



Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Laurea Magistrale: Ingegneria Civile

**Corso : Progettazione ed adeguamento delle
Infrastrutture Viarie (cod. 143MI)**

Lezione 01: Introduzione al corso

Roberto Roberti

Tel.: 040/558.3588

E-mail: roberto.roberti@dia.units.it

Anno accademico 2016/2017



Sommario

- **Informazioni di servizio**
- **Obiettivi e programma del corso**
- **La classificazione delle strade esistenti**
- **I rilievi di traffico per la progettazione della sezione stradale**
- **Analisi dei dati di traffico e definizione dei parametri progettuali**
- **Esempi di calcolo sulla base di dati reali.**

Elenco Studenti



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Progettazione ed Adeguamento delle Infrastrutture Viarie

ELENCO STUDENTI Anno Accademico 2016-2017

	Cognome Nome	e-mail
1.	Alberti Leon Battista	alberti@hotmail.com
2.	McAdam John Loudon	001 212/19031217
3.		
4.		
5.		

Orari

LEZIONI (orario ufficiale):

- **MERCOLEDÌ ORE 17 - 19: Edificio C9, piano terra, aula B - Dipartimento di Ingegneria e Architettura (sezione di Scienza delle costruzioni)**
- **GIOVEDÌ ORE 16 – 19: Edificio C8, 3° piano, aula A - Dipartimento di Ingegneria e Architettura (sezione di strade, trasporti e topografia);**
- **Eventuali ulteriori ore per chiarimenti collettivi: da definire**

RICEVIMENTO:

- **MARTEDÌ 11 - 12; Edificio C8, 1° piano, studio Prof. ing. Roberto Roberti**
- **PER APPUNTAMENTO tel. 040/5583588, e-mail roberto.roberti@dia.units.it**

Modalità Esame

**Le iscrizioni si fanno solo ON-LINE
attraverso il sistema ESSE 3**



**Esame orale + Redazione degli elaborati
progettuali di un intervento relativo ad un
infrastruttura stradale.**

**L'esame verterà sulla discussione del
progetto d'anno oltre che su alcune
domande di carattere teorico pratico.**

**Svolgimento esame presso Dipartimento di Ingegneria
Civile e Architettura (sezione di strade, trasporti e
topografia, Edificio C8), Aula da definire.**

Conoscenze preliminari

Non ci sono propedeuticità

verranno richiamati alcuni concetti presenti negli esami di:

Principi di Infrastrutture Viarie

Strade, Ferrovie ed Aeroporti

Costruzioni Stradali

Possibilità di Tirocinio

Presso il Comune di Trieste:

Settore Strade

Settore Traffico

Presso la Regione F.V.G.:

Direzione centrale pianificazione territoriale, energia, mobilità e infrastrutture di trasporto

Presso la ex Provincia di Trieste:

Assessorato Territorio, Ambiente, Infrastrutture, Trasporti

Presso Autovie venete

Presso FVG Strade

Presso ANAS

Obiettivi del corso



OBIETTIVO GENERALE:

L'insegnamento ha carattere spiccatamente professionalizzante e si propone di fornire le conoscenze avanzate per la progettazione delle infrastrutture viarie, secondo un percorso che parta dalla raccolta dei dati e della documentazione passando per la redazione finale degli elaborati progettuali, fino alla verifica ed al collaudo dell'opera.

OBIETTIVI SPECIFICI:

Definizione degli elementi preliminari e propedeutici per la progettazione di una infrastruttura stradale.

Metodologie per l'analisi di incidentalità e della verifica delle infrastrutture stradali

Quadro normativo esecuzione opera pubblica in generale e opere stradali in particolare.

Redazione elaborati progettuali di un infrastruttura stradale

Controlli di accettazione in fase esecutiva dell'opera.

Programma del corso



Corso di laurea
magistrale: **Ingegneria Civile**
Insegnamento: **Progettazione ed Adeguamento delle
Infrastrutture Viarie (143MI)**
Docente: **Roberto Roberti**
Programma: **Anno Accademico 2016/2017**

A. ARGOMENTI E CONTENUTI DEL CORSO

INTRODUZIONE AL CORSO (lez. 01)

Descrizione delle modalità di svolgimento del corso e degli esami. Definizione degli elementi preliminari e propedeutici per la progettazione di una infrastruttura stradale: Misurazioni del traffico e sua composizione. Determinazione dei livelli di servizio.

METODOLOGIE PER L'ANALISI DI INCIDENTALITÀ (lez. 02)

Il fenomeno dell'incidentalità in ambito stradale. Definizioni statistiche. Indicatori di incidentalità e metodologie per la definizione dei tratti ad elevata incidentalità (metodo delle norme Svizzere e metodo di Lamm). Analisi delle criticità. Cenni di statistica per l'analisi di sicurezza stradale. Road safety audit e road safety review..

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE STRADALE (lez. 03)

Richiami sulle principali norme di settore con particolare attenzione alla normativa relativa alla geometria stradale ed alla progettazione di opere pubbliche. Richiami su alcuni aspetti del codice della strada, sulle norme relative a terre e rocce da scavo, all'impiantistica e alle barriere di sicurezza stradale.

PROGETTAZIONE DI UN INTERVENTO STRADALE (lez.04)

Studio preliminare del tracciato. Individuazione delle aree interessate dall'intervento. Analisi degli strumenti pianificatori. Descrizione sommaria delle autorizzazioni necessarie per la realizzazione dell'infrastruttura.

FASI PROGETTUALI ED ESECUTIVE DI UN OPERA (lez. 05)

Livelli progettuali di un opera stradale e conseguenti elaborati costituenti. Analisi di dettaglio degli elaborati esecutivi (inquadramento, planimetrie, libretto delle sezioni, sezioni tipo, particolari costruttivi, elaborati contabili e tecnico amministrativi). Il controllo dell'esecuzione dell'opera – la direzione lavori. Cenni sul collaudo.

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN FASE ESECUTIVA DELL'OPERA (lez. 06)

Le prove in sito per il controllo della qualità sui materiali impiegati e le prove in laboratorio. Prove sui conglomerati bituminosi e sugli inerti. Prove sulla corretta esecuzione dell'opera: prove di aderenza, di planarità, di corretta posa delle barriere di sicurezza stradale.

ANALISI DEGLI ELEMENTI COSTITUTIVI DEL TRACCIATO STRADALE E DELLA SUA PIATTAFORMA (lez. 07)

Gli elementi costitutivi del tracciato stradale. Le barriere di sicurezza stradale: criteri di scelta e di installazione. La sovrastuttura stradale: tipologie e dimensionamento. Le opere d'arte: tipologie. Sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma. L'illuminazione dell'infrastruttura. Analisi dei sottoservizi. Opere a verde. Segnaletica stradale: caratteristiche, scelta e dimensionamento.

B. ARGOMENTI ESERCITAZIONI

Sviluppo di un progetto esecutivo per l'adeguamento o la nuova costruzione di una infrastruttura stradale: Individuazione delle aree oggetto di intervento. Studio del tracciato. Definizione degli elaborati progettuali. Relazioni specialistiche. Sviluppo tavole di tracciamento e planimetrie, particolari costruttivi, computi metrici estimativi

C. TESTI DI CONSULTAZIONE

- T. Esposito, R. Mauro – Fondamenti di Infrastrutture Viarie, La Geometria Stradale – Hevelius Edizioni.
- T. Esposito, R. Mauro – Fondamenti di Infrastrutture Viarie, La Progettazione Funzionale delle Strade – Hevelius Edizioni.
- M. Agostinacchio, D. Ciampa, S. Olita – Strade Ferrovie Aeroporti – EPC Libri.
- M. Agostinacchio, D. Ciampa, S. Olita – La Progettazione delle strade – EPC Libri.
- F.A. Santagata – Strade, Teoria e tecnica delle costruzioni stradali, vol.1 progettazione – Pearson
- F.A. Santagata – Strade, Teoria e tecnica delle costruzioni stradali, vol.2 costruzione, gestione, manutenzione - Pearson
- G. Dondi, C. Lantieri, A. Simone, V. Vignati – Costruzioni stradali – Hoepli.
- Andrea Benedetto – Strade Ferrovie Aeroporti - UTET
- G. Tesoriere - Strade ferrovie aeroporti, il progetto e le opere d'arte, vol. 1 e 2. - UTET
- P. Ferrari, F. Giannini – Ingegneria stradale Vol. 1 Geometria e progetto di strade. – Ed. ISEDI.
- P. Ferrari, F. Giannini – Ingegneria stradale Vol. 2 Corpo stradale e Pavimentazioni – Ed. ISEDI.
- D.L. 30 aprile 1992 n 285 Nuovo Codice della Strada.
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n 495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.
- D.M. 6792 dd 5 novembre 2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- D.M. 19 aprile 2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- D.Lgs. n. 50 del 18.4.2016 – c.d. Codice degli appalti
- D.P.R. n. 207 del 5.10.2007 – regolamento di esecuzione codice degli appalti
- Dispense del corso: Moodle universitario

D. OBIETTIVI

L'insegnamento ha carattere spiccatamente professionalizzante e si propone di fornire le conoscenze avanzate per la progettazione delle infrastrutture viarie, secondo un percorso che parta dalla raccolta dei dati e della documentazione passando per la redazione finale degli elaborati progettuali, fino alla verifica ed al collaudo dell'opera.

E. METODI DIDATTICI

Lezioni frontali e sviluppo di un progetto stradale a gruppi.

F. MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame sarà solo orale. Per sostenere l'esame è necessario presentare il progetto che verrà sviluppato durante il corso dell'anno. L'esame verterà sulla discussione del progetto d'anno oltre che su alcune domande di carattere teorico pratico.

