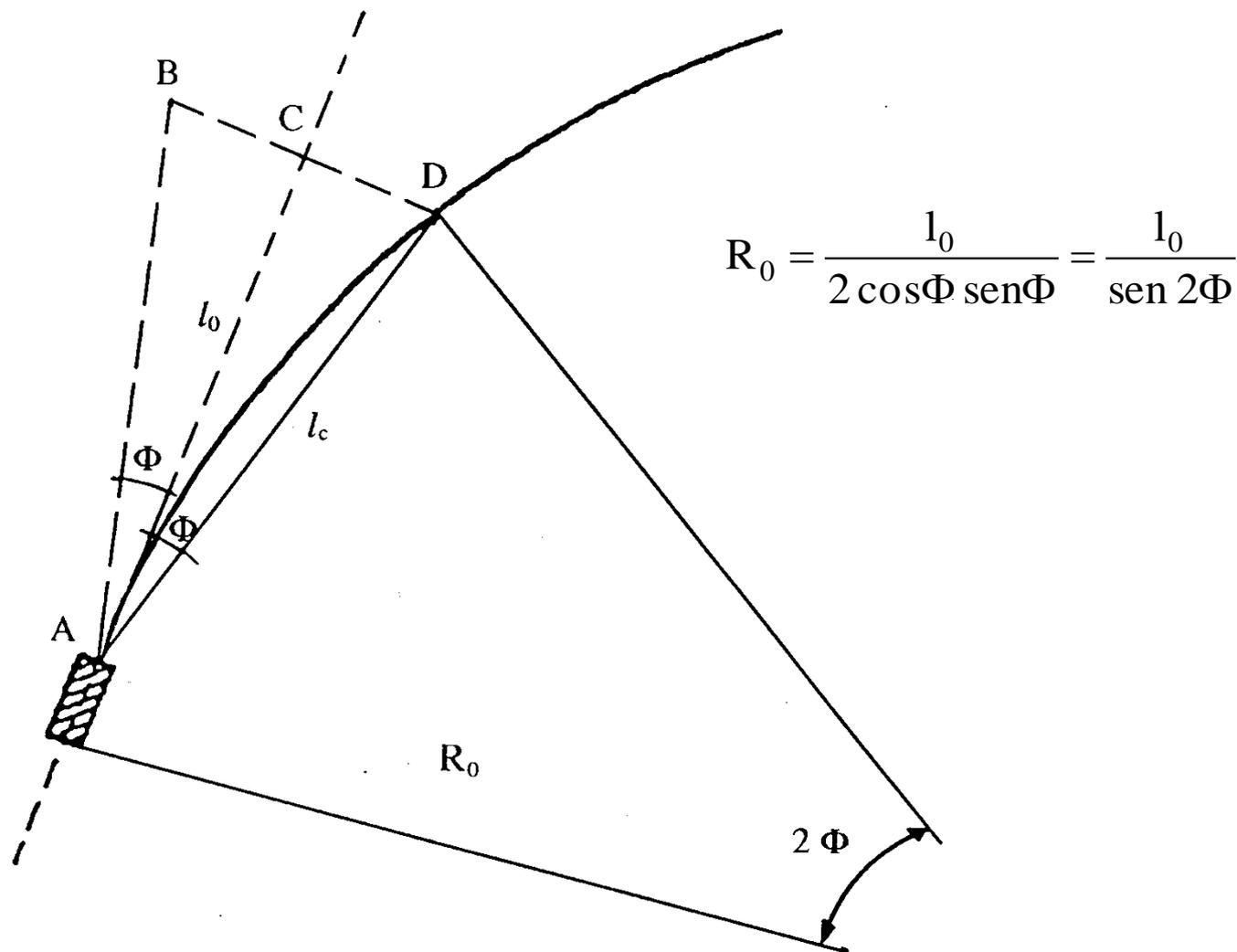
# Il ruolo delle norme

***In Italia:***

*Norme sulle caratteristiche geometriche e funzionali delle strade,*

*1963 – 1973 – 1980 – 1983 – 2001 e 2006*





*Fig.3 – Calcolo del raggio in base al comportamento ottico del conducente*

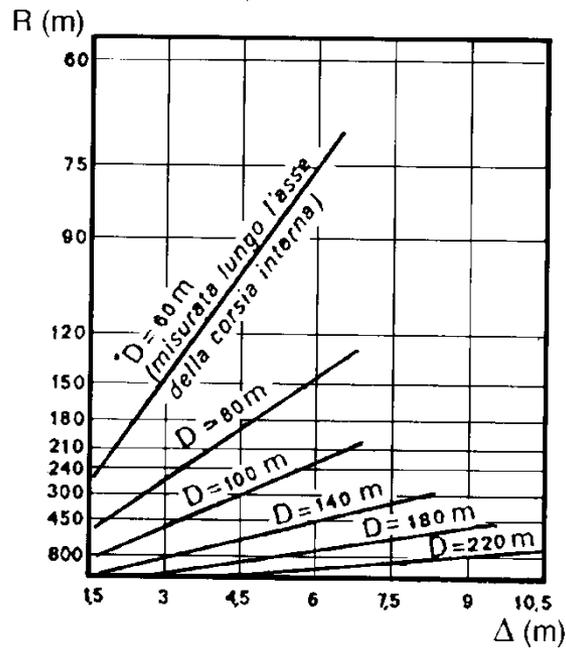
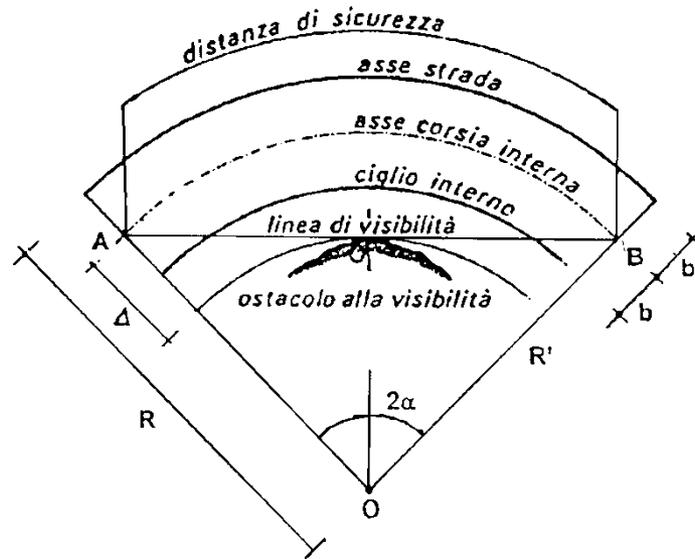
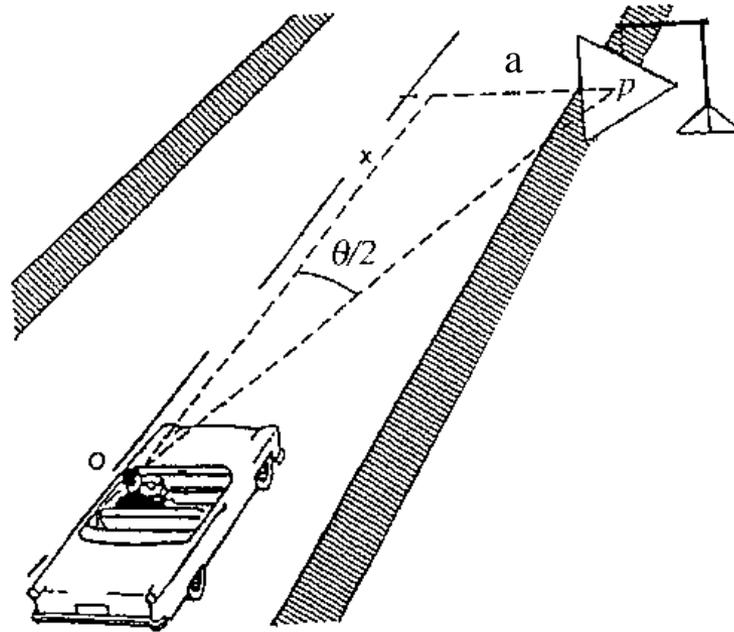


Fig.4 - a) Controllo della visibilità in curva;  
 b) franco laterale richiesto per diverse distanze di visuali libere

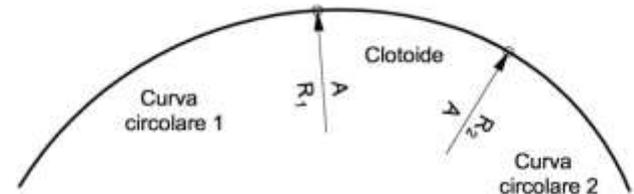
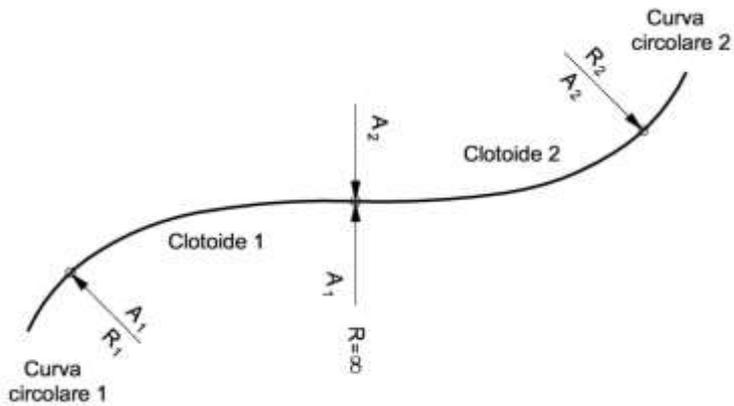
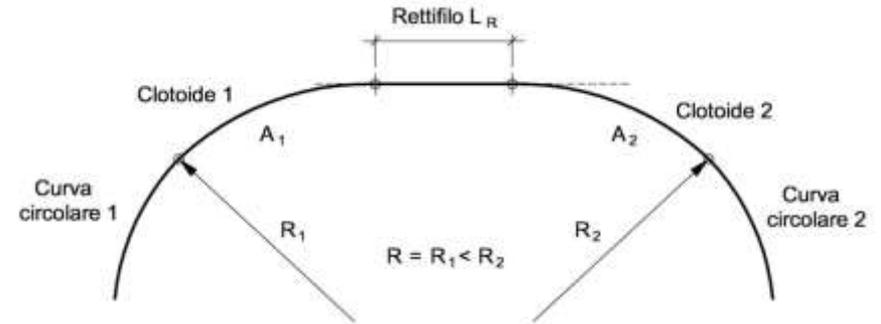
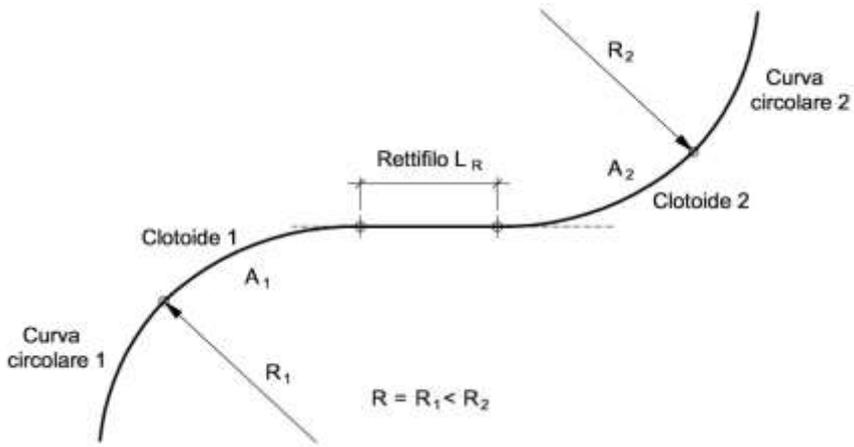


**Fig. 6: Distanza laterale di un ostacolo dalla traiettoria di un veicolo**

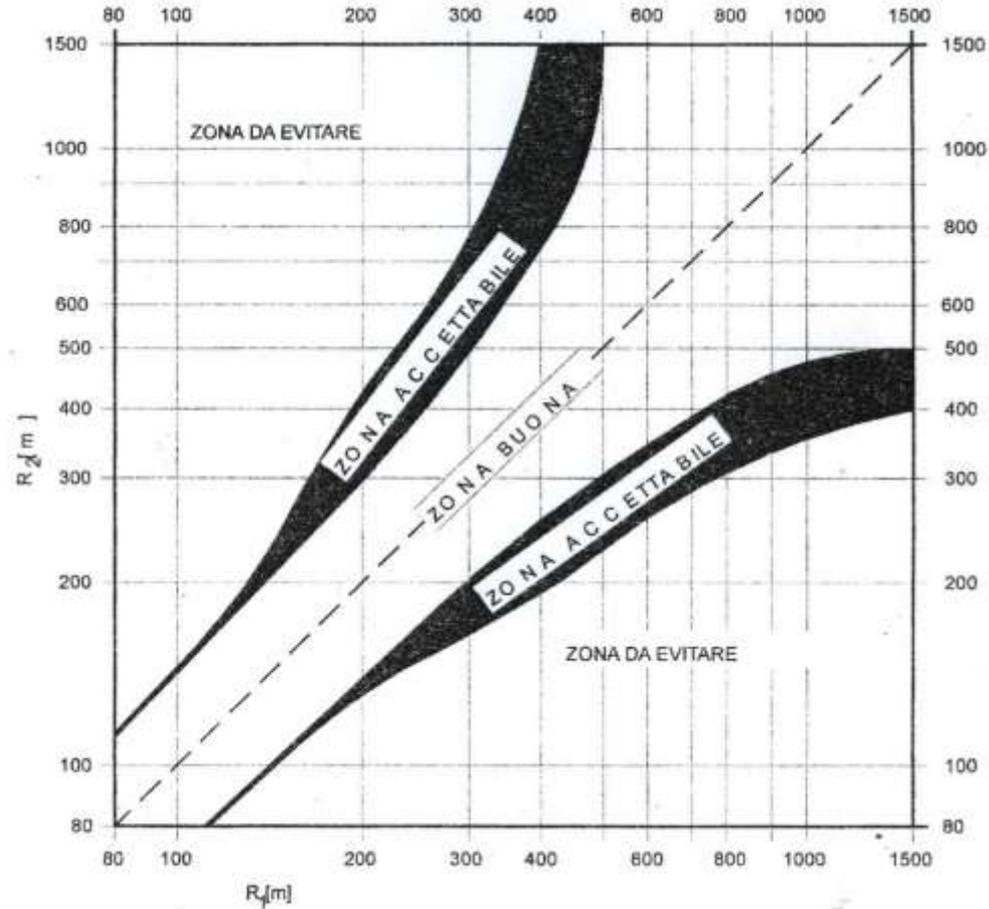
Il punto **P** è visto distintamente se:

$$a \leq x \cdot \operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2} \cong x \cdot \frac{\vartheta}{2}$$

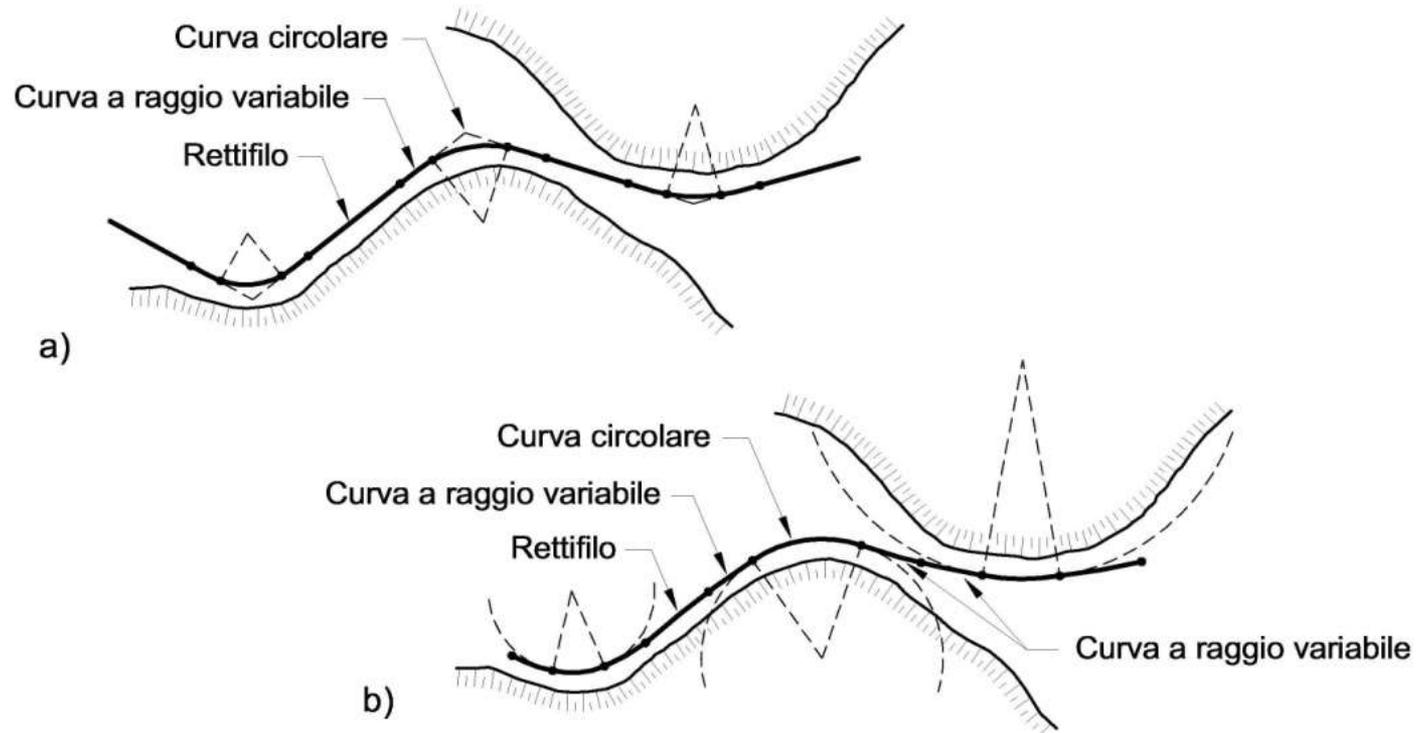
# Composizione degli elementi del tracciato planimetrico



