

GIUDICE DI PACE DI MONTAGNANA

Giudice di Pace dott. Antonio Pontorno

R. G. 035/c/2008

CONSULENZA TECNICA D'UFFICIO

Nella causa promossa da

Carraro Davide

Rappresentato e difeso dall'avv. Valeria Polato

(attore)

contro

il COMUNE DI MONTAGNANA

OGGETTO: RICORSO EX ART. 204-BIS- D. LGS. 285/1992 (CODICE DELLA STRADA)

RELAZIONE DI CONSULENZA TECNICA D'UFFICIO

Con ordinanza 9/7/2008 notificata il 9/7/08, del sig. Giudice di Pace dott. Antonio Pontorno, il sottoscritto ing. Lucio Pardo, iscritto all'Albo degli Ingegneri di Bologna al n. 2909, è stato nominato CTU nella vertenza sopra richiamata.

Prestato il giuramento di rito, nell'udienza del 29/7/2008, il Giudice di Pace, come da verbale di udienza in appresso riportato, ha incaricato il sottoscritto Ing. Lucio Pardo, nato a Trieste il giorno 8/7/1936, con studio in Bologna in V. Etruria 6, tel/fax: 051 533 699, di professione ingegnere, specializzato in trasporti, di rispondere ai quesiti esposti nel sotto riportato Verbale di Udienza.

“Il Giudice di Pace pone al CTU il seguente quesito:

Con riferimento agli impianti semaforici di cui all'art. 41 del C.d.S. in Comune di Montagnana ed alla disciplina dettata per la luce gialla di cui ai commi 2 e 10, PREVIO RILEVAMENTO a) della durata di accensione della luce gialla in tutti gli impianti dotati di strumentazione elettronica c.d. photored, per la rilevazione automatica delle infrazioni ex art. 146 comma 3, C.d.S., sui vari rami stradali dell'intersezione; b) dell'analogia durata su altri normali impianti semaforici esistenti nel comune di Montagnana;

Acquisita ogni utile informazione, anche con riferimento ad impianti simili, in ambito europeo ed avvalendosi di studi specialistici tecnici e medici effettuati da organismi pubblici e non e / o centri specializzati italiani o stranieri (ACI, Studi di ingegneria ecc...)

DICA IL CTU NOMINATO:

- 1) Quanto tempo l'accensione della lampada gialla, che precede l'accensione di quella rossa debba durare affinché possa ritenersi rispettato il principio di prudenza di cui all'art. 41, comma 10 del CdS, secondo il quale: “Durante il periodo di accensione della luce gialla, i veicoli non possono oltrepassare gli stessi punti stabiliti per l'arresto di cui al comma 11, a meno che vi si trovino così prossimi al momento dell'accensione della luce gialla, che non possano più arrestarsi in condizioni di sufficiente sicurezza, in tal caso essi debbono sgomberare sollecitamente l'area di intersezione con opportuna prudenza”.
- 2) Il tempo prudenziale di accensione della luce gialla dovrà tener conto di una frenata tale da provocare l'arresto del veicolo prima della linea di arresto, secondo una decelerazione media, doendosi escludere l'ipotesi di brusca frenata e ciò in rapporto ai vari veicoli ed ai molteplici parametri che verranno in prosieguo indicati e, qualora lo studio si appalesi eccessivamente difficoltoso per via delle troppe variabili, valuti il CTU il rapporto a valori medi di detti parametri.
- 3) nella determinazione della predetta durata, il CTU dovrà tenere conto:
 - a) Del tempo di reazione del conducente medio (peraltro già prestabilito in sede di esame medico per la concessione della patente ex art. 324 del regolamento al C.d.S.).
 - b) Della natura del fondo stradale (asfaltata, lastricata o di altra tipologia);
 - c) Del tipo di veicolo che sta sopraggiungendo al semaforo (motociclo, autoveicolo, autocarro, corriera, ecc...).
 - d) Delle condizioni atmosferiche (strada asciutta, strada umida, strada fangosa, strada bagnata da pioggia battente);

- e) Delle condizioni medie dei pneumatici dei vari veicoli;
 - f) Del tempo di trasmissione meccanica ed oleodinamica dell'azione frenante;
 - g) Di ogni altro fattore influente sulla durata dell'azione frenante, a partire dall'istante dell'accensione del giallo fino a quello del rosso.
- 4) Tutti i parametri di cui al precedente punto 3 dovranno essere rapportati e correlati alla velocità massima consentita e, quindi, ai limiti di velocità imposti dalla segnaletica sulle strade interessate dagli impianti semaforici di cui trattasi.
- 5) Chiarisca altresì il CTU l'esatta interpretazione dei tempi designati in mille secondi di cui alle foto a colori allegate dal resistente comando e la loro esatta interpretazione.
- 6) Il CTU viene fin d'ora autorizzato ad avvalersi di collaboratori di sua fiducia per l'espletamento dell'incarico affidatogli, ad accedere ed ottenere dagli Uffici Pubblici la documentazione di cui necessiterà, ad acquisire notizie e a svolgere ogni ricerca e / o interpellato utile al compimento dell'incarico affidatogli.
- 7) Da terminare per la consegna dell'elaborato peritale di 60 gg.
- 8) Fissa al predetto CTU un fondo spese di 1.000,00 € che pone provvisoriamente a carico del resistente Comune di Montagnana.

Il Giudice di Pace autorizza il CTU al ritiro dei fascicoli e rinvia la causa all'udienza del 7/10/2008, ad ore 12,15.

Il CTU
Firmato
Lucio Pardo

Il Cancelliere
(Firmato)
Dott. Graziano Zattra

Il Giudice di Pace Coordinatore
(Firmato)
dott. Antonio Pontorno

Il Comune di Montagnana, costituito in giudizio in persona del Comandante della P.U. Girolamo Simonato, ha inviato in udienza l'ass. P.U. Daniele Merlino.

Il CTU dichiara:

- di cominciare immediatamente lo studio richiesto.
- di accettare il termine di gg. 60 per la consegna dell'elaborato peritale finale, e cioè entro il 29/9/ 2008.

Il G.d.P. ha consegnato al CTU il fascicolo atti e documenti contenente:

- il ricorso dell'avv. Valeria Polato procuratore e difensore di Davide Carraro presentato il 17/5/2008,
- la Comparsa di Costituzione e Risposta del Comune di Montagnana presentata il 7/7/2008,
- la memoria difensiva dell'avv. Valeria Polato presentata il 29/7/2008.

Come da verbale d'udienza, il sottoscritto ha dato corso alle Operazioni peritali con sopralluoghi sugli incroci controllati da T Red ed acquisizione dati e norme

1. SOPRALLUOGHI IN COMUNE DI MONTAGNANA

1.1

1° SOPRALLUOGO

In data 15.7.2008 avuta notizia il 9.7.2008 dell'incarico di CTU in corso di assegnazione. È stato un sopralluogo preventivo condotto insieme al collaboratore di studio prof. David Pardo ed insieme all'agente della P.U. Claudio Faccio al fine di valutare la geometria degli incroci di Porta XX Settembre (n. 2) e Porta Vicenza, nonché i tempi delle fasi semaforiche.

1.2

2° SOPRALLUOGO

In data 29.7.2008, dopo il conferimento dell'incarico di CTU. È stato eseguito insieme allo stesso prof. David Pardo ed all'agente della P.U. di Montagnana Daniele Merlino. Sono state rilevate le distanze negli incroci controllati, rilevati i tempi di giallo nei diversi bracci degli incroci, acquisite agli atti schede di semafori, visionati i registri delle rilevazioni, preso atto che le infrazioni

documentate dalle apparecchiature T Red sono state contestate solo nei casi in cui i tempi di giallo superavano i cinque secondi .

2. ACQUISIZIONE ELEMENTI OGGETTIVI NEL COMUNE

Inoltre il sottoscritto, ha acquisito ogni utile informazione in merito alla durata del tempo di giallo in tutti gli impianti dotati di strumentazione elettronica di controllo ed in tutti gli altri normali impianti in Comune di Montagnana e quindi ,

- ha preso visione dei documenti affidatigli, e cioè :
 1. del ricorso dell'avv. Polato,
 2. della memoria di costituzione e risposta del Comune
 3. della memoria difensiva dell'avv. V. Polato
- ha svolto indagini presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Montagnana acquisendo agli Atti le planimetrie della viabilità urbana e degli incroci
- ha svolto indagini presso:
 1. il Comando della P.U. del Comune sui semafori, sui controlli e sui registri dei verbali, delle infrazioni
 2. la Soc. Bieffe gestore e manutentore degli impianti semaforici sugli incroci .
 3. la Soc. Citiesse installatore e manutentore degli apparecchi elettronici di rilevamento infrazioni negli incroci regolati da impianti semaforici controllati con il sistema: T – RED.

I documenti acquisiti e riportati in allegato alla presente, per gli incroci fra le vie che convergono su Porta Vicenza e Piazza XX Settembre, sono quelli indicati in appresso:

Tav. 1 Planimetria di Montagnana

3. DOCUMENTI ACQUISITI AGLI ATTI E RILEVAZIONI EFFETTUATE

3.1 DOCUMENTI

A- PLANIMETRIE IN SCALA, (v. allegati)

**TEMPO di FUNZIONAMENTO (IN S.) della FASE di GIALLO rilevato l'16.11.2008 dal T-RED
(cfr. Verbale Carraro) SEC. 5,00**

TEMPI di FUNZIONAMENTO RILEVATI dal CTU il 29.7.2008 SEC. 5,00

planimetria dell'intersezione Piazza XX Settembre scala 1:500

Tav 1. Piazza XX Settembre. Geometria dell'incrocio e impianto semaforico

Tav.2. Piazza P.ta Vicenza. Geometria dell'incrocio e impianto semaforico

Tav.2b Piazza P.ta Vicenza. Planimetria in scala 1: 500

Tav. 3 Diagramma di fasatura dell'impianto semaforico P.ta XX Settembre

Tav. 4 Diagramma di fasatura dell'impianto semaforico Piazza P.ta Vicenza

3.2 TEMPI DI GIALLO RILEVAZIONI E CONFRONTI

A. INCROCIO N. 1 - PORTA XX Settembre

TEMPO di FUNZIONAMENTO (IN S.) della FASE di GIALLO RILEVATO il 7.11.2007 DALLA Soc. CTS all'atto dell'installazione del T-RED

Verso Mantova SEC. 5,00

TEMPO di FUNZIONAMENTO (IN S.) della FASE di GIALLO rilevato l'16.11.2008 dal T-RED (cfr. Verbale Carraro) SEC. 5,00

TEMPI di FUNZIONAMENTO RILEVATI dal CTU il 29.7.2008 SEC. 5,00

B. INCROCIO NR. 2 PORTA VICENZA

TEMPO di FUNZIONAMENTO (IN S.) della FASE di GIALLO RILEVATO il 7.11.2007 DALLA Soc. CTS all'atto dell'installazione del T-RED (a fronte di dichiarazione del Comandante della PU che poi tutti i tempi di giallo avrebbero a breve rispettato il minimo di 5,00 sec)

verso via Roma e viale Trento SEC. 4,00

Verso Mantova SEC. 5,00

TEMPI di GIALLO RILEVATI dal CTU il 29.7.2008 SEC. 5,00

3.3 GEOMETRIA DEGLI INCROCI

Le planimetrie (tav. 1 e tav. 2), indicano le lunghezze dell'attraversamento cioè la distanza L fra le opposte linee di arresto. Con questo dato siamo in grado di determinare il tempo che occorre per attraversare l'incrocio "sollecitamente con opportuna prudenza" cioè con una velocità V di 50 km/h = 13,88 m/s., ma di 40 km/h (11,12 m/s) per autotreni ed autobus. Il tempo di attraversamento è $T = L/V$. Si ricava dai dati geometrici, per ogni prefissata velocità.

Dalla tav. n. 1 (incrocio Porta XX Settembre) si ricavano distanze fra le opposte linee d'arresto, larghezze stradali. Con questi dati si calcolano i tempi di attraversamento più lunghi (autobus ed auto articolati a 40 km/h)

tempi di attraversamento.

Distanze fra linee d'arresto

via Circonvallazione $L_{\text{Circonvallazione}} = 44,70 \text{ m}$ $T_{\text{autotreni}} = 44,70/11,12 = 4,01 \text{ s}$

Via Spalato $L_{\text{Spalato}} = 28,40 \text{ m}$ $T_a = 28,40/11,12 = 2,52 \text{ s}$

Larghezze stradali

Sulla via Circonvallazione $I_{\text{Circonvallazione}} = 11,80 \text{ m}$

Sulla Via Spalato $I_{\text{Spalato}} = 11,00 \text{ m}$

Dalla tav. n. 2 (incrocio P.ta Vicenza) si ricavano distanze fra le opposte linee d'arresto, larghezze stradali, tempi di attraversamento.