Normative

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade - D.M. Infr. e Trasp. 5 Novembre 2001, n. 6792

Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade» - D.M. Infr. e Trasp. 22 Aprile 2004

Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - Bozza al 21 Marzo 2006

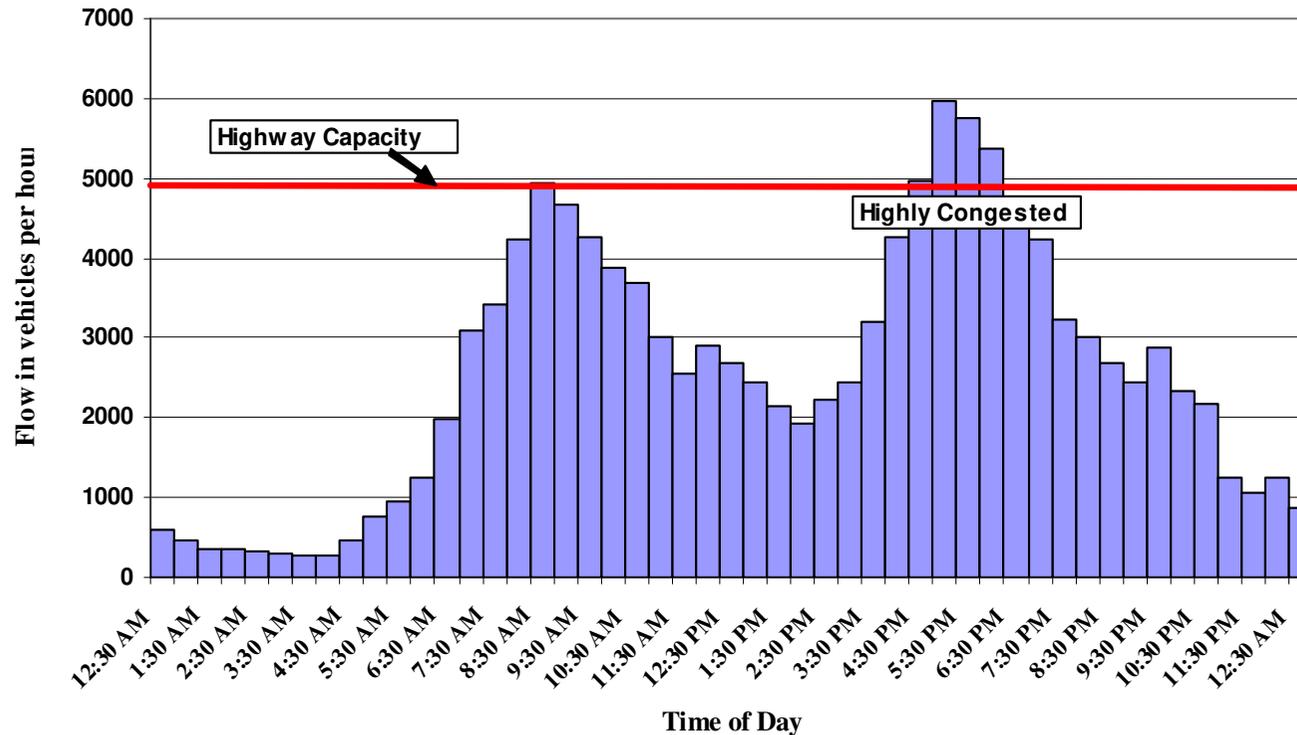
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali - D.M. Infr. e Trasp. 19 Aprile 2006

Criteri per la classificazione della rete delle strade esistenti ai sensi dell'art. 13, comma 4 e 5 del nuovo codice della strada (Rapporto CNR 13/03/1998)

Flusso veicolare

VOLUME DI TRAFFICO o FLUSSO VEICOLARE (o anche PORTATA VEICOLARE): è il numero dei veicoli che passa, in una determinata sezione stradale, durante un intervallo di tempo.

Si esprime in genere in termini: annuali [veic/anno], giornalieri [veic/giorno], orari [V_{60} o $V = \text{veic/h}$].



Traffico Giornaliero Medio, TGM

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO - METODO GINEVRA

Codice diurno	Codice notturno	giorno della settimana	inizio misura (esempio 2010)	fine misura (esempio 2010)
c		lun	1 marzo 7:00	1 marzo 19:00
d	dN	mer	10 marzo 7:00	11 marzo 7:00
e		sab	10 aprile 7:00	10 aprile 19:00
f	fN	dom	25 aprile 7:00	26 aprile 7:00
g	gN	mer	9 giugno 7:00	10 giugno 7:00
h	hN	sab	19 giugno 7:00	20 giugno 7:00
i		mar	6 luglio 7:00	6 luglio 19:00
l		lun	2 agosto 7:00	2 agosto 19:00
m		dom	22 agosto 7:00	22 agosto 19:00
n	nN	ven	10 settembre 7:00	11 settembre 7:00
o	oN	sab	16 ottobre 7:00	17 ottobre 7:00
p	pN	dom	24 ottobre 7:00	25 ottobre 7:00
q		mer	3 novembre 7:00	3 novembre 19:00
r		ven	26 novembre 7:00	26 novembre 19:00
b		dom	5 dicembre 7:00	5 dicembre 19:00
a		sab	11 dicembre 7:00	11 dicembre 19:00

$$TGM_{E,diurno} = \frac{1}{7} \left(n + \frac{e+h}{2} + \frac{f+m}{2} + l + 3 \cdot \frac{g+i}{2} \right)$$

$$TGM_{I,diurno} = \frac{1}{7} \left(r + \frac{a+o}{2} + \frac{b+p}{2} + c + 3 \cdot \frac{d+q}{2} \right)$$

$$TGM_{E,notturmo} = \frac{1}{7} (4 \cdot gN + nN + fN + hN)$$

$$TGM_{I,notturmo} = \frac{1}{7} (5 \cdot dN + pN + oN)$$

$$TGM_{diurno} = \frac{1}{2} (TGM_{E,diurno} + TGM_{I,diurno})$$

$$TGM_{notturmo} = \frac{1}{2} (TGM_{E,notturmo} + TGM_{I,notturmo})$$

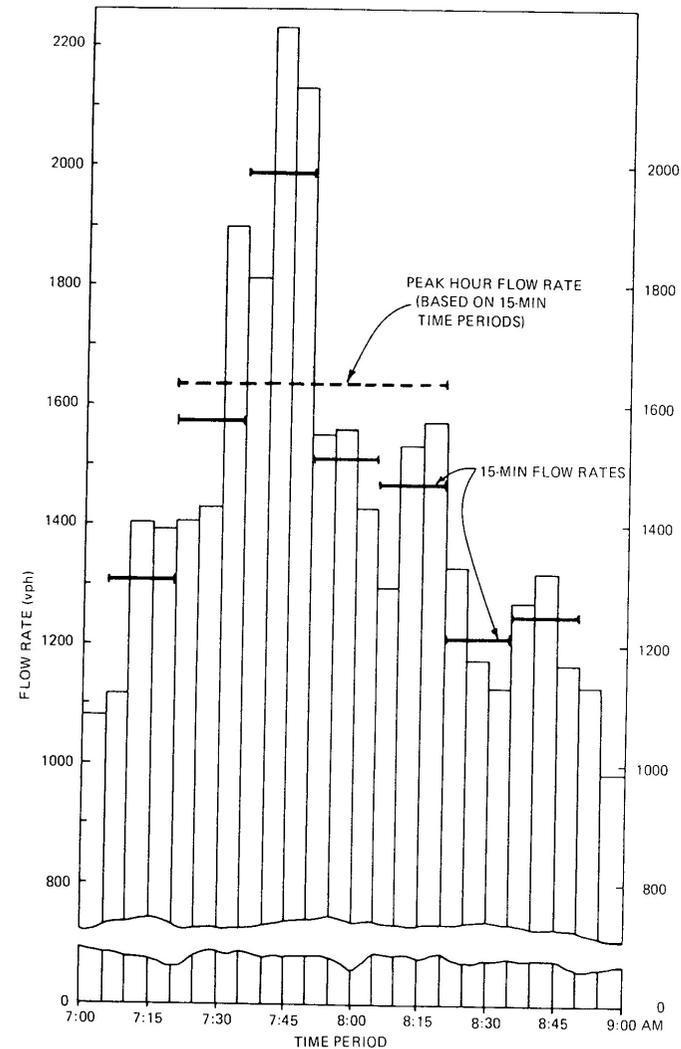
$$TGM = \frac{1}{2} (TGM_{diurno} + TGM_{notturmo})$$

Portata veicolare di progetto (1)

PORTATA VEICOLARE DI PROGETTO o FLUSSO DI SERVIZIO o INTENSITÀ di TRAFFICO [$v = \text{veic/h}$]: è il massimo valore del flusso orario, sotto determinate condizioni della strada e di traffico; è determinato in un intervallo di tempo inferiore all'ora generalmente si utilizza un intervallo di tempo di 15 minuti.

$$v = 4 V_{15}$$

V_{15} veicoli transitati nei 15 minuti più carichi nell'ora



Portata veicolare di progetto (2)

**FATTORE DELL'ORA DI PUNTA [FhP
oppure Peak Hour Factor PHF]:
Rapporto tra il volume orario e la
portata riferiti all'ora di punta; negli
USA PHF varia tra 0,83 e 0,96, in Italia
per le autostrade si assume
generalmente 0,85.**

$$\text{PHF} = V/v$$

**Valori di esempio: PHF = 0,80 – 0,90 per
strade extraurbane**

**PHF = 0,85 – 0,93 per strade
extraurbane con traffico levato**

**PHF = 0,90 – 0,95 per strade urbane a
forte traffico**

PHF = 0,85 – 0,90 per le autostrade

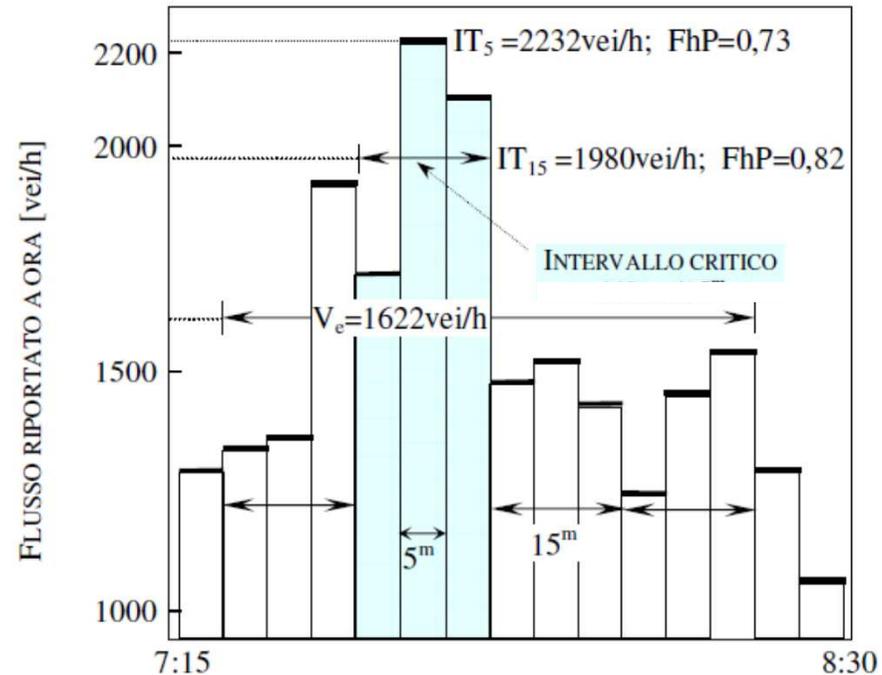


Fig. 1 - Rilievo di flusso in frazioni d'ora di 5^{min} (strada urbana, Hcm, 1985)

Portata veicolare di progetto (3)