# Composizione degli elementi del tracciato planimetrico

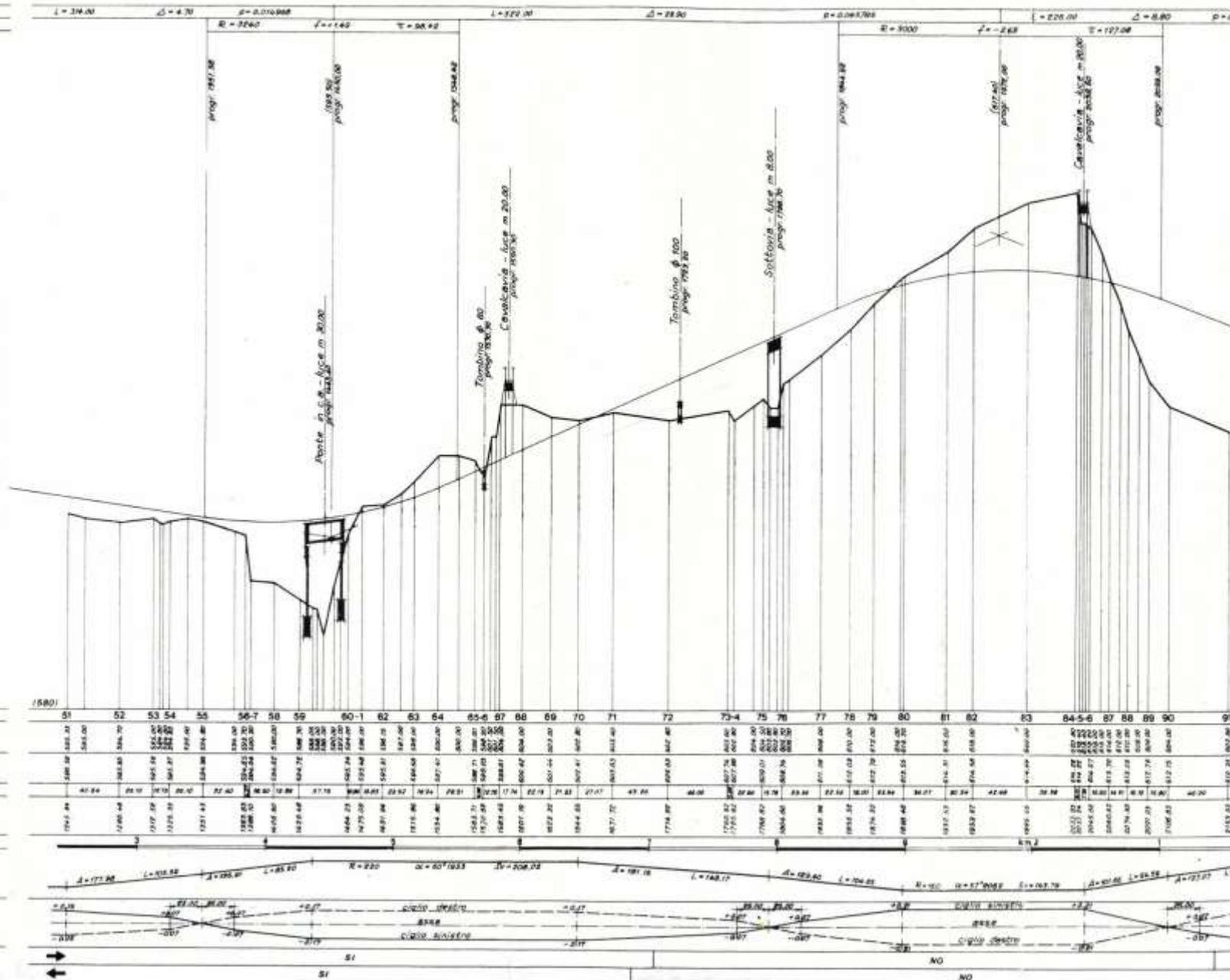


# Tracciati con rettifili o tracciati a curvatura continua?

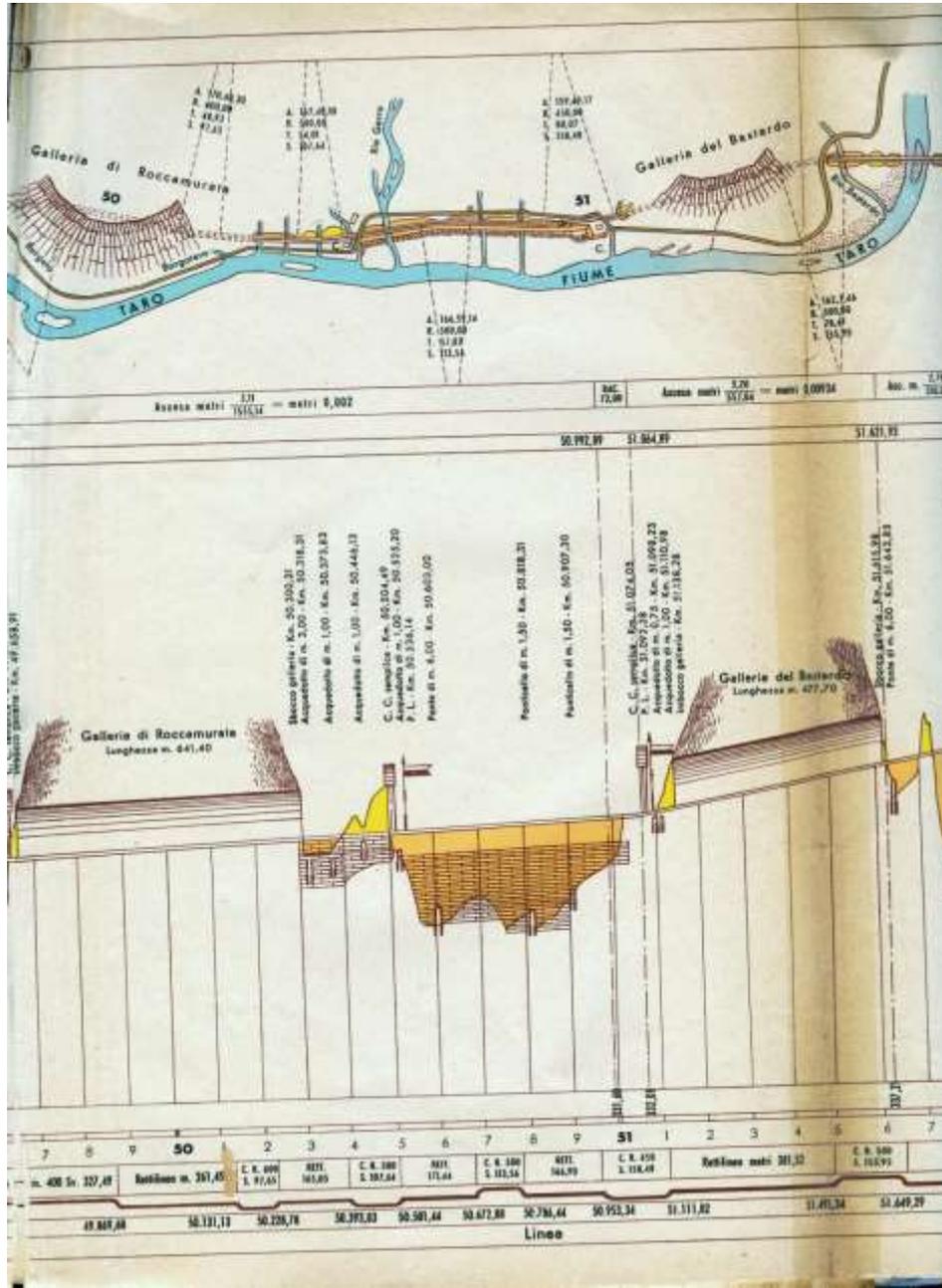


# Il profilo altimetrico

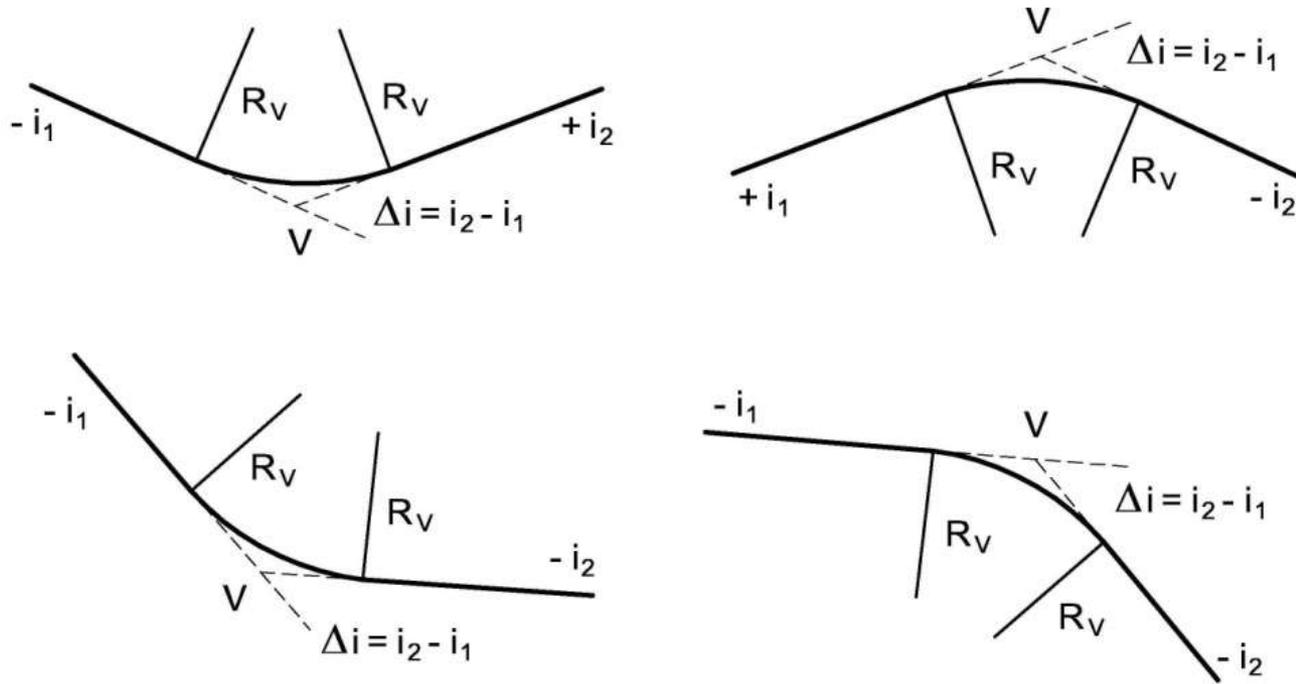
LIVELLETTA  
RACCORDI VERTICALI



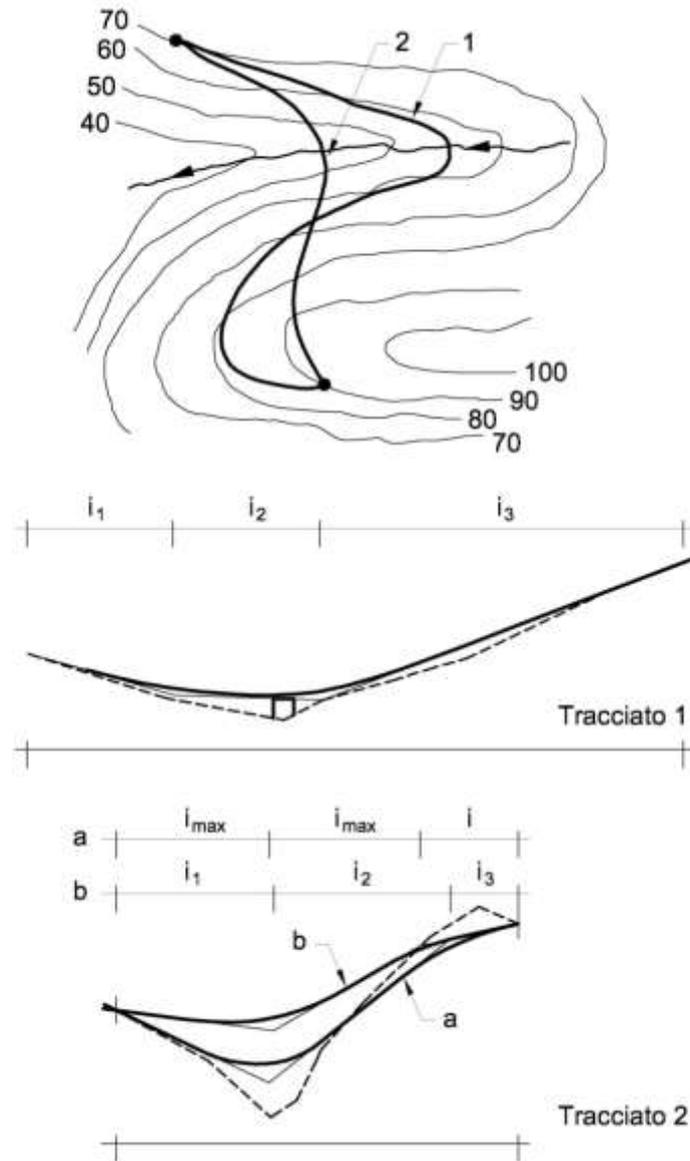
# Il profilo altimetrico

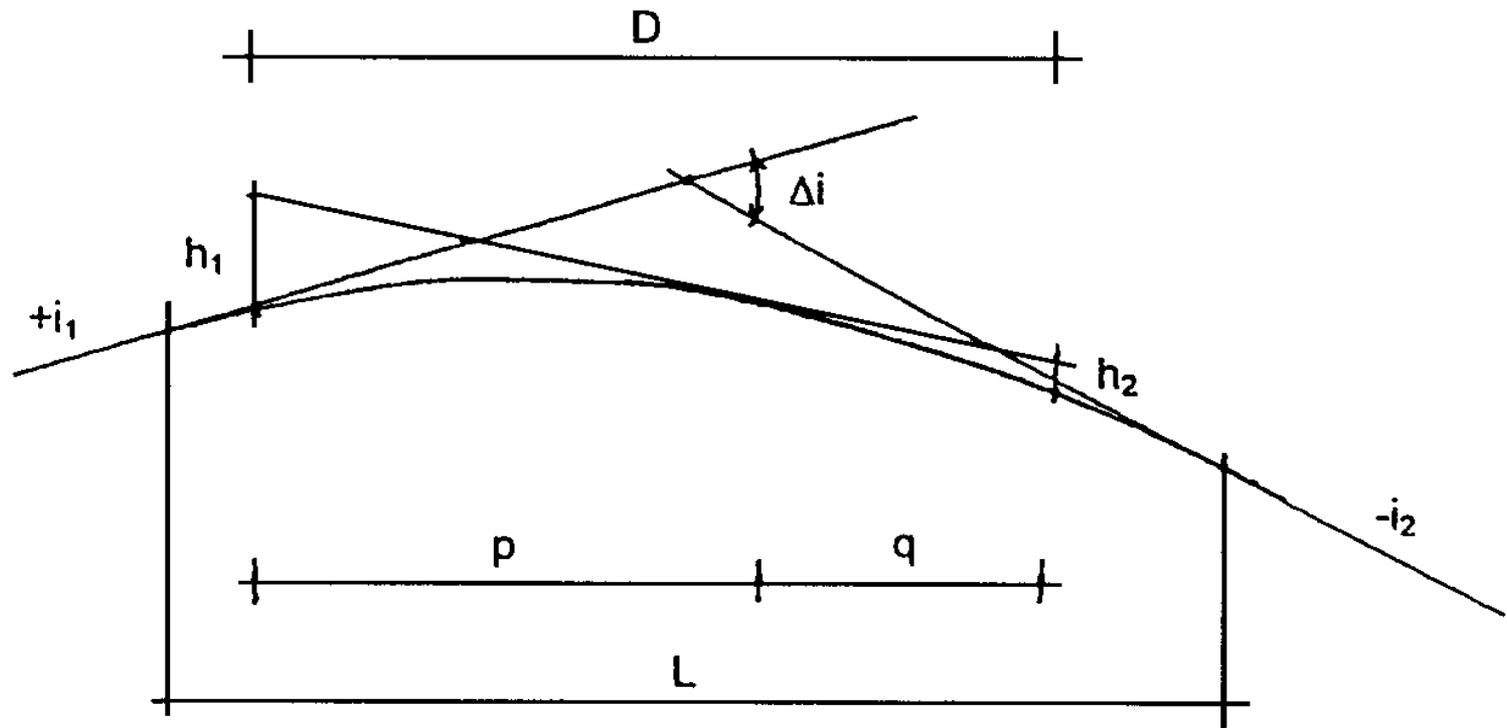


# Raccordi concavi e convessi

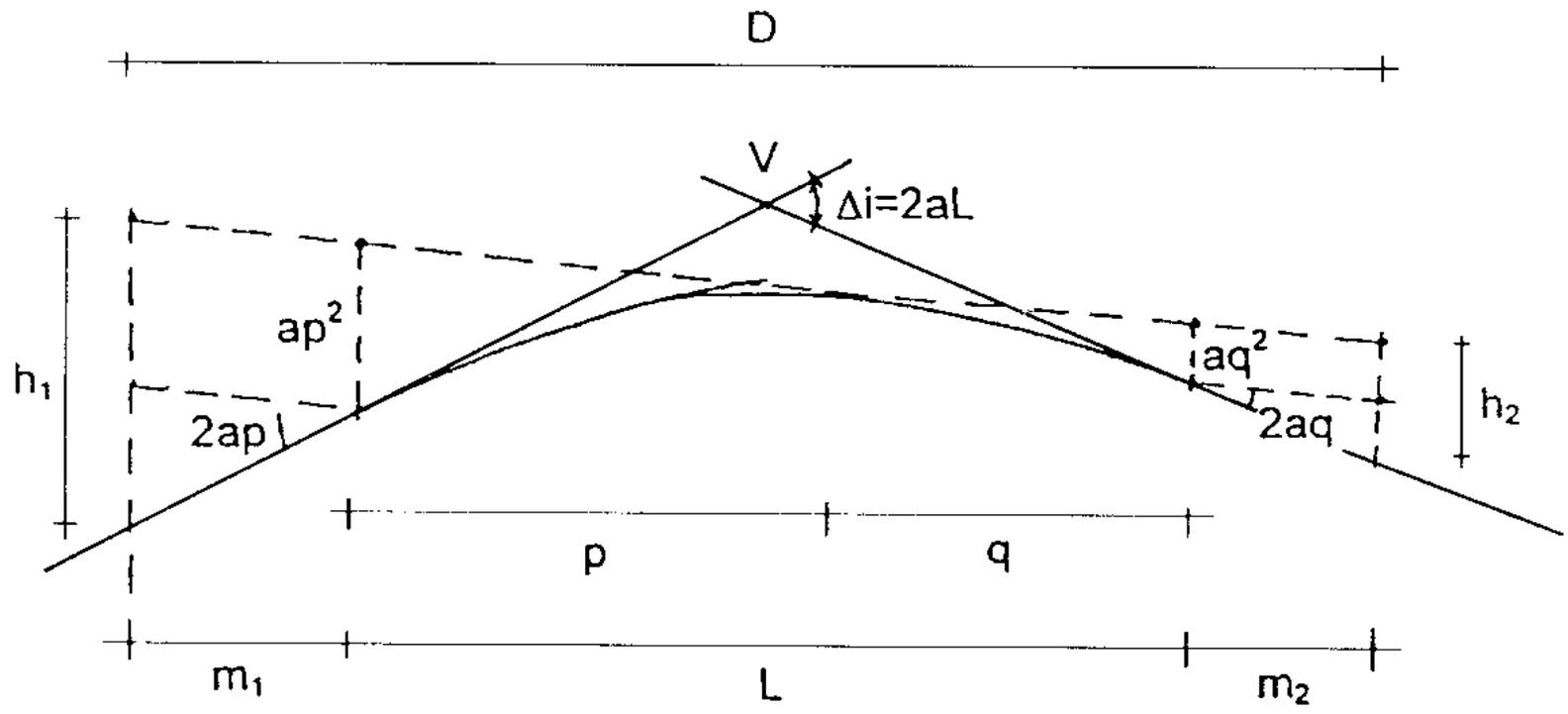


# Il tracciato planimetrico e il profilo altimetrico

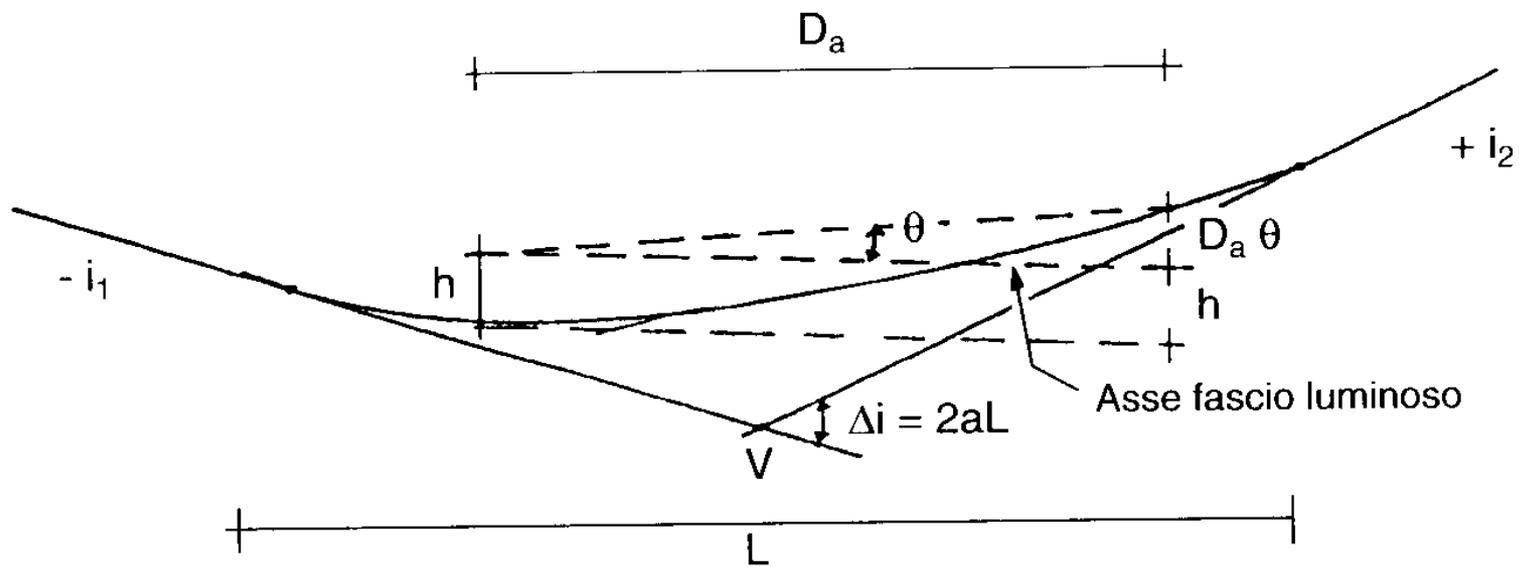




*Fig.8 – Raccordo convesso con  $D < L$*



*Fig.9 – Raccordo convesso con  $D > L$*



*Fig.13 – Raccordo concavo nel caso  $D_a < L$*

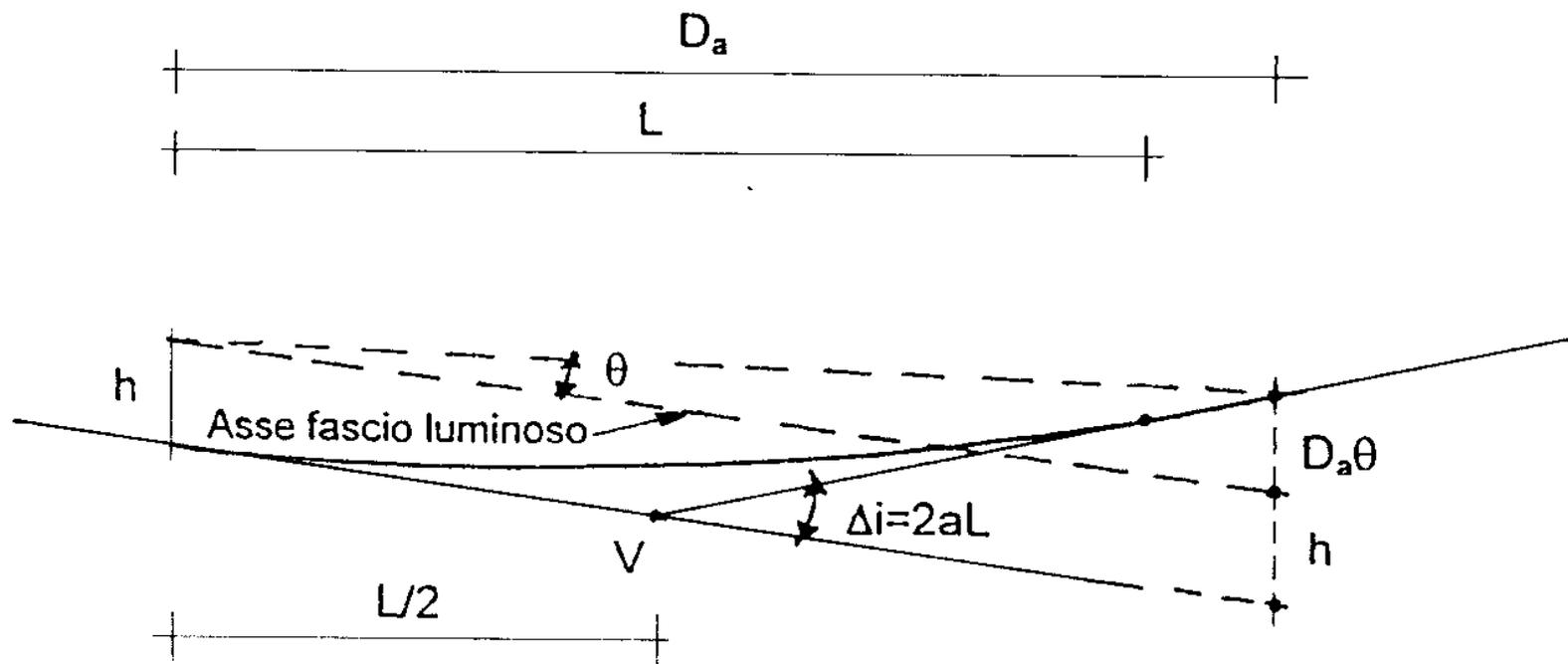
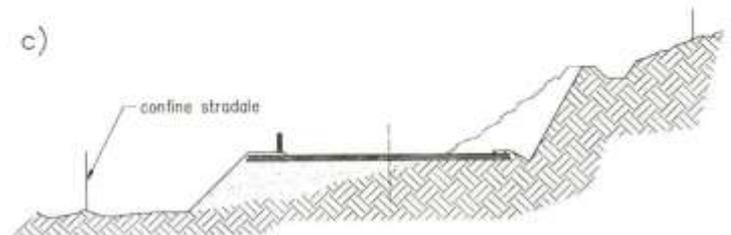
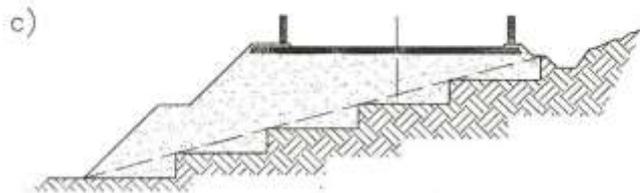
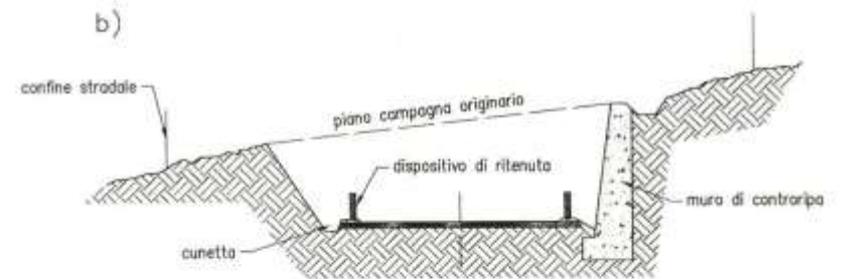
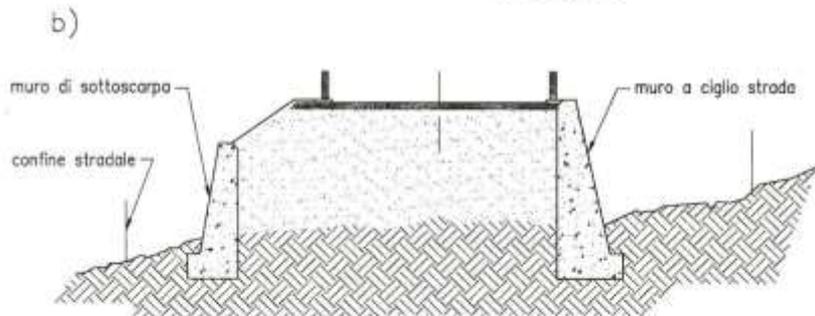
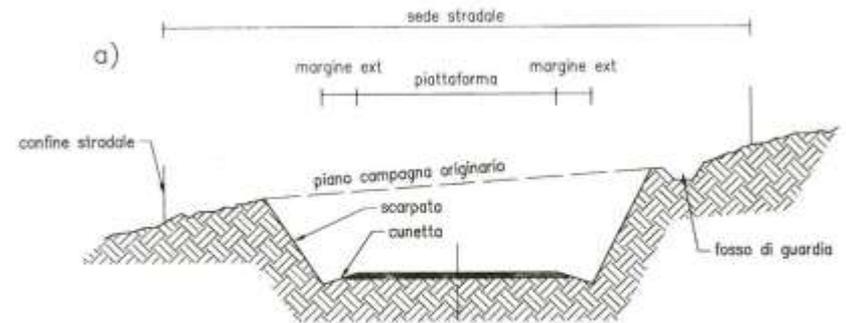
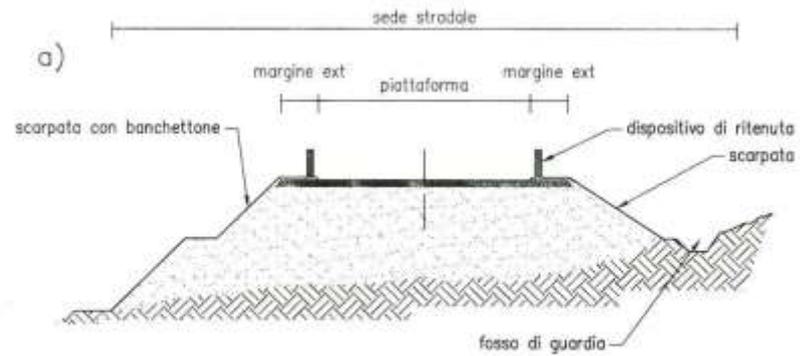


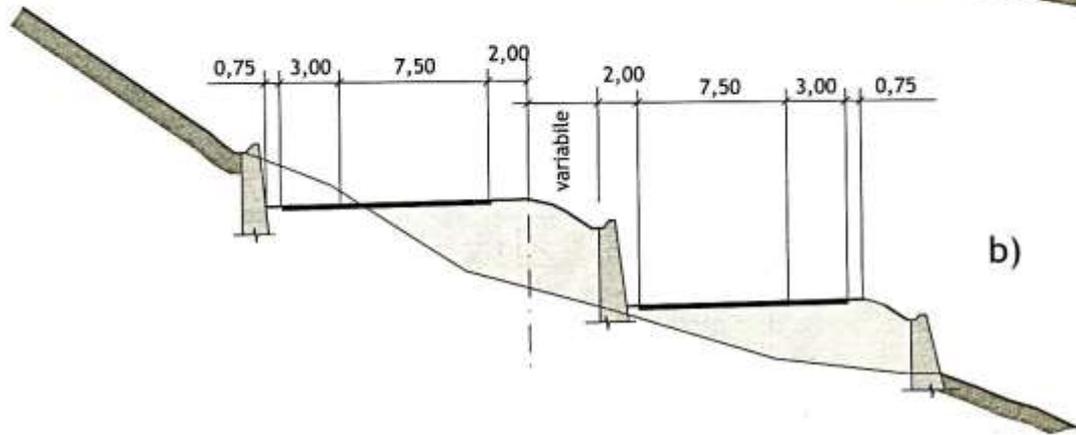
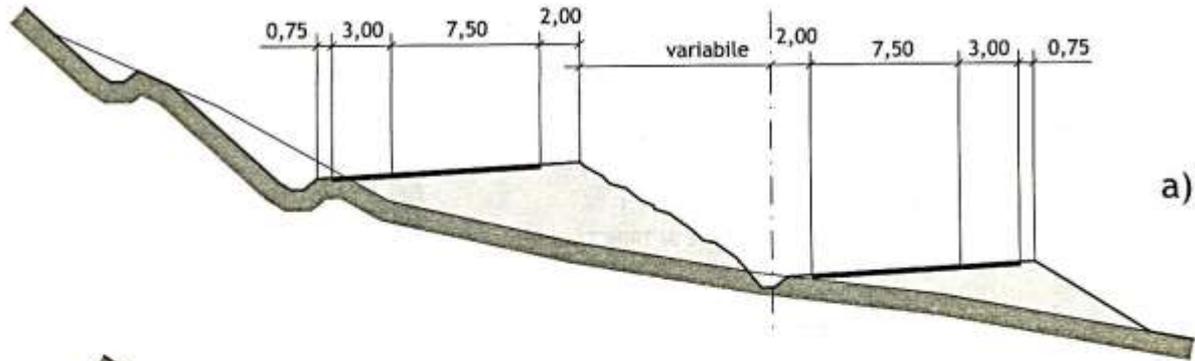
Fig.14 - Raccordo concavo nel caso  $D_a > L$

## Comprendere le forme del territorio

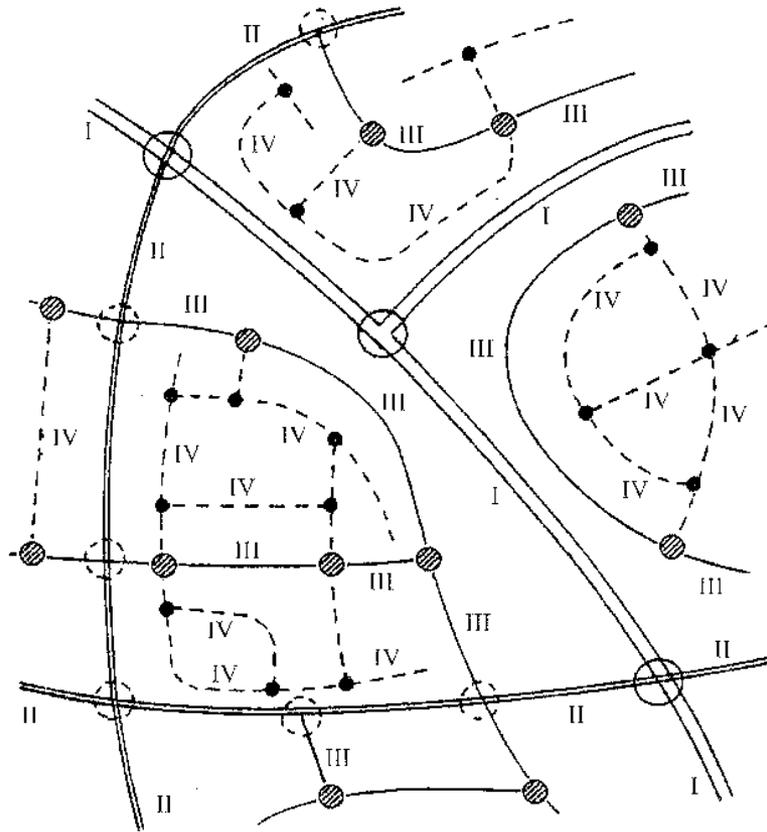


