

L'andamento planimetrico delle strade ordinarie

Distanze di sicurezza

<http://people.unica.it/maltinti/files/2009/02/Distanze-di-sicurezzaREV03>



DISTANZA DI VISUALE LIBERA



DISTANZA DI VISUALE LIBERA



DISTANZA DI VISUALE LIBERA



Distanza di visuale libera \equiv la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé indipendentemente dalle condizioni del traffico, atmosferiche e di illuminazione.

Da D.M.del 5.11.2001:

*«La presenza di opportune **visuali libere**, sia sulla strada che in corrispondenza delle intersezioni, costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione»*

Distanza di visuale libera
deve essere confrontata con:

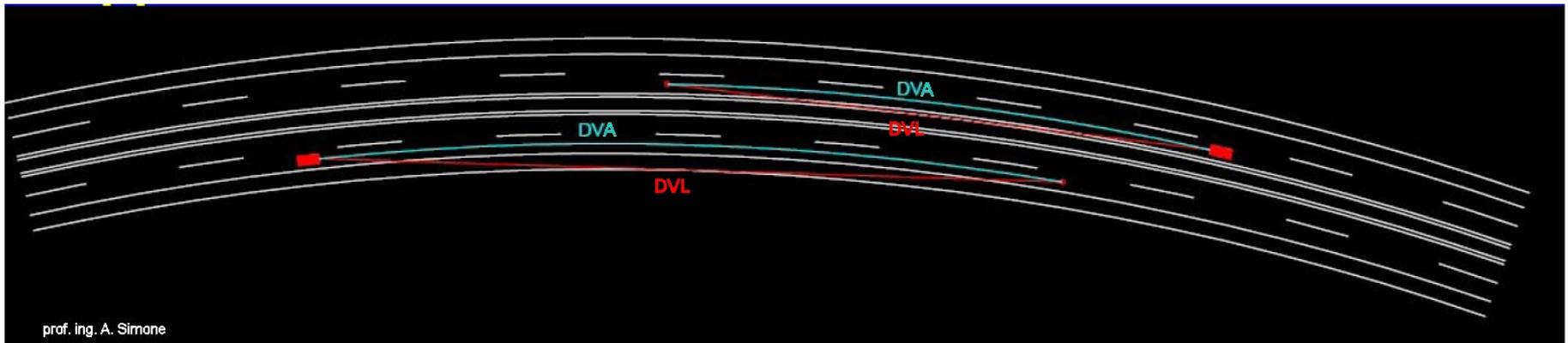


Distanza di visibilità
per l'arresto

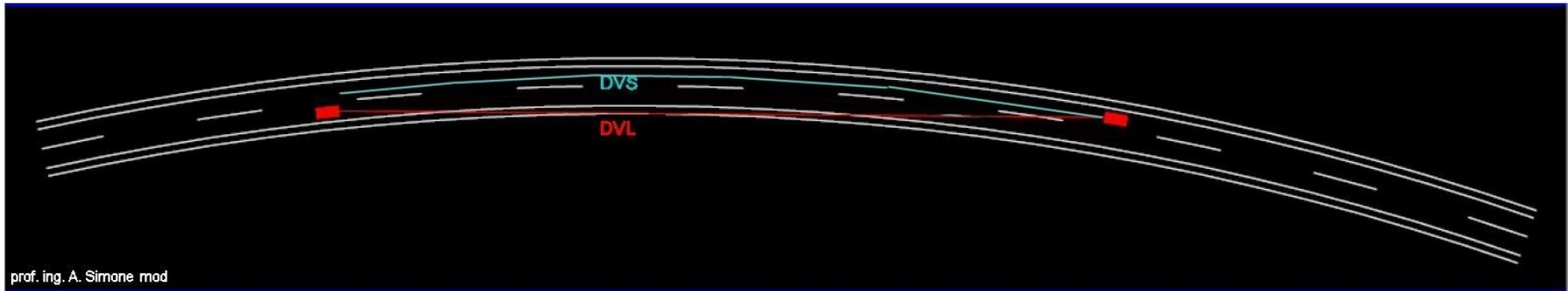
Distanza di visibilità
per il sorpasso

Distanza di visibilità
per la manovra di
cambiamento di
corsia

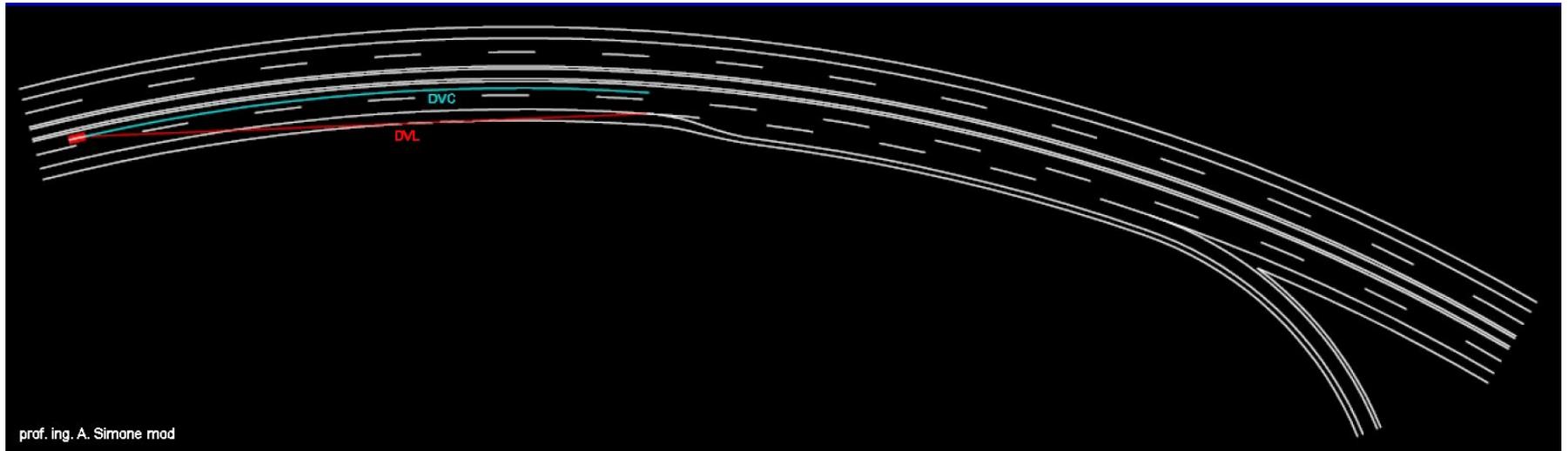
Distanza di visibilità per l'arresto (DVA) \equiv Spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo improvviso.