Distanze

via Circonvallazione $L_{\text{Circonvallazione}} = 40,00 \text{ m}$ $T_{\text{autotreni}} = 40,00/11,12 = 3,60 \text{ s}$

Viale Trento $L_{\text{Trento}} = 34,00 \text{ m}$ $T_a = 3,02 \text{ s}$.

Larghezze stradali

via Circonvallazione $L_{\text{Circonvallazione}} = 15,60 \text{ m}$

Viale Trento $L_{\text{Trento}} = 12,00 \text{ m}$

4 . ANALISI DELLA SEQUENZA FOTOGRAFICA RILEVATA DA T _ RED

DATI GENERALI RIPORTATI NELLA SEQUENZA FOTOGRAFICA

L'apparecchiatura denominata T - Red produce, per ogni ciclo semaforico, un elaborato grafico relativo al semaforo controllato, che contiene:

- una striscia orizzontale a colori (diagramma dei tempi) che riporta la frazione finale del verde, il tempo di giallo, e parte del tempo di rosso;
- n. 4 fotogrammi a colori in basso, che riprendono l'incrocio con la lanterna semaforica . Con la sequenza temporale si vede chi passa con la luce rossa.
- n. 2 fotogrammi più grandi in alto, in bianco e nero. Le foto riprendono il particolare della targa della vettura che contravviene. (È opportuno che i due fotogrammi siano contemporanei con due dei fotogrammi a colori, in modo da togliere ogni dubbio sul fatto che si tratti sempre della stessa autovettura).

- **Per ognuno dei fotogrammi un collegamento grafico al diagramma dei tempi in modo tale che per ogni fotogramma si ha :**

Tav. 5 SEQUENZA FOTOGRAFICA RILEVATA DA T - RED

4 . ANALISI DELLA SEQUENZA FOTOGRAFICA RILEVATA DA T _ RED

(segue da pag. 15)

- Per ognuno dei fotogrammi un collegamento grafico al diagramma dei tempi in modo tale che per ogni fotogramma si ha :
 - la data della fotografia
 - l'ora della fotografia espressa in ore – minuti – secondi – millesimi di secondo (es. 9:02:16 359 significa che la foto è stata scattata alle 9 e 2 minuti e 16 secondi e 359 millesimi di secondo)
 - l'ora in cui si è accesa la luce gialla
 - l'ora in cui si è accesa la luce rossa.
 - Il tempo di rosso già trascorso

In tal modo per ogni contravventore si possono avere n. 4 fotogrammi del veicolo che transita con la luce rossa (cioè davanti alla linea d'arresto veicoli , oltre a questa ma ancora fuori dall'incrocio - p. es. sul passaggio pedonale- , entro l'incrocio , oltre l'incrocio)

DATI PARTICOLARI NELLA SEQUENZA FOTOGRAFICA DEL RICORSO CARRARO

Si esamina ora nel dettaglio i fotogrammi prodotti nel ricorso Carraro .

1. Informazioni contenute nel primo fotogramma

(1° in basso a sinistra, di cui vi è anche l'ingrandimento : 1° foto in alto a sinistra nella quale non compare integralmente la targa):

1. il veicolo è in prossimità della linea bianca di arresto
2. la foto è stata scattata il 16 novembre 2007 alle ore 09:02:16 359
3. il rosso si é acceso alle 9:02:16 000, cioè 359 millesimi di sec. prima dello scatto della foto (valore riportato anche nel rettangolo rosso adiacente alla foto)
4. il giallo si é acceso alle ore 09:02:11 000 (ovvero 5,000 secondi prima del rosso) e cioè 5 secondi e 359 millesimi prima dello scatto della foto

2. Informazioni contenute nel secondo fotogramma

(il secondo in basso da sinistra):

5. il veicolo ha già attraversato la linea bianca di arresto ed è sulle strisce pedonali, deve ancora impegnare l'incrocio.
6. la foto è stata scattata il 16 novembre 2007 alle ore 09:02:19 819

7. il rosso si é acceso alle ore 09:02:16 000 e cioè 3 secondi e 819 millesimi di secondo prima dello scatto della foto (valore riportato anche nel rettangolo rosso adiacente alla foto)
8. il giallo si era acceso alle ore 09:02:11 000 e cioè 8 secondi e 819 millesimi prima dello scatto della foto

3. Informazioni contenute nel terzo fotogramma (il terzo in basso da sinistra):

9. il veicolo ha superato le strisce pedonali deve impegnare ancora l'incrocio
10. la foto è stata scattata il 16 novembre 2007 alle ore 09:02:22 739

4. Informazioni contenute nel quarto fotogramma (il primo in basso da destra):

11. il veicolo si trova esattamente nella stessa posizione del terzo fotogramma. Si evince che il veicolo era fermo.
12. la foto è stata scattata il 16 novembre 2007 alle ore 09:02:24 239

5. Conclusioni

I veicolo dopo 8 sec. e 239 millisec. di tempo di rosso non ha ancora superato l'incrocio. Verosimilmente lo ha superato solo nella successiva fase di luce verde.

-

Informazioni contenute nel fotogramma in alto a destra

Il fotogramma è stato scattato il 16 novembre 2007 alle ore 09:02:16 899 e ritrae il veicolo nell'attraversamento della linea di arresto nel quale è visibile la targa.

5.- ELEMENTI TEORICI DI VALUTAZIONE

5.1. LETTERATURA TECNICA.

L'argomento della regolamentazione semaforica, delle intersezioni e della rilevazione delle infrazioni commesse in Italia è ora di grande attualità, per una serie concatenata di fattori (riduzione dei tempi di giallo agli incroci

semaforizzati, rilevazione automatica delle infrazioni, scambio d'informazioni fra gli utenti in tempo reale, rilievo dato dai mezzi di comunicazione).

Non sempre l'argomento è approfondito a sufficienza, non sempre esistono aggiornate e coerenti indicazioni operative, non sempre da parte degli istituti centrali si emettono indicazioni operative aggiornate, fermandosi al livello di Bozza o di "studio Pre-Normativo".

Pertanto è opportuna una ricognizione preventiva.

Nel merito, il sottoscritto ha esaminato la letteratura scientifica ed in particolare, sia i seguenti volumi e fascicoli:

1. E. Stagni, *Tecnica ed Economia dei trasporti*, (IV Ediz.) Parte 1°, (Meccanica della Locomozione), Patron, Bologna, 1980
2. G. Praitoni, *Corso di teoria e Tecnica della Circolazione*, L., anno accademico. 2007, Dispense Distart, Bologna 2007
3. HCM -Highway Capacity Manual, Edizione 2002 e Manuale di Capacità delle strade, prima ed. italiana tradotta, ACI, Mi, 1965
4. S. Rinelli, *Intersezioni Stradali Semaforizzate*, Utet Libreria s.r.l. Torino 2000
5. *Codice della Strada, commentato: Leggi delega, Regolamento, Leggi Complementari, Giurisprudenza, Tecnica Circolazione, Tabelle e diagrammi/ Giuseppe Marcon, Lucia Marcon, Cedam ed. Padova 2003.*
6. *Bozza di norma italiana CEI 214 Sistemi semaforici. 2000*
7. *Studio Pre-Normativo pubblicato dal C.N.R. il 10.9.2001. Rapporto di sintesi -Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali - Ed. Ministero Infrastrutture e Trasporti.*
8. *Regolazioni semaforiche: metodologie CNR 92 ed HCM 94, a confronto: Sascia Canale - Salvatore Leonardi -Maurizio Barone -dell'Università di Catania. (Strade, ferrovie ed aeroporti).*

Sia alcune pubblicazioni on-line fra le quali in particolare:

1. *Analisi critica del fenomeno dell'aderenza in campo stradale e ferroviario- Sascia Canale - Salvatore Leonardi - Francesco Nicosia*

dell'Università di Catania. (Strade, ferrovie, aeroporti)
<http://www.stradelandia.it/pubdown/05.pdf>

2. Ministero dei Trasporti-Revisioni ed efficienza frenante-ex DM n. 23.10.96 n. 628, Testo coord. Circolari 88/95 e 112/96
3. A. Menegon-Linee guida per una corretta progettazione del tempo di giallo al semaforo (www.venetoonline.info)
4. Comune di Genova, Piano Urbano Mobilità e Trasporti , 2007.
5. Comune di Pisa, Rete Civica Pisana, Spazi di frenata, in base al tipo di veicolo: a) su strada asciutta, b) su strada bagnata.
6. Corrado Frisiero, IL TEMPO DI GIALLO DEGLI IMPIANTI SEMAFORICI, su "Professione ingegnere", Ordine Ingegneri, (VI). Febr. 2007.
7. Vincenzo Di Michele " Lo spazio di arresto" Shiny Stat on line 14.
8. Sicur Auto – Distanza di sicurezza.
9. P. Baroni.- Distanza di arresto. Google "distanza d'arresto".
10. Risposta a interrogazione Parlamentare 4/05210 del 28/1/2008. Il Ministro Bianchi risponde all'interrogante Iannone.

Da queste, il sottoscritto ne ha dedotto alcune considerazioni generali , qui di seguito riportate, e che ritiene opportuno premettere all'indagine specifica.

5.2. CRITERI DI SICUREZZA E LIVELLI DI SERVIZIO.

Nella progettazione di opere a servizio dell'uomo l'ingegneria si serve, secondo i casi, di due criteri differenti fra loro, quello della Sicurezza e quello del Livello di Servizio.

Con il primo criterio ci si pone l'obbiettivo di rendere impossibile, o meglio estremamente improbabile, l'evento negativo fatale (collasso di manufatti, collisione di veicoli etc.)

Con il secondo criterio l'obbiettivo è quello di ridurre il più possibile la probabilità dell'evento negativo (congestione della strada, saturazione dell'incrocio, esondazione del territorio.) ed insieme di utilizzare nel migliore dei modi le risorse disponibili.

In pratica una volta il manufatto progettato doveva impedire non il massimo evento negativo, ma solo un altro prescelto di gravità inferiore (la XXX° ora di punta annuale per avere la larghezza della strada sufficiente a smaltirla, la III° massima piena nell'arco di cento anni per l'altezza degli argini adatti a reggerla e così via), lo stesso concetto è espresso ora, quando si consegue un prefissato livello di servizio.

Dai due diversi principi derivano dati di progetto diversi.

- Per ottenere un dato livello di servizio si considera la condizione media dell'utente medio del veicolo medio e della strada, (cioè il flusso che in media arriva all'incrocio in un dato arco tempo).
- Per garantire la sicurezza, si cerca di evitare la condizione più sfavorevole fra tutte quelle possibili.

Per un incrocio regolato con semaforo, nel primo caso, il progettista studia il moto di un veicolo medio, in condizioni medie della strada e del traffico, e con questi dati procede nella progettazione. Posto che le velocità in gioco sono basse, l'eventuale danno dell'effetto negativo indesiderato è, nell'insieme, limitato. Si avrà una maggiore congestione ed un più basso livello di servizio dell'incrocio.

Ma nel secondo caso, il legislatore prescrive che il singolo guidatore, anche il più sfavorito e non solo il guidatore medio, può attraversare l'incrocio se, all'apparire del giallo "non può arrestarsi in condizioni di sufficiente sicurezza" ed il Ministro Bianchi, il 28/1/2008 , rispondendo in Parlamento all'interrogazione 4/05210, ricordato che esiste un minimo inderogabile di 3", in assenza di traffico pesante, precisa che , dalla "norma di legge, non è prefissata la durata del giallo" e quindi non esiste un limite superiore al tempo di giallo.

Sicurezza e regolarità di marcia garantite quindi anche alla condizione più sfavorita, quale, nell'incrocio in oggetto, quella d'un autosnodato su strada fangosa (inizio di pioggia), oppure d'un autobus passeggeri di m. 18,00 (v. lettera 10.6.08 di Autisti ATC a "la Repubblica" Bologna)

Il progettista deve conciliare esigenze diverse e tener presente che i dati delle circolari del CNR, volti a conseguire livelli di servizio ottimali, sono indicazioni di

progetto, mentre i dettati del C.d.S. , sulle norme di comportamento del guidatore (titolo V), tesi a garantire la sicurezza degli utenti, sono norme di legge, corredate da opportune sanzioni.

Non sembra allo scrivente casuale il fatto che la legge, così tassativa per chi passa col rosso, per il tempo di giallo si astenga dal definire un valore preciso e definisca invece i criteri per calcolarlo caso per caso .

5.3. INTERSEZIONI STRADALI, REGOLAZIONE SEMAFORICA, FASI.

L'intersezione stradale può essere libera, quando le correnti di traffico che s'intersecano non sono rilevanti. Quando una corrente presenta flussi rilevanti occorre sovrapporre una regolamentazione semaforica ai conflitti di percorso. Con un insieme di luci, verdi per una direzione e rosse per quella che la intersecherebbe, si può lasciare libero l'incrocio prima per l'una e poi per l'altra corrente di traffico.

La corrente di traffico, non può passare dal verde al rosso all'istante. La corrente in movimento non si blocca di colpo avanti la linea d'arresto né l'incrocio si sgombera subito dai veicoli che lo impegnano. .