# Sezioni trasversali: rilevato, trincea, a mezza costa





# La rete stradale



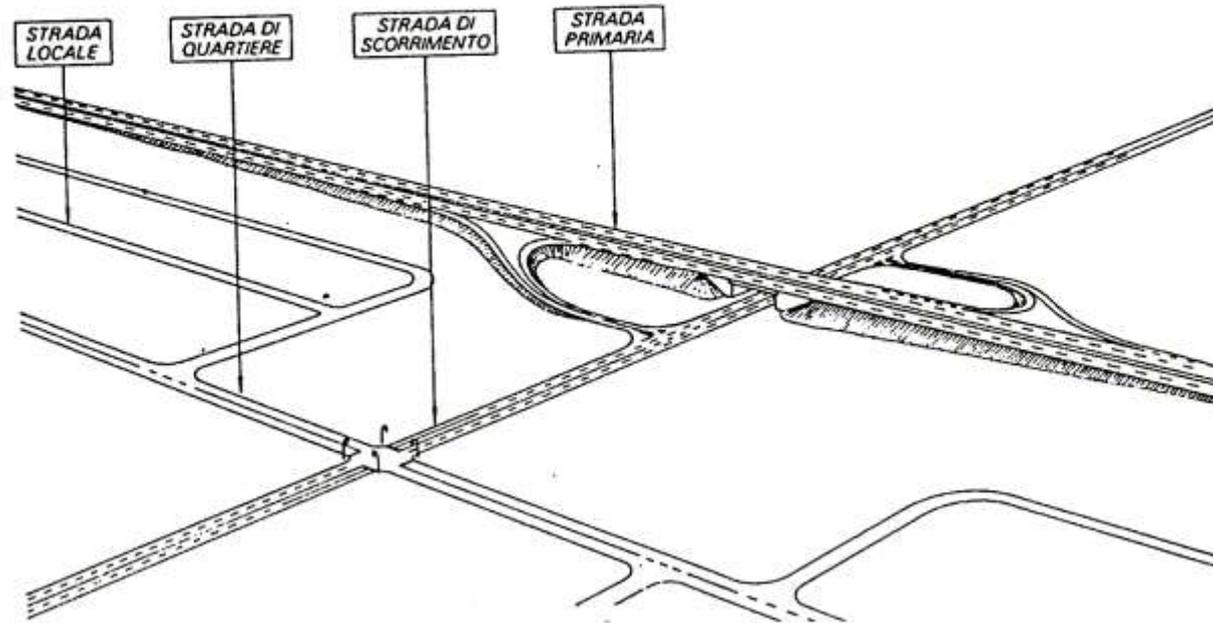
I, II, III, IV livelli della rete (primaria, principale, secondaria, locale)

Interconnessioni: ○ primaria  
○ principale  
● secondaria  
● locale

Fig. 14: Esempio di reti e delle relative interconnessioni

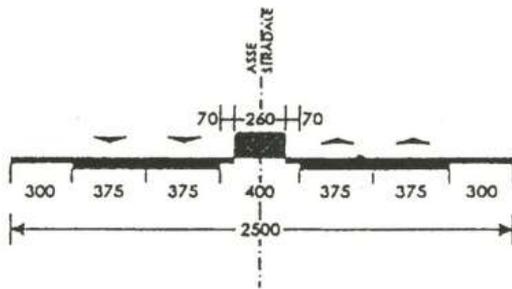
# La rete stradale

**Figura 4-33** Tipi di strade urbane

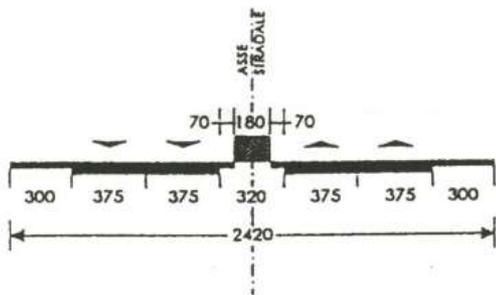


# Le categorie di strada e le sezioni trasversali tipo

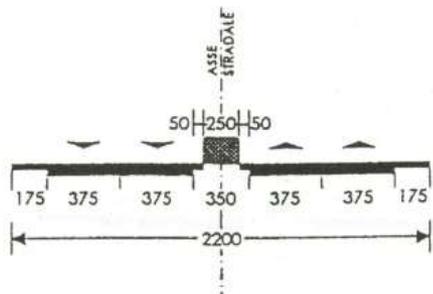
A - autostrade in ambito extraurbano



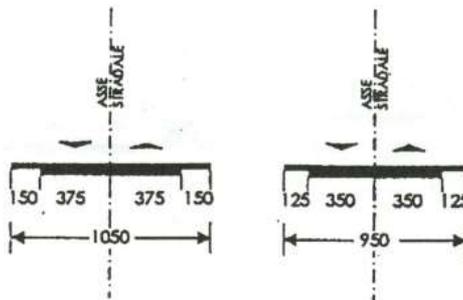
A - autostrade in ambito urbano



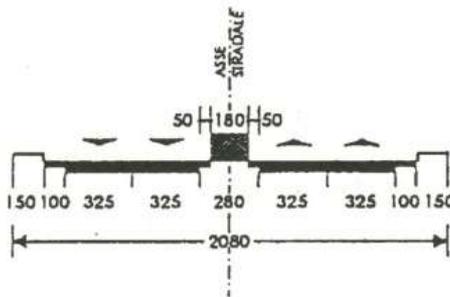
B - extraurbane principali



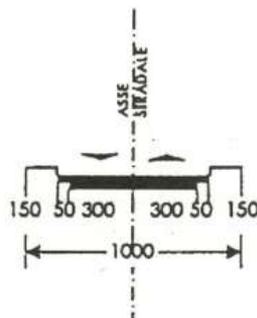
C - extraurbane secondarie



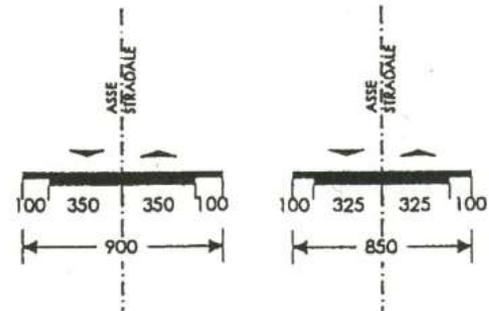
D - urbane di scorrimento



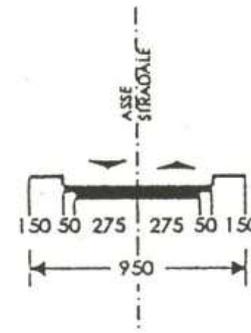
E - urbane di quartiere



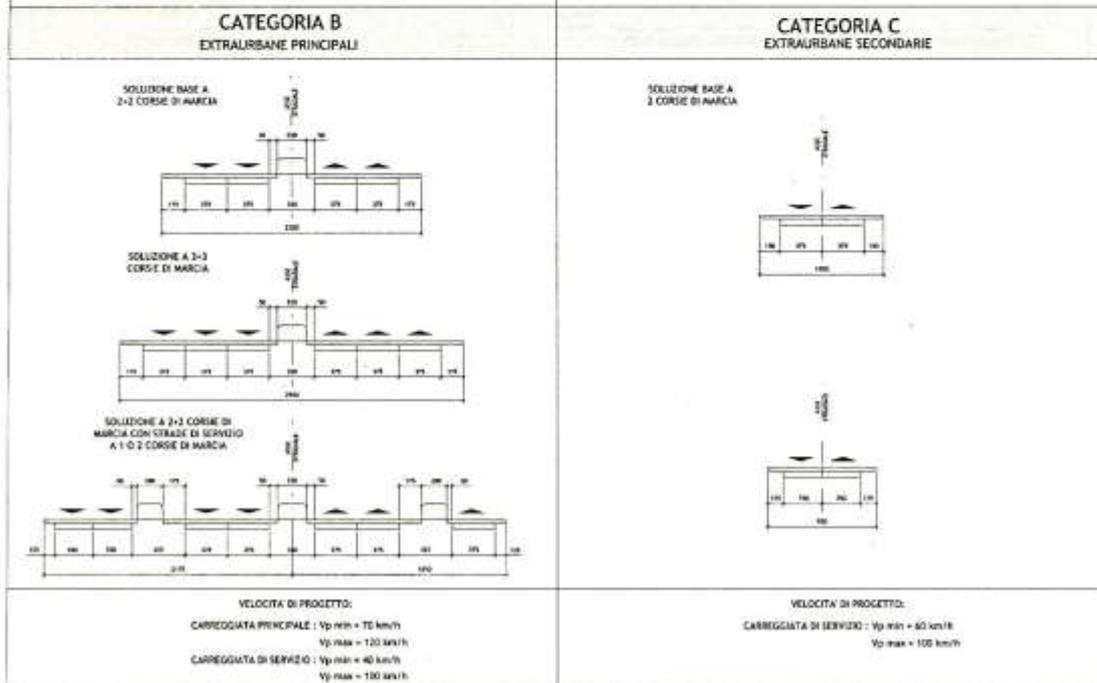
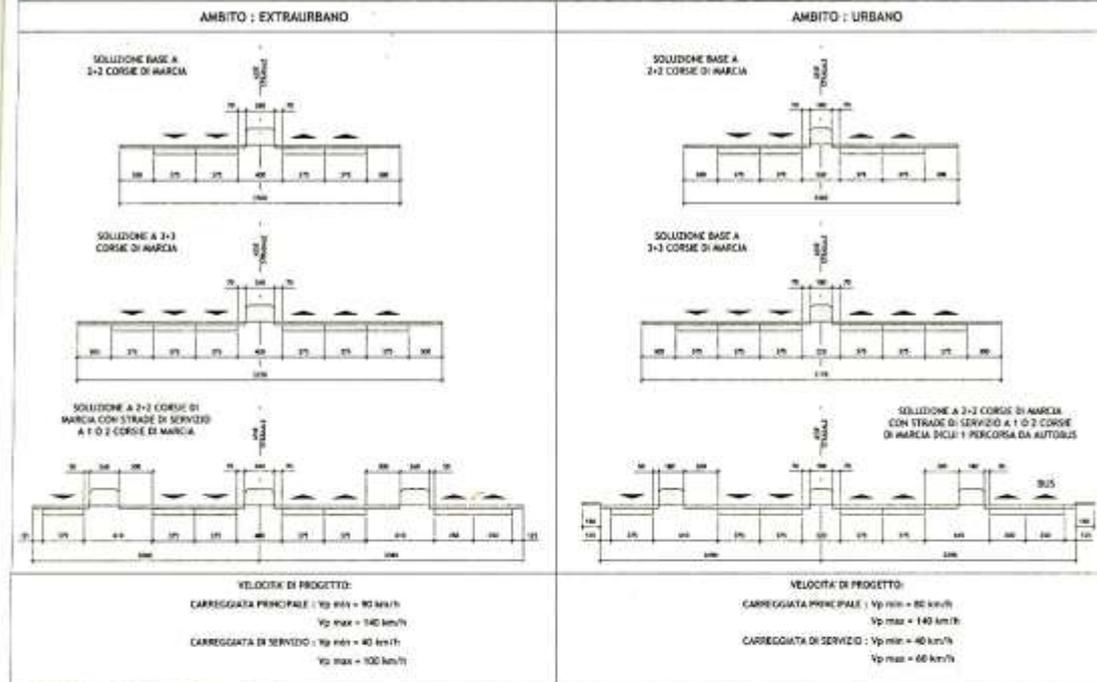
F - locali in ambito extraurbano



F - locali in ambito urbano



## CATEGORIA A - AUTOSTRADE





**La percezione dall'interno della strada**

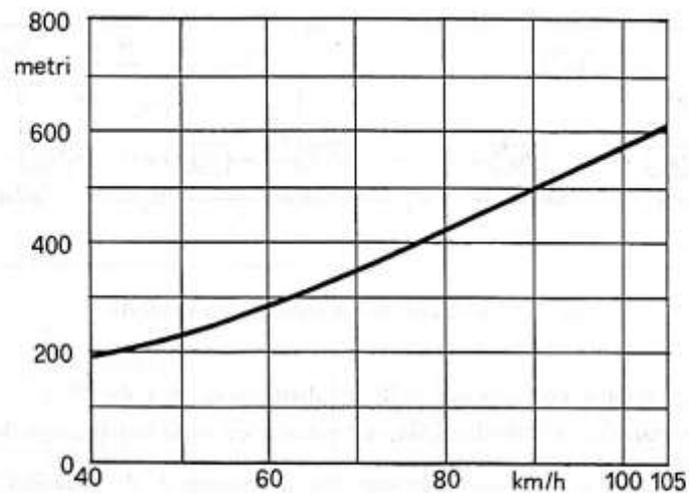


Fig. 1.10. — Distanza media di focalizzazione dello sguardo in funzione della velocità.