Distanza di visibilità per il sorpasso (DVS) \equiv Lunghezza del tratto di strada che il conducente deve vedere libera davanti a sé e sulla corsia di marcia opposta affinché possa eseguire un sorpasso in sicurezza senza poter escludere l'arrivo di un altro veicolo in senso opposto.



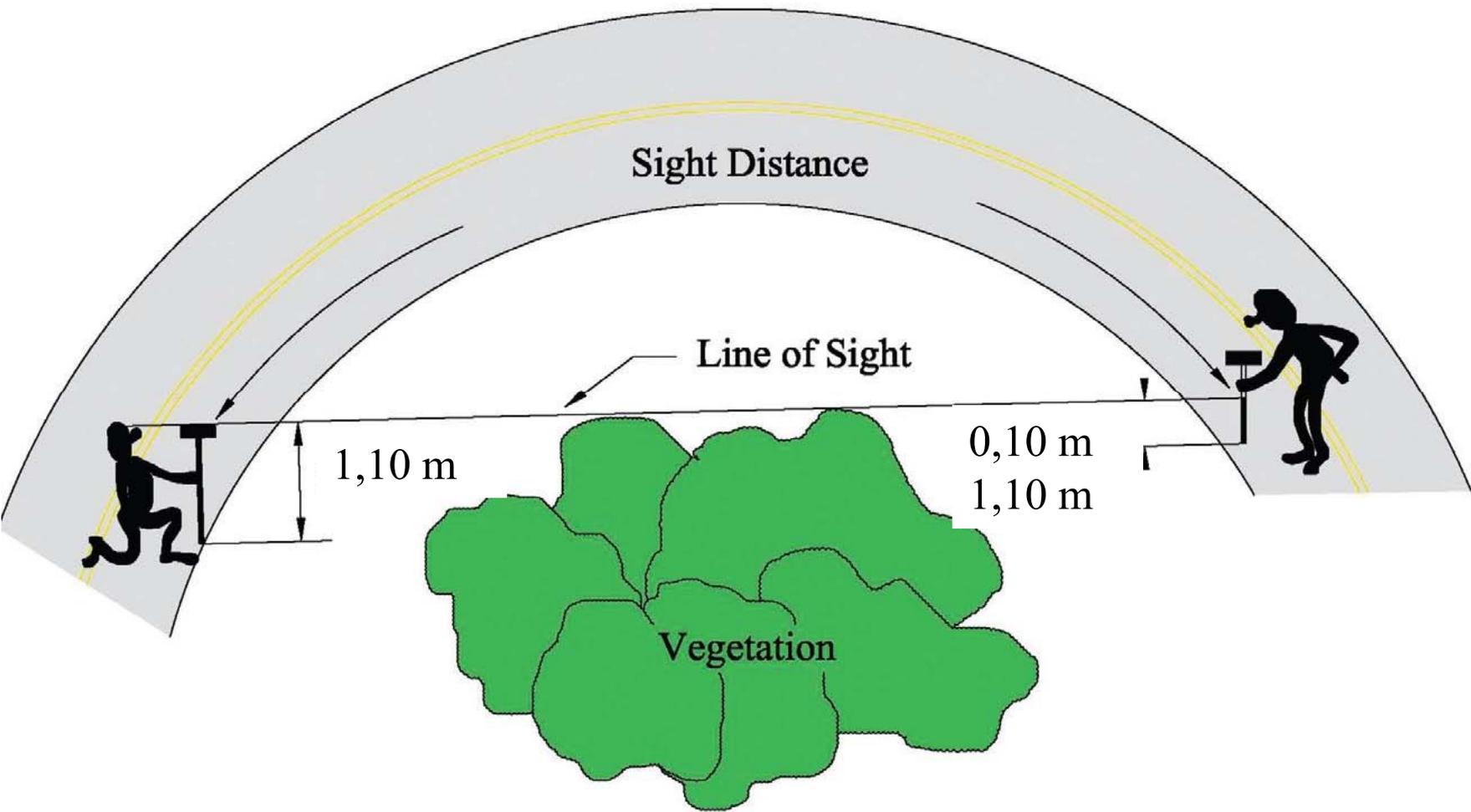
Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia (DVC) \equiv lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.)



DISTANZA DI VISUALE LIBERA E DISTANZA DI VISIBILITA'

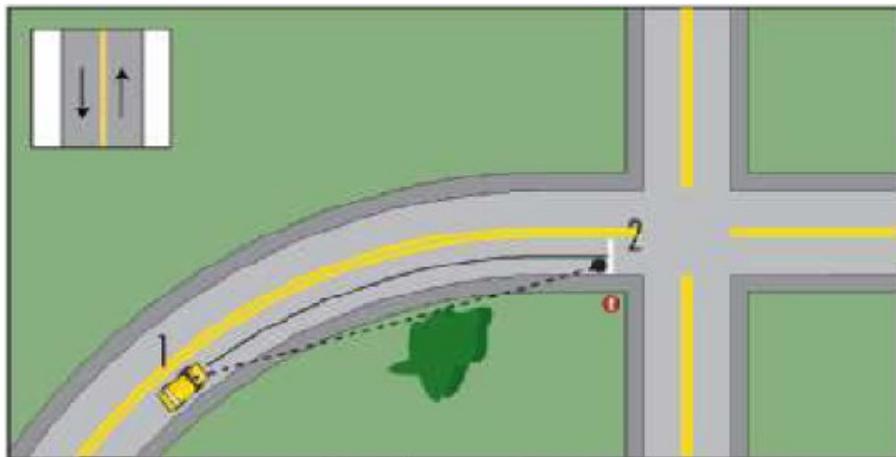


DISTANZA DI VISUALE LIBERA E DISTANZA DI VISIBILITA'