Curva delle frequenze del flusso orario

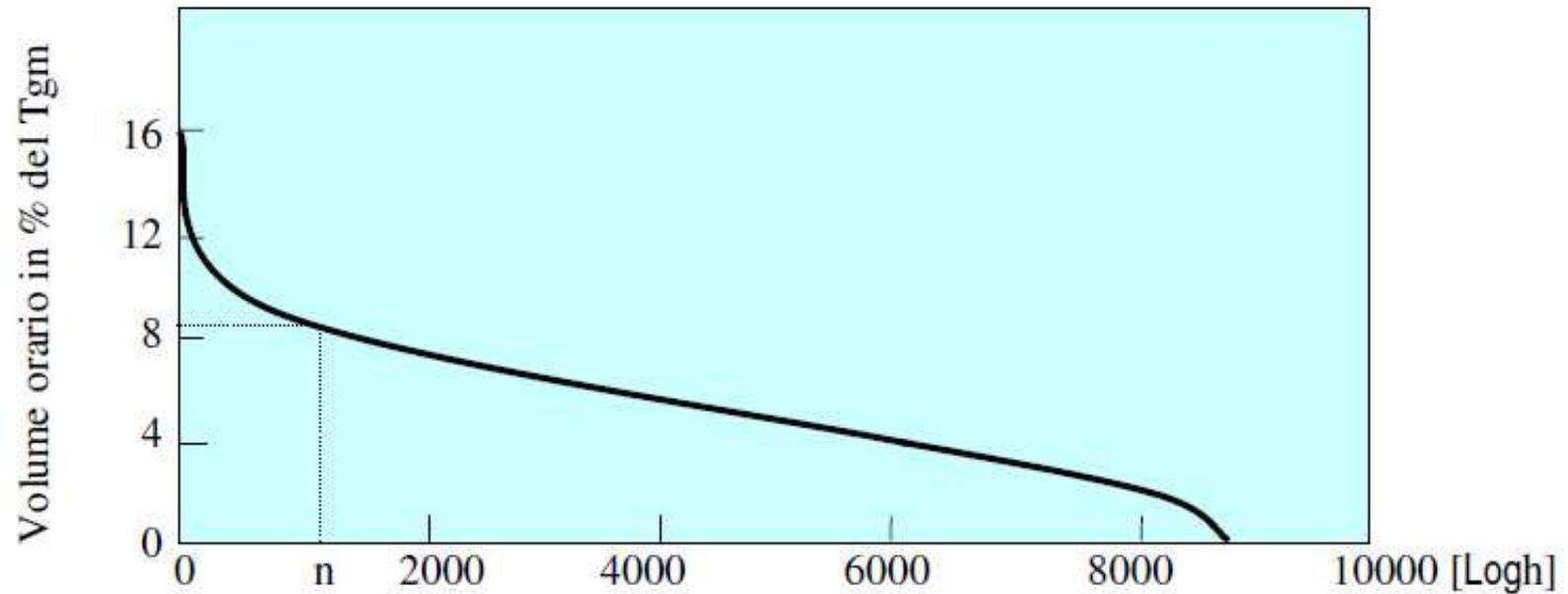
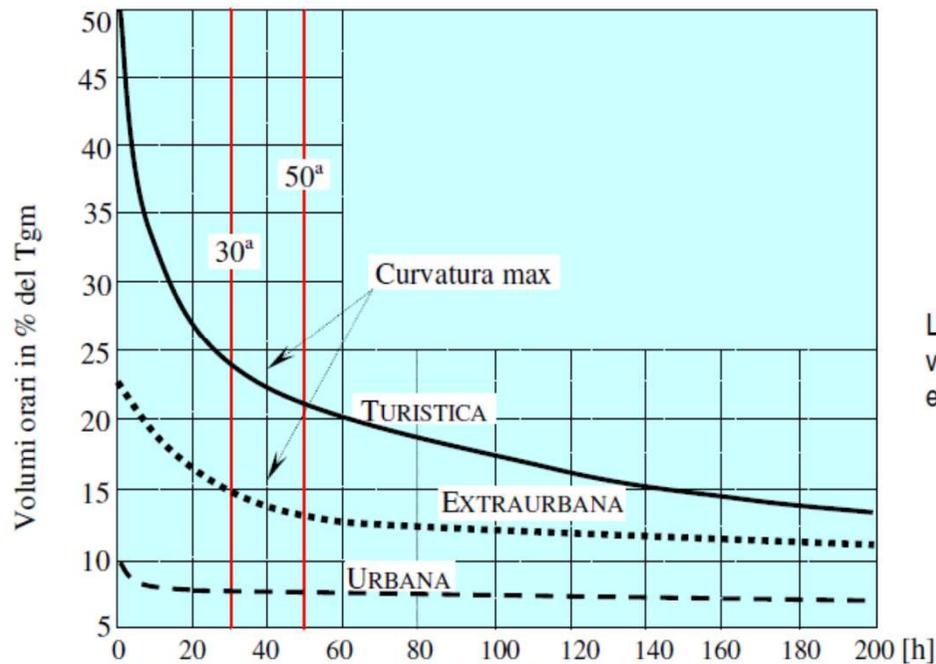


Fig. 2 - Distribuzione-tipo delle n ore di punta di un intero anno (Hcm, 1985)

Portata veicolare di progetto (4)

La portata veicolare che si utilizza come base per la progettazione è quella della trentesima ora di punta [$v(30)$].

Curva delle frequenze del flusso orario



Le curve mostrano che i max volumi orari vanno dal 10% (strada urbana) al 50% (str. extraurb. turistica) del Tgm.

Fig. 3 - Distribuzione delle prime 200 ore di punta per strade diverse (Matson, 1960)

Portata veicolare di progetto (5)

$$v \text{ (volume progetto strada)} = K * TGM$$

EXHIBIT 8-9. TYPICAL K-FACTORS

Area Type	K-Factor
Urbanized	0.091
Urban	0.093
Transitioning/Urban	0.093
Rural Developed	0.095
Rural Undeveloped	0.100

Source: Florida Department of Transportation (7).

$$v \text{ (volume progetto strada , per direzione)} = K * D * TGM$$

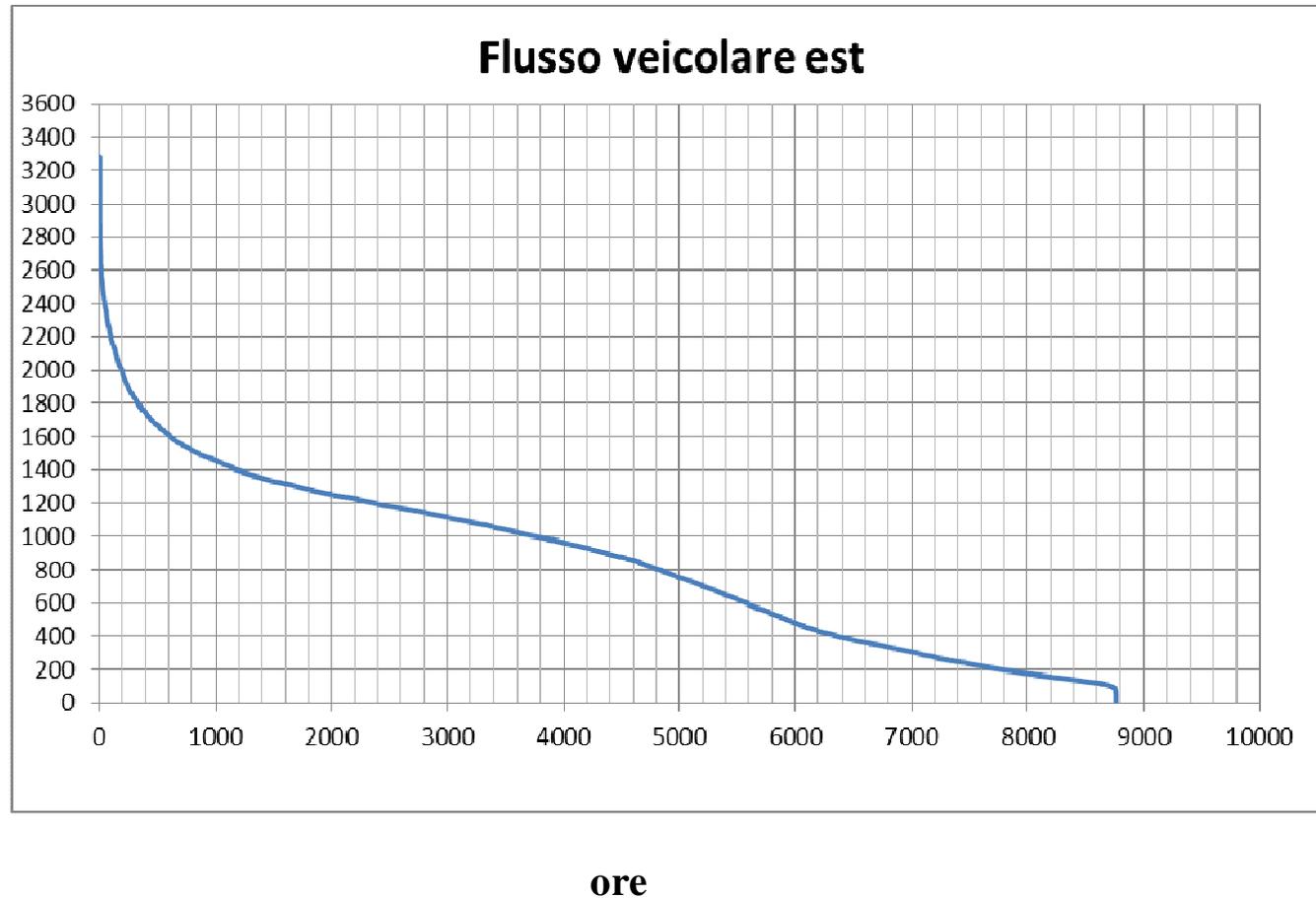
EXHIBIT 8-11. DIRECTIONAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS

Highest Hour of the Year	Percentage of Traffic in Peak Direction		
	Type of Facility		
	Urban Circumferential	Urban Radial	Rural
1st	53	66	57
10th	53	66	53
50th	53	65	55
100th	50	65	52