Occorre un colore intermedio (il giallo), che appaia dopo il verde, per consentire l'arresto tempestivo dei veicoli che si approssimano all'intersezione e, nello stesso tempo, lo sgombero dei veicoli in moto, nella zona di incrocio. Altrimenti, i veicoli della corrente antagonista, partendo, verrebbero ad interferire con quelli ancora in moto, nella zona di manovra. Il giallo è quindi l'elemento della segnalazione che permette il passaggio da una corrente di traffico a quella antagonista (ortogonale o altro).

La durata del tempo intermedio (giallo o rosso) deve soddisfare due diverse esigenze: l'arresto tempestivo della corrente in avvicinamento e lo sgombero della "coda" della corrente che ha attraversato.

Nella pratica, il tempo di giallo non ha un ruolo autonomo nel ciclo, ma è la "coda" della fase verde che precede, ed è correlata alla fase rossa della corrente antagonista, che non deve confliggere.

Il C.d.S. stabilisce che, durante il tempo di giallo, i veicoli non possono oltrepassare gli stessi punti stabiliti per l'arresto, di cui al comma 11, a meno che vi si trovino così prossimi, al momento dell'accensione della luce gialla, che non possano più arrestarsi in condizioni di sufficiente sicurezza; in tal caso essi devono sgombrare sollecitamente l'area di intersezione, con opportuna prudenza".

È chiaro quindi che la distanza d'arresto allo scattare del giallo deve essere maggiore di un prefissato valore di soglia

La prescrizione di sgombrare l'incrocio sollecitamente, e con opportuna prudenza è un esplicito invito a sgombrare il più presto possibile, ma facendo innanzitutto attenzione a non collidere ed a non superare la massima velocità consentita (50 km/h), ovviamente per gli autotreni ed autoarticolati una velocità prudente non supera i 40 km/h .

Dal C.d.S. si evince chiaramente che la distanza che va dalla posizione occupata dal veicolo all'apparire del giallo fino alla linea d'arresto, deve potere essere percorsa durante il tempo di giallo.

Per i veicoli che al momento dell'accensione della luce gialla hanno già passato il traguardo (ideale) che definisce il limite ultimo per la frenatura e non possono arrestarsi, per mancanza di spazio sufficiente, prima della linea d'arresto, si pone la necessità di proseguire e di attraversare l'incrocio, con sufficiente sicurezza.

Questa condizione Il C.d.S. la indica, senza ulteriori dettagli.

È pertanto necessario soffermare la propria attenzione sulle diverse situazioni ipotizzabili in sede di progetto che deve sempre precedere l'installazione di un impianto semaforizzato.

La progettazione compete all'ente gestore della strada, che può essere proprietario oppure concessionario, il quale stabilisce come assegnare i tempi di transito alle diverse correnti di traffico. (v. Schema 1, Fasi Semaforiche per il guidatore, in allegato)

5.4. NORMATIVA E INDICAZIONI DI PROGETTO

Il DM 19.04.2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” non fa cenno a criteri per la regolazione delle intersezioni semaforizzate con annesso tempo di giallo. Il rapporto di Sintesi dello “Studio Pre-normativo”, (B.U./C.N.R. 10.9.2001), con una proposta metodologica elaborata su una precedente proposta delle Norme CNR '92 al posto del giallo definisce il “tempo di sicurezza **ts**”.

Questo è il tempo “che deve essere assicurato fra la fine del verde di un segnale e l’inizio del verde del segnale di una corrente antagonista”.

Il tempo **ts** contiene quello di giallo; è la somma algebrica di tre tempi.

$$\mathbf{ts} = \mathbf{tu} + \mathbf{te} - \mathbf{ti} \quad \text{ove:}$$

tu = tempo di uscita, dall'accesso all'intersezione per quei veicoli che non riescono a fermarsi prima della linea d'arresto. Assomma il tempo di reazione t_r e quello di frenata S_f / v_v . Si ha quindi: $t_u = t_r + S_f / v_v$

te = tempo di sgombero, permette al veicolo in uscita di superare il punto di conflitto, mentre nessun nuovo veicolo entra nell'incrocio, salvo chi ha già passato la linea di arresto. Chiamando D la larghezza dell'incrocio e d la lunghezza del veicolo si ha $t_e = D / v_v + d / v_v$

Questo tempo, per la corrente antagonista, è rosso.

Per il veicolo che procede è un tempo di sgombero, quindi, ai sensi dell'art. 41₁₀ è sempre un tempo di giallo.

ti = tempo di ingresso, è quello impiegato dal veicolo della corrente antagonista per percorrere la distanza fra la linea di arresto ed il “punto di conflitto” con la corrente precedente. Si sottrae agli altri due. È come una disponibilità di tempo aggiuntiva. Tuttavia la sua valutazione suscita perplessità (C. Frisiero, A. Menegon e altri) poiché questa indicazione è una novità, proposta invece del tempo di giallo, (che nelle precedenti norme era fissata in un tempo fisso di 4”) , perché non è precisa, posto che i veicoli non sono puntiformi ed il cosiddetto punto di conflitto è più un' indefinita area di conflitto,

perché non è opportuno regolare il traffico senza intervallo di sicurezza fra due correnti antagoniste.

Ma le perplessità maggiori riguardano le indicazioni secche, non corredate da alcun calcolo di supporto né da alcuna considerazione scientifica, e quindi non si sa come raccordabili alla metodologia di cui sopra, e precisamente la proposta di tempi di giallo di:

- 3 secondi per incroci con autoveicoli in ingresso a 50 km/h.
- 4 secondi per incroci con autoveicoli in ingresso a 60 km/h, oppure con traffico pesante in ingresso a 50 km/h.
- 5 secondi per incroci con veicoli in ingresso a 70 km/h) .

Tali tempi si raggiungono solo con decelerazioni assai elevate (v. tab. 3) Invece il B. U. del CNR 15.12.1992, n. 150, "Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane", suggerisce (cfr Rinelli, pag. 91) per tutte le fasi e per tutte le intersezioni

un tempo di giallo t_g costante pari a:

$t_g = 4 \text{ sec.}$ per strade urbane, e

$t_g = 5 \text{ sec.}$ per strade extra urbane, con velocità più elevate.

Si deve però ricordare che "qualora l'intersezione sia piuttosto ampia, (larghezza dell'attraversamento $L > 12 \text{ m.}$) i tempi di giallo predetti, pur commisurati alla distanza di arresto, non sarebbero di durata tale da consentire ai veicoli, impossibilitati ad arrestarsi, di passare in condizioni di sicurezza".

Allora occorre aggiungere in aumento del giallo, il tempo intermedio. Come larghezza dell'incrocio, si può considerare la massima distanza, interessata dalle diverse manovre. É la distanza fra due opposte linee d'arresto nei due sensi di marcia di una stessa strada (Circonvallazione a P.Ta XX Settembre, 44,70 m., che per i veicoli lunghi o autobus)

Sulla base di quanto sopra, per l'incrocio n. 1 (pag. 11) applicando le Norme CNR 1992:

- Il suggerimento di tempo di giallo di 4 sec. (da ritenere il minimo)

- Il suggerimento di un intertempo “in aumento al giallo”, posto che l’incrocio ha una larghezza dell’attraversamento $L > 12$. L’attraversamento dell’incrocio alla velocità massima di 13,89 m/s richiede un tempo di $44,70/13,89 = 3,22$ “. Questo è il valore minimo del tempo, quando l’attraversamento è effettuato con la velocità massima ammessa di 50 km/h. Sommando i due si ha 7,22 s. Ma se si vuol tenere conto del traffico pesante l’attraversamento avverrà a 40 km/h, con un tempo di $44,70/11,12 = 4,02$ s.

Sommando i due tempi si ha 8,02 s.

Come si vede anche con le Norme CNR 1992 la fase di progetto del tempo di giallo porge un valore di 8,02

Le indicazioni di progetto assumono anche interesse pratico da quando attribuire un tempo ad una corrente piuttosto che ad un’altra è sanzionato con l’irrogazione di sanzioni, come esposto nello schema 1 che segue.

5.5 FUNZIONE DEL TEMPO DI GIALLO

Il periodo di accensione della luce gialla, deve permettere ai veicoli di

1. non oltrepassare la striscia d’arresto (o le strisce pedonali o il segnale) arrestandosi in condizioni di sufficiente sicurezza, o
2. Impegnare l’incrocio se, al momento dell’accensione della luce gialla, vi si trovano così prossimi, da non potersi più arrestare in condizioni di sufficiente sicurezza.

Solo il primo caso si esaurisce nel tempo di giallo.

Il secondo si può prolungare in un tempo già rosso per la corrente del veicolo in oggetto ed ancora rosso per la corrente antagonista. In questo tempo l’incrocio é “tutto rosso”. Il caso 1, del punto precedente dalla prospettiva del guidatore, si articola nella successione dei diversi tempi di: avvistamento del semaforo, di decisione, di frenatura.

SCHEMA. 1 . FASI SEMAFORICHE PER IL GUIDATORE IN DIREZIONE A F

	TEMPI DELLE FASI SEMAFORICHE	ASSEGNAZIONE
	NORMATO DAL C.d.S.	NON NORMATO AL C.d.S.

A	TEMPO DI VERDE t_v Mi serve per procedere Nel mio senso di marcia	E' MIO art. 41 /9
B	VERDE LAMPEGGIANTE O NUMERATORE COUNT DOWN Mi preavvisa la fine del verde senza alterare le fasi semaforiche.	E' MIO
C	TEMPO DI GIALLO t_g Mi serve per: <ul style="list-style-type: none"> Arrestarmi prima della linea di arresto, se dispongo di un sufficiente spazio di frenatura e di arresto. Proseguire e sgomberare l'incrocio se non c'è più lo spazio minimo di arresto 	E' MIO art. 41/10 Nessuna sanzione art. 41/10 Nessuna sanzione
D	TEMPO DI TUTTO ROSSO <ul style="list-style-type: none"> Innovazione <u>al CdS</u> introdotta da CNR '92 Sostituisce, il mio t_g, rimasto come franchigia 4" <ul style="list-style-type: none"> Altera le fasi semaforiche. mi serve per sgomberare l'incrocio, sanzionandomi 	E' MIO Non previsto dal CdS Sanzionato con photored (art. 146)
E	TEMPO DI ROSSO t_r <ul style="list-style-type: none"> Serve al guidatore opposto, per attraversare l'incrocio. E' sanzionato dall'art. 146 	E' DELL'ALTRO: (corrente opposta) art. 41/11, art. 146
F		

La fase **A C** (VERDE) determina la mia disponibilità dell'incrocio.

In altri paesi (Austria, Slovenia.....) la coda del verde (B C) è lampeggiante oppure conteggiata con un numeratore e costituisce praticamente un preavviso del mio tempo di giallo, quando questo è ritenuto insufficiente.

La fase **C D** (GIALLO) mantiene la mia disponibilità (con preavviso d'interruzione di questa) sia dello spazio di arresto sia dell'incrocio. Il C.d.S. definisce quando devo arrestarmi prima e quando devo attraversare e liberare l'incrocio

La fase **E F** (ROSSO) costituisce il mio tempo di rosso. Corrisponde al tempo di verde della corrente opposta. Il suo utilizzo, da parte della mia corrente A è una sottrazione indebita, pericolosa e giustamente sanzionata, del tempo di verde che l'Ente Proprietario della strada assegna alla corrente avversaria.

La fase **D E** (TUTTO ROSSO) è un margine di sicurezza (suggerito nel 1992 dal CNR) per facilitare lo sgombero dell'incrocio. È molto diverso dal tempo di rosso EF (che corrisponde al tempo di verde della corrente opposta), ma la sua violazione è sanzionata come se creasse lo stesso pericolo di quella del punto precedente.

5.6. TEMPO DI REAZIONE, TEMPO DI FRENATURA E DI ARRESTO.

Tempo e Spazio di percezione e decisione.

Occorre valutare il tempo necessario al guidatore di un veicolo, che procede sulla strada ad una velocità massima consentita, per poter decidere di arrestarsi ed arrestare il veicolo prima dell'incrocio.

Tra l'avvistamento del segnale e l'attivazione dei comandi su impulso del conducente, intercorre un tempo durante il quale il veicolo percorre un certo spazio. Per tale intervallo di tempo in letteratura ci sono diverse definizioni, con uguale significato concettuale e valore numerico, che però accentuano, diversamente, i vari aspetti del fenomeno.

La definizione di Tempo Psico-Tecnico, sottolinea che parte di questo dipende dalle reazioni psichiche del guidatore e parte dall'inerzia e dai giochi al contatto degli organi meccanici del veicolo, (negli autotreni fino a 0,3 sec.), quella di Tempo di Percezione, Intelligenza, Emotività Volontà (P.I.E.V.) distingue fra le diverse componenti psichiche della decisione (v. Praitoni, P.I.E.V. da 1 a 2 s.), quella di Tempo di Percezione -Decisione indica inizio e fine del percorso psichico, quella di Tempo di Reazione solo la fine. Tutte indicano da un min. di 1 s. a un max. di 2 s. In questa sede interessa molto rispondere al quesito 3, comma 2 , posto al CTU, richiamando l'attenzione su di una componente temporale, non ancora considerata isolatamente e cioè sul Tempo di scelta.