http://safety.fhwa.dot.gov/local_rural/training/fhwasa07018/

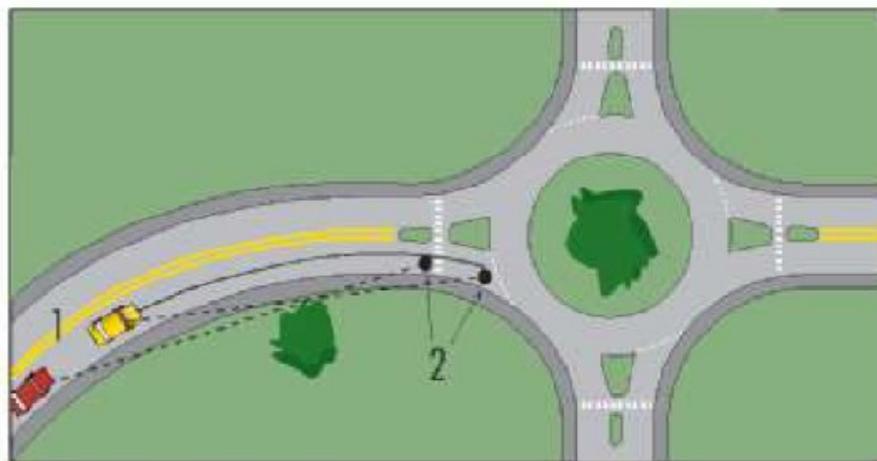
DISTANZA DI VISUALE LIBERA E DISTANZA DI VISIBILITA'



in the approach to a conventional intersection



in the ring lane of a roundabout



in the approach to a roundabout



at the exit of a roundabout

Distanza di visibilità per l'arresto

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [\text{m}]$$

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica $Ra(V)$ si valuta con la seguente espressione:

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2$$

dove:

C_x = coefficiente aerodinamico

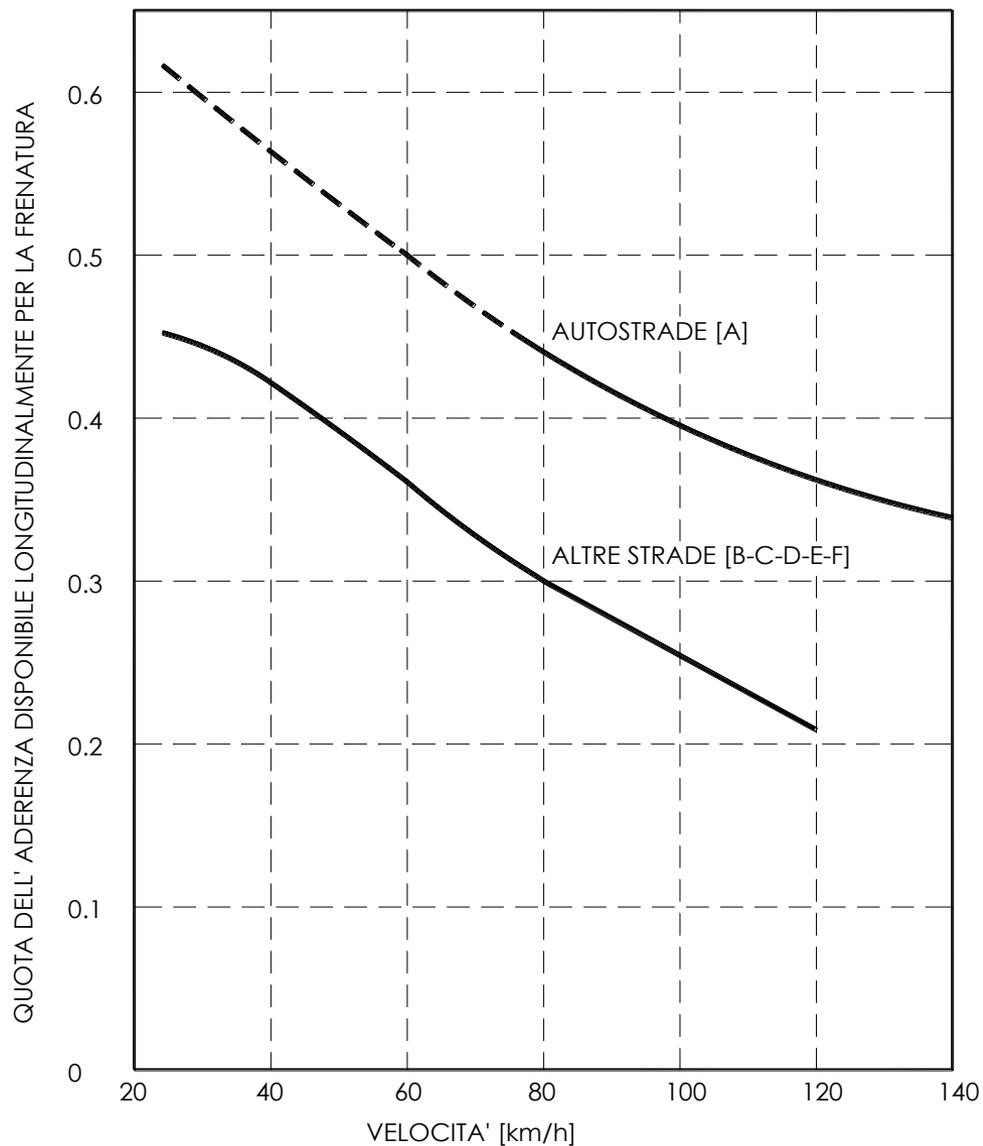
S = superficie resistente [m²]

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m³]

Per f_l possono adottarsi le due serie di valori riportate nella tabella seguente:

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
f_l Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)



Valori di f_1 in
funzione della velocità

Il **Tempo complessivo di reazione** τ è dato dalla seguente espressione:

$$\tau = (2,8 - 0,01 V)$$

[s] con V in km/h

1. τ tiene conto di:

**Ritardo
psicotecnico**

- **Ritardo mentale:** intervallo fra l'istante in cui si presenta il pericolo e l'istante in cui esso viene avvertito dal guidatore;
- **Ritardo umano motorio:** intervallo tra l'istante in cui il conducente decide di frenare e l'istante in cui la mano o il piede ha espletato lo sforzo;
- **Ritardo del meccanismo** nel trasmettere l'azione all'organo frenante sulle ruote;
- **Ritardo dell'organo frenante** ad agire con la massima efficacia.