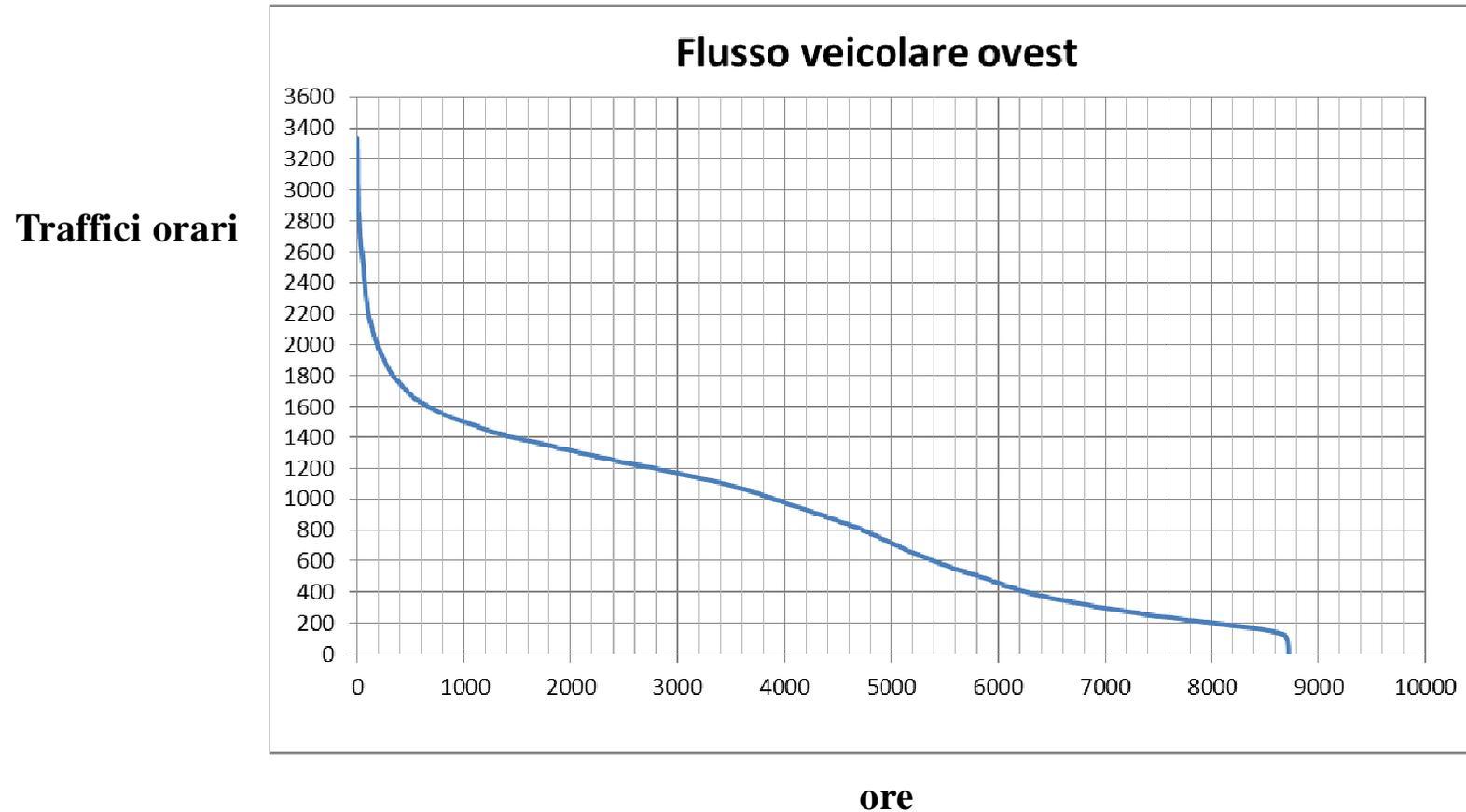
Source: Minnesota Department of Transportation.

Calcolo traffico n-esima Ora di punta (2)

Traffici orari



Calcolo traffico n-esima Ora di punta (3)



Calcolo traffico n-esima Ora di punta (4)

Itinere Km 461+176 Est A4				Itinere Km 455+100 Ovest A4			
Ora	Giorno			Ora	Giorno		
11	06/04/2015	3285	1	16	06/04/2015	3331	1
10	06/04/2015	2942	2	20	06/04/2015	3245	2
12	05/09/2015	2781	3	17	06/04/2015	3197	3
10	30/05/2015	2770	4	16	03/05/2015	3156	4
10	15/08/2015	2729	5	18	06/04/2015	3009	5
17	31/07/2015	2728	6	17	23/08/2015	3009	6
10	11/07/2015	2715	7	19	06/04/2015	2987	7
19	31/07/2015	2694	8	17	30/08/2015	2864	8
20	31/07/2015	2639	9	18	13/09/2015	2858	9
10	04/07/2015	2628	10	18	02/06/2015	2856	10
15	18/07/2015	2628	11	17	03/05/2015	2846	11
11	27/06/2015	2627	12	19	03/05/2015	2837	12
14	25/07/2015	2615	13	18	22/08/2015	2837	13
11	30/05/2015	2596	14	16	28/08/2015	2825	14
11	12/09/2015	2578	15	17	02/06/2015	2806	15
11	02/08/2015	2568	16	14	23/08/2015	2802	16
10	09/08/2015	2561	17	19	02/06/2015	2785	17
14	18/07/2015	2556	18	16	16/08/2015	2782	18
13	11/07/2015	2554	19	16	23/08/2015	2776	19
18	31/07/2015	2554	20	10	24/08/2015	2759	20
19	01/08/2015	2548	21	19	22/08/2015	2744	21
10	01/05/2015	2545	22	15	03/05/2015	2729	22
9	30/05/2015	2536	23	18	30/08/2015	2720	23
15	01/08/2015	2533	24	15	23/08/2015	2712	24
10	27/06/2015	2526	25	17	13/09/2015	2691	25
17	08/08/2015	2508	26	11	17/08/2015	2691	26
18	07/08/2015	2507	27	18	23/08/2015	2690	27
16	01/08/2015	2499	28	11	16/08/2015	2686	28
10	31/05/2015	2481	29	13	28/08/2015	2672	29
12	09/08/2015	2478	30	20	22/08/2015	2666	30

Stima parametro K (1)

Itinere Km 461+176 Est A4				TGM = 23.600 v/g
Ora di punta	veic/h	Giorno	Ora	$K = (v/h) / (v/g)$
10 ^a	2628	04/07/2015	10	0,11
20 ^a	2554	31/07/2015	18	0,11
30 ^a	2478	09/08/2015	12	0,11
40 ^a	2424	10/08/2015	9	0,10
50 ^a	2379	09/08/2015	11	0,10
60 ^a	2354	10/08/2015	10	0,10
70 ^a	2293	08/08/2015	11	0,10
80 ^a	2263	06/08/2015	10	0,10
90 ^a	2227	01/08/2015	5	0,09
100 ^a	2202	03/08/2015	10	0,09

Stima parametro K (2)

Itinere Km 455+100 Ovest A4				TGM = 23.300 v/g
Ora di punta	veic/h	Giorno	Ora	$K = (v/h) / (v/g)$
10 ^a	2856	02/06/2015	18	0,12
20 ^a	2759	24/08/2015	10	0,12
30 ^a	2666	22/08/2015	20	0,11
40 ^a	2607	21/08/2015	16	0,11
50 ^a	2540	17/08/2015	10	0,11
60 ^a	2457	28/08/2015	17	0,11
70 ^a	2398	30/08/2015	19	0,10
80 ^a	2316	21/08/2015	18	0,10
90 ^a	2264	03/05/2015	18	0,10
100 ^a	2206	25/07/2015	16	0,09

Stima parametro K (3)

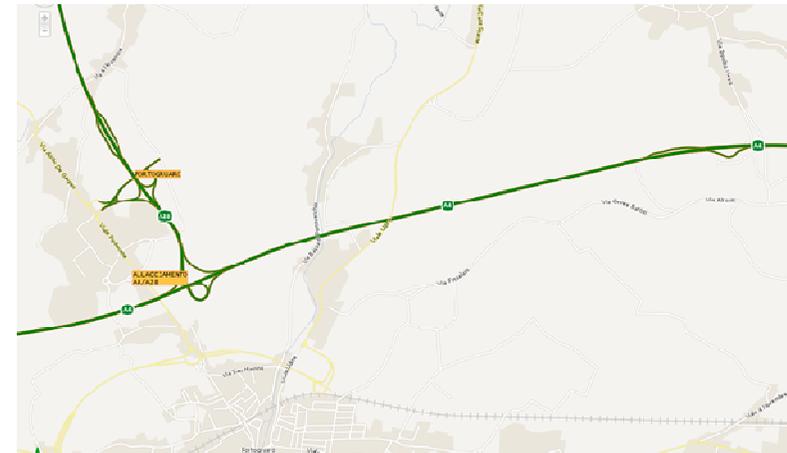
TGM tratta portogruaro-Latisana									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Traffico est	25620	25310	24980	25130	25250	23670	23070	22990	23600
Traffico ovest	25230	24900	24740	24970	25050	23460	22870	22790	23300
Complessivo	50850	50210	49720	50100	50300	47130	45940	45780	46900

Volume di progetto (v) della strada partento dal TGM (Metodo HCM)									
v = K · TGM	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Traffico est	2562	2531	2498	2513	2525	2367	2307	2299	2360
Traffico ovest	2523	2490	2474	2497	2505	2346	2287	2279	2330

Volume di progetto (v) attraverso l'ora di punta per l'anno 2015										
	10 ^a	20 ^a	30 ^a	40 ^a	50 ^a	60 ^a	70 ^a	80 ^a	90 ^a	100 ^a
Traffico est	2628	2554	2478	2424	2379	2354	2293	2263	2227	2202
Traffico ovest	2856	2759	2666	2607	2540	2457	2398	2316	2264	2206

Stima PHF (1)

ORA	ID_SENSORE	ID_CLASSE	VELOCITA	FLUSSO	TASSO
09/08/2015 11:00	21	0	106	15	4
09/08/2015 11:00	21	1	106	15	4
09/08/2015 11:01	21	0	128	17	4
09/08/2015 11:01	21	1	120	16	4
09/08/2015 11:02	21	0	107	29	10
09/08/2015 11:02	21	1	77	23	8
09/08/2015 11:02	21	3	75	1	1
09/08/2015 11:03	21	0	85	33	13
09/08/2015 11:03	21	1	68	30	12
09/08/2015 11:04	21	0	74	27	10
09/08/2015 11:04	21	1	74	27	10
09/08/2015 11:05	21	0	97	28	10
09/08/2015 11:05	21	1	70	24	9
09/08/2015 11:06	21	0	93	28	10
09/08/2015 11:06	21	1	66	24	10
09/08/2015 11:07	21	0	69	27	10
09/08/2015 11:07	21	1	69	27	10
09/08/2015 11:08	21	0	75	27	12
09/08/2015 11:08	21	1	68	23	9
09/08/2015 11:08	21	3	67	3	3
09/08/2015 11:09	21	0	69	23	9
09/08/2015 11:09	21	1	69	22	8
09/08/2015 11:09	21	3	62	1	2
09/08/2015 11:10	21	0	72	24	10
09/08/2015 11:10	21	1	64	23	9
09/08/2015 11:11	21	0	89	28	11
09/08/2015 11:11	21	1	62	24	10
09/08/2015 11:12	21	0	70	26	11
09/08/2015 11:12	21	1	62	25	11
09/08/2015 11:13	21	0	91	21	8
09/08/2015 11:13	21	1	63	18	8
09/08/2015 11:14	21	0	63	24	10
09/08/2015 11:14	21	1	63	24	10
09/08/2015 11:15	21	0	89	24	9
09/08/2015 11:15	21	1	65	21	9



Traffico ogni minuto

Stima PHF (2)