Si tratta di un caso particolare che si presenta davanti ai semafori. All'apparire del giallo il guidatore deve valutare, lui, se la distanza che lo separa dalla linea di arresto è tale da permettergli di arrestarsi in condizioni di sufficiente sicurezza.

Se un guidatore si imponesse di frenare, comunque senza esitazione, si avrebbe un tempo ridotto di decisione. Ma invece c'è un'incertezza umana di valutazione, se riuscire a fermare il veicolo prima della linea d'arresto. E si possono aggiungere, davanti al semaforo, dei fattori di disturbo, legati alle condizioni della strada e del traffico, non controllati da alcuna apparecchiatura automatica, quando mancano i vigili.

Ciò posto, tenendo conto anche del tempo di scelta, il tempo di reazione complessivo è di 2 sec.

Pertanto il veicolo con velocità $V_0 = 50 \text{ km/h} = 13,88 \text{ m/s}$ (V massima) percorre, durante il tempo di reazione da 13,88 m a 27,76 m.

A questo va aggiunto il tempo t_f , necessario per percorrere lo spazio di frenatura con moto uniformemente decelerato, da 50 km/h. (13,88 m/s) fino a zero. Il veicolo che procede sulla strada con moto rettilineo uniforme, $V = S/T$ deve potersi arrestare prima dell'incrocio.

Con le formule della cinematica si ha

$$S = \frac{1}{2} a t^2 + V_0 t \quad (1)$$

$$V = a \cdot t + V_0 \quad (2)$$

A vettura ferma, $V = 0$. Con $V = 0$ la (2) diventa

$$a \cdot t = -V_0 \quad \text{e sostituendo nella formula (1)}$$

$$S = \frac{1}{2} (-V_0) \cdot t + V_0 t \quad S = \frac{1}{2} V_0 t \quad (3)$$

da cui, con $t = -V_0 / a$ diventa $S = -V_0^2 / 2 a$ (4).

Dalla (3) ricava anche la $t = 2S / V_0$. (5)

Con le (4) e (5) si ricavano i valori degli spazi e dei tempi di frenatura del veicolo considerato con massa puntiforme e senza approfondire le possibili diverse condizioni di aderenza e attrito.

Si considerano decelerazioni variabili da 8 m/s² a 2 m/s²

I valori dei tempi di frenatura sono riportati nella seconda riga della tabella n. 3 che segue. Aggiungendo i tempi di PIEV, minimi, medi e massimi, valutati in 1 – 1,5 – 2 sec si ottengono i tempi totali di arresto .

TAB. 3- SPAZI E TEMPI DI FRENATURA DI AUTOVEICOLI CON V=13,88

m/s

(moto uniformemente decelerato, massa puntiforme)

	8 m/s ²	6m/ s ²	5 m/s ²	4 m/s ²	3 m/s ²	2 m/ s ²
Spazio di frenatura S_f in m.(v. 3)	12,04	16,05	19,27	24,08	32,11	48,16
Tempo di frenatura t_f in sec. (v. 4)	1,74	2,31	2,78	3,46	4,63	6,93
Tempo di arresto t_a	2,74	3,31	3,78	4,46	5,63	7,93

Min, con $t_{pd} = 1 \text{ sec.}$						
con $t_{pd} = 1,5 \text{ sec.}$	3,24	3,81	4,28	4,96	6,13	8,43
Max, con $t_{pd} = 2 \text{ sec.}$	3,74	4,31	4,78	5,46	6,63	8,93

La decelerazione si suppone costante, durante la frenata. Ai diversi valori di decelerazione, corrispondono diversi valori di spazi e tempi.

Va rilevato che in questo contesto, spazi e tempi hanno senso solo se si stabiliscono preliminarmente i valori delle decelerazioni.

I valori esposti in tabella vanno dalla frenata morbida con una decelerazione di 2 m/s^2 a quella brusca cd "inchiodata".

A ciascuno di questi valori si associano situazioni descritte in appresso.. (cfr A. Menegon su Giornale Veneto – www.venetoonline.info).

1. L'accelerazione e decelerazione di 2 m/s^2 è il dato di progetto per rampe d'accesso ed uscita dall' autostrada, Il valore minimo di 2 m/s^2 si usa per arrestare con sicurezza il veicolo. Con la (4) e la (5) si ha che per azzerare la velocità di $120 \text{ km/h.} = 33,33 \text{ m/s}$ occorrono uno spazio di $277,78 \text{ m.}$ ed un tempo di $16,67 \text{ s.}$
Con tali valori di progetto si proteggono la marcia sulle rampe, da possibili gravi incidenti e la pavimentazione bituminosa da dannosi sforzi tangenziali dovuti a brusche frenate.
2. Il valore di $2,5 \text{ m/s}^2$ è quello medio riferito all'autovettura ante 1989 revisionata e collaudata, con modesta efficienza frenante come esposto nel seguito.
3. I valori superiori a 3 m/s^2 , sono riferiti a veicoli più moderni, come quello utilizzato per l'esperienza in S. Arcangelo.
4. I valori più elevati di tabella sono quelli riferiti alle autovetture corredate di sistemi antislittamento (ABS).

Comunque la decelerazione di frenatura dipende dagli sforzi frenanti trasmessi dai freni alle ruote e da quelli trasmessi dalle ruote al terreno. Esaminiamo separatamente le due componenti in serie del sistema, il contatto ferodo-tamburo fissato alla ruota, il contatto pneumatico manto stradale.

5.7. DECELERAZIONE, EFFICIENZA FRENANTE, ADERENZA

L'effetto frenante si basa sul contatto fra una superficie ferma ed un'altra in movimento, ove la prima trasmette uno sforzo all'altra.

Nel freno, l'elemento mobile con il ferodo, preme sul tamburo fissato alla ruota che altrimenti continuerebbe liberamente a girare.

Sulla strada, la ruota, costretta a girare meno velocemente di quanto compete al suo moto di traslazione, trasmette al terreno, ed il terreno reagisce trasmettendo alla ruota, uno sforzo in senso opposto al moto.

Gli ingegneri schematizzano il fenomeno con la "sovrapposizione degli effetti" dicendo che "tutto va come se", sul moto rettilineo uniforme, per inerzia in avanti, si sovrappone il moto contrario all'indietro, causato dalla coppia di forze frenanti in senso contrario a quello motore.

Il massimo effetto frenante su di una data autovettura si ha quando

- non slittano i ferodi dei freni sui tamburi fissati alle ruote ,
- non slittano le ruote sul terreno.

Lo sforzo ruota – terreno, in regime di aderenza, noto e studiato (Istituti di Ricerca, case produttrici di pneumatici, fabbriche di automobili, Automobil Club) ed a livello scientifico, è più conosciuto che normato .

Altra cosa è l'efficienza frenante.

Tale parametro nominalmente definito e normato in sede comunitaria, ha valore di riferimento in sede di omologazione e revisione dei veicoli e stabilisce che valori minimi di forza frenante deve presentare un dato veicolo per poter circolare sulle strade.

Tale valore è determinato su banchi di prova, normati ed omologati, secondo protocolli comunitari richiamati nella nota: *Ministero dei Trasporti-Revisioni ed efficienza frenante-ex DM n. 23.10.96 n. 628, Testo coord. Circolari 88/95, 112/96, e Lettere Circolari successive* che recita:

"chiamasi efficienza frenante il rapporto tra la massima forza frenante (F) che un veicolo riesce a sviluppare sulle quattro ruote, ed il peso (P) del veicolo a vuoto aumentato di 75 kg per ipotetico guidatore".

L'efficienza frenante è un numero puro così come lo è il coefficiente di aderenza, si tratta però di parametri diversi.

Nel caso delle autovetture, sono omologate e superano la revisione quelle che presentano una efficienza frenante almeno pari a 0.45 se omologate fino al 1989 e 0.5 se omologate dopo il 1989.

Per una vettura con peso a vuoto di 925 kg, (omologata fino a 1300 kg) immatricolata prima del 1989 la forza frenante è 450 kg e valgono le due relazioni:

$$F = m \cdot a = 450 \text{ kg} \quad P = m \cdot g = 1300 \text{ kg} \quad \text{ove } a =$$

decelerazione in frenata, g = accelerazione di gravità. Dividendo membro a membro si ha :

$$a = 450 / 1.300 \cdot 9,81 = 3,39 \text{ m/s}^2$$

Pertanto, $a = 3,39 \text{ m/s}^2$ è la decelerazione max applicabile per quella vettura. Tale valore di prova però è "al limite dello slittamento". Con coeff. di sicurezza di 1.5 la decelerazione è $3,39 / 1,5 = 2.29 \text{ m/s}^2$

Per $V = 50 \text{ km/h}$ il tempo di frenatura è $T_f = V/a = 13.9/2.29 = 6.06 \text{ sec}$

A tale tempo deve essere sommato il tempo psicotecnico, che per tale veicolo si assume di 2". Il tempo di giallo risulta allora $T_g = 8,06 \text{ sec}$.

(Si ricorda che, per progettare corsie di accelerazione e decelerazione in autostrada, il valore di accelerazione indicato è di 2 m/s^2 e con tale valore di a sarebbe dalla tab. 3, $T_f = 6,93$ e $T_g = 8,93$)=

Pertanto lo spazio temporale di arresto nelle condizioni citate risulta compreso tra 8 e 9.00 sec

Sono "tempi di giallo" superiori a quelli correnti sulla strada. Ne consegue che il veicolo di cui al punto 2, pur regolarmente revisionato e guidato da persona munita di patente B, non opera in condizioni di sicurezza.

Questa semplice esposizione in cifre chiarifica la diversità dei risultati a seconda dei diversi criteri: da un lato il conseguimento del livello di servizio ottimale dell'incrocio, (che si ha riducendo al minimo il tempo di giallo cioè l'interruzione del flusso di traffico che lo attraversa, in specie durante le ore di punta), e dall'altro la considerazione della sicurezza e regolarità di marcia di tutti i veicoli, senza trascurare le fasce più deboli, nei mezzi o nelle persone.

E' evidente che il progettista deve tenere conto di entrambe le esigenze, e che il risultato è di compromesso.

Le strade per Padova, Mantova e Vicenza sono percorse anche da mezzi pesanti. Per questi è ipotizzabile una decelerazione max. di 4 m/ sec^2 .

I guidatori di questi mezzi, muniti di patenti speciali, hanno dei riflessi superiori alla media (compresi entro il primo 40% di popolazione, c.d. 4° decile). Per cui il tempo di P.I.E.V. e di trasmissione meccanica è 1,5 s.

Con questi dati, è (tab. 3) $t_g = 4,46 \text{ s}$. il minimo tempo totale di arresto e di $t_g = 4,96 \text{ s}$ il tempo medio.. Questo il tempo minimo di giallo all'incrocio se il veicolo si trova ad una distanza pari o maggiore a quella di arresto. Questa distanza è data dalla somma dello spazio di reazione e di frenatura. Lo spazio percorso a 50 km/h ($13,88 \text{ m/s}$.) durante il tempo di reazione (P.I.E.V.) è $2,0 \times 13,88 = 27,76 \text{ m}$. Lo spazio di frenatura con 4 m/s^2 di decelerazione è 24 m (v. tab. 3)., La somma dei due è lo spazio di arresto di $51,76 \text{ m}$. = circa $52,00 \text{ m}$. Ma se alla fine del tempo verde un veicolo lungo $16,6 \text{ m}$., che va a 50 km/h , è a distanza inferiore a $52,00$ dall' incrocio con un tempo di giallo di 5 sec . (ad es. P. Ta XX Sett.) , la sua situazione, con i dati ricavati al punto 5.4 (pag.25) sarà la seguente.

ATTRAVERSAMENTO DELL'INCROCIO: POSIZIONI DELL'AUTOTRENO

Inizio del giallo	disponibili	$T = 5,0 \text{ s}$	distanza	$D = 52 \text{ m}$.
Dopo T_{PIEV} di 2 sec.	disponibili	$3,00 \text{ s}$	distanza	$24,00$.
Dopo $T_{percorso}$ Frenata	disponibili	$1,261 \text{ s}$	distanza	$0,00$
T_{tutto} oltre linea d'arresto	occorre $4,02 =$	$0,058 \text{ s}$	sull'arresto	$-16,60 \text{ m}$
T_{tutto} oltre l'incrocio	$=$	$-3,171 \text{ s}$	sull'arresto	$-61,30 \text{ m}$

SCHEMA. 2 . TEMPO DISPONIBILE ALL'AUTOTRENO IN ATTRAVERSAMENTO

T Giallo	T = Tempo	t = Utilizzato	D = Distanza	d = percorsa
Start	$5,00 \text{ s}$.		$5,00 \text{ m}$.	
T reazione		$2,000 \text{ s}$.		$28,00 \text{ m}$.
Restano	$3,00 \text{ s}$.		$24,00 \text{ m}$.	
All'arresto		$1,739 \text{ s}$.		$24,00 \text{ m}$.
Restano	$1,261 \text{ s}$.		$0,00 \text{ m}$.	
Oltre il traguardo		$1,203 \text{ s}$.		$16,6 \text{ m}$.
Restano	$0,058 \text{ s}$.		$16,6 \text{ m}$.	
Oltre l'incrocio: attraversamento		$4,02 \text{ s}$.		$44,70 \text{ m}$.
Incrocio in $T = 4,02 \text{ s}$..				