2. τ diminuisce all'aumentare di V :

a velocità elevata i riflessi del conducente sono più rapidi e l'attenzione è più elevata.

3. In situazioni particolari quali incroci o tratti di difficile lettura ed interpretazione (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive ecc.) il tempo τ va **maggiorato** di

- ▶ 1 secondo in ambito **extraurbano**
- ▶ 3 secondi in ambito **urbano**.



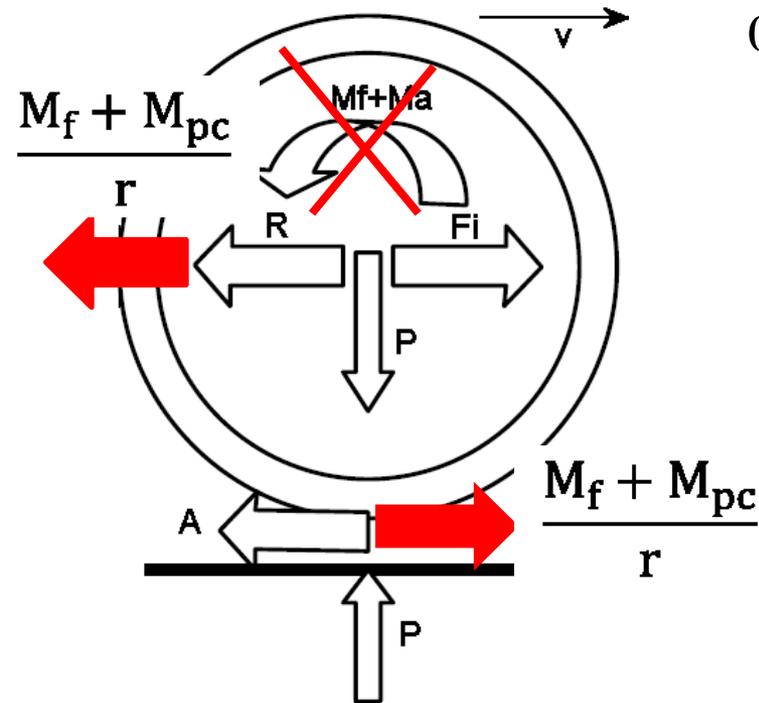
Spazio percorso dal veicolo durante il **tempo di percezione riflessione reazione ed attuazione τ** del conducente

$$D_1 = v_0 \cdot \tau = \frac{V_0}{3,6} \tau \quad [\text{m}]$$

Spazio di frenatura:

$$D_2 = -\frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g[f_l(V) \pm \frac{i\%}{100}] + r_0(V) + \frac{R_a(V)}{m}} dV \quad [\text{m}]$$

Lo spazio di frenatura si determina attraverso l'equazione del moto applicata alla ruota frenata ($T=0$):



$$0 = P(\mu_m \pm i) + \frac{M_{pc} + M_f}{r} - 102\beta P \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

Al limite dell'aderenza si ha:

$$\frac{M_{pc} + M_f}{r} = 1000 f_a P \quad (2)$$

Sostituendo la (2) nella (1) ed esplicitando l'accelerazione si ha:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\mu_m \pm i + 1000 f_a}{102\beta} \quad (3)$$

Nel moto uniformemente ritardato lo spazio si può esprimere secondo la:

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{102\beta v^2}{2(\mu_m \pm i + 1000 f_a)}$$

Rif. Bibliografico: Prof. Annunziata, Appunti Meccanica della Locomozione

Tenendo conto che b è trascurabile e che $m_m \pm i$ è trascurabile rispetto a $1000f_a$ e introducendo il coefficiente di aderenza equivalente, lo **spazio di frenatura** diventa:

$$s = \frac{v^2}{2gf_e}$$

Quindi la **distanza di visibilità di arresto** diventa:

$$D_A = v \cdot \tau + \frac{v^2}{2gf_e} = \frac{V}{3,6} \tau + \frac{1}{3,6^2} \frac{V^2}{2gf_e}$$

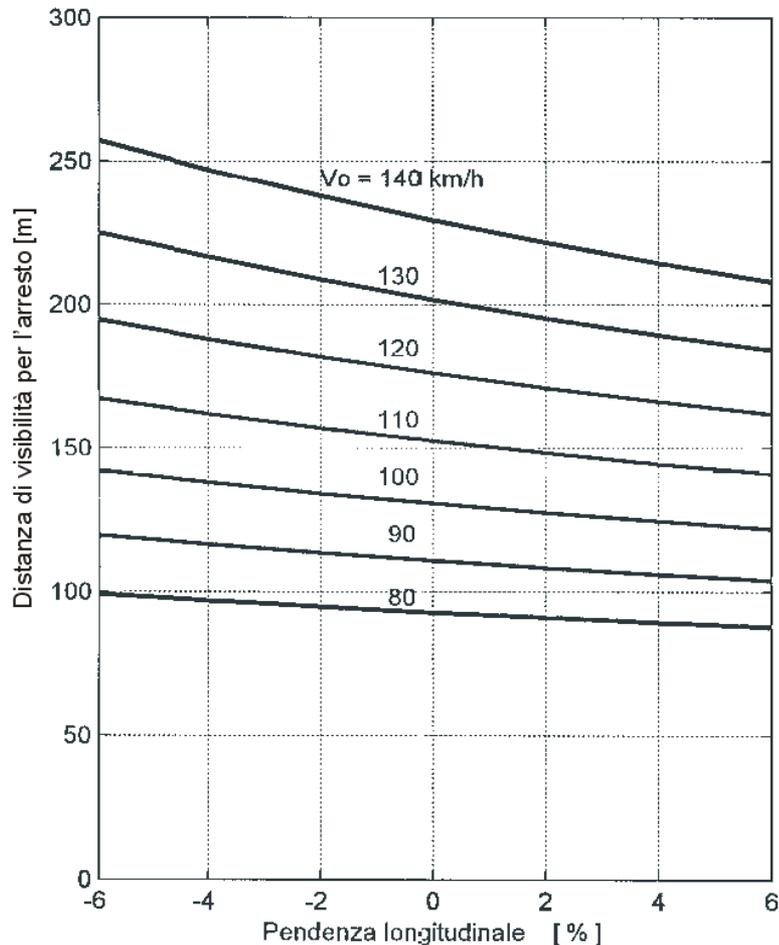
Mentre da normativa:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau + \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_1(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