09/08/2015 - 50 ^a ora di punta		
sensore 21	sensore 22	Totale
V	V	V
1287	1092	2379
15 minuti più caricati v (11:02-11:16)	15 minuti più caricati v (11:15-11:29)	15 minuti più caricati v (11:02-11:16)
397	331	710
PHF	PHF	PHF
0,810	0,825	0,838

10/08/2015 - 60 ^a ora di punta		
sensore 21	sensore 22	Totale
V	V	V
1322	1032	2354
15 minuti più caricati v (10:23-10:37)	15 minuti più caricati v (10:15-10:29)	15 minuti più caricati v (10:15-10:29)
393	311	704
PHF	PHF	PHF
0,841	0,830	0,836

30/08/2015 - 70 ^a ora di punta		
sensore 21	sensore 22	Totale
V	V	V
1333	1065	2398
15 minuti più caricati v (19:05-19:19)	15 minuti più caricati v (19:00-19:14)	15 minuti più caricati v (19:00-19:14)
425	323	739
PHF	PHF	PHF
0,784	0,824	0,811

La velocità del flusso veicolare (1)

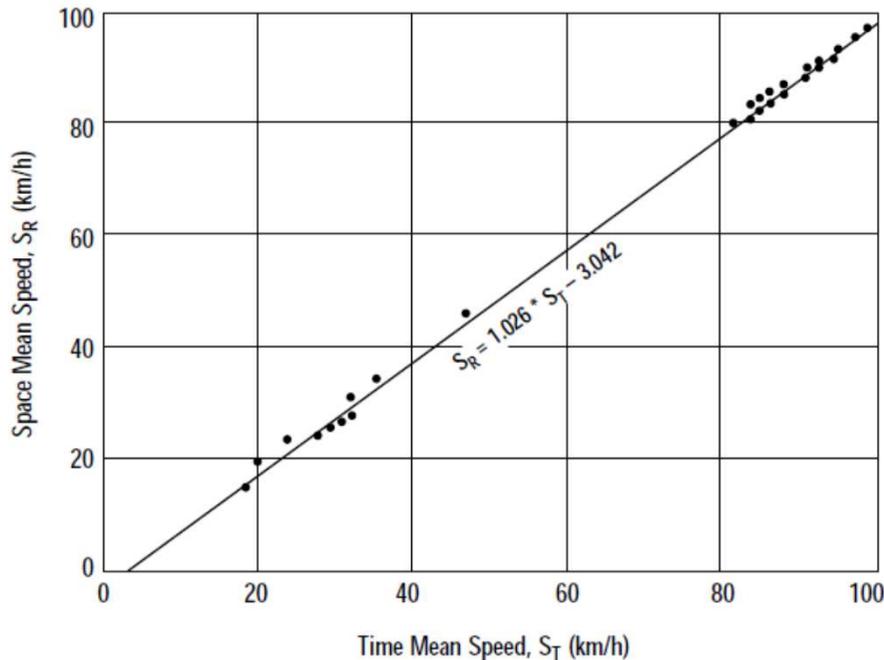
Velocità istantanea, media nel tempo

$$\bar{S}_t = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}$$

Velocità media del viaggio, media nello spazio

$$\bar{S}_r = \frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}} = \frac{n \cdot L}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{L}{t_a}$$

EXHIBIT 7-1. TYPICAL RELATIONSHIP BETWEEN TIME MEAN AND SPACE MEAN SPEED



Source: Drake et al. (1).

$$\bar{S}_r = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{L}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}} = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}}$$

$$\bar{S}_r \cong \bar{S}_t - \frac{\sigma_t^2}{\bar{S}_t}$$

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S}_t)^2$$

Densità, flusso e velocità dei veicoli (1)

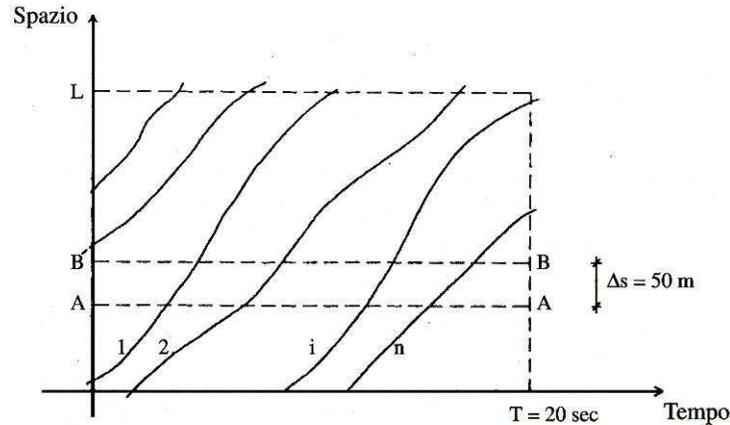


Fig. 6 – Traiettorie veicolari in un dominio spazio-temporale (L-T)

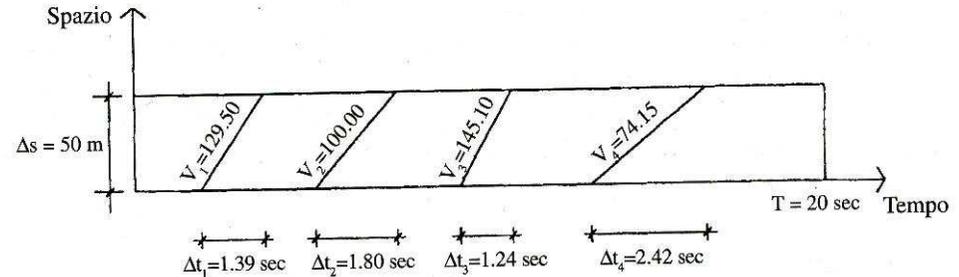


Fig. 7 – Traiettorie veicolari in un dominio spazio-temporale elementare

$$\left. \begin{aligned}
 V &= \frac{1}{T} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{L} = \frac{1}{T} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \Delta s}{\Delta s} = \frac{n}{T} \\
 \bar{S}_r &= \frac{n \cdot \Delta s}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}
 \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned}
 \frac{V}{\bar{S}_r} &= \frac{n}{T} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}{n \cdot \Delta s} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}{T \cdot \Delta s}
 \end{aligned} \right\} \quad D = \frac{V}{\bar{S}_r}$$

$$D = \frac{1 \cdot \frac{\Delta t_1}{T} + \dots + 1 \cdot \frac{\Delta t_i}{T} + \dots + 1 \cdot \frac{\Delta t_n}{T}}{\Delta s} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}{T \cdot \Delta s}$$

Densità, flusso e velocità dei veicoli (2)

DENSITÀ DI TRAFFICO [D = veic/km]: rapporto tra il **VOLUME** di traffico [V] misurato in un determinato tronco stradale in un breve intervallo di tempo (15 min.) e la media delle **VELOCITÀ** [S] dei veicoli:

$$D = V/S = [\text{veic/h} / \text{km/h} = \text{veic/km}]$$

RELAZIONE FONDAMENTALE DEL DEFLUSSO (valida per flusso stazionario)

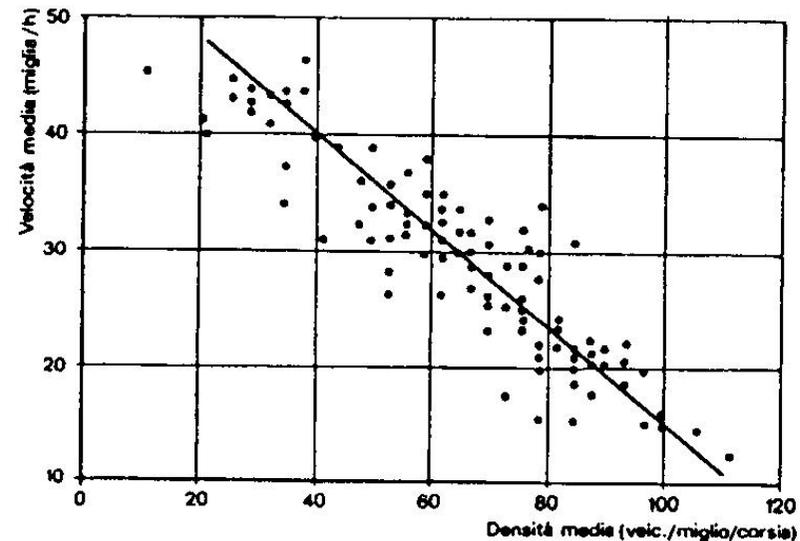
Esempio: $D = 1000 \text{ veic/h} / 50 \text{ km/h} = 20 \text{ veic/km}$

Se “h” e “t” sono rispettivamente il distanziamento medio tra i veicoli in distanza e tempo valgono le seguenti relazioni:

$$D = 1/h$$

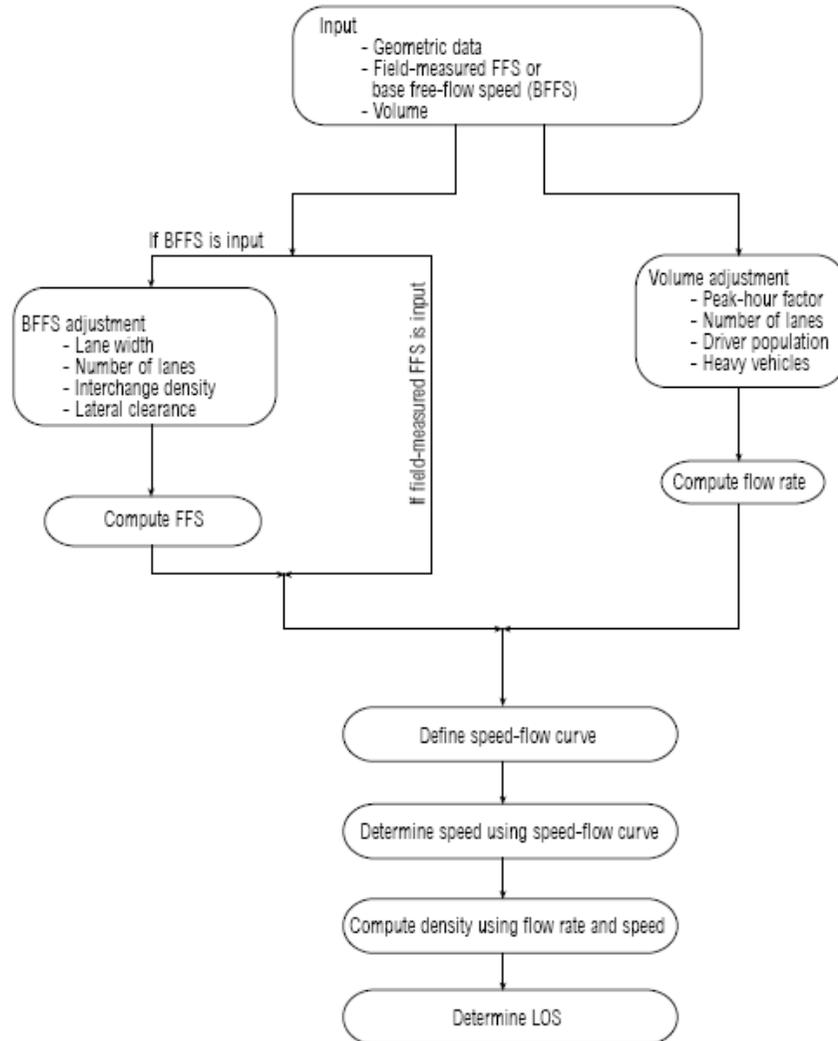
$$V = 1/t$$

$$h = S * t$$



Livelli di servizio per autostrade (4)