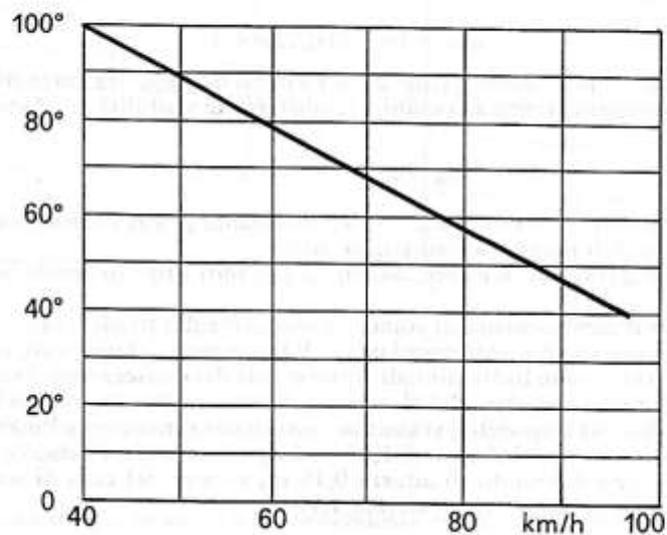
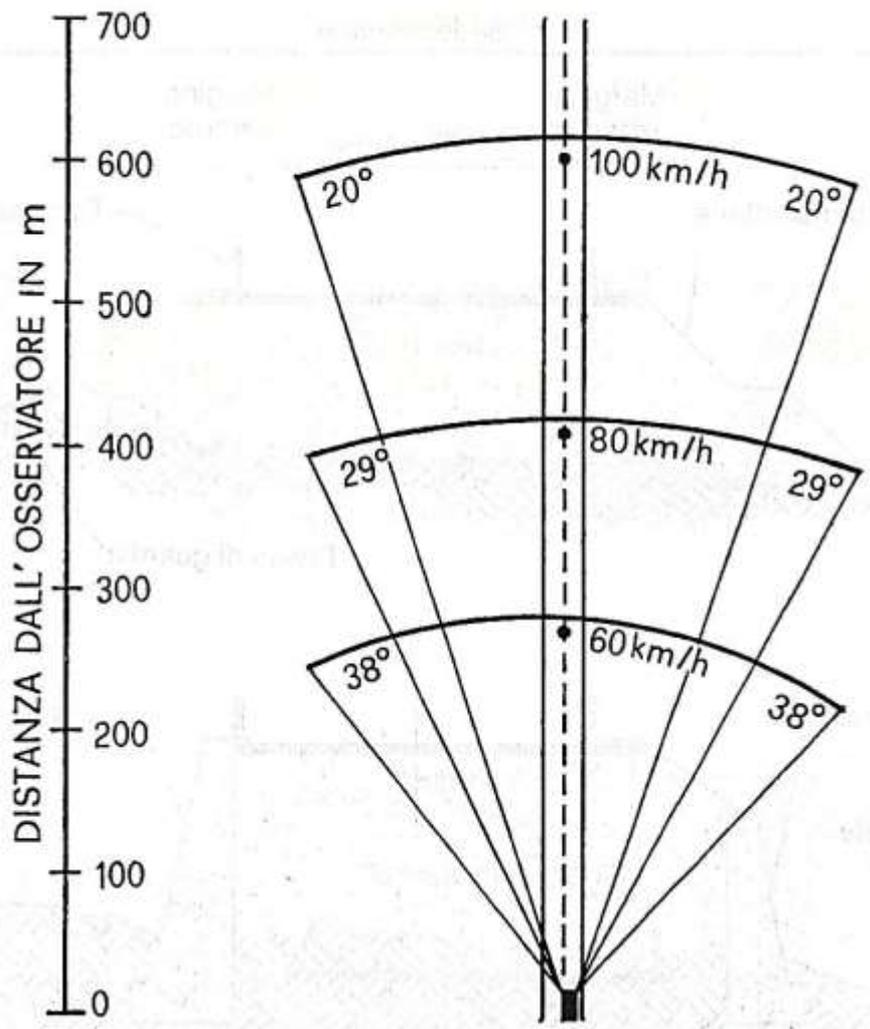


Fig. 1.11. — Variazione del campo di visione periferica al variare della velocità.



AUTOSTRADA URBANA A 6 CORSIE

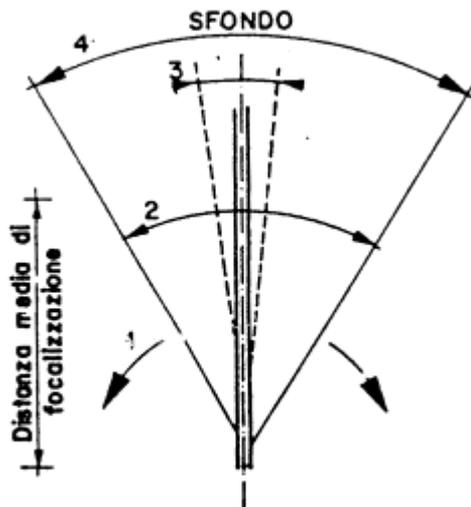
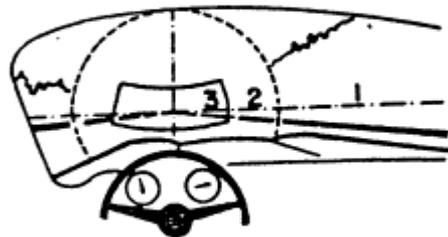
V= 100 km/h

CAMPO DI VISIBILITA' RIDOTTO A  
45 (ZONA 2)

- CIELO 55 %

- PIATTAFORMA 28 %

- ELEMENTI LATERALI 17 %



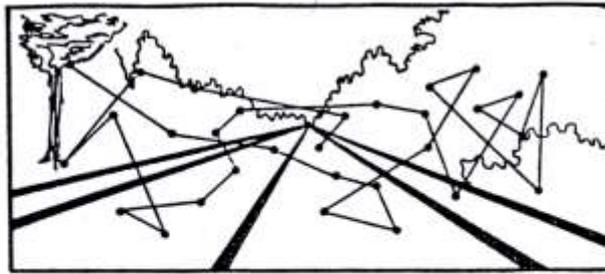
1 = ZONA DI ILLEGGIBILITA'. MOTI  
DI TRASLAZIONE

2 = CAMPO DI VISIBILITA' PERIFE-  
RICA. MOTI APPARENTI DI RO-  
TAZIONE E TRASLAZIONE

3 = CONO DI CONCENTRAZIONE  
DELL'ATTENZIONE. CAMPO STA-  
TICO

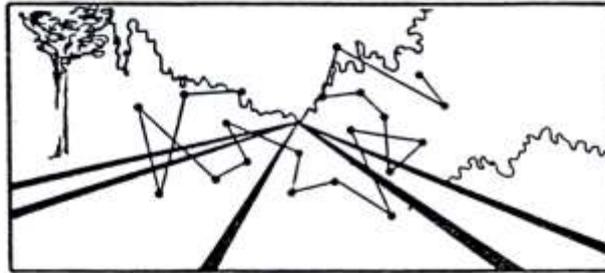
4 = SFONDO. MACROELEMENTI DEL  
TERRITORIO

Visualizzazione grafica delle zone in cui si può suddividere lo "spazio di traffico" e loro caratteristiche.



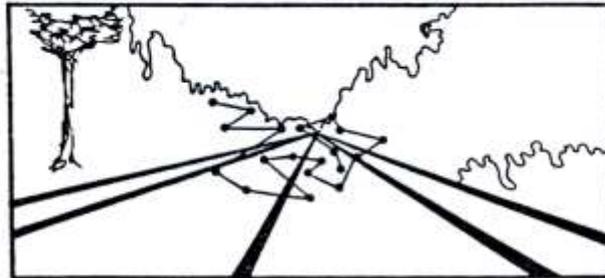
20 km/h

a)



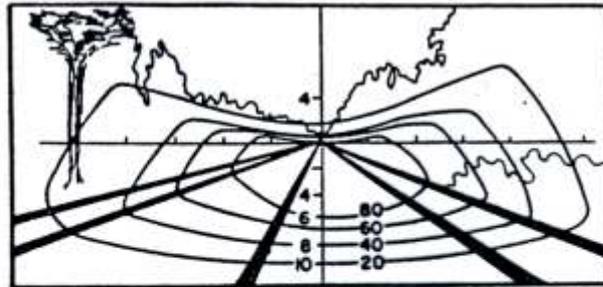
40 km/h

b)



80 km/h

c)



d)

Successione dei punti sui quali l'utente fissa lo sguardo al variare della velocità del veicolo: a) 20 km/h; b) 40 km/h; c) 80 km/h; d) coni entro i quali si concentra l'attenzione dell'utente per la maggior parte del tempo (in funzione della velocità).

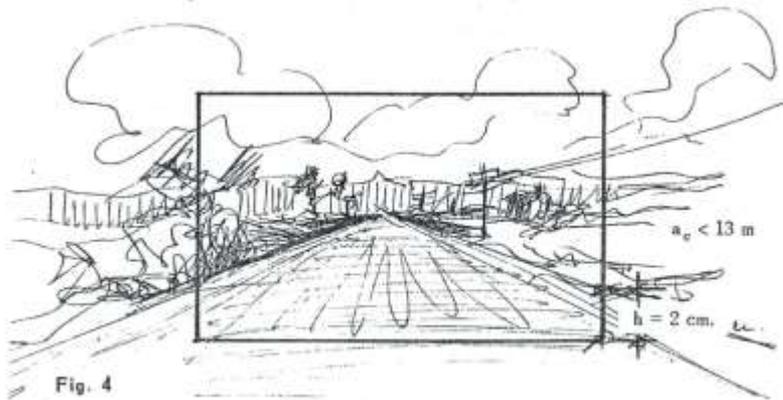
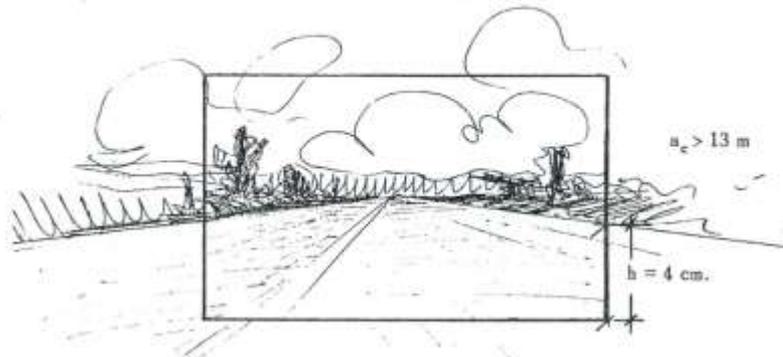
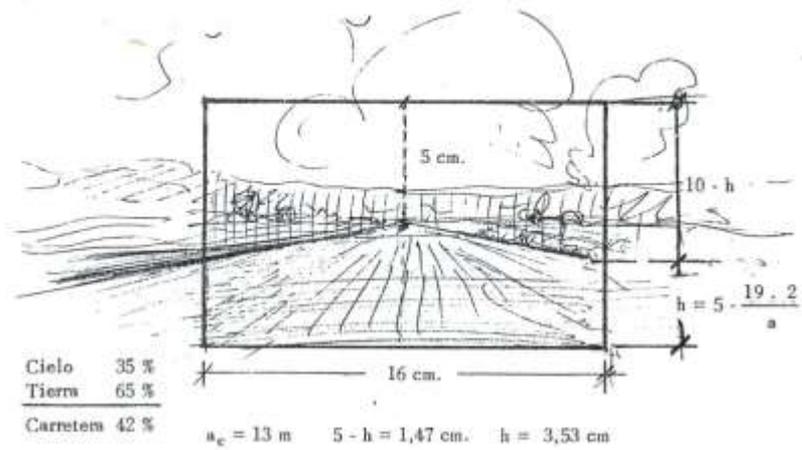


Fig. 4

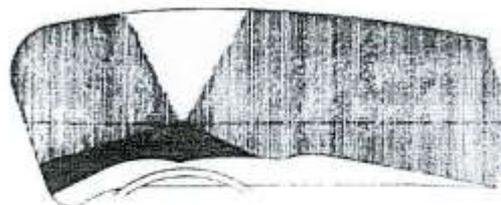
*Route à deux voies :*

Ciel : 10 %

Bas.côté : 82 %

Plateforme : 8 %

*vitesse 40 km/h*



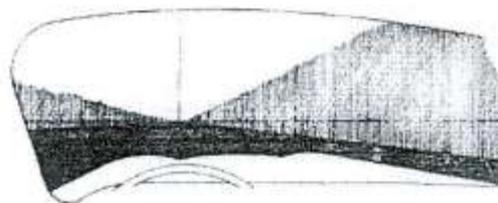
*Autoroute urbaine à 6 voies :*

Ciel : 40 %

Bas.côté : 40 %

Plateforme : 20 %

*vitesse 40 km/h*



*Autoroute urbaine à 6 voies :*

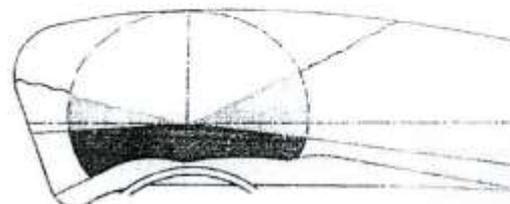
*- champ visuel réduit à 45°*

*(vitesse 96 km/h)*

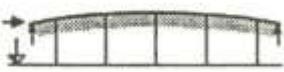
Ciel : 55 %

Bas.côté : 17 %

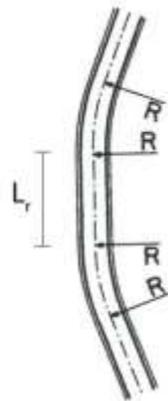
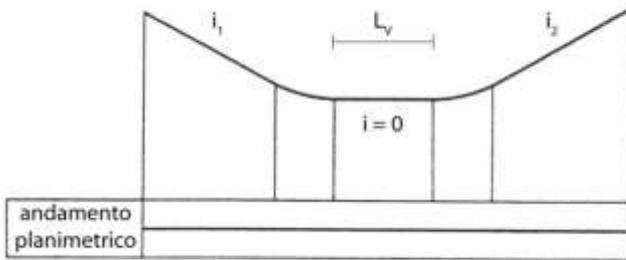
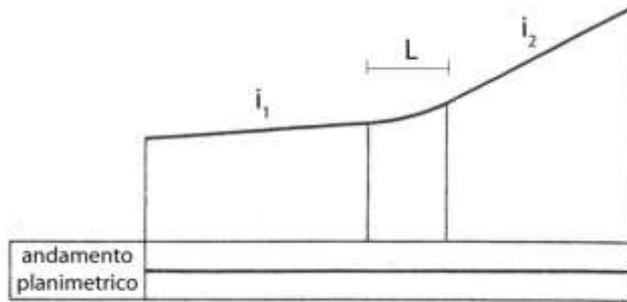
Plateforme : 28 %



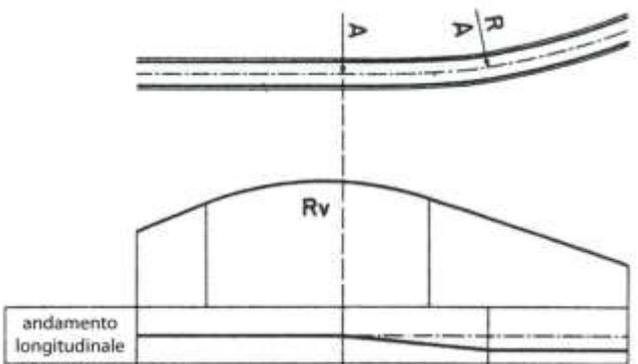
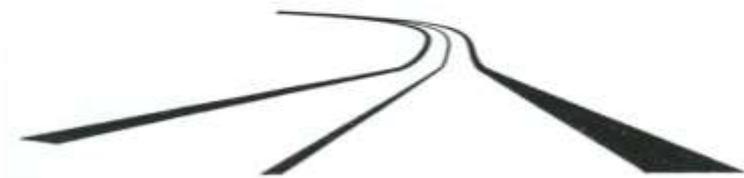
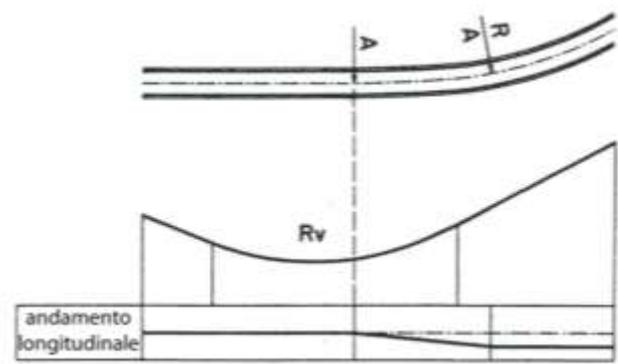
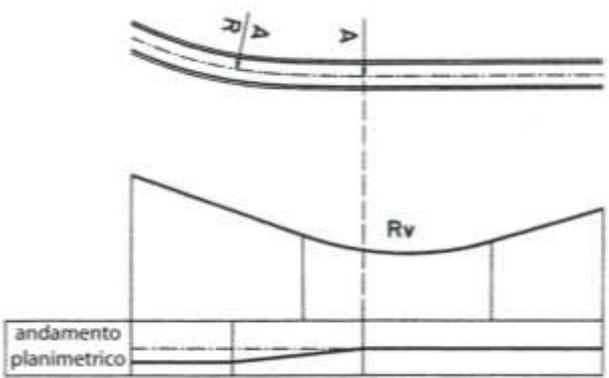
# Percezione prospettica del rettifilo

Tracciato orizzontale	Profilo longitudinale	Vista prospettica
<p>a)</p>  <p>rettifilo</p>	 <p>livellotta orizzontale</p>	
<p>b)</p>  <p>rettifilo</p>	 <p>raccordo concavo</p>	
<p>c)</p>  <p>rettifilo</p>	 <p>raccordo convesso</p>	

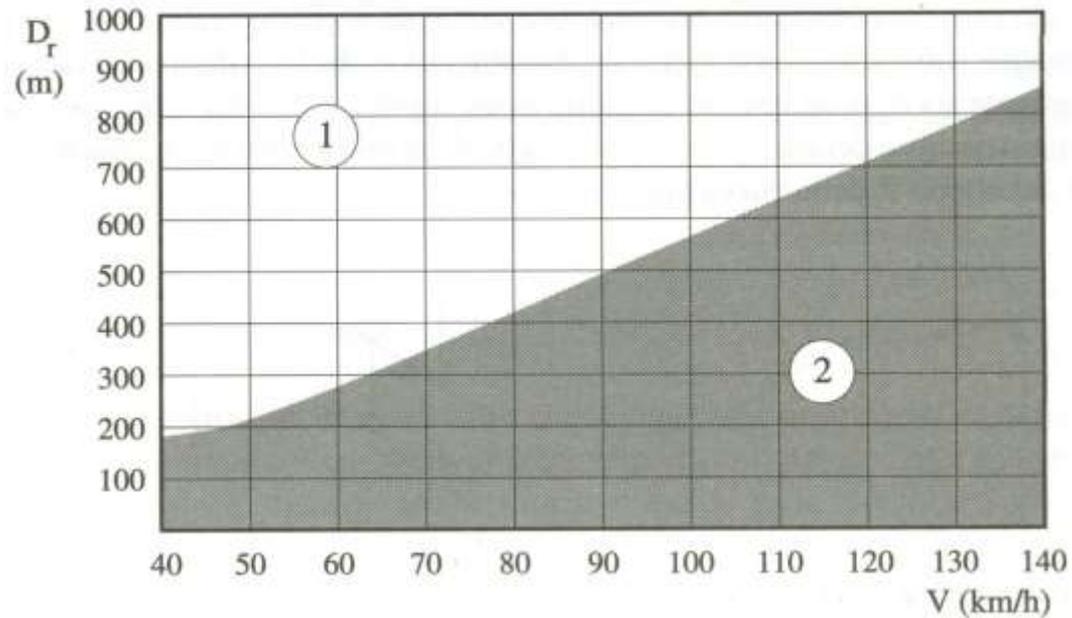
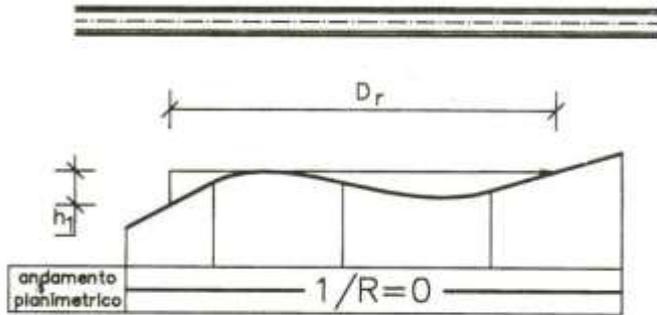
# Percezione prospettica del rettifilo