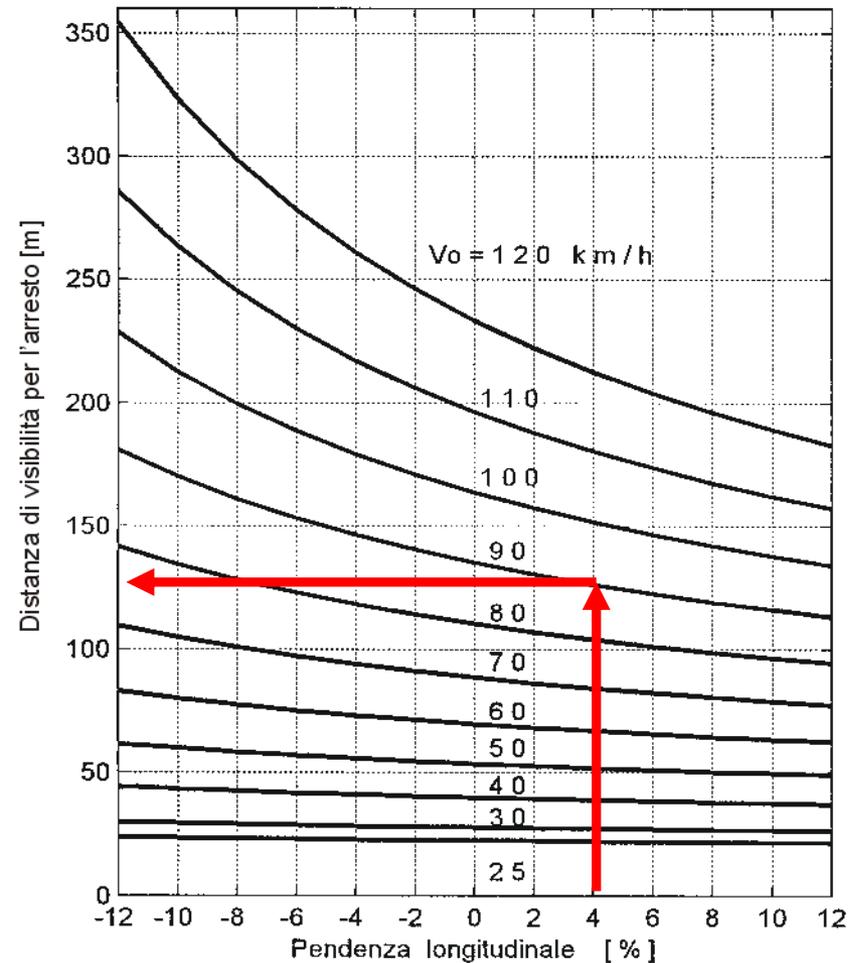
Distanza di visibilità per l'arresto

Procedimento operativo

DISTANZE DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO PER LE AUTOSTRADE



PER LE ALTRE STRADE



PRECISAZIONI

1. Le distanze di visibilità per l'arresto riportate nel grafico sono calcolate in funzione di una pendenza longitudinale costante: sui raccordi verticali si può assumere per essa il valore medio;
2. Le distanze di visibilità per l'arresto riportate nel grafico sono calcolate per **condizioni ambientali e categorie di traffico** di tipo medio.

✚ Per le **condizioni ambientali** si è assunto:

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard = 1,15
[kg/m³]

✚ Per le **categorie di traffico**:

C_x = coefficiente aerodinamico = 0,35
 S = superficie resistente = 2,1 [m²]
 m = massa del veicolo = 1250 [kg]

3. Nella elaborazione degli abachi si è trascurata la resistenza specifica al rotolamento r_0 dal momento che alle alte velocità Ra è molto più importante;
4. In situazioni particolari (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive ecc.) la distanza di visibilità per l'arresto ottenuta dagli abachi deve essere incrementata delle seguenti quantità:

$$s_u = \frac{V_0}{3,6} \times 1 \quad (\text{in ambito } \mathbf{extraurbano} \text{ [m]})$$

$$s_e = \frac{V_0}{3,6} \times 3 \quad (\text{in ambito } \mathbf{urbano} \text{ [m]})$$

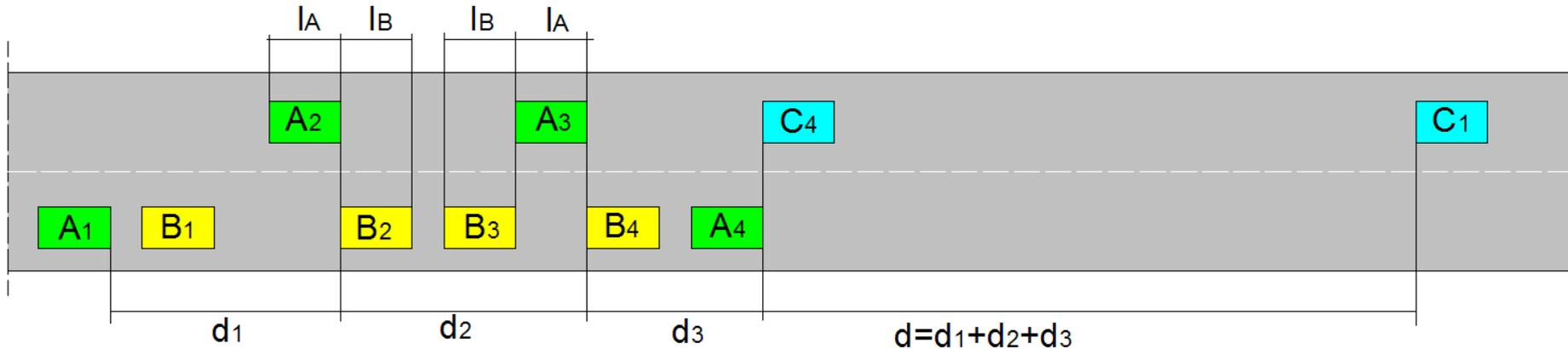
Distanza di visibilità per il sorpasso

Distanza di visibilità per il sorpasso (DVS) \equiv Lunghezza del tratto di strada che il conducente deve vedere libera davanti a sé e sulla corsia di marcia opposta affinché possa eseguire un sorpasso in sicurezza senza poter escludere l'arrivo di un altro veicolo in senso opposto.

$$Ds = 20 \times v = 5,5 \times V$$

v (m/s) oppure V (km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma della velocità ed attribuita uguale sia per il veicolo sorpassante che per il veicolo proveniente dal senso opposto.