Restano	- 3, 171 s.		- 61,30 m.	
---------	-------------	--	------------	--

In sostanza all'autotreno che attraversa l'incrocio regolamentato a 5" di giallo, mancano 3,171" se procede a 50 km/h. Ne mancano invece di più se rallenta procedendo con prudenza a velocità 40 km/h, nel passare l'incrocio.

Il quesito n. 3 richiede di considerare anche la natura del fondo stradale e le condizioni atmosferiche circostanti. Tutti questi fattori si traducono, sul piano tecnico, nell'analisi approfondita del rapporto pneumatico – manto stradale, definito in letteratura come : aderenza.

Lo spazio di frenatura è lo spazio percorso dal veicolo dal momento in cui inizia la frenatura al momento del suo arresto.

Esso dipende dalla

- velocità iniziale e
- dalla decelerazione applicata

Nella tab. 3 sono ricavati i valori relativi a diverse decelerazioni.

Occorre analizzare ora come queste dipendano dalle condizioni della strada e del coefficiente di aderenza.

5.8. ADERENZA, ATTRITO RADENTE, ATTRITO VOLVENTE.

Il moto degli autoveicoli è collegato al fenomeno dell'aderenza strada pneumatico, sia in fase di accelerazione, sia in fase di regime, sia in fase di frenatura. Detto fenomeno è stato dettagliatamente analizzato da E. Stagni (op. cit. N. 1). Per analizzare l'aderenza si considera l'"Area di Impronta", cioè di contatto, fra battistrada e manto stradale. Si va da una zona di "entrata" in contatto ad una zona di "uscita" dal contatto. Quando il veicolo avanza, avanza anche l'area di impronta. La "zona di entrata" si sposta in avanti, il baricentro del carico si sposta in avanti, e nell'area di impronta si notano due sottozone che si comportano in maniera distinta. Nella zona anteriore si ha contatto fra battistrada e strada (**zona dell'aderenza**), con deformazioni del pneumatico e carico verticale crescente fino al baricentro dell'area di impronta, dove la deformazione del battistrada è massima. Proseguendo verso la zona posteriore, verso "l'uscita" dal contatto la deformazione ed il carico sul

terreno diminuiscono finché il pneumatico non è più a contatto con la strada.

Nell'ultima parte dell'area di impronta si ha sfregamento (**zona dell'attrito radente**). La prima area, aderente, dove il peso mantiene ben unite le superfici a contatto, trasmette uno sforzo tangenziale significativo che permette alla ruota di girare e non slittare.

In dettaglio consideriamo una particella estremamente piccola del pneumatico, un'areola che si appoggia su di un'impronta ugualmente piccola della sede stradale, un'"area elementare" di impronta".

La superficie ruvida del battistrada combacia con la superficie ruvida della strada. In piccolo è come se ci fosse una parte di ruota dentata (il pneumatico) che si "ingrana" su di una cremagliera dentata (la strada).

Il contatto di queste superfici schematizzate come "dentate", che si deformano elasticamente permette la trasmissione del moto che si trasforma da moto rotatorio delle ruote in moto traslatorio rettilineo orizzontale del veicolo, grazie alla deformazione elastica delle superfici di contatto (verticale per reagire al carico e sostenerlo, tangenziale per trasformare il moto da rotatorio in traslatorio).

I "denti" infatti non sono rigidi, ma flessibili (gomma e conglomerato bituminoso) e trasmettono al terreno uno sforzo tangenziale tanto maggiore quanto maggiore è la pressione sul terreno. Quando la pressione di contatto decresce perché l'area elementare sta per uscire dal contatto e invece la spinta tangenziale non si attenua, i "denti" si inflettono, ma non combaciano più, le superfici sfuggono al contatto, non "ingranano" più e si ha la **"rottura" dell'aderenza**, verificata in via sperimentale.

Al momento dell'accensione del motore, si trasmette un moto rotatorio alle ruote motrici. Queste spingono sul terreno tangenzialmente. La ruota si deforma finché la deformazione elastica della ruota provoca sul veicolo una spinta uguale e contraria che fa traslare in avanti.

Con questa spinta il veicolo si mette in moto. La maggior parte del lavoro è utilizzato per trasformare il moto da rotatorio delle ruote motrici a traslatorio del

veicolo, però una quota parte dell'energia spesa si dissipa in attrito. Per questo il coefficiente di aderenza risulta $f_a < 1$.

In formule si ha:

$$T = f_a \cdot P \quad (6)$$

Dove T= sforzo tangenziale

P = peso gravante sulla ruota

f_a = coefficiente di aderenza

Finché lo sforzo trasmesso nel contatto (ruota strada) rimane al di sotto di un certo limite l'aderenza si mantiene. Superando tale valore limite, l'area di impronta che combacia, decresce fino a sparire, il contatto avviene per strisciamento fra le due superfici. Lo sforzo trasmesso al contatto "ruota - strada" risulta molto inferiore. La ruota slitta.

Sia in fase di avviamento che in fase di frenatura, quando si inverte la spinta sul veicolo, si cerca di evitare che si verifichi questo fenomeno.

Ci sono dispositivi speciali antislittamento, ABS (Assisted Bracking System) che correggono lo sforzo "ruota - strada" entro i valori che evitano la rottura dell'aderenza ed il passaggio ad "attrito radente".

Per effetto della frenatura, si sovraccarica l'asse anteriore e si scarica quello posteriore, l'autovettura si abbassa davanti e si innalza di dietro (addirittura se è un moto veicolo può capottare).

Se si mantiene la stessa ripartizione dello stesso sforzo frenante: nell'asse posteriore, si rischia la "rottura dell'aderenza"

Nell'asse anteriore, non si utilizza tutto lo sforzo frenante disponibile.

Il sistema ABS riequilibra la distribuzione degli sforzi frenanti. Tale riequilibrio in molti casi è effettuato in maniera discontinua, come se il sistema desse dei "colpi di freno", alternati ad una frenatura più dolce.

Un altro fenomeno di rottura dell'aderenza si ha, quando una pioggia improvvisa deposita uno strato di granelli di polvere sulla strada, che così diventa fangosa.

In piccolo, è come se sul manto rugoso della strada fossero depositato dei piccolissimi cuscinetti a sfera. In tal caso non si ha più aderenza né attrito

radente. Si ha l'attrito più basso possibile, quello volvente ove i granelli di polvere si mettono a rotolare come tante palline.

Nella seguente tabella 4 si considerano diverse condizioni di aderenza, alle quali corrispondono diversi valori di spazi e tempi di frenatura e di arresto, nei diversi tipi di strada, analizzati in tabella 5), secondo dati di esperienze non sempre sovrapponibili ad altre perché effettuate a velocità diverse e l'aderenza scende con l'aumento della velocità. La aderenza laterale si abbassa più velocemente di quello Longitudinale e pertanto è per questo che se, l'aderenza si rompe durante la marcia, si rompe prima trasversalmente, con sbandamento laterale.

5.9. SPAZI E TEMPI DI ARRESTO TENENDO CONTO DELL'ADERENZA

Lo spazio di frenatura è **(4)** $S_f = - V_0^2 / 2 a$

La spinta che mette in moto il veicolo è **(6)** $T = f_a \cdot P = f_a \cdot m \cdot g$

Ed è legata all'accelerazione dalla legge $F = m \cdot a$

Cioè $T = m \cdot a$ da cui $a = T/m = f_a \cdot m \cdot g/m$

cioè $a = f_a \cdot g$ **(7)**

da cui

$S_f = - V_0^2 / 2 a = - V_0^2 / 2 g f_a$ **(8)**

In questa formula V_0 in m/sec. è la velocità all'inizio della frenatura

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità (ed a è anche la decelerazione di frenatura)

S_f in metri è lo spazio di frenatura calcolato con la (8) arrotondando i decimali all'unità superiore. Si ha dalla letteratura:

TAB. 4 – Valori dei coefficienti di aderenza sperimentali

f_a per tipo di strada.

Tipo di Strada	Asciutti a	Asfaltata ruvida	Asfaltat a liscia	Asfaltat a bagnata	Asfaltat a fangosa	ghiacciata
----------------	---------------	---------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------	------------

Coeff. f_a .	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,1
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

S_f in m, è lo spazio di frenatura calcolato con la (8) arrotondando i decimali all'unità superiore, e ponendo $V_0 = 50 \text{ km/h} = 13,88 \text{ m/s}$

$S_r = V_0 \cdot t$ (in m.) è lo spazio di reazione

$S_t = S_f + S_r$ è lo spazio totale di arresto

$t = 2S / V_0$ il tempo di frenatura con la formula (5).

**TAB. 5 Spazi e tempi di frenatura e di arresto, per tipo di strada
(con $V = 50 \text{ km/h} = 13,88 \text{ m/sec}$).**

	1	2	3	4	5	6
f	$f_1 = 0,8$	$f_2 = 0,6$	$f_3 = 0,5$	$f_4 = 0,4$	$f_5 = 0,3$	$f_6 = 0,1$
V	50	50	50	50	50	50
S_r (m)	14	14	14	14	14	14
S_f (m)	13	17	20	25	33	100
S_t (m)	27	31	34	39	47	114
T (f)	1,89	2,46	2,88	3,60	4,76	14,40
T (r)	2	2	2	2	2	2
T (t)	3,89	4,46	4,88	5,60	6,76	16,40

Con pioggia battente, ($F_4 = 0,4$), la strada è percorribile a 50 km/h .

Con strada fangosa la velocità prudenziale non supera i 40 km/h.

I risultati sono esposti in tabella 5/b. Con strada ghiacciata: $F_6 = 0,1$ la velocità è ancora più ridotta. Spazi e tempi di arresto calcolati hanno solo un valore indicativo.

**TAB. 5/b Spazi e tempi di reazione, frenatura ed arresto
(con $V = 40 \text{ km/h} = 11,11 \text{ m/sec}$)**

	1	2	3	4	5	6
f	$f_1 = 0,8$	$f_2 = 0,6$	$f_3 = 0,5$	$f_4 = 0,4$	$f_5 = 0,3$	$f_6 = 0,1$
V	40	40	40	40	40	40
S_r	11	11	11	11	11	11
S_f	8	11	13	16	21	64

Sf	19	22	24	27	32	75
T (s)	1,44	1,98	2,34	2,88	3,78	13,50
T (r)	1	2	2	2	2	2
T (t)	3,44	3,98	4,34	4,88	5,78	15,50

Si vede dalle tabelle n. 5 e n. 5/b che in caso pioggia battente il tempo di giallo a 50 km/h è 5,60" mentre in caso di inizio di pioggia, con strada fangosa, se si procedesse ancora a 50 km/h il tempo di giallo necessario sarebbe 6,76". Ma in quelle condizioni della strada per prudenza occorre procedere a non più di 40 km/h. Allora il tempo di giallo necessario è di 5,78", Si deduce un tempo di giallo necessario tra 5,6 "e 5,8" nelle condizioni di moto normale con pioggia battente, o di moto rallentato con strada fangosa. Se si ipotizza un tempo di reazione di soli 1,5" i tempi di giallo sono riducibili a 5,5".

Nella prima colonna con $f_1 = 0,8$ si è tenuto un tempo di reazione di solo 1" (cosiddetta inchiodata) . E' chiaro che è un valore eccezionale.

Confrontiamo ora, sulla base di risultati sperimentali, il tempo di giallo necessario per autovetture ed autocarri (e corriere) in condizioni medie.

TAB. 6. Spazi e tempi di reazione, frenatura ed arresto.

Descrizione	Unità di misura.	sigla	autovettura	Autocarro
Velocità	Km/h	V_f	50	50
Velocità	m/s	v_f	13,89	13,89
coeff. d'aderenza	-	F	0,60	0,60
Tempo Psicotec.	s	t_{r1}	0,98	1,20
Tempo Psicotec	s	t_{r2}	1,98	2,20
Spazio nel Tr(1)	m	s_{r1}	13,61	16,67
Spazio nel Tr(2)	m	s_{r1}	27,22	33,34
Spazio di frenat.	m	s_f	16,39	16,39
Tempo di frenat.	s	T_f	2,36	2,36
Tempo totale 1	s	T_{t1}	3,34	3,56
Tempo totale 2	s	T_{t2}	4,34	4,56
Spazio d'arresto1	m	s_{A1}	30,00	33,00
Spazio d'arresto2	m	s_{A2}	43,61	49,37

Le tabelle 4,5,6 che precedono sono derivate da rilevazioni di diverse P.U. riportate su web. E sono sostanzialmente coerenti fra loro.