EXHIBIT 23-1. BASIC FREEWAY SEGMENT METHODOLOGY



Condizioni base:

- **Larghezza minima delle corsie 3,6 m;**
- **Larghezza minima della banchina in destra 1,8 m;**
- **Larghezza minima della banchina in sinistra 0,60 m;**
- **Traffico composto da solo autovetture;**
- **5 a più corsie per direzione di marcia (solo in ambito urbano);**
- **Svincoli distanziati più di 3 km;**
- **Strada pianeggiante con pendenze longitudinali inferiori al 2 %;**
- **Utenti abituali della strada in oggetto;**
- **Condizioni meteo buone;**
- **Andamento planimetrico della strada che consenta velocità di flusso libero (FFS) non inferiori a 110 km/h per autostrade urbane e 120 km/h per autostrade extraurbane**

Livelli di servizio per autostrade (5)

EXHIBIT 23-2. LOS CRITERIA FOR BASIC FREEWAY SEGMENTS

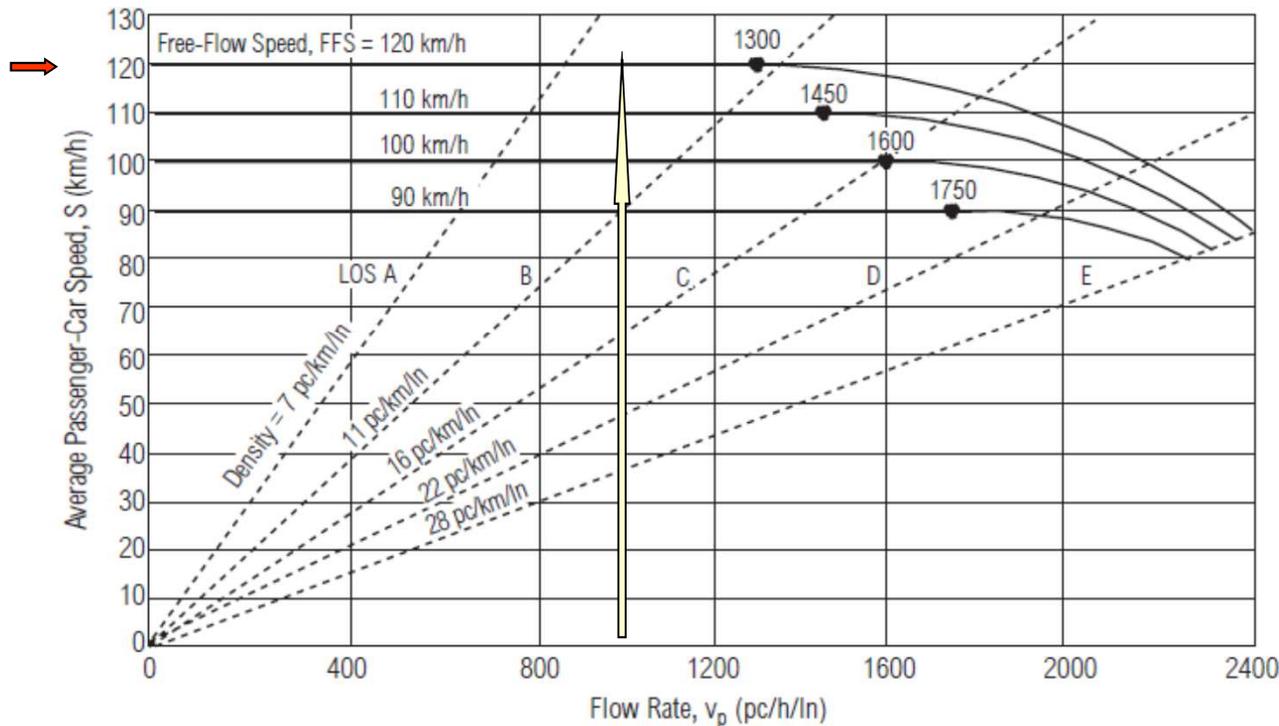
Criteria	LOS				
	A	B	C	D	E
FFS = 120 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	120.0	120.0	114.6	99.6	85.7
Maximum v/c	0.35	0.55	0.77	0.92	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	840	1320	1840	2200	2400
FFS = 110 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	110.0	110.0	108.5	97.2	83.9
Maximum v/c	0.33	0.51	0.74	0.91	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	770	1210	1740	2135	2350
FFS = 100 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	100.0	100.0	100.0	93.8	82.1
Maximum v/c	0.30	0.48	0.70	0.90	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	700	1100	1600	2065	2300
FFS = 90 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	90.0	90.0	90.0	89.1	80.4
Maximum v/c	0.28	0.44	0.64	0.87	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	630	990	1440	1955	2250

Note:

The exact mathematical relationship between density and v/c has not always been maintained at LOS boundaries because of the use of rounded values. Density is the primary determinant of LOS. The speed criterion is the speed at maximum density for a given LOS.

Livelli di servizio per autostrade (6)

EXHIBIT 23-3. SPEED-FLOW CURVES AND LOS FOR BASIC FREEWAY SEGMENTS



$$D = v / S$$

Note:

Capacity varies by free-flow speed. Capacity is 2400, 2350, 2300, and 2250 pc/h/ln at free-flow speeds of 120, 110, 100, and 90 km/h, respectively.

For $90 \leq \text{FFS} \leq 120$ and for flow rate (v_p)
 $(3100 - 15\text{FFS}) < v_p \leq (1800 + 5\text{FFS})$,

$$S = \text{FFS} - \left[\frac{1}{28} (23\text{FFS} - 1800) \left(\frac{v_p + 15\text{FFS} - 3100}{20\text{FFS} - 1300} \right)^{2.6} \right]$$

For $90 \leq \text{FFS} \leq 120$ and
 $v_p \leq (3100 - 15\text{FFS})$,
 $S = \text{FFS}$

Stima delle velocità di flusso libero

$$\mathbf{FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}}$$

FFS = velocità di flusso libero (km/h);

BFFS = velocità base di flusso libero, 110 km/h (autostrade urbane) or 120 km/h (autostrade extraurbane);

f_{LW} = correzione per diversa larghezza della corsia [Exhibit 23-4] (km/h);

f_{LC} = correzione per diversa larghezza della banchina in destra [Exhibit 23-5] (km/h);

f_N = correzione per il numero di corsie [Exhibit 23-6] (km/h);

f_{ID} = correzione per la presenza di svincoli [Exhibit 23-7] (km/h).

Correzioni per larghezze corsie

f_{LW} = correzione per diversa larghezza della corsia [Exhibit 23-4] (km/h);

EXHIBIT 23-4. ADJUSTMENTS FOR LANE WIDTH

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6



Correzioni per larghezze banchine

f_{LC} = correzione per diversa larghezza della banchina in destra [Exhibit 23-5] (km/h);

EXHIBIT 23-5. ADJUSTMENTS FOR RIGHT-SHOULDER LATERAL CLEARANCE

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3



Correzioni per numero di corsie

f_N = correzione per il numero di corsie [Exhibit 23-6] (km/h);

EXHIBIT 23-6. ADJUSTMENTS FOR NUMBER OF LANES

Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

Note: For all rural freeway segments, f_N is 0.0.

Correzioni per numero svincoli

f_{ID} = correzione per la presenza di svincoli [Exhibit 23-7] (km/h).

EXHIBIT 23-7. ADJUSTMENTS FOR INTERCHANGE DENSITY

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

Flusso di servizio in condizioni reali

Il Flusso di una strada in condizioni reali sarà:

$$v = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p}$$

v = flusso orario di picco (valutato nei 15 min) [autovetture equivalenti/ora/corsia]

V = flusso orario [Veicoli/ora], flusso della XXX ora di punta

PHF = fattore dell'ora di punta

N = numero corsie;

f_{HV} = coefficiente che tiene conto del tipo di veicoli;

f_p = coefficiente che tiene conto del tipo di utenti

In fase di progetto è possibile definire il numero di corsie necessarie per smaltire un determinato flusso orario con un certo livello di servizio

$$N = \frac{V}{PHF \cdot v_i \cdot f_{HV} \cdot f_p}$$

Coefficiente per il tipo di veicoli (1)

$$v = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p}$$

f_{HV} = coefficiente che tiene conto del tipo di veicoli; $f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$

P_T , P_R rappresentano rispettivamente le percentuali dei veicoli pesanti e degli autobus o veicoli turistici sul traffico totale;

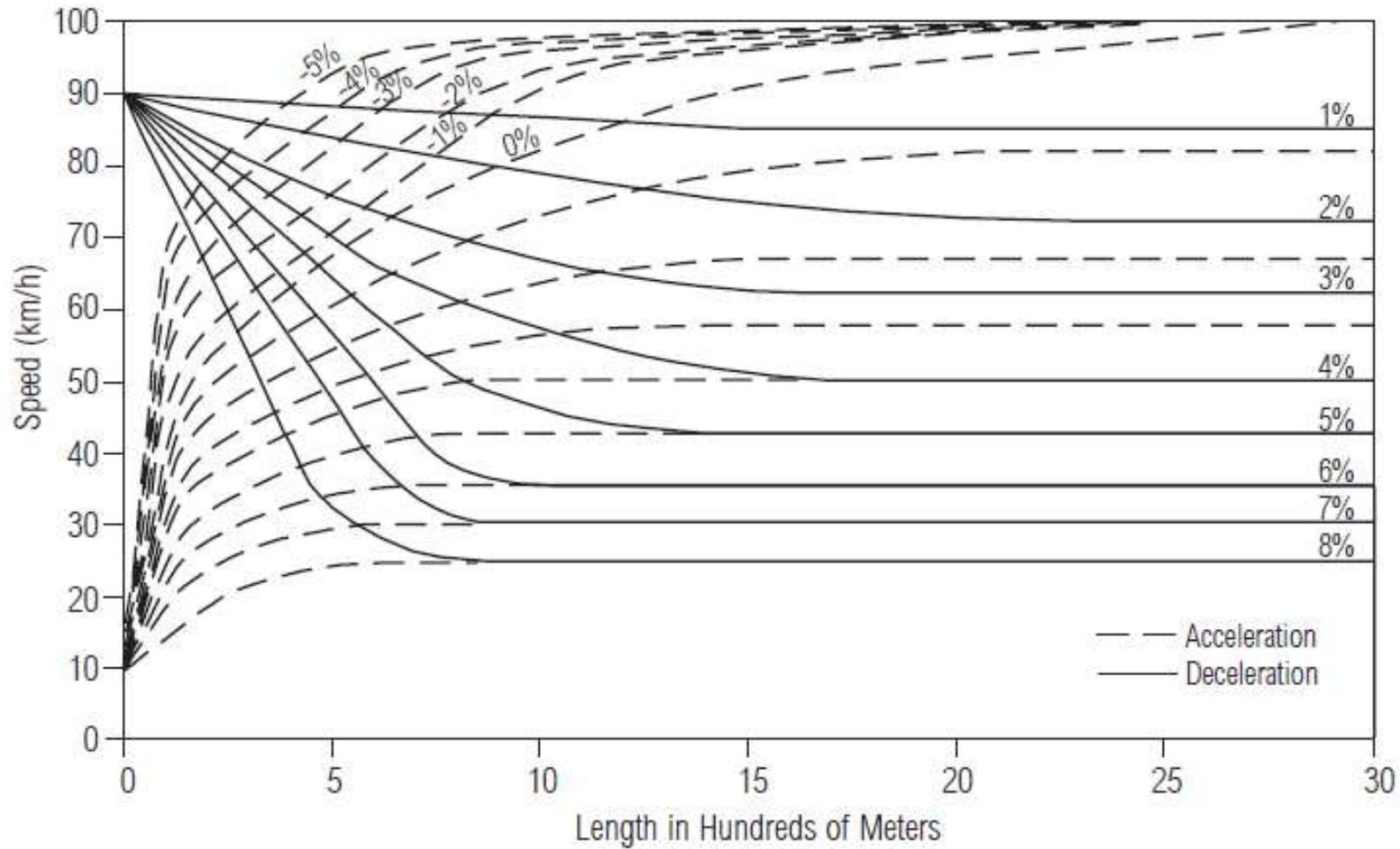
E_T , E_R numero di autovetture equivalenti rispettivamente a un veicolo pesante e un autobus.