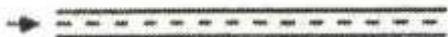
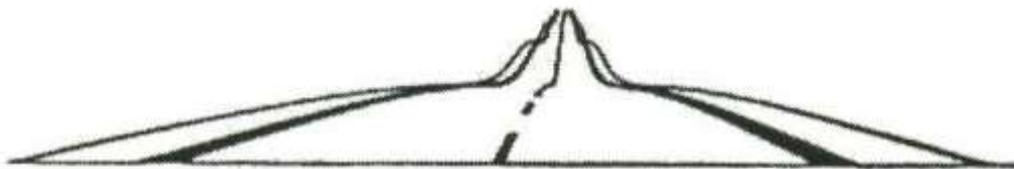
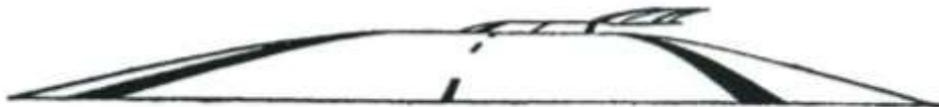
# Percezione prospettica del rettifilo in prossimità di una curva



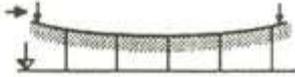
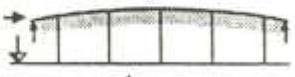
# Percezione prospettica del rettifilo



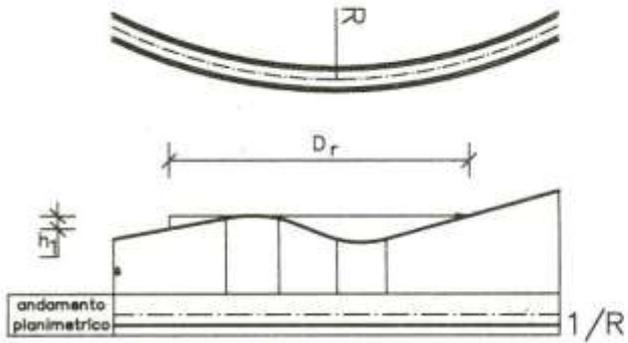
# Percezione prospettica del rettifilo



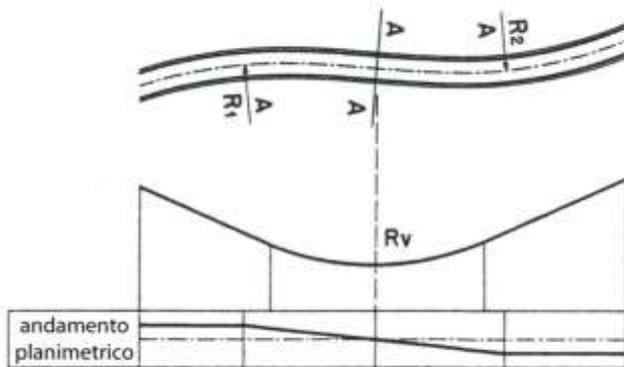
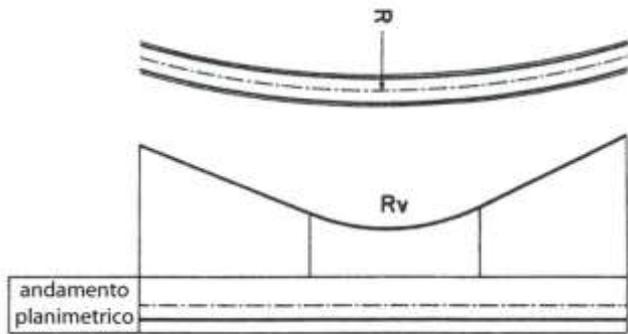
# Percezione prospettica dei tratti curvilinei

Tracciato orizzontale	Profilo longitudinale	Vista prospettica
<p>a)</p>  <p>curva circolare</p>	 <p>livellotta orizzontale</p>	
<p>b)</p>  <p>curva circolare</p>	 <p>raccordo concavo</p>	
<p>c)</p>  <p>curva circolare</p>	 <p>raccordo convesso</p>	

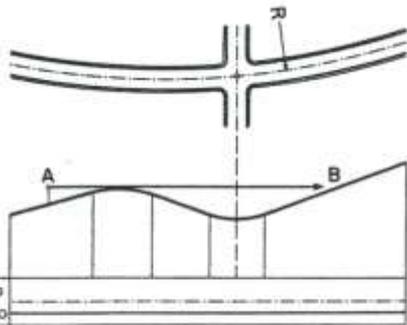
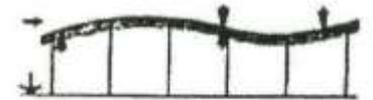
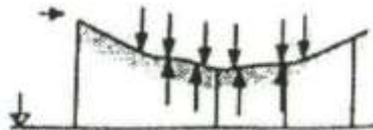
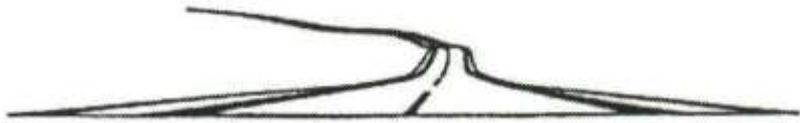
# Percezione prospettica dei tratti curvilinei



# Percezione prospettica dei tratti curvilinei



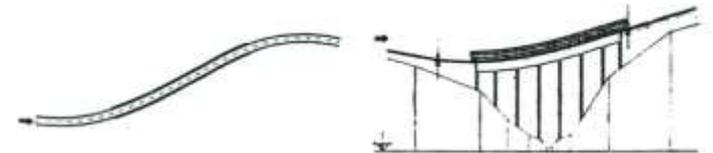
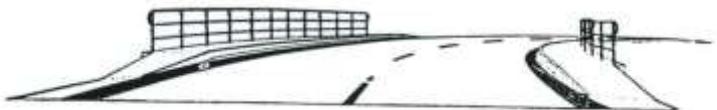
# Percezione prospettica dei tratti curvilinei



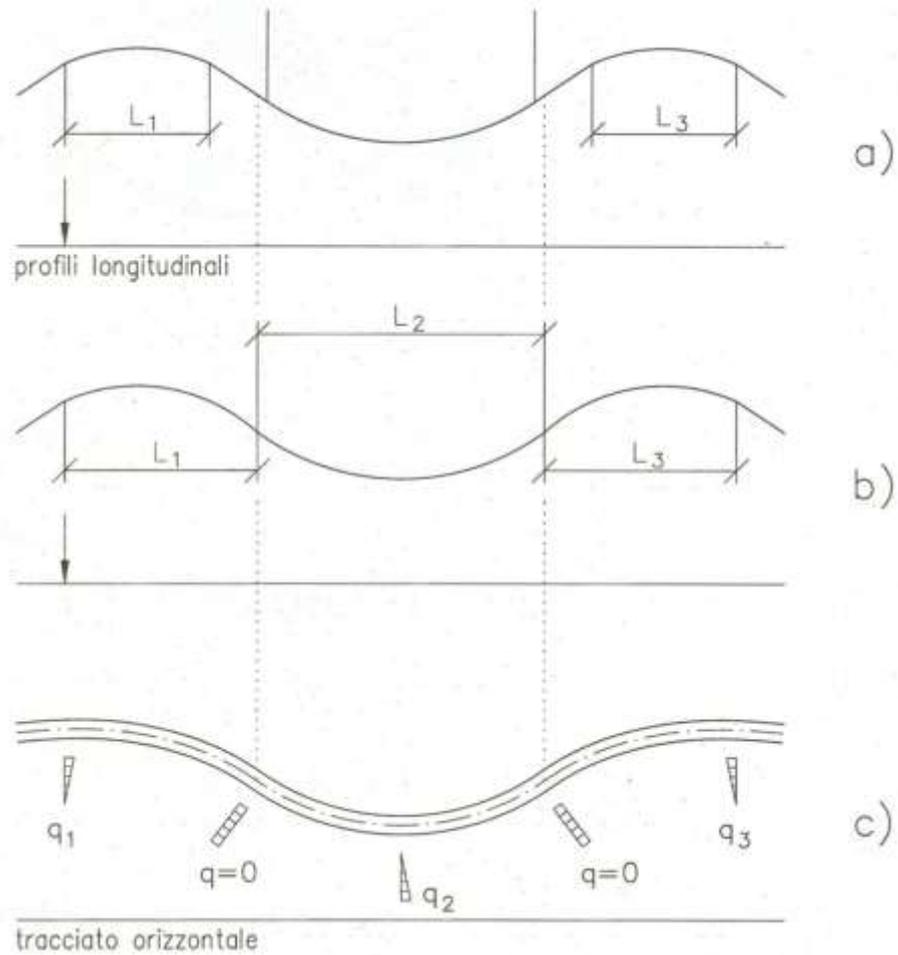
andamento  
planimetrico



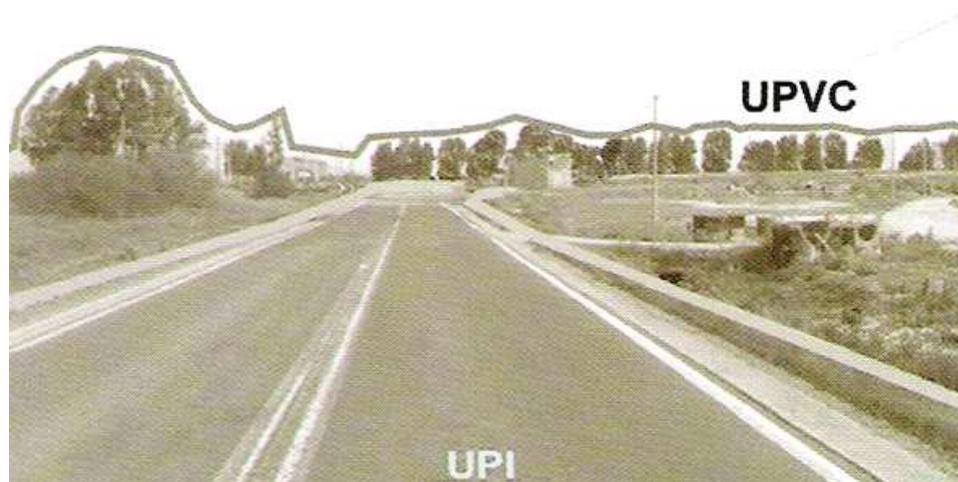
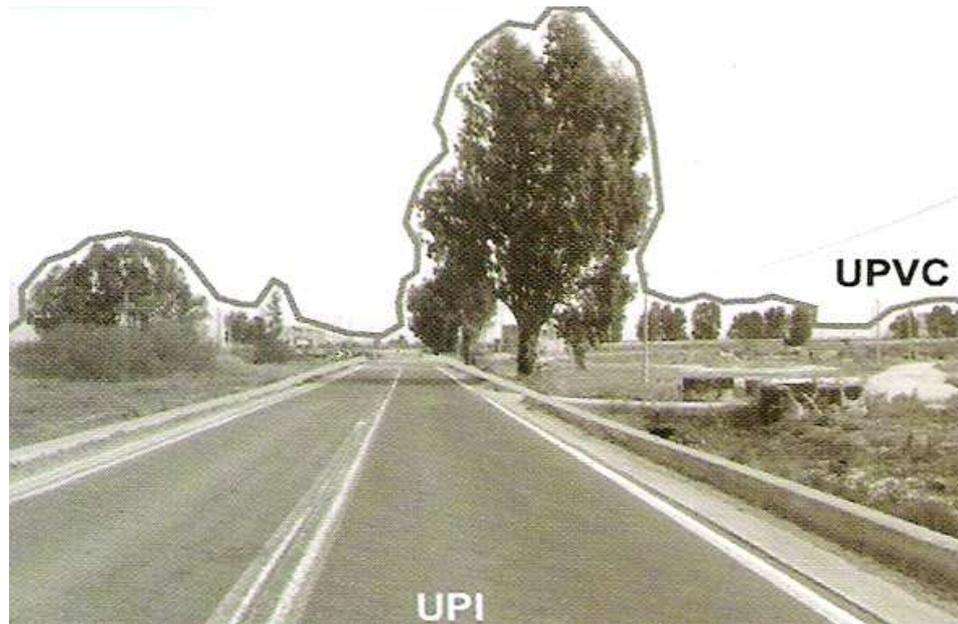
# Percezione prospettica dei tratti curvilinei



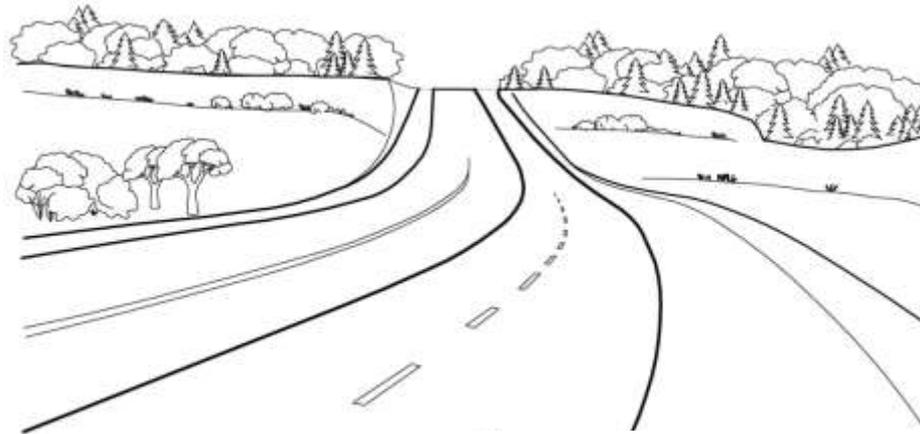
# Il coordinamento plano-altimetrico



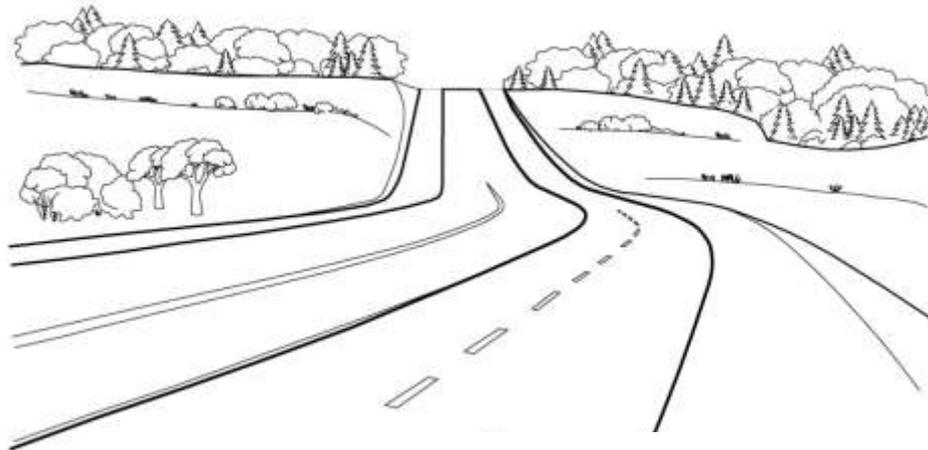
# La forma della strada e la forma del territorio