[Ferrari- Giannini vol I /Agostinacchio “La progettazione delle strade”]



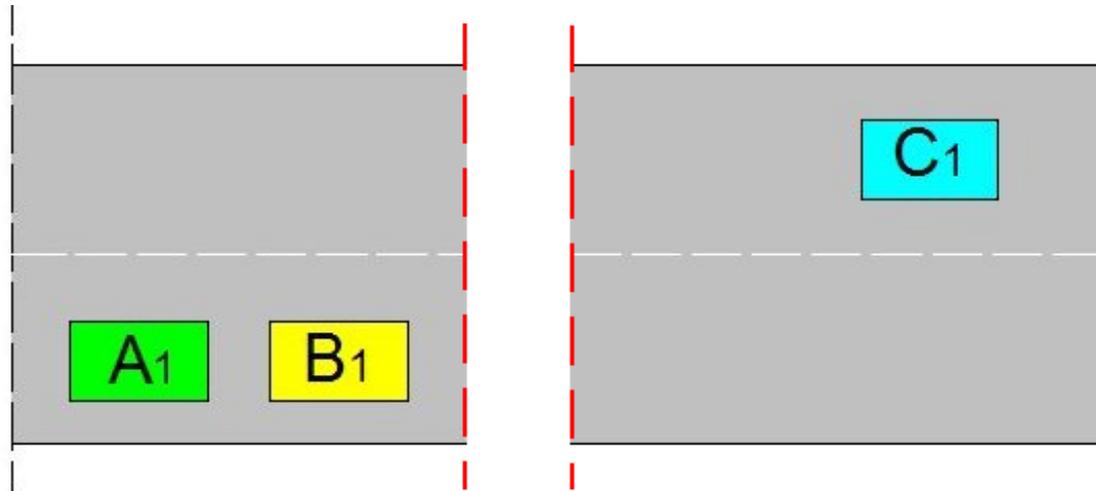
Veicolo A $\longrightarrow v$

Veicolo B $\longrightarrow v-\Delta v$

Veicolo C $\longrightarrow v$

Il sorpasso avviene di slancio: il veicolo A supera il veicolo B senza modificare la sua velocità

Interessa conoscere la **minima distanza fra A e C** nell'istante in cui ha inizio il sorpasso, affinché questo possa avvenire in sicurezza.

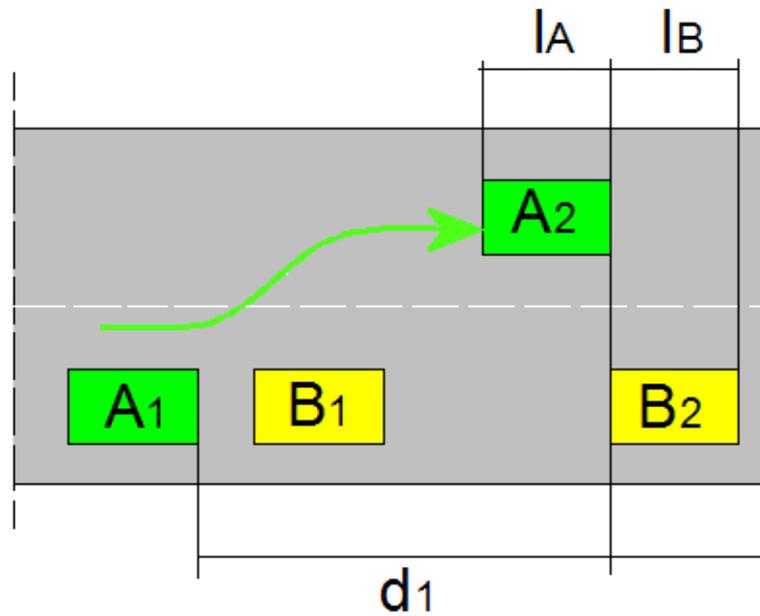


Fase 0

Veicolo A  v

Veicolo B  $v - \Delta v$

Veicolo C  v



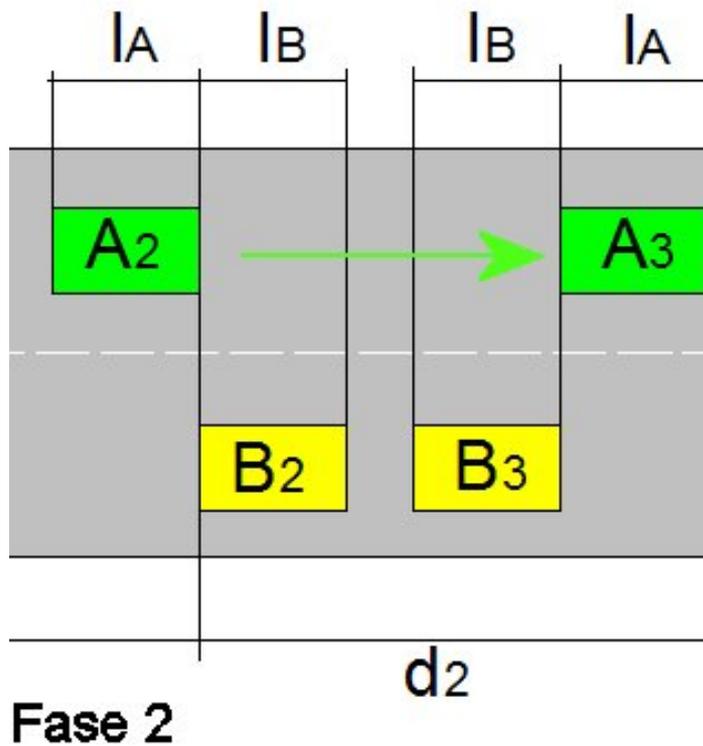
$$d_1 = v \cdot t_1$$

Dove:

t_1 = tempo impiegato da A per portarsi all'altezza della coda di B;
ovvero:

t_1 = tempo necessario alla decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia.