EXHIBIT 23-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED FREEWAY SEGMENTS

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

Coefficiente per il tipo di veicoli (2)

EXHIBIT A23-2. PERFORMANCE CURVES FOR TRUCKS (120 kg/kW)



Coefficiente per il tipo di veicoli (3)

EXHIBIT 23-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON UPGRADES

Upgrade (%)	Length (km)	E_T								
		Percentage of Trucks and Buses								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
< 2	All	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
≥ 2-3	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.8-1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 1.2-1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 1.6-2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
> 3-4	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	> 0.8-1.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 1.2-1.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 1.6-2.4	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 2.4	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
> 4-5	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 0.8-1.2	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	> 1.2-1.6	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.6	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
> 5-6	0.0-0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 0.5-0.8	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	> 0.8-1.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.2-1.6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.6	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
> 6	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 0.4-0.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 0.5-0.8	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 0.8-1.2	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
	> 1.2-1.6	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5
	> 1.6	7.0	6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0

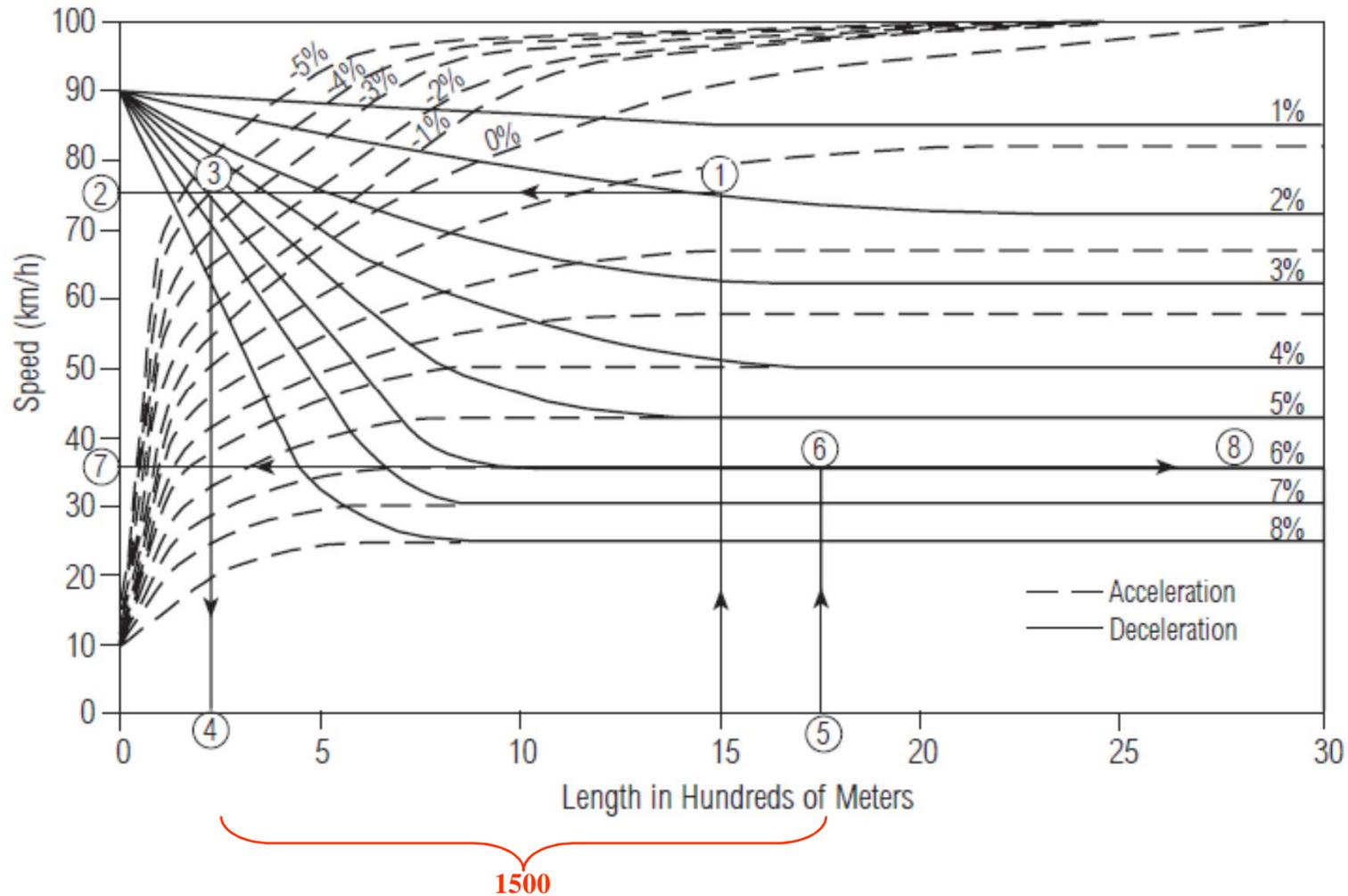
EXHIBIT 23-10. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR RVs ON UPGRADES

Upgrade (%)	Length (km)	E_R								
		Percentage of RVs								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
≤ 2	All	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
> 2-3	0.0-0.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	> 0.8	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
> 3-4	0.0-0.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	> 0.4-0.8	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	> 0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
> 4-5	0.0-0.4	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 0.8	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
> 5	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5
	> 0.4-0.8	6.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0
	> 0.8	6.0	4.5	4.0	4.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

Coefficiente per il tipo di veicoli (4)

EXHIBIT A23-1. SAMPLE SOLUTION FOR COMPOSITE GRADE



Coefficiente per il tipo di veicoli (5)

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

EXHIBIT 23-11. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON DOWNGRADES

Downgrade (%)	Length (km)	E_T			
		Percentage of Trucks			
		5	10	15	20
< 4	All	1.5	1.5	1.5	1.5
4-5	≤ 6.4	1.5	1.5	1.5	1.5
4-5	> 6.4	2.0	2.0	2.0	1.5
> 5-6	≤ 6.4	1.5	1.5	1.5	1.5
> 5-6	> 6.4	5.5	4.0	4.0	3.0
> 6	≤ 6.4	1.5	1.5	1.5	1.5
> 6	> 6.4	7.5	6.0	5.5	4.5

Coefficiente per il tipo di utenti

$$v = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p}$$

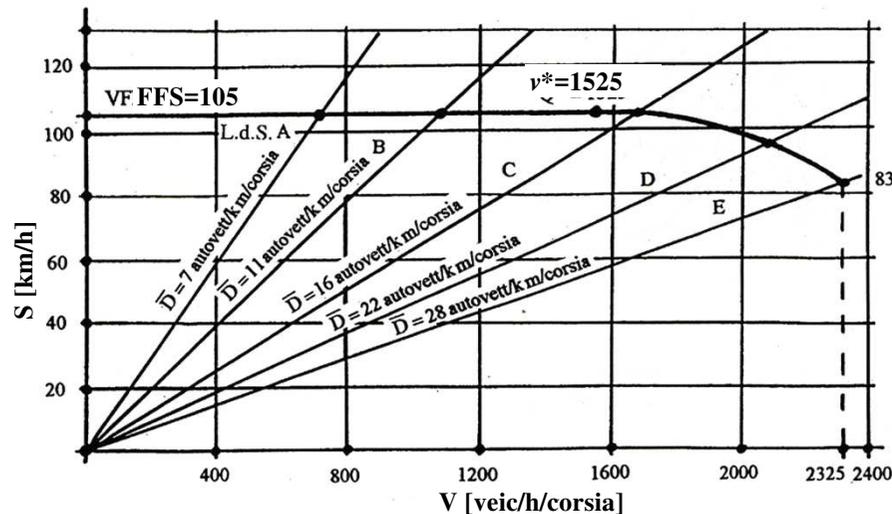
f_p = coefficiente che tiene conto del tipo di utenti variabile da 0,85 a 1,00 i valori più bassi si utilizzano in presenza di utenti non abituali.