Riportiamo ora una tabella riassuntiva per valori di aderenza da strada asciutta con media usura $F_4 = 0,55$ a strada bagnata $F_4 = 0,40$. desunti dall'insegnamento di Teoria e Tecnica della Circolazione, della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna (G. Praitoni 2007).

Si desume un'indicazione di tempo di giallo fra il valore $t_g = 5,5''$ ed il valore $t_g = 4,5''$

TABELLA 7. TEMPI E SPAZI DI FRENATURA E DI ARRESTO

(V. G. Praitoni)

per nr. 4 valori di: $f_a = 0,4$ - $f_a = 0,45$ - $f_a = 0,50$ - $f_a = 0,55$ e nr. 2 valori di t_r

f_a	V x V	2 g. fa	Sf	ff = 2SF/V	t_r	$t_a = ff + t_r$	$S_r = V \times t_r$	$S_a = SF + S_r$
0,4	193,2	7,85	25	3,5	1	4,5	14	39
0,4	193,2	7,85	25	3,5	2	5,5	28	52
0,45	193,2	8,83	22	3,2	1	4,2	14	36
0,45	193,2	8,83	22	3,2	2	5,2	28	50
0,50	193,2	9,81	20	2,8	1	3,8	14	34
0,50	193,2	9,81	20	2,8	2	4,8	28	48
0,55	193,2	10,79	18	2,6	1	3,6	14	32
0,55	193,2	10,79	18	2,6	2	4,6	28	46

6 VEICOLI CIRCOLANTI SULLA STRADA

Per rispondere all'ultima parte del quesito, occorre ora confrontare i dati relativi ai diversi autoveicoli. L' argomento è delicato, riguarda l'efficienza e l'efficacia dell'impianto di frenatura e le condizioni di stabilità del veicolo in marcia.

In teoria poiché è

$$T = f_a \cdot P \quad (6)$$

$$a = f_a \cdot g \quad (7)$$

tutti i veicoli dovrebbero frenare con pari decelerazione, se tutte le ruote sono frenate cioè se tutto il peso P sulle singole ruote è frenato.

In pratica così non è. In particolare nei motoveicoli la brusca frenata della ruota anteriore può provocare il ribaltamento, negli autotreni gli assi possono essere non egualmente frenati, nelle autocorriere gli spostamenti dei passeggeri sono alterazioni nella distribuzione del carico interno e possono creare problemi, ecc... Pertanto si verificano situazioni diverse di frenatura, con diverse decelerazioni risultanti.

La Polizia Urbana del comune di Pisa, confrontando i dati con quelli di analoghe prove di altre Polizie (Polizia Stradale, Polizia urbana di Gambettola), ha ricavato dati su spazi di frenata di veicoli diversi in condizioni di decelerazione massima compatibile con il mantenimento della stabilità dei veicoli. Sono raccolti in tabelle e inseriti nella rete web civica pisana (www.comune.pisa.it) dalla quale si sono ricavati gli:

- Spazi di frenata in base al tipo di veicolo, per diverse velocità iniziali, su strada asciutta, cioè con aderenza elevata (Tab. n. 8)
- Spazi di frenata in base al tipo di veicolo, per diverse velocità iniziali, su strada bagnata, cioè con aderenza bassa (Tab. n. 9)
- Spazi di frenata in base al tipo di pavimentazione stradale,

Con tali dati sono state ricavate le tabelle nr. 8 e nr. 9 sugli spazi di frenata dei diversi veicoli, e poi si è calcolata la decelerazione considerata sicura e possibile in fase di massima frenatura

$$S = V_0^2 / 2 a. \quad (4) \quad \text{da cui} \quad a = V_0^2 / 2 S \quad \text{ove}$$

a è in m. / sec. ² V_0 è in m. / sec s è in m.

Nella prima riga delle tabelle n. 8 e n. 9 sono stati riportati i valori della decelerazione di frenatura, per i diversi veicoli tabelle così come si possono calcolare con la (4) dai valori degli spazi di frenatura.

TAB. 8. Spazi di frenata per tipo di veicolo su strada asciutta.

Km/h	m/sec.	Autovetture $\alpha = 7,01\text{m/s}^2$	Moto $6,55\text{ m/s}^2$	autocarri corriere $5,52\text{ m/s}^2$	autotreni $4,77\text{ m/s}^2$	Ciclomotori $5,77\text{m/s}^2$
10	2.78		0.59	0.70	0.81	0.67
15	4.17	1.24	1.34	1.58	1.83	1.51
20	5.56	2.20	2.37	2.81	3.25	2.68
25	6.94	3.44	3.71	4.38	5.08	4.19
30	8.33	4.96	5.34	6.31	7.31	6.04
35	9.72	6.75	7.27	8.59	9.95	8.22
40	11.11	8.82	9.50	11.22	13.00	10.74
45	12.50	11.16	12.02	14.20	16.45	
50	13.89	13.78	14.84	17.54	20.31	

TAB. 9 Spazi di frenata in base al tipo di veicolo su strada bagnata.

Km/h	m/sec.	Autovetture $\alpha = 5\text{ m/s}^2$	Moto $4,5\text{m/s}^2$	autocarri corriere $3,75\text{ m/s}^2$	autotreni $3,5\text{ m/s}^2$	Ciclomotori 4 m/s^2
10	2.78		0.86	1.03	1.10	0.96
15	4.17	1.74	1.93	2.31	2.48	2.17
20	5.56	3.09	3.43	4.12	4.41	3.86
25	6.94	4.82	5.36	6.43	6.89	6.03
30	8.33	6.94	7.72	9.26	9.92	8.68
35	9.72	9.45	10.50	12.60	13.50	11.82
40	11.11	12.35	13.72	16.46	17.64	15.43

45	12.50	15.63	17.36	20.83	22.32	
50	13.89	19.29	21.43	25.72	27.56	

Nelle tabelle che seguono sono stati riportati i valori degli spazi di frenatura e di arresto, delle decelerazioni di frenatura e dei tempi di frenatura e di arresto per i vari veicoli a partire da una velocità di 50 km/h.

Sulla base dei dati sperimentali sugli spazi di frenata, riportati dalla rete civica pisana, si sono ricavati: le decelerazioni di frenatura massime per tipo di veicolo, il rapporto degli spazi di frenata dei vari veicoli rispetto a quello dell'autovettura considerato come unitario, ed il tempo di frenatura, per diverse tipologie e condizioni delle pavimentazioni stradali (asciutte rugose, ad alta aderenza, - lisce, a media aderenza, - bagnate a bassa aderenza) riportati in Tab. 10.

TAB. 10 FRENATURA MASSIMA sperimentale a 50 km/h.
Spazi e decelerazioni, per tipo di veicolo, e per tipo di strada

	Autovetture	Moto	Autocarri, Corriere	Autotreni
1.- STRADA AD ELEVATA ADERENZA				
Spazio di frenatura Sf (m)	13,78	14,84	17,54	20,31
Decel. $a = V_o^2 / 2S$ (m/sec ²)	7,01	6,55	5,52	4,77
Rapporto $Sf_{veicolo} / Sf_{auto}$	1	1,077	1,27	1,47
$T_f = T=2S/V_o$ (frenatura)	1,984	2,13	2,53	2,92
2.- STRADA A MEDIA ADERENZA__				
Sf (m)	16,08	18,14	21,63	22,94
a in m/sec ²	6,12	5,43	4,55	4,29
Rapporto $Sf_{veicolo} / Sf_{auto}$	1	1,09	1,3	1,45
$T_f =$ Tempo di frenatura	2,31	2,61	3,11	3,30
3.- STRADA A BASSA ADERENZA				
Sf (m)	19,29	21,43	25,72	25,56
a in m/sec ²	5,00	4,5	3,75	3,5
Rapporto $Sf_{veicolo} / Sf_{auto}$	1	1,11	1,33	1,43
$T_f =$ Tempo di frenatura	2,78	3,09	3,70	3,68

I valori sopra esposti sono riferiti alla decelerazione massima applicabile per mantenere stabilità e sicurezza nel moto del veicolo che procede con velocità iniziale di 50 km/h.

E' un valore limite che, di norma, si tende a non raggiungere.

Poniamo la decelerazione di esercizio pari a 3/5 della decelerazione massima, e la chiamiamo frenatura decisa. I relativi parametri, analoghi a quelli calcolati in tab. 10 assumono allora i valori riportati nella Tab. 11

TAB. 11 FRENATURA DECISA (Con decelerazione pari a 3/5 della max.)

Spazi e decelerazioni, per tipo di veicolo, e per tipo di strada.

	Autovetture	Moto	Autocarri, Corriere	Autotreni
1.- STRADA AD ELEVATA ADERENZA				
Spazio frenatura Sf (m)	22,97	24,73	29,23	33,85
a in m/sec ²	4,20	3,98	3,37	2,91
Rapporto Sf _{veicolo} / Sf _{auto}	1	1,08	1,27	1,47
T _f = Tempo di frenatura	3,31	3,56	4,21	4,87
2.- STRADA A MEDIA ADERENZA				
Sf (m)	26,80	30,23	36,05	38,22
a in m/sec ²	3,60	3,19	2,68	2,52
Rapporto Sf _{veicolo} / Sf _{auto}	1	1,09	1,3	1,45
T _f = Tempo di frenatura	3,86	4,36	5,19	5,50
3.- STRADA A BASSA ADERENZA				
Sf (m)	32,15	35,72	42,87	42,60
a in m/sec ²	3,00	2,70	2,25	2,26
Rapporto Sf _{veicolo} / Sf _{auto}	1	1,11	1,33	1,32
T _f = Tempo di frenatura	4,63	5,14	6,17	6,13

Siamo ora in grado di raccogliere in tabella e tutti i valori relativi agli spazi di frenatura e ai tempi di frenatura e di arresto per i diversi veicoli su diversi tipi di pavimentazione stradale in condizioni di frenatura massima Tab. 10/b e di frenatura “decisa” Tab. 11/b

TAB. 10/b FRENATURA MASSIMA sperimentale a 50 km/h.

SPAZI E TEMPI DI FRENATURA E D'ARRESTO, per tipo di veicolo, e per tipo di strada

	Autovetture	Moto	Autocarri, Corriere	Autotreni
1.- STRADA AD ELEVATA ADERENZA				
Sf (m)	13,78	14,84	17,54	20,31
T _f = tempo di frenatura	1,98	2,14	2,53	2,92
T _A = tempo d'arresto (R=1")	2,98	3,14	3,53	3,92
T _A = tempo d'arresto (R=2")	3,98	4,14	4,53	4,92
2.- STRADA A MEDIA ADERENZA				
Sf (m)	16,08	18,14	21,63	22,94
T _f = tempo di frenatura	2,31	2,61	3,11	3,30
T _A = tempo d'arresto (R=1	3,31	3,61	4,11	4,30
T _A = tempo d'arresto (R=2")	4,31	4,61	5,11	5,30
3.- STRADA A BASSA ADERENZA__				
Sf (m)	19,29	21,43	25,72	25,56
T _f = tempo di frenatura	2,78	3,09	3,70	3,68
T _A = tempo d'arresto (R=1	3,78	4,09	4,70	4,68
T _A = tempo d'arresto (R=2")	4,78	5,09	5,70	5,68

TAB. 11/b FRENATURA DECISA 50 km/h. (3/5 dei valori di frenatura max)

SPAZI E TEMPI DI FRENATURA E D'ARRESTO per tipo di veicolo, e di strada

	Autovetture	Moto	Autocarri, Corriere	Autotreni
1.- STRADA AD ELEVATA ADERENZA				
Spazio frenatura Sf (m)	22,97	24,73	29,23	33,85
T _f = tempo di frenatura	3,31	3,56	4,21	4,87
T _A = tempo d'arresto (R=1)	4,31	4,56	5,21	5,87
T _A = tempo d'arresto (R=2")	5,31	5,56	6,21	6,87
2.- STRADA A MEDIA ADERENZA				
Sf (m)	26,80	30,23	36,05	38,22
T _f = tempo di frenatura	3,86	4,36	5,19	5,50
T _A = tempo d'arresto (R=1)	4,86	5,36	6,19	6,50
T _A = tempo d'arresto (R=2")	5,86	6,36	7,19	7,50
3.- STRADA A BASSA ADERENZA				
Sf (m)	32,15	35,72	42,87	42,6
T _f = tempo di frenatura	4,63	5,14	6,17	6,13
T _A = tempo d'arresto (R=1)	5,63	6,14	7,17	7,13
T _A = tempo d'arresto (R=2")	6,63	7,14	8,17	8,13

In merito alle tabelle al CTU corre l'obbligo di precisare che queste riportano risultati derivanti dall'applicazione delle formule della cinematica per una frenatura alla velocità iniziale di 50 km/h, che per un autotreno comporta rischi e dall'applicazione dei tempi di reazione come indicati in letteratura.