$$t_1 = 4 \text{ s}$$



$$d_2 = v \cdot t_2$$

Dove:

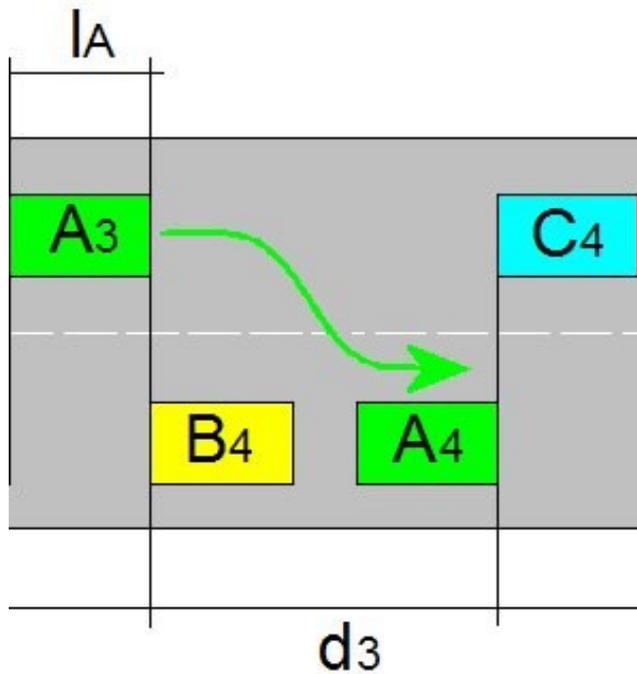
t_2 = tempo impiegato da A per sorpassare B;

$$t_2 = \frac{l_A + l_B}{\Delta v}$$

In cui:

l_A = lunghezza veicolo A

l_B = lunghezza veicolo B



$$d_3 = v \cdot t_3$$

Dove:

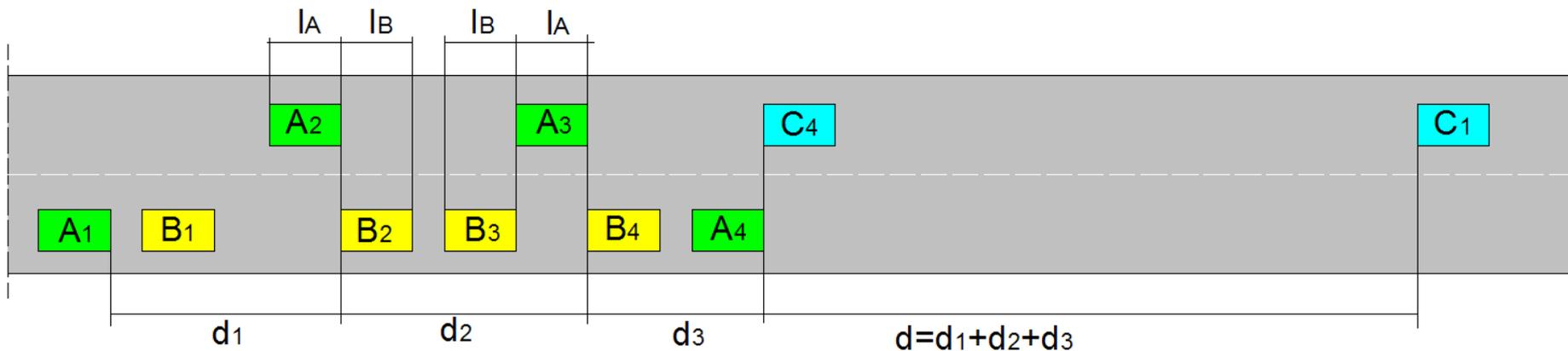
Fase 3

t_3 = tempo impiegato da A per ritornare nella corsia di marcia normale;

ovvero:

t_3 = tempo necessario alla decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia.

$$t_3 = 4 \text{ s}$$



Durante il tempo: $t_1+t_2+t_3$

I veicoli **A** e **C** (che procedono alla stessa velocità v) avranno percorso entrambi lo spazio:

$$D_s/2 = d_1 + d_2 + d_3 = v(t_1 + t_2 + t_3)$$



La **minima distanza D_s** alla quale **C** deve essere visto da **A** perché questo possa iniziare la manovra di sorpasso in sicurezza è pari a

$$D_s = 2 * D_s/2 = 2(d_1 + d_2 + d_3) = 2v(t_1 + t_2 + t_3) \quad [\text{eq.1}]$$

Tenuto conto che:

$$t_1 = t_3 = 4 \text{ s}$$

e che:

$$t_2 = \frac{l_A + l_B}{\Delta v} = \frac{2l_m}{\Delta v} \quad \text{con:} \quad \frac{l_m}{\Delta v} \cong 1 \text{ s}$$

Sostituendo nella [eq.1] si ha:

$$D_s = 2v(4 + 2 + 4) = 20 \times v = 5,5 \times V$$

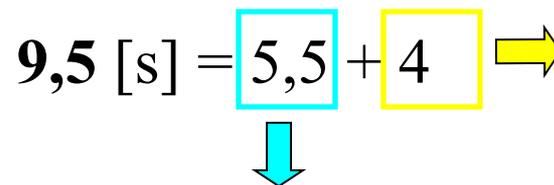
Dove v (m/s) o V (km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità

Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia

Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia (DVC) ≡ lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.)

$$D_C = 9,5 \times v = 2,6 \times V$$

In cui:

$$9,5 \text{ [s]} = 5,5 + 4$$


Tempo necessario alla decisione ed effettuazione della manovra di cambio di corsia

Tempo necessario a percepire e riconoscere lo stato di deflusso in corsia

e v (m/s) o V (km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità

Applicazioni progettuali

STRADE A CARREGGIATE SEPARATE



Da: SEMPRE (su tutto il tracciato)

Dc: in presenza di punti singolari

STRADE A CARREGGIATA UNICA



Da: SEMPRE (su tutto il tracciato)

Ds: deve essere garantita per **ALMENO** il 20% del tracciato e comunque in relazione al livello di servizio assegnato.