# La percezione prospettica della strada



Con clotoide



Senza clotoide





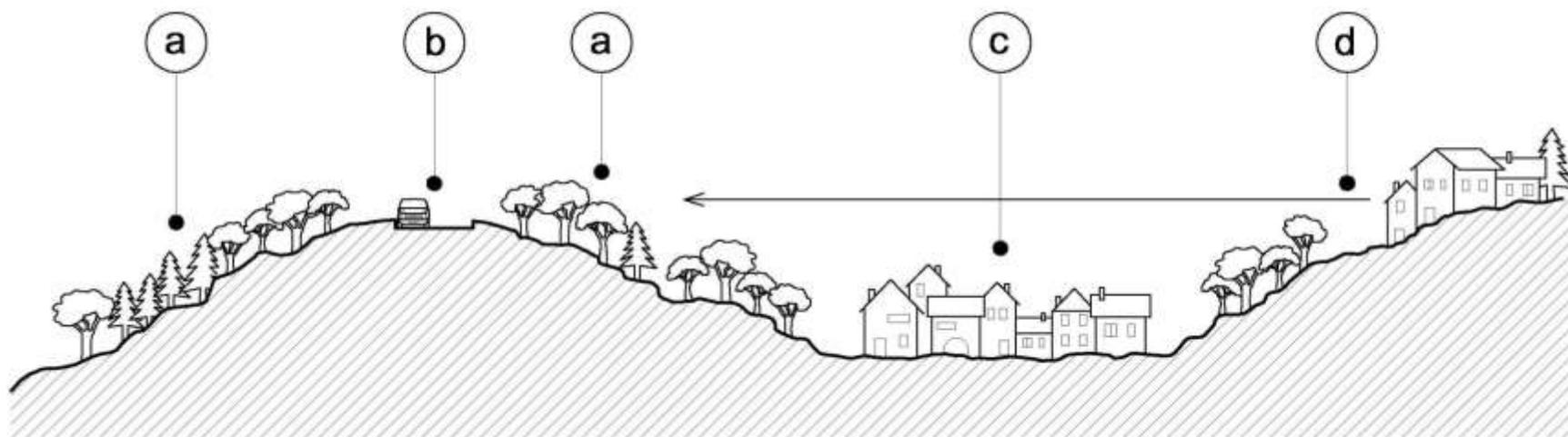




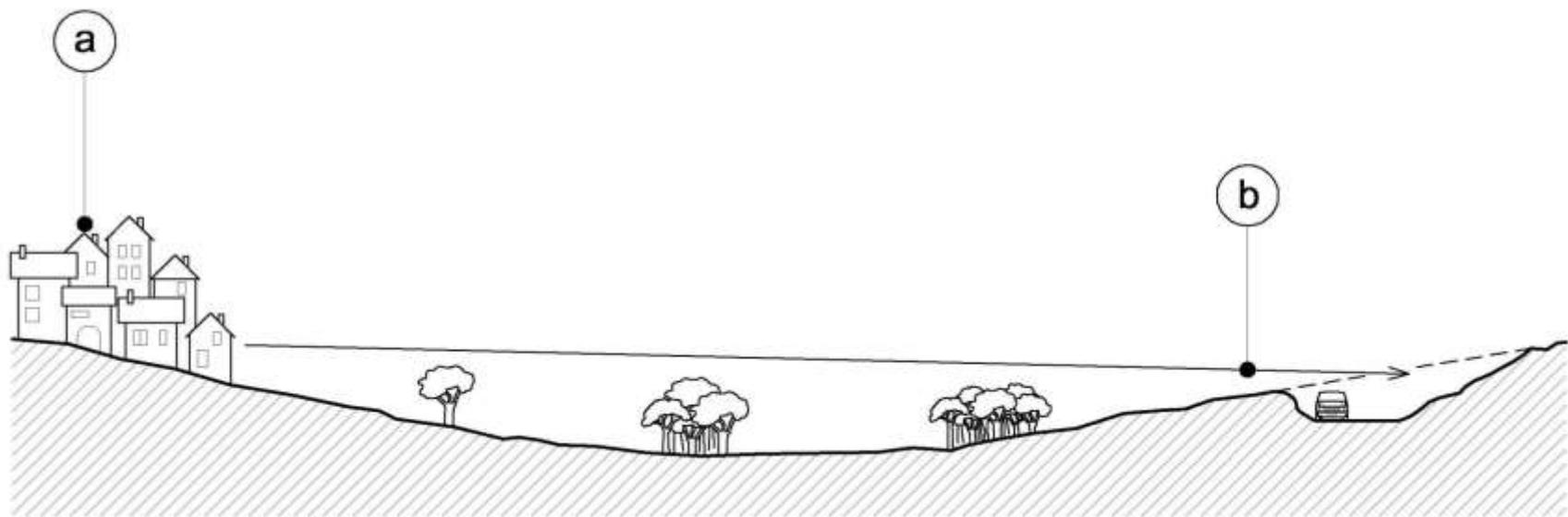


**La percezione dall'esterno**

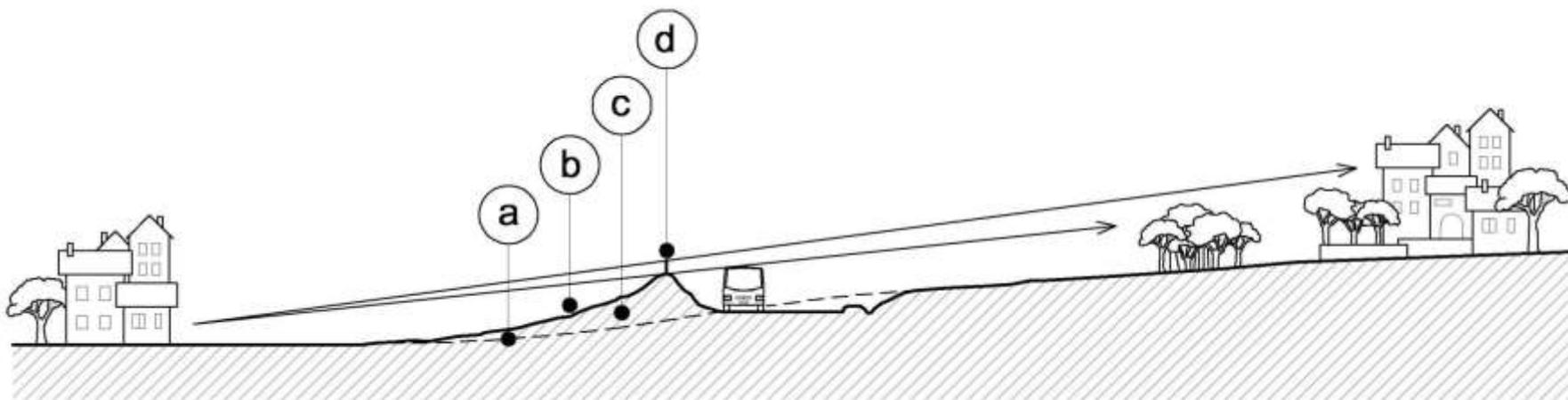
# Localizzazione dell'infrastruttura



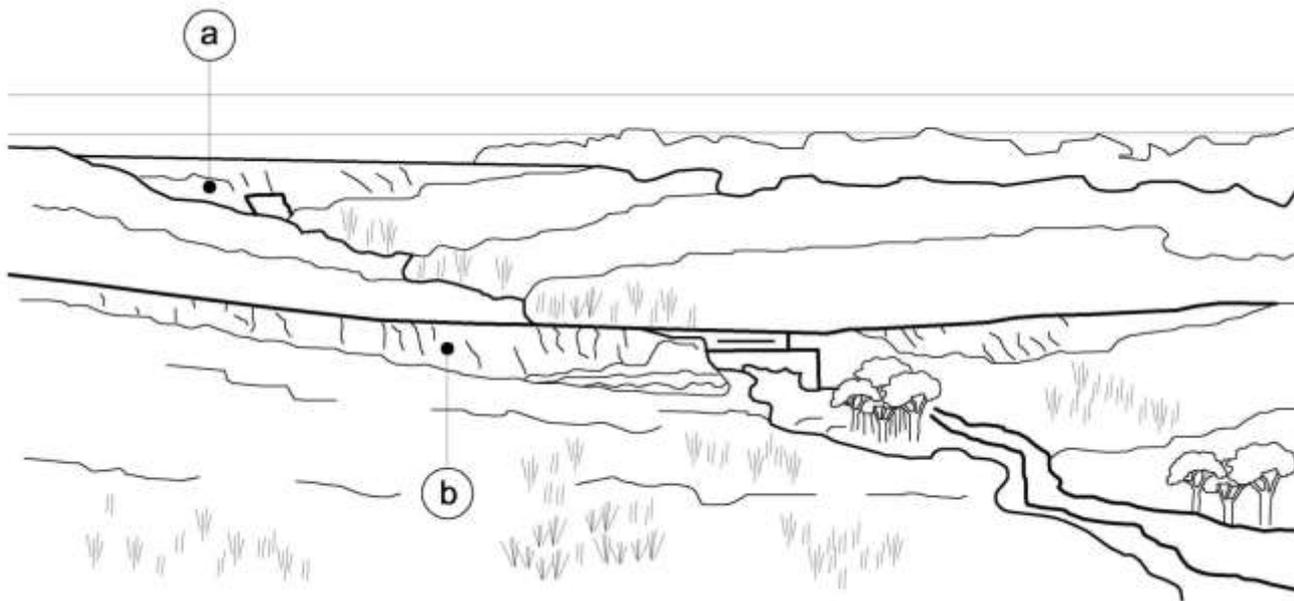
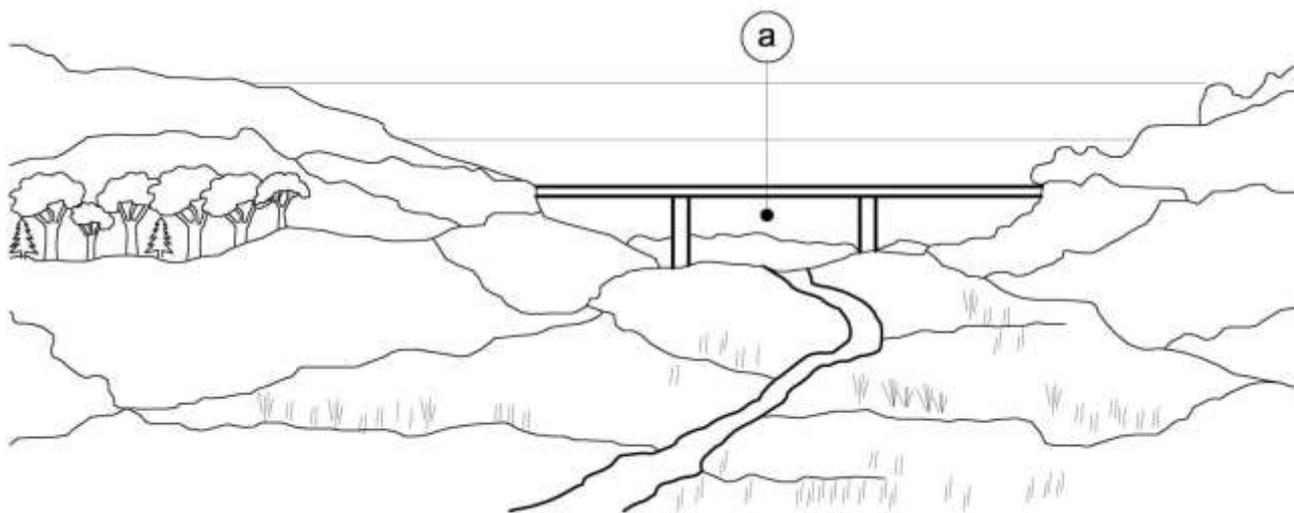
# Localizzazione dell'infrastruttura



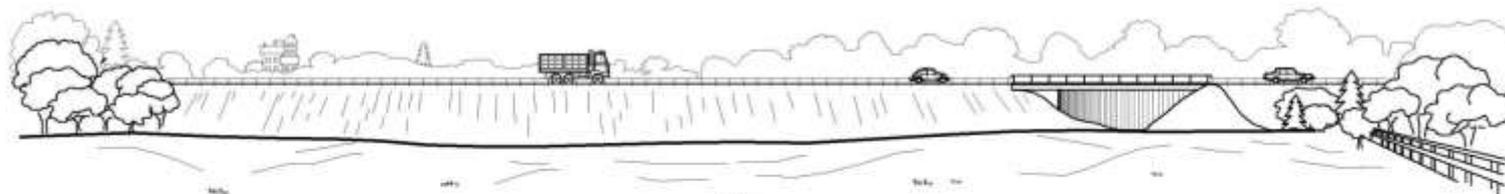
# Localizzazione dell'infrastruttura



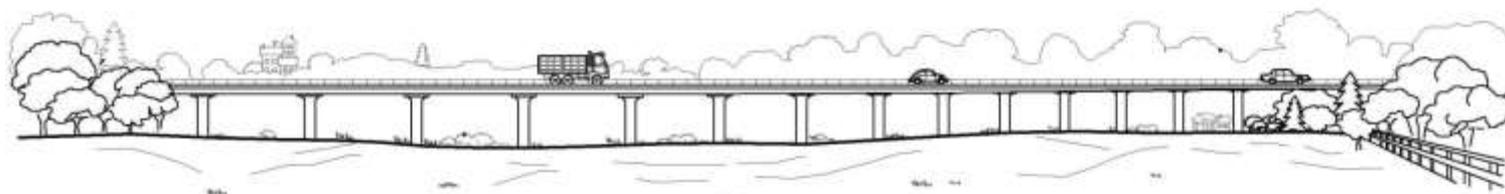
# Viadotti e rilevati



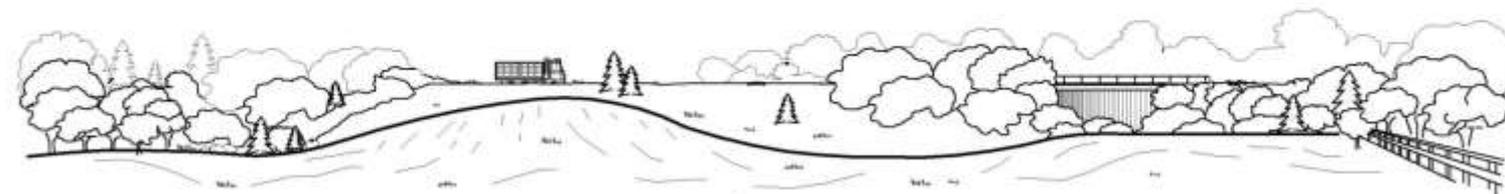
# Viadotti e rilevati



a)

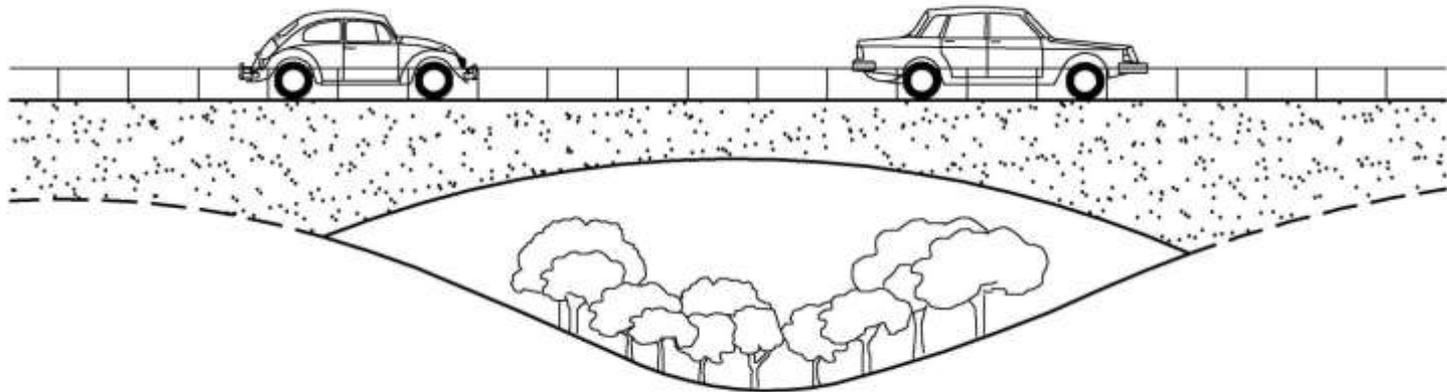
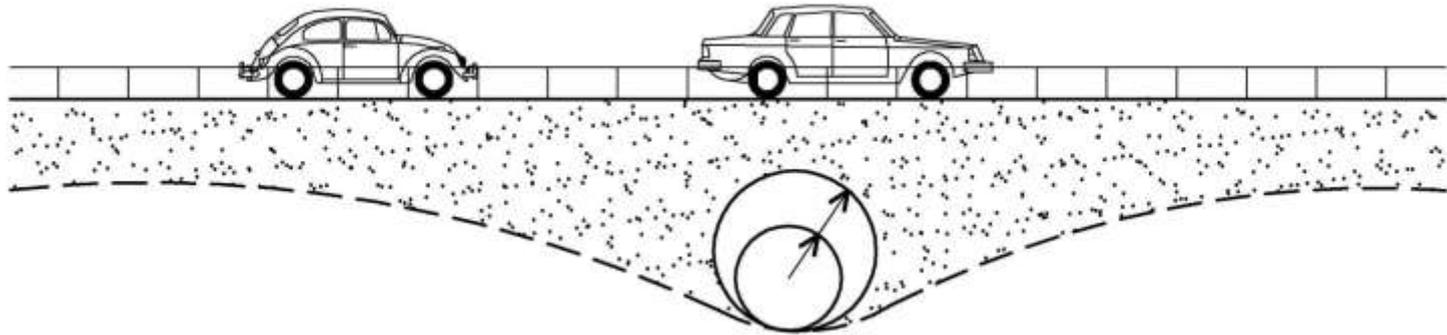


b)

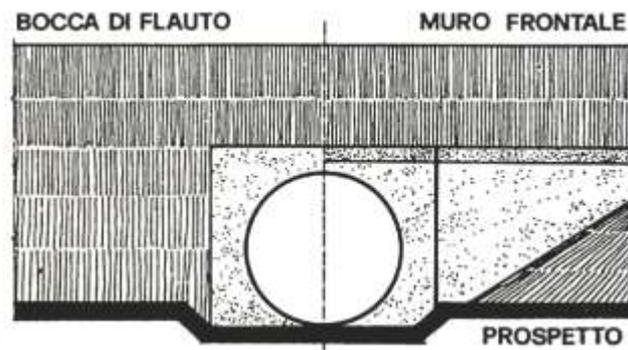
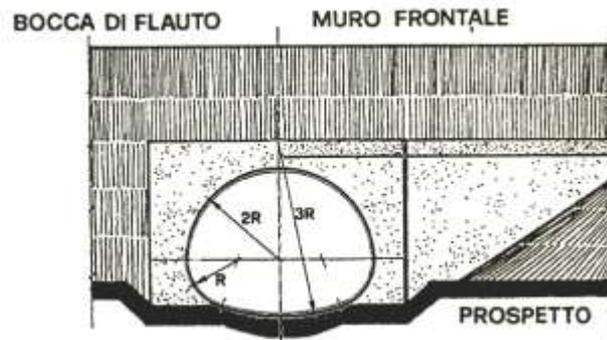
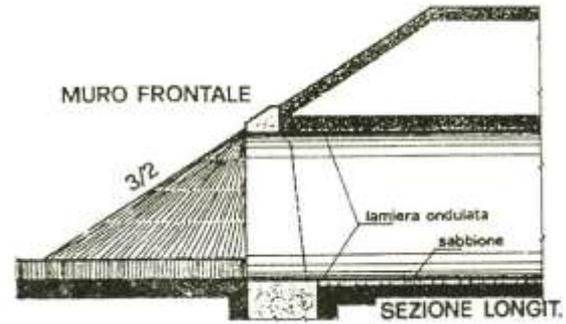


c)

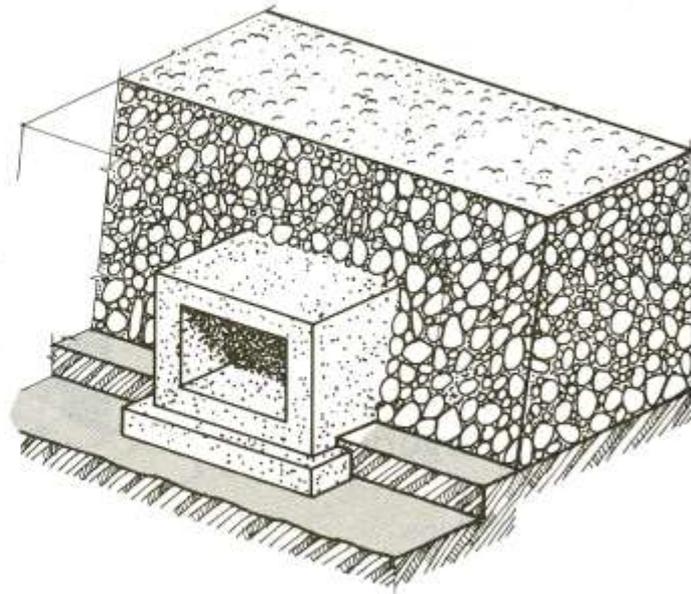
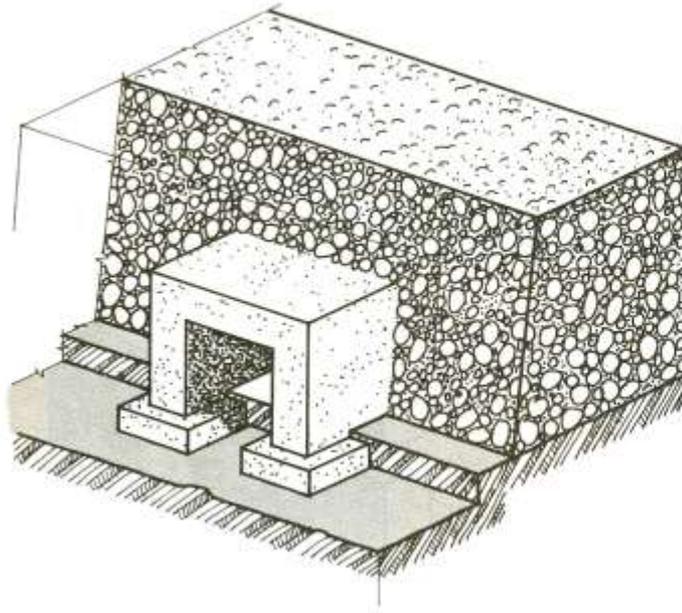
# Tombini e ponticelli