Compete al giudice valutare se sia compatibile con la guida prudente di un autotreno procedere a 50 km/h in strada a bassa aderenza (ad una velocità di 30 km/h spazi e tempi di frenatura risultano dimezzati) e, con strada bagnata la tensione emotiva porta ad un tempo di reazione decisamente ridotto.

7. I VEICOLI NEL TRAFFICO

7.1. TEMPO DI SGOMBERO DELL'INCROCIO

Se, all'apparire della luce gialla, il veicolo ha già impegnato l'incrocio, o non può più fermarsi davanti alla linea di arresto, dovrà avere il tempo di attraversarlo prima che termini l'intervallo di tempo concesso. Non solo, ma il veicolo che si trova ad una distanza inferiore alla distanza di arresto S_a , quando è terminata la fase verde, dovrà comunque poter proseguire oltre alla linea di arresto ed aver il tempo di attraversare l'incrocio, a velocità costante. Questa è la condizione più gravosa.

Si ha, nel caso di attraversamento, che lo spazio impegnato è

$$S = S_f + W + w \quad (9)$$

Dove W è la larghezza dell'incrocio, w è la lunghezza del veicolo e S_f è lo spazio minimo di arresto. In questo caso il tempo di attraversamento

$$\text{è} \quad t_a = t_r d + 2 S_f / v \quad (10)$$

Il Manuale di Capacità delle Strade (Highway Capacity Software 2000) dà i valori dei tempi di attraversamento di un veicolo medio di m. 8 di ingombro per diversi valori dell'aderenza f_a , del tempo di reazione t_r , (1", 2"), e della larghezza ($L_1=12$ m, $L_2=15$ m), dell'attraversamento.

TABELLA 12. TEMPI DI ATTRAVERSAMENTO

per nr. 3 valori di f_a e nr. 2 valori di t_r

f_a	t_r	S_a	$D=S_a-8$	L_1	L_2	$D + L_1$	$D + L_2$	TA_1	TA_2
0,4	1	39	31	12	15	43	46	3,1	3,3

0,4	2	52	44	12	15	56	59	4	4,2
0,45	1	36	28	12	15	40	43	2,9	3,1
0,45	2	50	42	12	15	54	57	3,9	4,1
0,5	1	34	26	12	15	38	41	2,7	2,9
0,5	2	48	40	12	15	52	55	3,7	4,0

Per il tempo di attraversamento si ha quindi nei casi ripresi dal H. C. M. (Highway Capacity Manual 2000) i un tempo min. di 2,9" e max. di 4,2".

8. EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA

8.1 CONSIDERAZIONI SUL TEMPO DI TUTTO ROSSO.

Nel '92 la normativa italiana (CNR 1992), al fine di dare un'espressione numerica ai dettati dell'art. 41/10 del C. d. S. relativi ai tempi di frenata e di sgombero, propone il calcolo del tempo di sgombero di un'intersezione semaforizzata da parte dalle correnti veicolari che l'hanno impegnata con la formula (11) $T_{SGOMBERO} = T_R + t_g$, ove t_g è il tempo di giallo in cui entrano ancora nell'incrocio veicoli impossibilitati a fermarsi prima della linea d'arresto e T_R è il "tempo di tutto rosso" in cui i veicoli della corrente con il giallo non entrano più nell'incrocio e quelli della 2 ° corrente (avversa) non vi entrano ancora. L'incrocio è rosso per tutti, è "tutto rosso". Così lo chiama il anche il C.N.R. con un'interpretazione certo comprensibile, ma anche innovativa del C.d.S.

Per il calcolo del tempo di tutto rosso il CNR (1992) propone la formula.

$$12) \quad T_R = t_{pd} + S_f / v_v + (D + d) / v_v - t_g \quad \text{Dove:}$$

- T_{pd} è il tempo di percezione decisione che può andare da un minimo di 1 ed un massimo di 2 secondi.
- S_f è lo spazio di frenatura (metri) alla velocità v_a (m/s) dei veicoli in arrivo, da porre pari al limite di velocità della strada.
- D è la lunghezza del percorso m all'interno dell'area di intersezione fra le due diverse linee di arresto.
- d è la lunghezza media dei veicoli pari a 8 m. (max = 16,6 m...)
- v_v è la velocità dei veicoli (m/s)

- t_g è il tempo di giallo.

Applichiamo la (11) ad un'auto articolata sull'incrocio n. 4 (Tavoni/Cervi).

Con Velocità $v_v = 40$ km/h (11.12 m/s.) e coeff. di aderenza: $t_a = 0,40$ si ha dalla tab. 7 lo spazio di frenatura: $S_f = 28,00$ m., da cui, con $t_{pd} = 1,5$,

D lunghezza incrocio Tavoni = 23,00 m. e d lunghezza auto art. = 16,6 m. si ha

$TR = 1,5 + 28,00 / 11,12 + 39,6 / 11,12 - t_g = 1,5 + 2,52 + 3,56 = 7,58$ "

Il tempo richiesto per un attraversamento sicuro è ancora di 8".

8.2 CONSIDERAZIONI SUL TEMPO DI SICUREZZA

Nel rapporto di Sintesi dello "Studio Pre-normativo", (B.U. /C.N.R. 10.9.2001),

Nello studio citato il CNR 2001 introduce il "tempo di sicurezza t_s " che .

"deve essere assicurato fra la fine del verde di un segnale e l'inizio del verde del segnale di una corrente antagonista".

Il tempo t_s proposto è la somma algebrica di tre tempi.

$$(13) \quad t_s = t_u + t_e - t_i \quad \text{ove:}$$

t_u = tempo di uscita, dall'accesso all'intersezione per quei veicoli che non riescono a fermarsi prima della linea d'arresto. Assomma il tempo di reazione t_r e quello di frenata S_f / v_v . della (12) Si ha quindi: $t_u = t_r + S_f / v_v$

t_e = tempo di sgombero, permette al veicolo in uscita di superare la linea d'arresto e l'incrocio. Chiamando D la larghezza dell'incrocio e d la lunghezza del veicolo si ha $t_e = D / v_v + d / v_v$. Questi termini appaiono già nella (12)

Questo tempo, per la corrente antagonista, è rosso.

t_i = tempo di ingresso, è quello impiegato dal veicolo della corrente antagonista per percorrere la distanza fra la linea di arresto ed il "punto di conflitto" con la corrente precedente. Si sottrae agli altri due.

Ovvero si fanno partire prima i veicoli della 2° corrente (avversa) sul rilievo che trascorre un certo tempo, prima che questi entrino in conflitto con gli ultimi veicoli che stanno sgomberando l'incrocio.

Questa proposta é innovativa del C. d. S., ma non solo nelle definizioni .

Non si limita a chiamare tutto rosso quello che appare invece un tempo di giallo, lasciando però inalterati i tempi assegnati.

Di fatto anticipando i tempi della corrente avversa si azzerava proprio quel tempo di sicurezza che si frappone fra la 1° e la 2°

9. CONCLUSIONI

La regolamentazione degli incroci semaforizzati deriva direttamente dai dettati dell'Art . 41/10 del Codice della Strada. La situazione è diversa da incrocio ad incrocio., secondo le diverse geometrie dell'intersezione.

Fra la fase regolamentata da lanterna verde e quella regolamentata da lanterna rossa occorre un tempo intermedio, transitorio che deve permettere il cambiamento dei flussi di traffico che devono essere diversamente orientati entro dei parametri di sicurezza.

Le norme del CNR del 1992 hanno individuato delle formule per il calcolo del tempo di sicurezza (inter tempo), fra la fine del verde e l'inizio del rosso. Per questo inter tempo il C.d.S. considera un tempo chiamato un tempo di giallo.

Nella norma CNR per il calcolo del tempo di sicurezza, si sommano la valutazione dei tempi di reazione, di quelli necessari per superare lo spazio di frenatura, la lunghezza del veicolo, oltre la linea di arresto e la lunghezza dell'incrocio, attraversato con la velocità di progetto. E' il tempo totale che secondo l'art. 41/10 deve intercorrere fra il tempo di verde di una corrente e quella della corrente antagonista.

Da questo tempo totale, dal CNR è dedotto un tempo fisso di 4", predestinato al giallo. Quindi, questa formula permette di calcolare il tempo necessario per attraversare qualunque incrocio. Il tempo totale è suddiviso in due parti: la prima di 4" è un tempo fisso di giallo e i restanti secondi calcolati, un tempo denominato dal CNR, "tempo di tutto rosso", innovativo rispetto al C.d.S.

Il calcolo di questo intertempo, necessario a distanziare le fasi di verde e di rosso, è valutato su elementi oggettivi, quali la geometria dell'incrocio e le formule della cinematica.

Le ragioni della suddivisione di questo totale in due parti: una quota fissa, quasi una franchigia al giallo ed il restante destinato al cosiddetto "tutto rosso", non risultano chiare al CTU, perché il C.d.S. non ha previsto altro che un tempo di giallo per la frenata se possibile, o lo sgombero dell'incrocio.

Un passaggio successivo, lo compie lo "studio pre normativo" del CNR del 2001, che inserisce un "tempo di ingresso", per la corrente avversaria, al posto della franchigia fissa di giallo delle norme precedenti.

Questa trasformazione risulta ancora più oscura al CTU, perché lede la sicurezza dell'incrocio, facendo entrare i veicoli della corrente avversaria quando ci sono ancora quelli della corrente precedente. Neanche l'individuazione secca di un tempo giallo valido per tutti gli incroci con valori di 3" o 4" o 5" s. risulta chiaro al CTU.

In altre parole, il tempo, che l'art 41/10 individua come disponibile per una corretta fase di frenatura o, in alternativa di sgombero dell'incrocio, è trasformato in un tempo di "tutto rosso", sottratto alla disponibilità dell'utente della strada e sanzionato amministrativamente. In seguito, con le indicazioni dello studio pre-normativo CNR/2001 viene pure pericolosamente ridotto, sottraendo al tempo di sgombero un "tempo di ingresso" (conferito alla corrente avversaria in anticipo sul suo verde) il quale era rimasto come unica interposizione di sicurezza fra i veicoli della prima corrente, in fase di sgombero e quelli della seconda in fase di ingresso.

10.- LE RISPOSTE DEL C.T.U. AI QUESITI DEL GIUDICE

Il 1° quesito del Giudice riguarda

"la durata dell'accensione della lampada gialla che precede l'accensione di quella rossa, perché possa ritenersi rispettato il principio di prudenza, di cui all'art 41, comma 10 del C.d.S. secondo cui durante il periodo di accensione della luce gialla, i veicoli non possono oltrepassare gli stessi punti stabiliti per

l'arresto di cui al comma 11, a meno che vi si trovino così prossimi, al momento dell'accensione della luce gialla, che non possano più arrestarsi in condizioni di sufficiente sicurezza. In tal caso essi debbono sgomberare sollecitamente l'area di intersezione con opportuna prudenza”.

Il CTU risponde:

il quesito proposto focalizza l'attenzione su di una delle due situazioni ipotizzate dell'art. 41/10 del Codice della Strada, quando il veicolo in moto vicino alla Linea di Arresto non dispone di spazio sufficiente per arrestarsi entro quel traguardo, ed è costretto ad attraversare l'incrocio.

Tale tempo (v. cap. 5.1, formula 11) è determinato dalla necessità di superare cinque distinti momenti, individuati nel quesito, che corrispondono a spazi percorsi e tempi impiegati, esattamente come segue:

1. il tempo di percezione
2. il tempo di reazione
3. il tempo per superare lo “spazio di frenata” residuo, non più sufficiente per l'arresto.
4. il tempo per superare la linea di arresto con tutta la lunghezza del veicolo
5. il tempo necessario ad uscire dell'incrocio con tutto il veicolo.

Una risposta numerica esatta è possibile solo quando si ha a che fare con un solo veicolo

Ma il traffico è più complesso di un caso singolo, è composto di una moltitudine di soggetti con caratteristiche diverse fra loro, da analizzare in condizioni diverse, come effettuato nel seguito rispondendo al quesito nr. 2.

Il CTU deve tenere conto delle diverse situazioni, deve esporre i dati temporali che ne derivano, e spetta al Giudice trarre le conclusioni.

Innanzitutto il CTU ha preso in considerazione i tempi dei semafori in esame ed ha rilevato che le fasi di giallo di questi tempi non risultano sufficienti a permettere l'attraversamento dell'incrocio da parte di autotreni, autocorriere ecc (v. Schema 2, pag. 33) . In particolare per un autotreno che transiti nelle condizioni dell'art. 41 / 10 attraverso l'incrocio alla velocità di 50 km/h. necessitano almeno 8,131” tenendo conto di tempi di reazione medi (2”) o più, nell'ipotesi che il guidatore, durante la manovra davanti al semaforo,

riduca la velocità di marcia per ragioni di sicurezza. In tal caso, un tempo ragionevole di giallo per compiere le manovre, sale a 9" ed oltre. Autotreni, corriere ed autobus, sono protagonisti correnti sulla strada.