Quando non è consentito il sorpasso occorre disporre il divieto di sorpasso

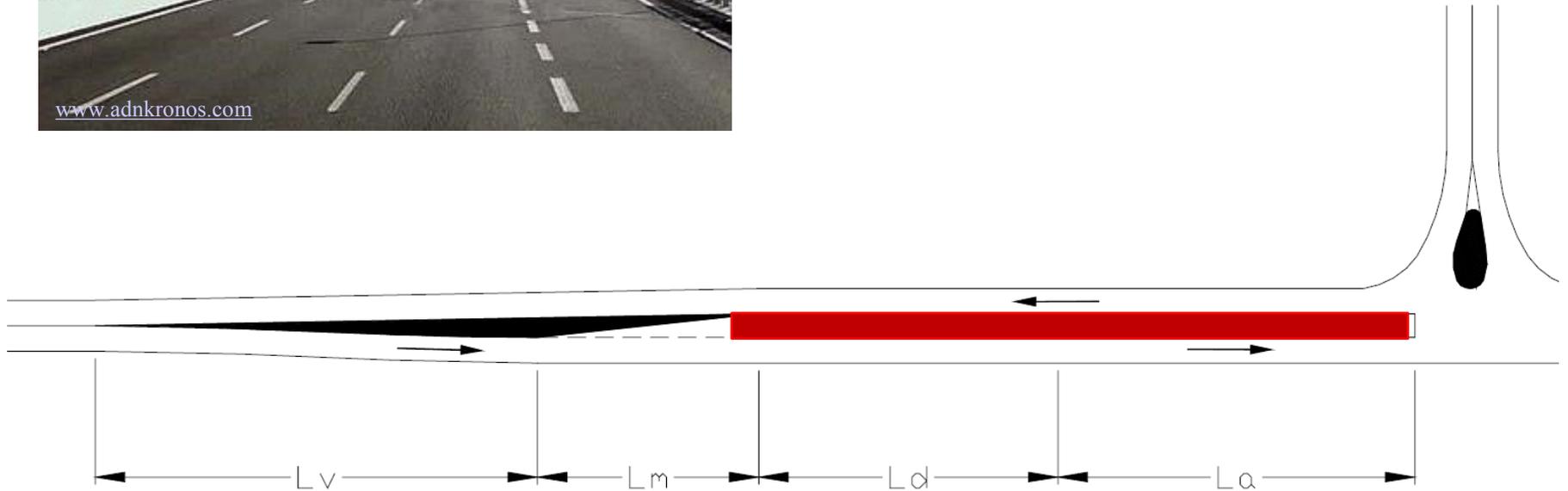


*DM 2001: «Nelle strade extraurbane a **unica carreggiata con doppio senso di marcia**, la distanza di visibilità per il sorpasso deve essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%».*

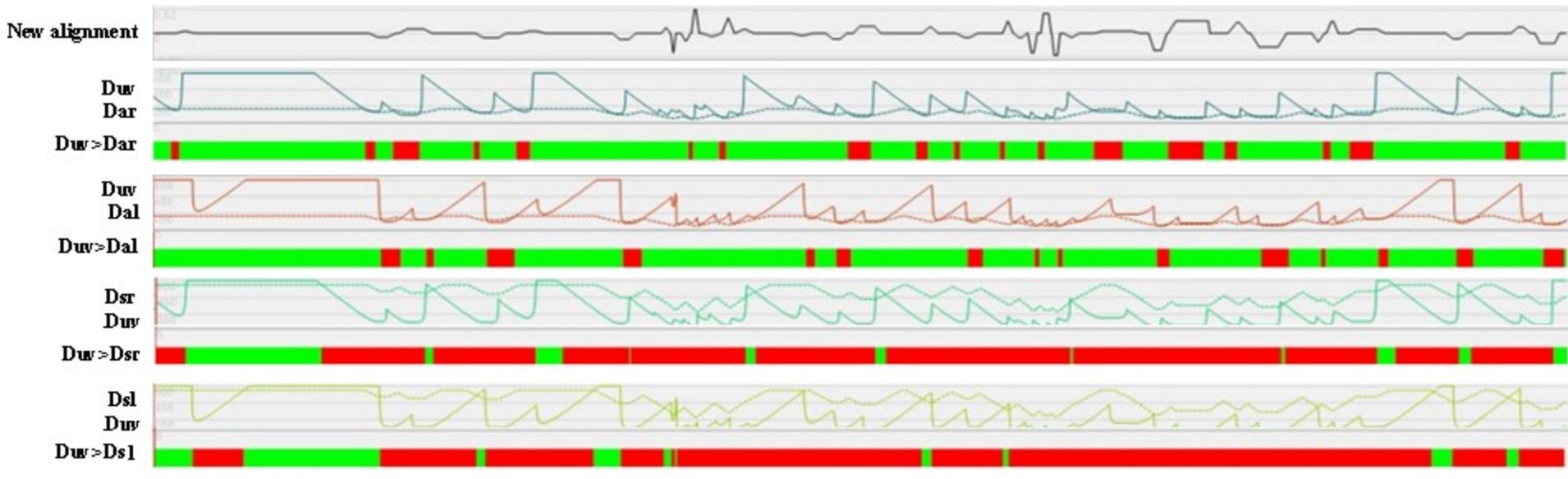
STRADE A CARREGGIATE SEPARATE e o CARREGGIATA UNICA



Dc: in presenza di più corsie per senso di marcia, nonché in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, deviazioni etc.)



DIAGRAMMI DI VISIBILITA'



Al fine delle verifiche delle visuali libere:

- il conducente è posizionato al centro della corsia da lui impegnata e con l'altezza del suo occhio posizionata a **1,10 m** dal piano viabile;
- Nella Da l'ostacolo va collocato a **0,10 m** dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia del conducente;
- Nella Ds l'ostacolo mobile va collocato nella corsia opposta con una altezza pari a **1,10 m**.

ESERCITAZIONE n°1

Calcolare la Distanza di Visibilità nel tratto di strada avente le seguenti caratteristiche:

1. Categoria di Strada: Tipo
2. Presenza o assenza di punti singolari:.....
3. Velocità iniziale del veicolo:.....
4. Tratto in livelletta di pendenza longitudinale pari a:.....

Oppure:

4. Tratto in raccordo verticale, le cui livellette hanno pendenza rispettivamente: $i_1 = \dots\dots\dots i_2 = \dots\dots\dots$