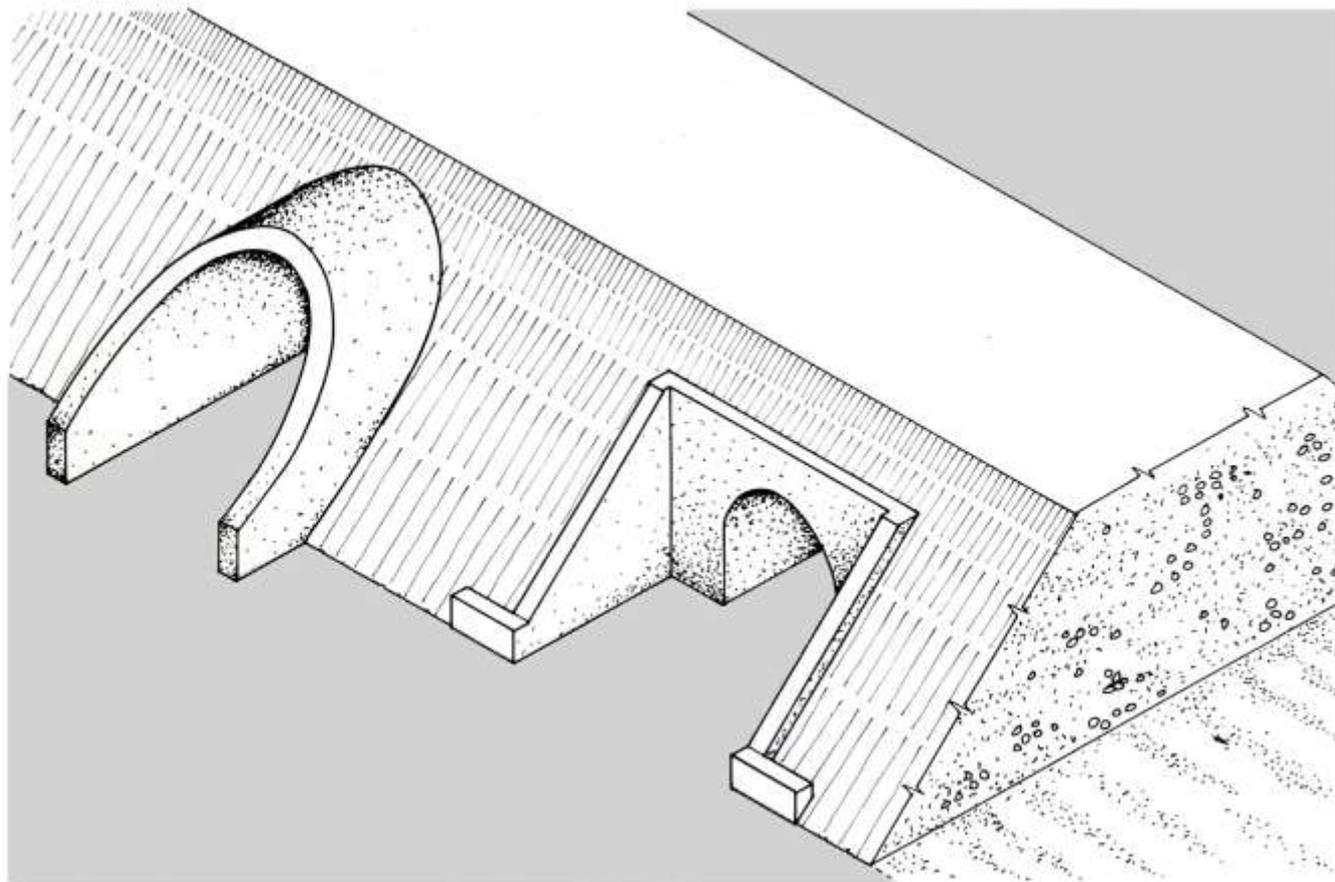
# Tombini e ponticelli



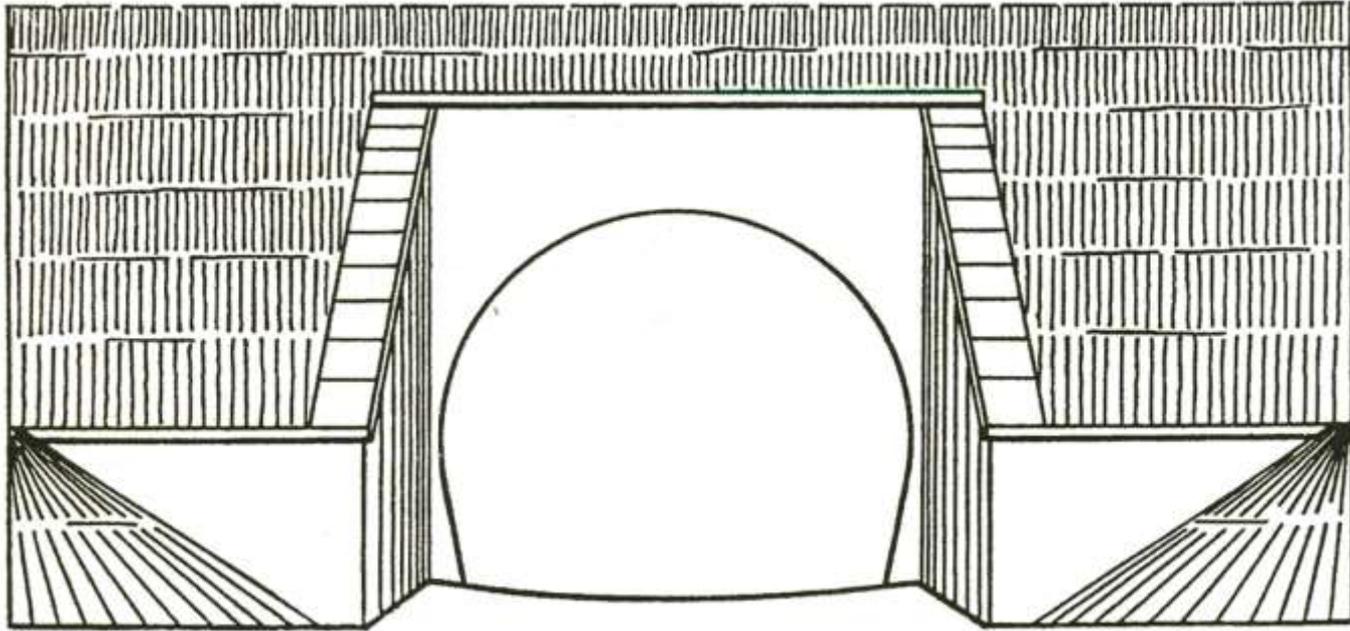
# Tombini e ponticelli



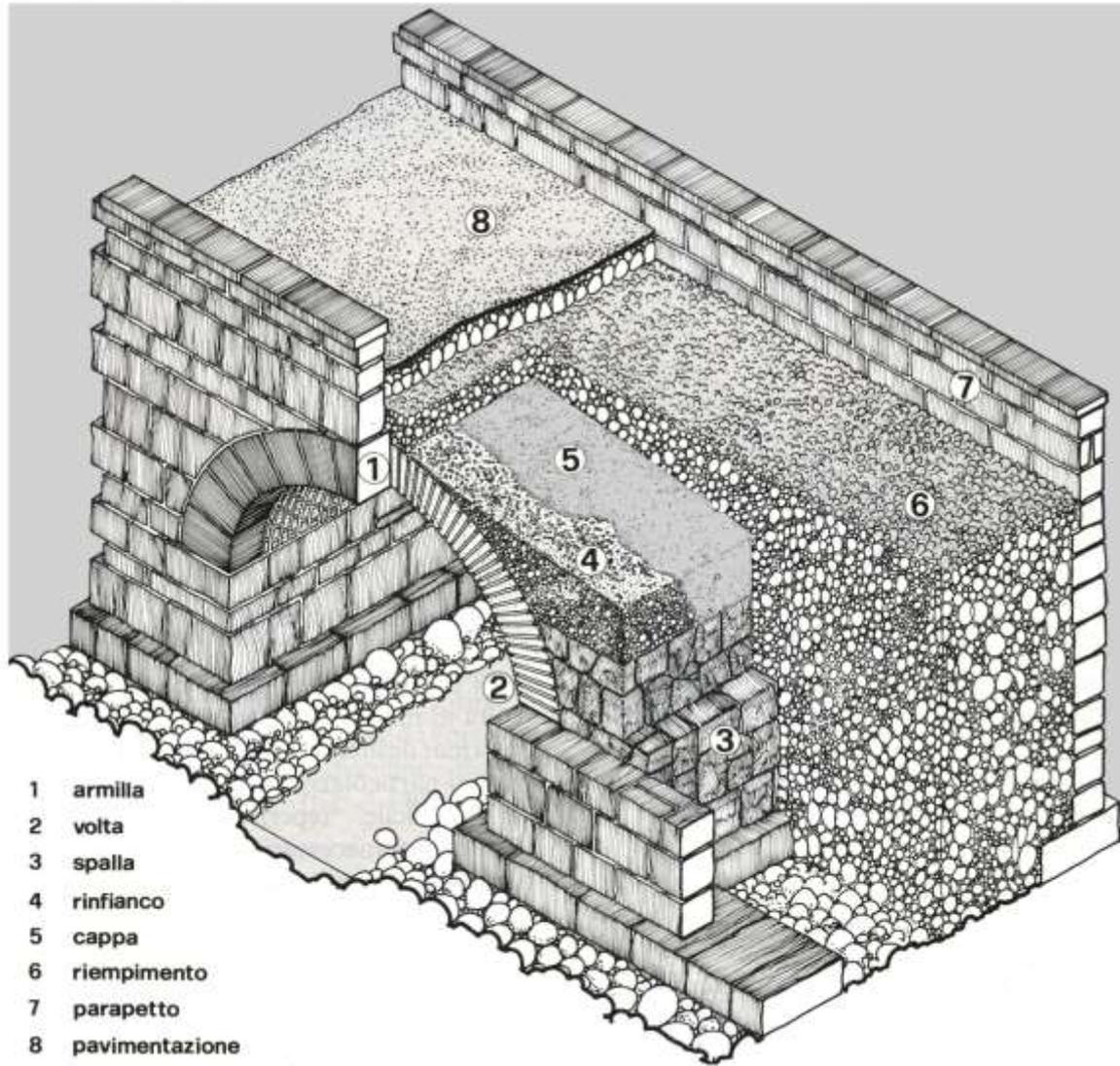
# Tombini e ponticelli



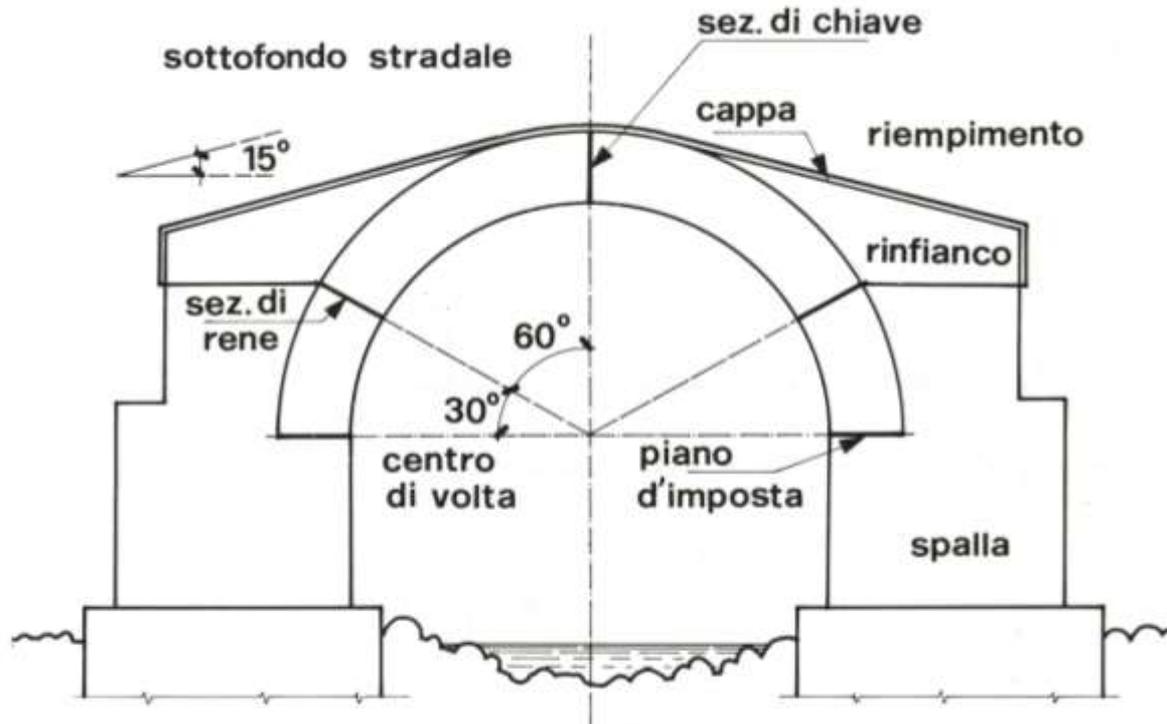
# Tombini e ponticelli



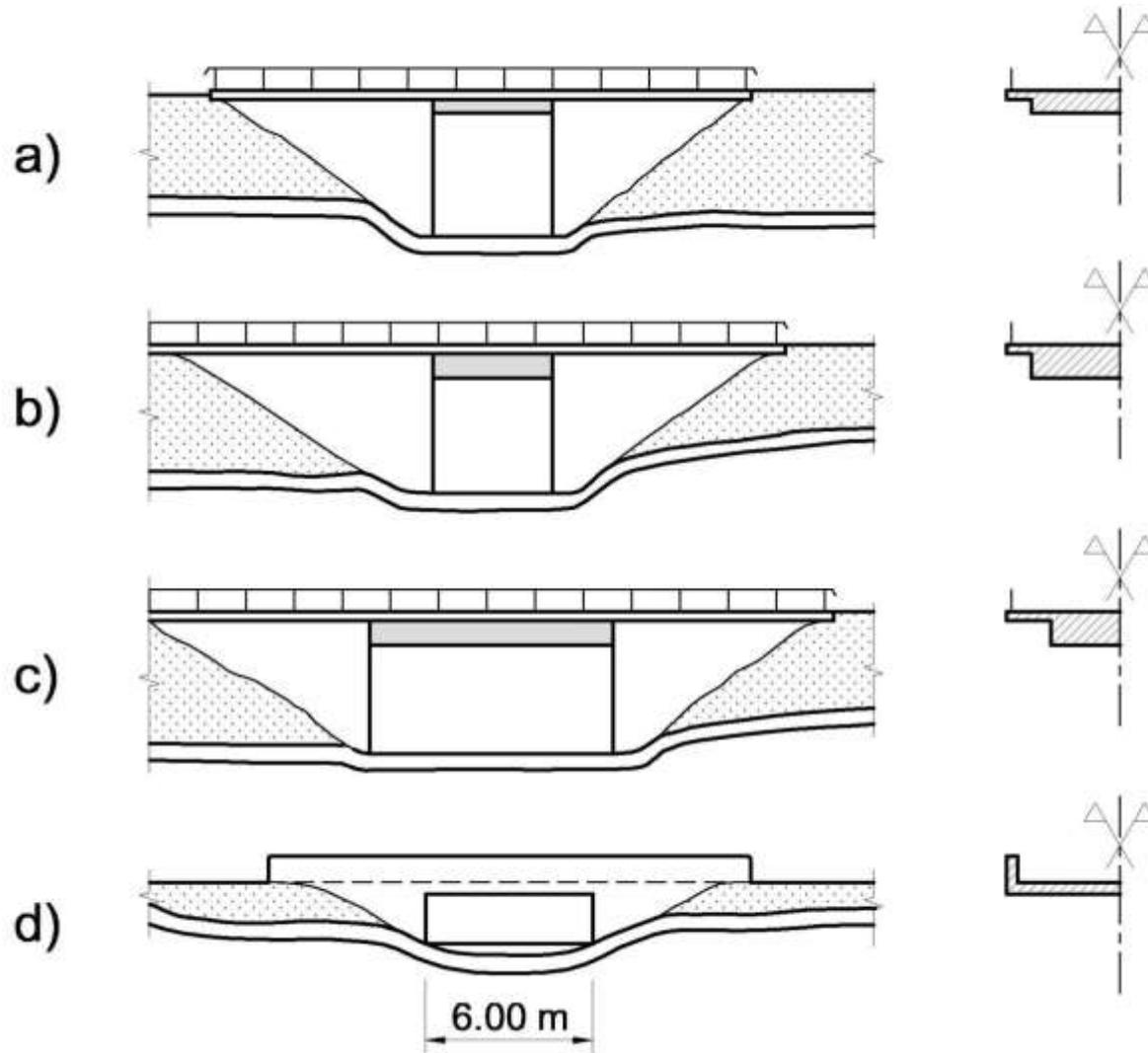
# Tombini e ponticelli



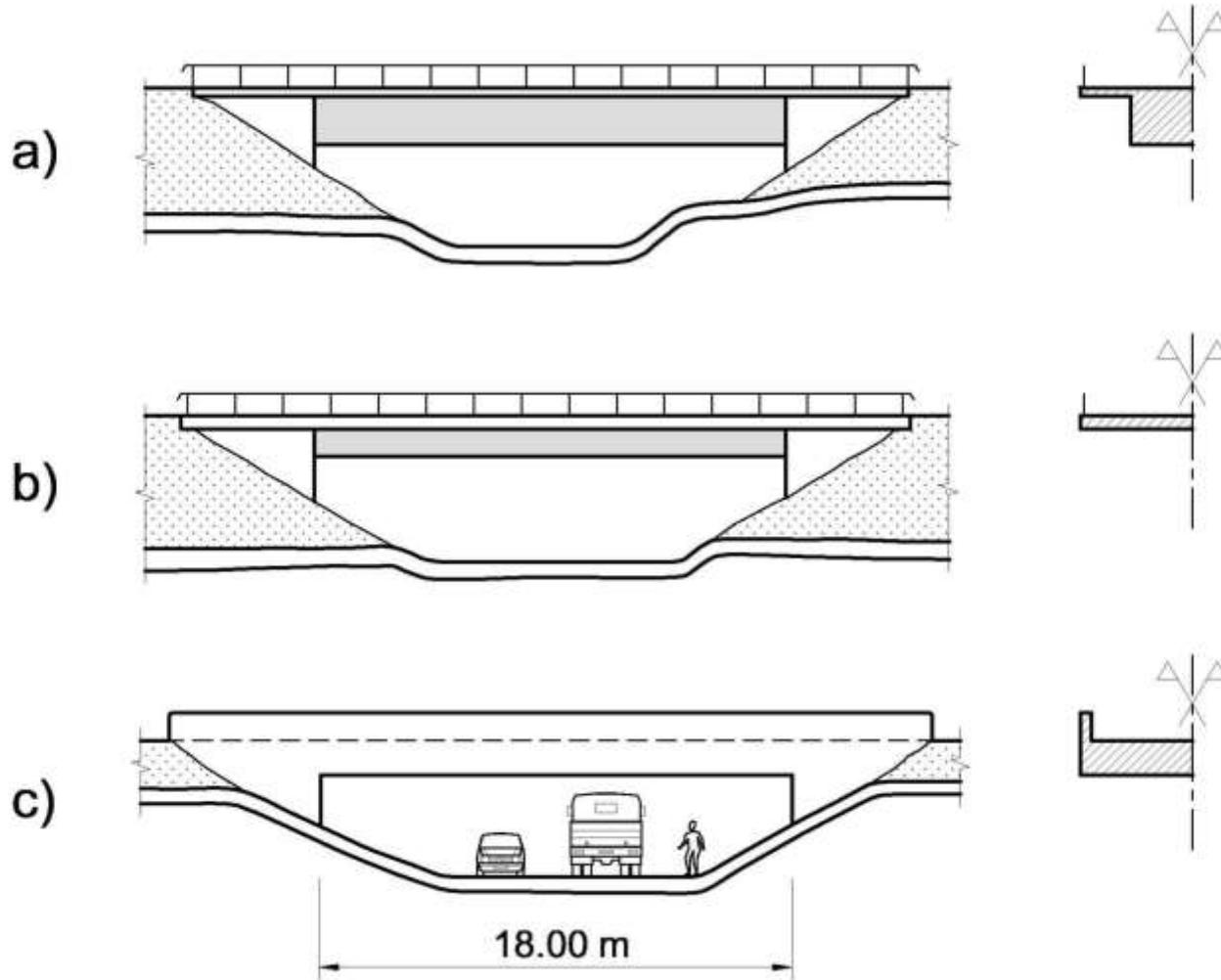
# Tombini e ponticelli



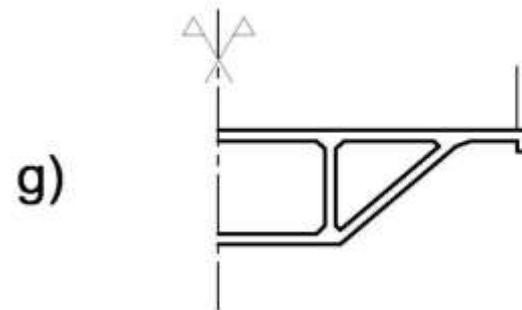
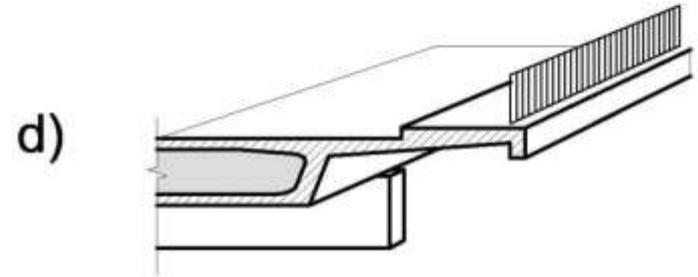
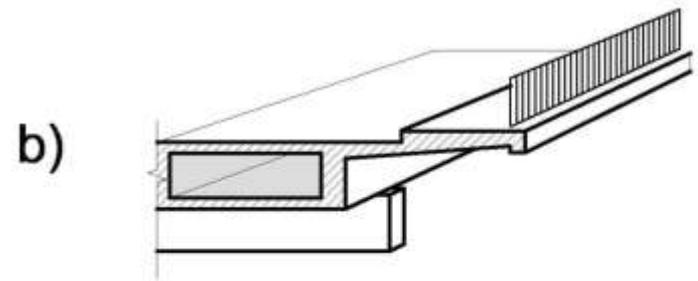
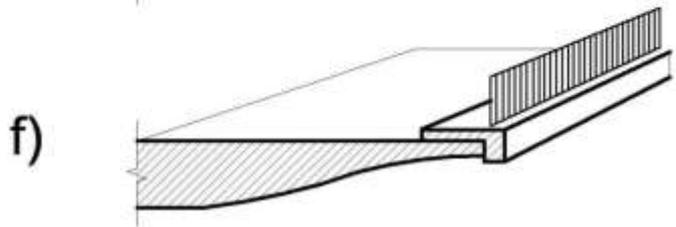
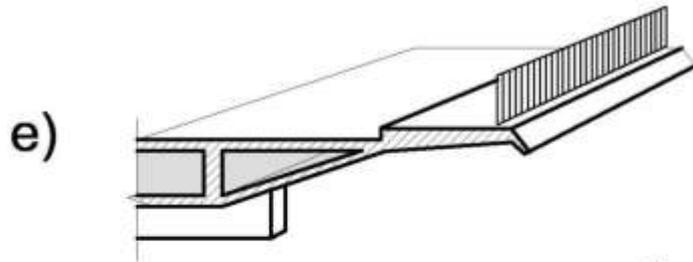
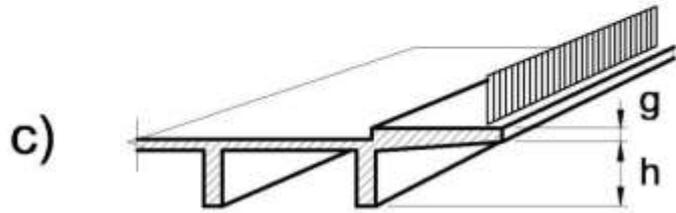
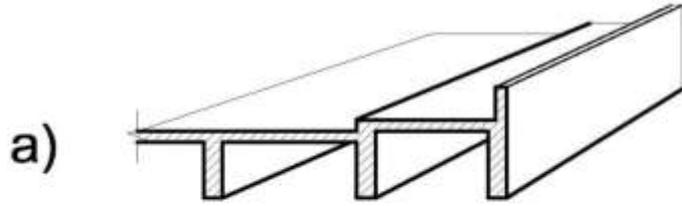
# Ponti e viadotti



# Ponti e viadotti

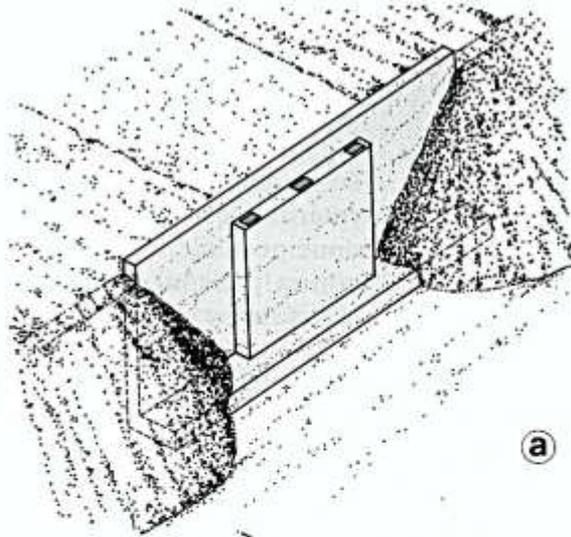


# Ponti e viadotti

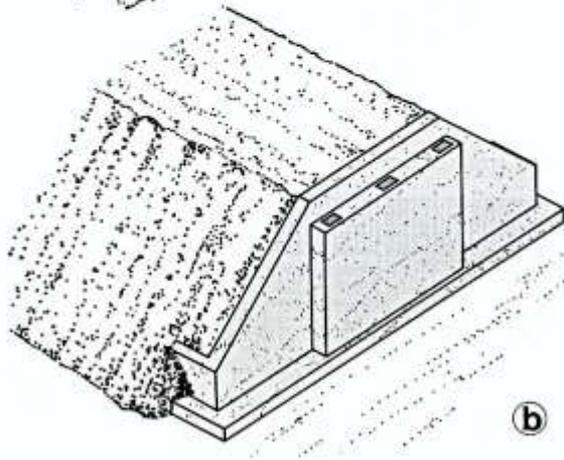




# Ponti e viadotti



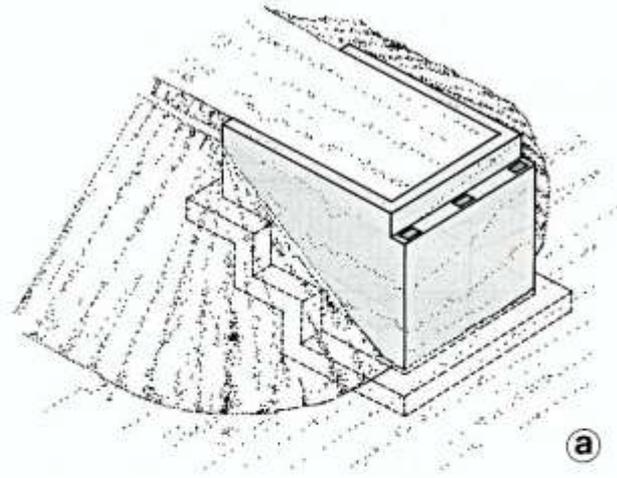
a



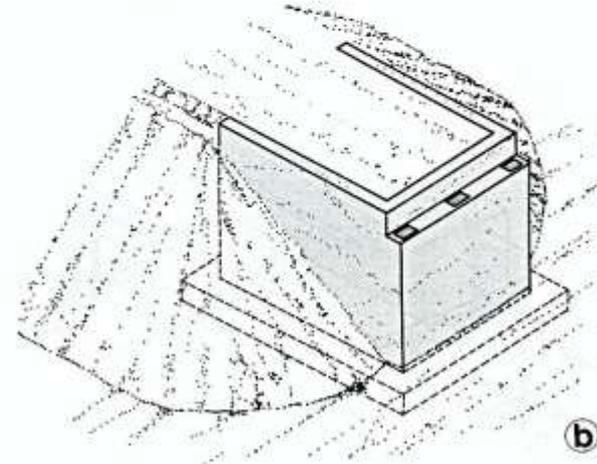
b

Fig. 4.310 - Tipologie di muri d'ala:

- a) muro frontale
- b) muro sagomato.



a



b

Fig. 4.311 - Tipologie di muri di risvolto:

- a) muro gradonato
- b) muro di accompagnamento.