Esempio di calcolo (1)

ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO DI UNA STRADA ESISTENTE

Un'autostrada extraurbana a 4 corsie (2 per ogni senso di marcia) con una velocità base di flusso libero di 110 km/h deve smaltire un traffico orario, nell'ora di punta, in una direzione di 2200 v/h con 8 % di veicoli pesanti 2 % di veicoli turistici e un PHF di 0,90. Le corsie hanno una larghezza di 3,50 m, larghezza banchine 0,90 m ed il tracciato è di tipo collinare (rolling), gli utenti sono abituali. Valutare il livello di servizio della strada, ed i volumi compatibili con i LOS da A ad E; 0,4 svincoli /km

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID} = 110 - 1 - 2,9 - 0 - 1,1 = 105 \text{ km/h}$$



$$v^* = 3100 - 15 \cdot FFS = 3100 - 15 \cdot 105 = 1525 \text{ Veic/h}$$

$$v_E = 1800 + 5 \cdot FFS = 1800 + 5 \cdot 105 = 2325 \text{ Veic/h}$$

$$S = FFS - \left[\frac{23 \cdot FFS - 1800}{28} \cdot \left(\frac{v + 15 \cdot FFS - 3100}{20 \cdot FFS - 1300} \right)^{2,6} \right]$$

Esempio di calcolo (2)

$$V = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p} = \frac{2200}{0,90 \cdot 2 \cdot 0,877 \cdot 1} = 1394 \quad [\text{autovetture / h / corsia}]$$

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)]} = \frac{1}{[1 + 0,08 \cdot (2,5 - 1) + 0,02 \cdot (2 - 1)]} = 0,877$$

$$D = v/S = 1394/105 = 13,3 \quad [\text{autovetture/km/corsia}]$$

Il livello di servizio è di tipo C

PORTATE SERVIZIO

$$v_A = D \cdot S = 7 \cdot 105 = 735 \quad \text{autovetture/h/corsia}$$

$$v_B = D \cdot S = 11 \cdot 105 = 1155 \quad \text{autovetture/h/corsia}$$

$$v_C = D \cdot S = 16 \cdot 104,8 = 1677 \quad \text{autovetture/h/corsia}$$

$$v_D = D \cdot S = 22 \cdot 95 = 2090 \quad \text{autovetture/h/corsia}$$

$$v_E = D \cdot S = 28 \cdot 83 = 2325 \quad \text{autovetture/h/corsia}$$

Volumi di Traffico

$$V_A = v_A \cdot PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p = 735 \cdot 0,90 \cdot 2 \cdot 0,877 \cdot 1 = 1160 \quad \text{veic/h}$$

$$V_B = v_B \cdot PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p = 1155 \cdot 0,90 \cdot 2 \cdot 0,877 \cdot 1 = 1825 \quad \text{veic/h}$$

$$V_C = v_C \cdot PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p = 1667 \cdot 0,90 \cdot 2 \cdot 0,877 \cdot 1 = 2650 \quad \text{veic/h}$$

$$V_D = v_D \cdot PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p = 2090 \cdot 0,90 \cdot 2 \cdot 0,877 \cdot 1 = 3300 \quad \text{veic/h}$$

$$V_E = v_E \cdot PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p = 2325 \cdot 0,90 \cdot 2 \cdot 0,877 \cdot 1 = 3670 \quad \text{veic/h}$$

Esempio di calcolo (3)

PROGETTO DI UNA SEZIONE STRADALE

Un'autostrada suburbana su terreno pianeggiante deve essere progettata per almeno un LOS "D". Il volume orario di traffico per cui l'autostrada deve essere progettata è 4000 veic/h per direzione, con 15 % di veicoli pesanti, 3 % di veicoli ricreativi e un PHF di 0,85, gli utenti sono di tipo abituale, 0,9 svincoli/km, corsie da 3,75 m banchine da 2,50 m. Quante corsie sono necessarie per una velocità di flusso libero in condizioni ideali di 120 km/h ?

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)]} = \frac{1}{[1 + 0,15 \cdot (1,5 - 1) + 0,03 \cdot (1,2 - 1)]} = 0,925$$

$$v(N=2) = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p} = \frac{4000}{0,85 \cdot 2 \cdot 0,925 \cdot 1} = 2544 \text{ autovet./h/corsia}$$

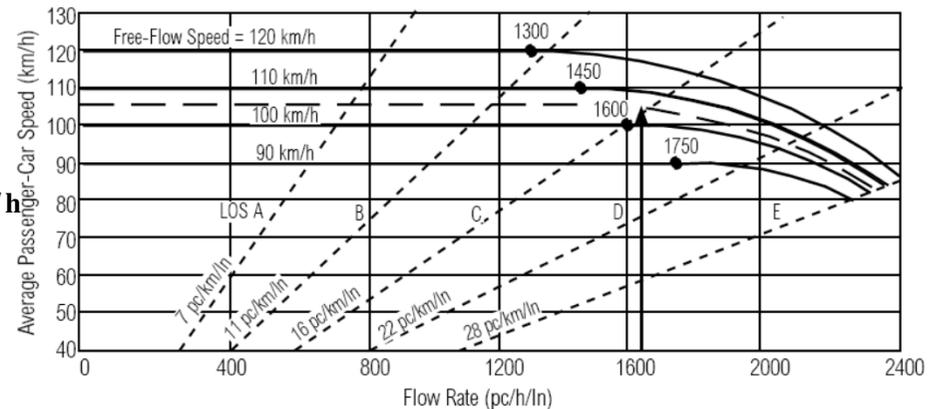
$$v(N=3) = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p} = \frac{4000}{0,85 \cdot 3 \cdot 0,925 \cdot 1} = 1696 \text{ autovet./h/corsia}$$

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID} = 120 - 0 - 0 - 4,8 - 8,1 = 107,1 \text{ km/h}$$

$$\frac{v}{D} = S = FFS - \left[\frac{23 \cdot FFS - 1800}{28} \cdot \left(\frac{v + 15 \cdot FFS - 3100}{20 \cdot FFS - 1300} \right)^{2,6} \right] = 106,5 \text{ km/h}$$

$$D = v/S = 1696/106,5 = 15,9 \text{ autov. equ./h/corsia}$$

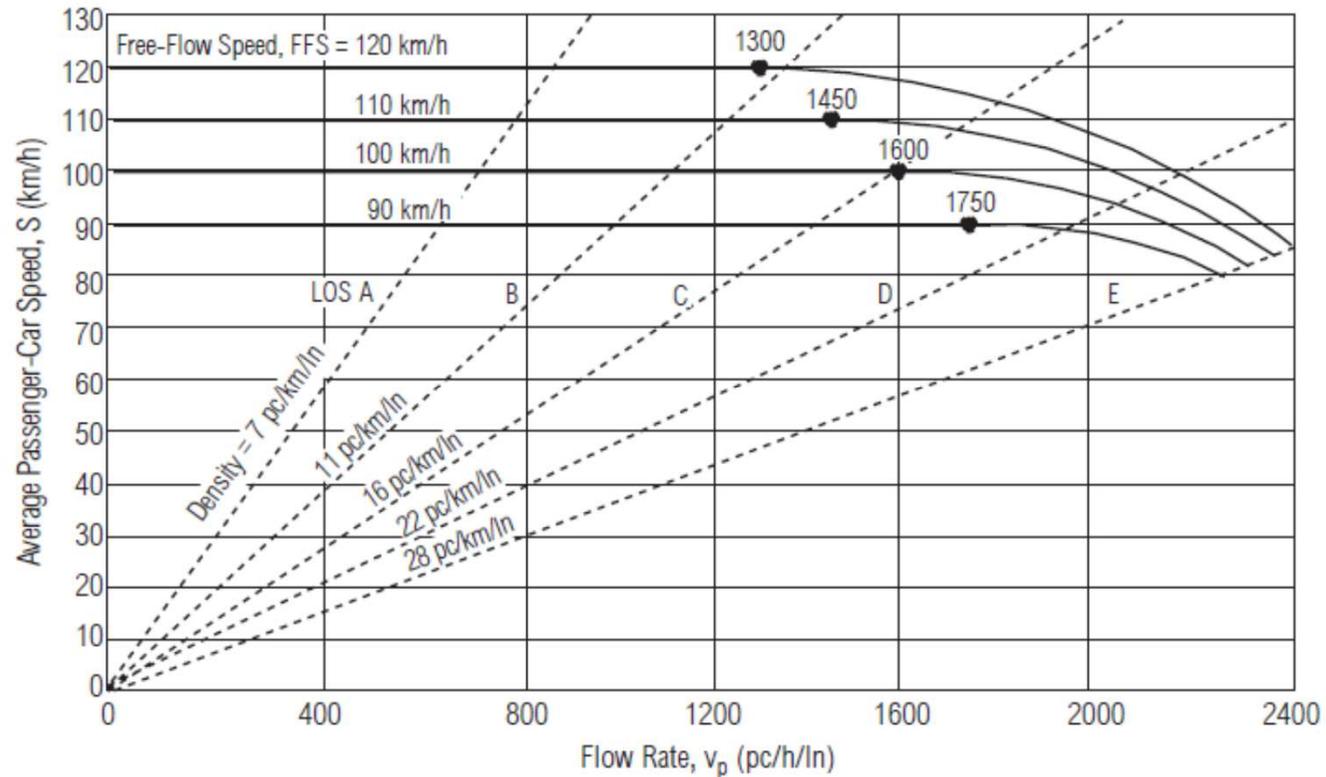
LOS "C"



Esempio di calcolo (4)

ANALISI DEL LOS $v_E = 1800 + 5 \cdot FFS = 2400$ [pc/h/ln]

$$S = FFS - \left[\frac{1}{28} \cdot (23 \cdot FFS - 1800) \cdot \left(\frac{v_p + 15 \cdot FFS - 3100}{20 \cdot FFS - 1300} \right)^{2,6} \right] = [km/h]$$



Esempio di calcolo (5)

ANALISI DEL LOS

$$v_p = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_p} = [pc/h/ln] \quad V = K \cdot TGM = [veic/h]$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)} = \frac{1}{1 + 0,32 \cdot (1,5 - 1) + 0,05 \cdot (1,2 - 1)} = 0,855$$

		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
$f_{HV} = 1/(1+P_T \cdot (E_T-1)+P_R \cdot (E_R-1))$		EST	OVET																
P_T	percentuale dei veicoli pesanti	0,3210	0,3260	0,3250	0,3310	0,3000	0,3060	0,3080	0,3120	0,3120	0,3140	0,3150	0,3180	0,3170	0,3230	0,3190	0,3230	0,3210	0,3240
P_R	percentuale di veicoli turistici sul traffico totale	0,05																	
E_T	numero di autovetture equivalenti a un veicolo pesante	1,5																	
E_R	numero di autovetture equivalenti a un autobus	1,2																	
	f_{HV}	0,854	0,853	0,853	0,851	0,862	0,860	0,859	0,858	0,858	0,857	0,857	0,855	0,856	0,854	0,855	0,854	0,854	0,853

Esempio di calcolo (6)

ANALISI DEL LOS

numero tratta	Direzione	TGM [veic./g.]	Vp [pc/h/ln]	S [km/h]	D [pc/km/ln]	LOS
I	EST, S. Stino di Livenza - Portogruaro	22.620	1.557	119,22	13	C
I	OVEST, Portogruaro - S. Stino di Livenza	23.320	1.605	118,78	14	C
III	EST, Portogruaro - Latisana	23.600	1.624	118,57	14	C
III	OVEST, Latisana - Portogruaro	23.300	1.604	118,79	14	C

numero tratta	Direzione	TGM [veic./g.]	Vp [pc/h/ln]	S [km/h]	D [pc/km/ln]	LOS
I	EST, S. Stino di Livenza - Portogruaro	22.620	1.038	120,00	9	B
I	OVEST, Portogruaro - S. Stino di Livenza	23.320	1.070	120,00	9	B
III	EST, Portogruaro - Latisana	23.600	1.083	120,00	9	B
III	OVEST, Latisana - Portogruaro	23.300	1.069	120,00	9	B