# Ponti e viadotti

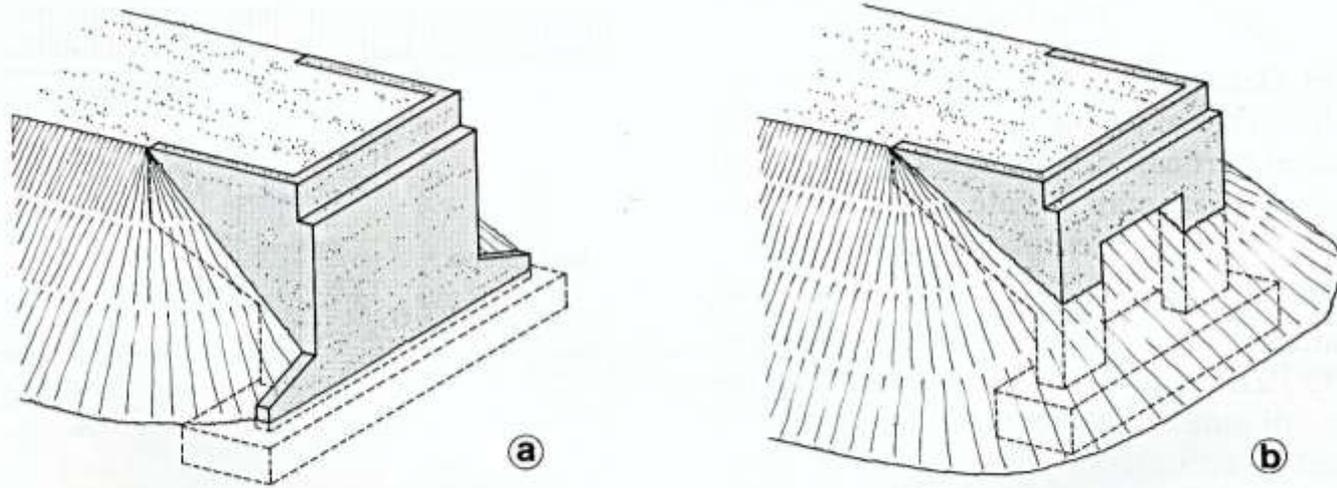
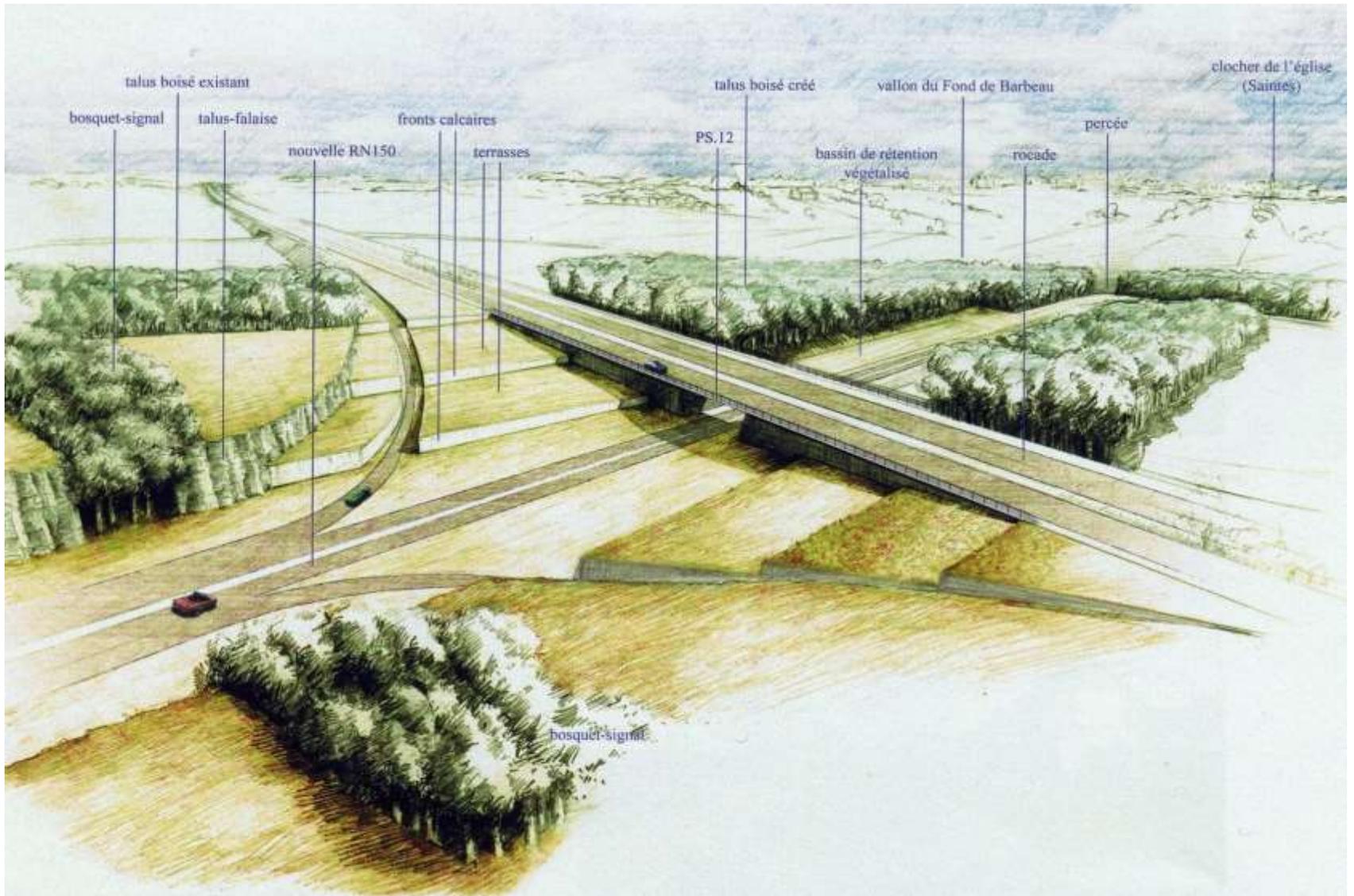


Fig. 4.312 - a) spalla ordinaria con muri di risvolto ad orecchia; b) spalla a telaio con risvolti ad orecchia.





Viaductos E-4 y E-5 del tramo Escandón-Teruel Norte.



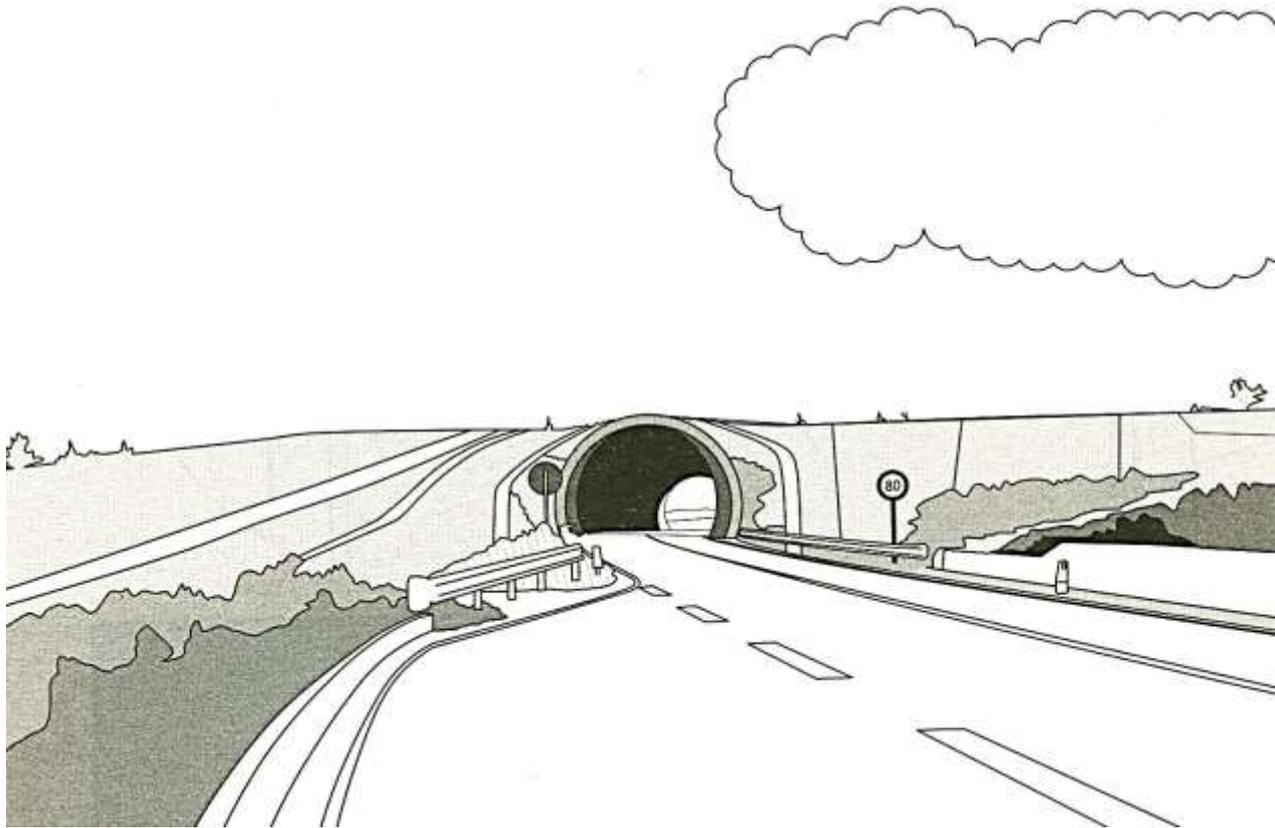




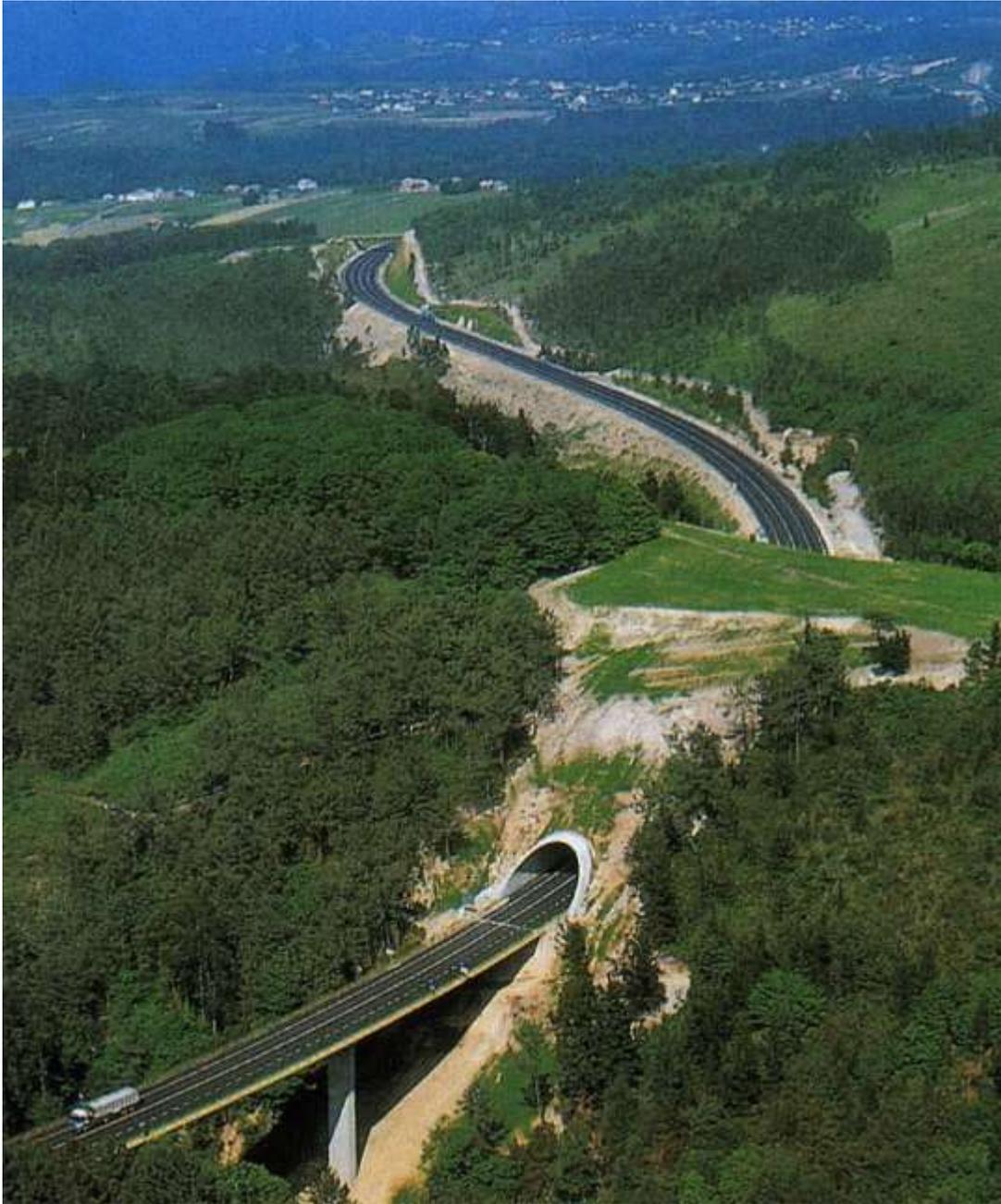


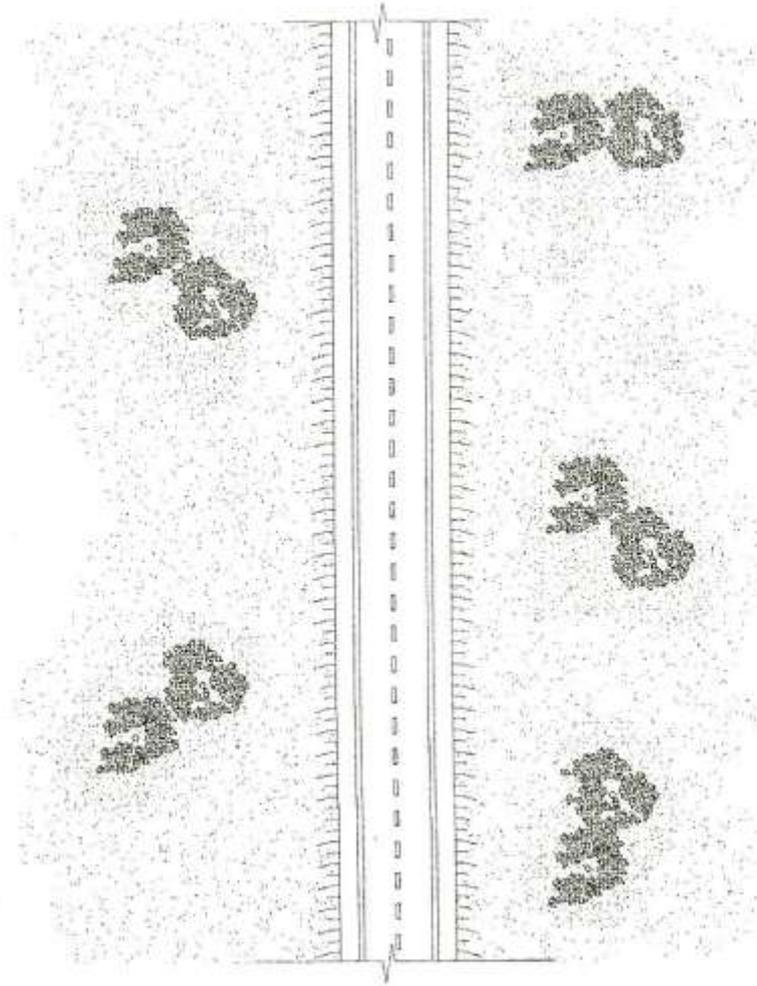






Esempio di imbocco di galleria artificiale

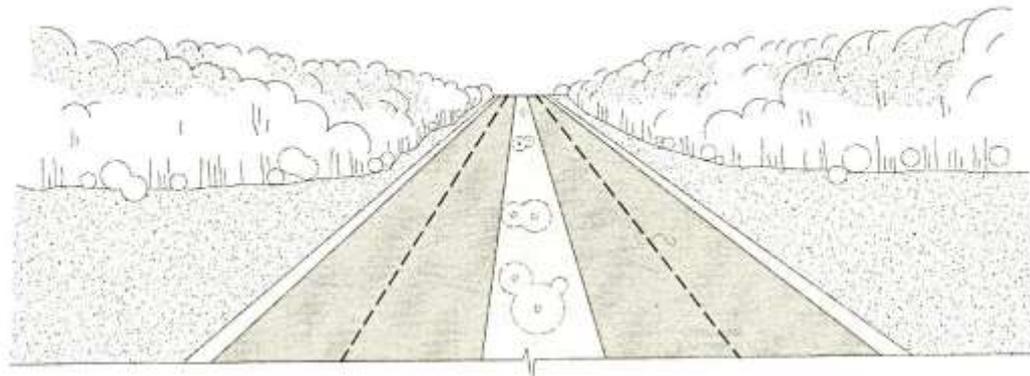
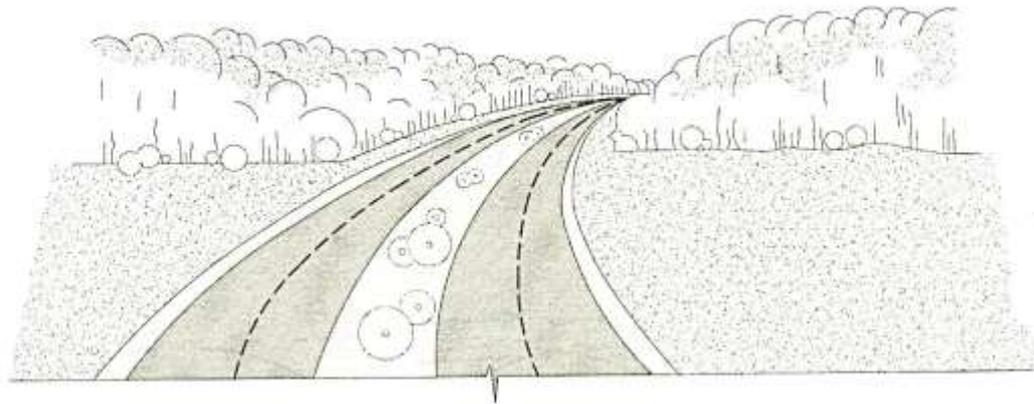




Uso della vegetazione quale elemento di riferimento per la velocità

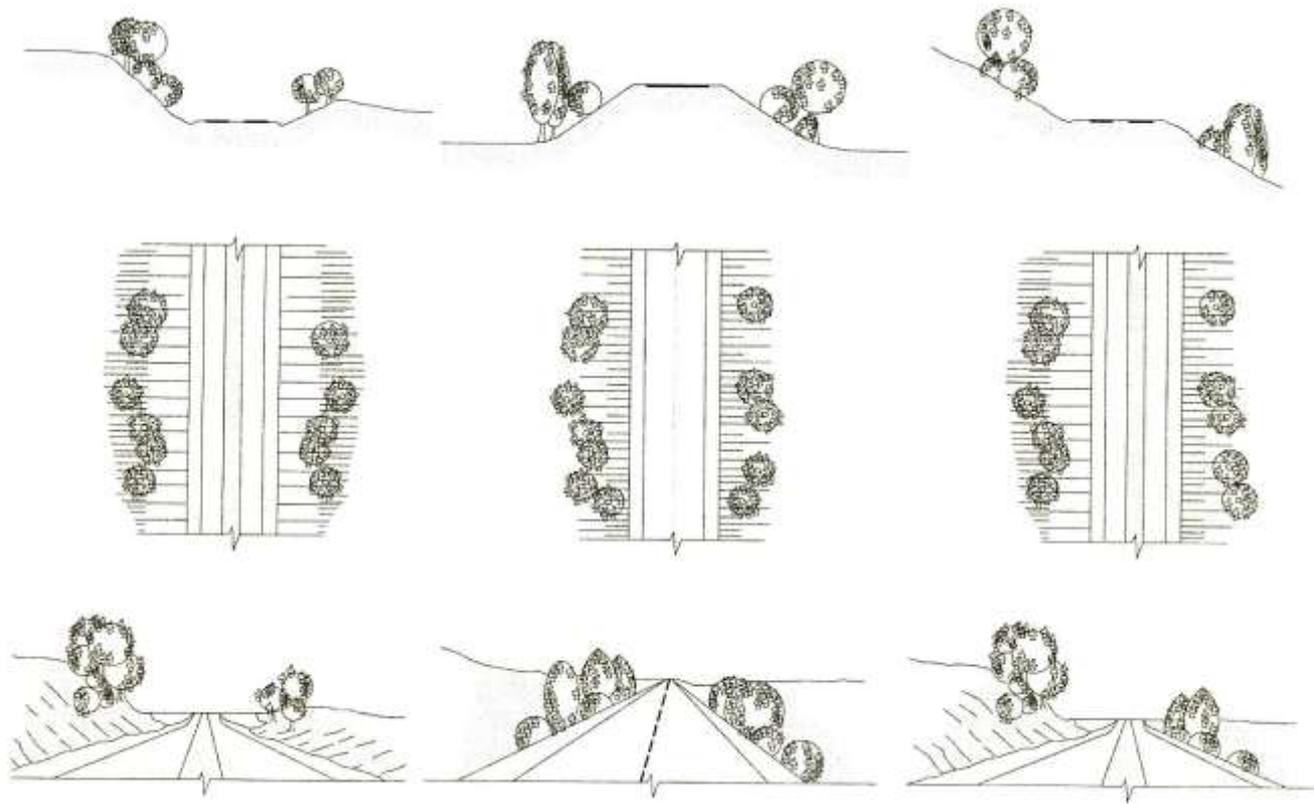


Uso della vegetazione quale elemento di riferimento per il tracciato stradale



Attraversamento di area boschiva





Sistemazione delle piantumazioni nei tratti in trincea, in rilevato e a mezza costa