Altra situazione analoga per lunghezza di veicolo e decelerazione ammissibile, è quella degli autisti di autocorriere ai quali è inibita, per evitare possibili cadute di passeggeri o bagagli, ogni brusca frenata. A prova del fatto sta la recente vertenza di autisti dell'ATC di Bologna per multe erogate ai guidatori alla guida di un lungo veicolo sorpreso dal rosso quando ancora "la coda" attraversava la linea di arresto (Varesi "L'Odissea di un bus" su La Repubblica 25/3/2008). La lunghezza dei veicoli presi in esame è sicuramente il caso limite, tuttavia alla guida di questi veicoli ci sono autisti muniti di patente "C", quindi con tempi di percezione e reazione ridotti rispetto alla media degli altri guidatori. Quindi si può ritenere il tempo di 7,131" un minimo assoluto per poter rispettare il predetto articolo del C.d.S. I calcoli (v. schema 2) eseguiti sulla base delle formule indicate dal CNR nelle norme (Bollettino 15/12/1992 n. 150) ricavano il tempo di sicurezza t_s cioè "il tempo che deve essere assicurato fra la fine del verde di un segnale e l'inizio del verde del segnale di una corrente antagonista". t_s traduce in linguaggio matematico il dettato dell'art 41₁₀ del C.d.S. per il tempo di giallo. Si fa presente che nello schema 2 sono stati ipotizzati per gli autisti dei Trasporti Pubblici tempi di reazione medi ed il tempo di 8,131" di giallo è quello ritenuto ottimale per l'incrocio in oggetto. Come richiamato nella Circ. 5501/2008 del Mn. Trasporti, Direz. Gen. Motorizzazione (v. all.) ogni impianto semaforico richiede un progetto preliminare sulla base di rilievi precisi.

Pertanto la riduzione a 7,131" risponde solo all'esigenza di fissare un minimo inderogabile per geometria dell'incrocio di P.ta XX così come configurato ora.

Utilizzando la formula (11) del CNR/92, questo tempo di sicurezza è.

$T_s = T_r + T_g$ con T_r tempo di tutto rosso e T_g tempo di giallo.

Il II° (e III°) quesito del Giudice riguarda

"Il tempo di accensione di una luce gialla rispetto ad una frenata che consenta di fermare il veicolo prima della linea di arresto, secondo una

decelerazione media, dovendosi escludere l'ipotesi di brusca frenata e ciò in rapporto agli altri veicoli ed ai molteplici parametri sotto indicati..."

i parametri di cui tener conto nella determinazione della predetta durata sono:

- a. il tempo di reazione del conducente medio (già prestabilito in sede di esame medico per la concessione della patente ex art. 324 (Reg. CdS).
- b. Il tempo di valutazione del conducente medio, ovvero del tempo necessario al conducente per accertare di non avere a tergo veicoli tanto prossimi da costituire un rischio di tamponamento in caso di frenata.
- c. la natura del fondo stradale (asfaltata, lastricata o altro).
- d. Il tipo di veicolo a motore in arrivo (motociclo, autoveicolo, autocarro, corriera.).
- e. le condizioni atmosferiche (strada asciutta, umida, fangosa, bagnata da pioggia battente).
- f. le condizioni medie dei pneumatici dei vari veicoli.
- g. Il tempo di trasmissione meccanica e oleodinamica dell'azione frenante e di ogni altro fattore influente sulla durata dell'azione frenante, a partire dall'istante di accensione del giallo fino a quello del rosso.

IV°. I parametri di cui al punto precedente dovranno essere rapportati e correlati alla velocità massima consentita sulla strada in questione e quindi ai limiti di velocità imposti dalla segnaletica sulle strade interessate da.

Nel merito il CTU risponde:

1. Tempi di reazione: per i guidatori dei veicoli che debbono percepire la presenza dell'ostacolo sulla strada, si propone il tempo rilevato da MIT per una segnalazione luminosa di Stop $T_r = 0,83$ s. (v. all. to).

Per i guidatori dei veicoli di trasporto personale, in ottemperanza al dettato dell'art. 119 C.d.S. e 324 del Regolamento, che richiede dei riflessi classificabili almeno nel 4° decile della scala decilica di classificazione, cioè nel primo 40% dei migliori, si ritiene di abbassare il tempo min. di reazione al valore $T_r = 0,7$ s. (85% del valore precedente).

2. Tempi di valutazione e decisione: il CTU ritiene di dover indicare un primo tempo relativo alla valutazione della distanza che separa il veicolo alla linea di arresto, ed un secondo tempo per il confronto della suddetta distanza con la capacità frenante del veicolo nonché per l'accertamento di non avere veicoli a tergo in condizioni di tamponare il veicolo in esame. Si ritiene di proporre 0,60 s. per valutare la distanza della linea di arresto ed altrettanti per la valutazione della possibilità di frenare nell'ipotesi di non avere, tergo, dei veicoli così prossimi, da costituire un pericolo di tamponamento. Si ha pertanto $T_d = 0,60 \text{ s.} + 0,60 \text{ s.} = 1,20 \text{ s.}$ Per quanto concerne i veicoli condotti da guidatori in possesso di patente C , per i motivi sopra richiamati, tale tempo si riduce all'85% di quello attribuito ai guidatori dei veicoli privati: $1,20 \text{ s.} \times 0,85 = 1,02 \text{ s.}$ In conclusione, si ritiene che necessitino dei valori di $T_r + T_d$ pari a $0,83 \text{ s.} + 1,20 \text{ s.} = 2,03 \text{ s.}$ per conducenti privati e $0,7 \text{ s.} + 1,02 \text{ s.} = 1,72 \text{ s.}$ per conducenti pubblici. Andrà poi sommato un tempo di trasmissione meccanica di 0,2 s. (v. punto 7).
3. Natura del fondo stradale:
 Si tratta ora di esaminare l'aderenza del pneumatico alla strada.
 Nel merito occorre rilevare che la meccanica della locomozione è una scienza in continua evoluzione sotto gli occhi di tutti (vedi competizione automobilistica di formula uno), che non sempre è subito recepita dalle Istituzioni. Avviene pertanto che la ricerca si frammenti in molteplici iniziative differenti di cui il CTU ha dato qualche cenno nelle tabelle che precedono.....
4. Il tipo di veicolo a motore in arrivo Il CTU ha ritenuto di attingere sia ai dati della ricerca universitaria sia ai rilievi della P.U. che sul piano pratico hanno cercato di dare espressione alle diverse situazioni limite in cui si possono trovare i diversi veicoli su strada (un'auto non deve slittare né sbandare, una motocicletta innanzitutto non deve ribaltarsi per un eccesso di frenata sulla ruota anteriore ecc...)

Sono state quindi espone nelle tabelle 10,11 e 12 diverse situazioni che non si possono sintetizzare in un numero, ma che comunque ripropongono l'inaccettabilità di tempi di giallo al di sotto dei 6,5".

5. Le condizioni migliori di aderenza sono quelle di strada asciutta, seguita da quella di pioggia battente che, lavando il manto stradale ed i pneumatici, ripropone un contatto ottimale fra pneumatico e strada. La condizione umida non ancora ripulita è senz'altro ancora peggiore e la peggiore di tutti è quella di strada fangosa, all'inizio della pioggia, dove lo strato di fango funge quasi da lubrificante fra strada e pneumatico.
6. Il quesito riguarda sostanzialmente i controlli che sono fatti sul veicolo che è portato a revisione. Ma il controllo non è effettuato soltanto durante la revisione, perché la presenza o meno dello spessore minimo del battistrada sul pneumatico, è controllabile da parte di qualunque agente, senza difficoltà alcuna e pertanto l'utente della strada sta ben attento a non varcare i limiti.
si può ragionevolmente sostenere che il punto più debole del veicolo è invece l'efficienza frenante indagata dal CTU al punto 2.7 da cui si deduce un tempo di giallo ammissibile di...6,06" di frenatura +1,5" di reazione, per un totale di 7,5" almeno, ma meglio 8".....
7. per il tempo di trasmissione meccanica si è aggiunto il tempo di trasmissione meccanica (0,2" per autoveicolo e 0,3" per autotreni), a quello di reazione indagato al punto 2.....
8. Nella pratica si è verificato che in situazioni limite se l'utente avesse frenato e poi avesse dovuto, per motivi diversi, accelerato per attraversare l'incrocio, sarebbe stato certamente sanzionato.
questa è la situazione più complessa perché un iniziale decelerazione nell'ipotesi di riuscire a frenare con un pentimento ed una ri-accelerazione, dilata molto il tempo complessivo di sicurezza. Non si può dare un quadro generale, si può solo sottolineare il fatto che i conducenti di veicoli lunghi (autobus, auto articolati ecc..) duramente penalizzati dai sistemi di rilevazione automatica sono comunque

incentivati ad attraversare comunque e ad alta velocità con evidenti pericoli per la sicurezza generale.

Il V° quesito riguarda “ la esatta interpretazione dei tempi designati in millisecondi di cui alla foto a colori allegate dal resistente comando e la loro esatta interpretazione.

Nel merito il CTU risponde ribadendo quanto esposto a commento della tav. 5 (pag. 15) e del punto ANALISI DELLA SEQUENZA FOTOGRAFICA RILEVATA DA T _ RED 4 (p. 17)

Informazioni contenute nel 3° fotogramma

il veicolo ha superato le strisce pedonali deve impegnare ancora l'incrocio
foto del 16 novembre 2007 ore 09:02:22 739

Informazioni contenute nel 4° fotogramma

il veicolo si trova esattamente nella stessa posizione del 3° fotogramma.
Si evince che il veicolo era fermo.

foto del 16 novembre 2007 alle ore 09:02:24 239

Conclusioni

Il veicolo dopo 8 sec. e 239 millisec. di tempo di rosso non ha ancora superato l'incrocio.

Va comunque rilevato che

- Dalla serie dei fotogrammi non appare con chiarezza l'incrocio lontano
- La lanterna semaforica è parzialmente occultata

Con la soprascritta esposizione, il sottoscritto ritiene di avere risposto ai quesiti proposti, e, pur senza fornire una risposta univoca ritiene di avere evidenziato che ad un tempo di giallo inferiore ai 7,13" corrisponde una situazione di sanzioni certe, per talune categorie di veicoli quali corriere ed autotreni, (v. schema 2) utilitarie con efficienza frenante 0.45-0,5. (v. 2.7) e altri. Queste categorie quando incappano nel giallo entro lo spazio di

arresto sono portate addirittura ad accelerare. Il CTU giudica tale situazione, pericolosa e sicura produttrice di contravvenzioni che l'utenza non accetta (perché inconsapevole). Durante il tempo di verde la tensione si sostituisce all'attenzione per l'insufficienza del successivo tempo di giallo. Molto utile sarebbe allora un preavviso della fine del verde (verde lampeggiante, contatempo alla fine fase o altro allarme che Heraluce ha già provato).

Oltre al minimo di 7,13 di giallo ritiene opportuno un margine di sicurezza da 1" a 1,5" che porterebbe ad un tempo di giallo di 8" per un veicolo puntiforme. Ritiene pure opportuno l'avvio della sanzione dopo il tempo di percezione del rosso, cioè 0,83". Così anche l'utenza potrebbe essere resa consapevole dell'infrazione e non dubitare più della correttezza della correttezza degli impianti di rilevamento.

Resta comunque a disposizione per ogni eventuale necessario chiarimento e si sottoscrive

In fede

Montagnana 26/9/2008

Lucio Pardo

FINE CTU MONTAGNANA

CONCLUSIONI CTU RIMINI

Quanto sopra premesso, si ritiene di rispondere al quesito posto al CTU come segue, premesso che:

- Il rilevamento della durata di accensione della lampada gialla è stata effettuato sia acquisendo le schede di progetto degli impianti semaforici per gli incroci di (riportate in sintesi in Tab. 1 e Tab. 2 e per intero nell'Appendice che segue) sia verificando in sito con cronometro i tempi indicati nelle schede e riscontrando la corrispondenza con i tempi indicati,.
- La durata attuale del tempo di giallo all'incrocio V - V. per è di 4" .
- È stata effettuata dal CTU un'indagine preliminare presso il Ministero dei Trasporti per verificare la presenza o meno di indicazioni recenti dopo di quelle del 1992 elaborate dal CNR. Con la modifica del Titolo V della Costituzione in materia di Autonomie locali, sostiene il Ministero, e con la carenza di una normativa di raccordo ad hoc, si è ora verificata per il Ministero stesso una diminuzione della potestà di fornire indirizzi vincolanti (non più sanzionati in difetto di applicazione) e della potestà sostitutiva in caso di pericoli per l'incolumità pubblica.

Il Giudice ha richiesto

1. Il tempo di accensione della luce gialla nel quale i veicoli non possono oltrepassare i minimi stabiliti per l'arresto, a meno che si trovino così prossimi da non potersi arrestare in condizioni di sufficiente sicurezza,

Il CTU risponde

che, non essendo disponibili dati ed indirizzi aggiornati in merito da parte del Ministero dei Trasporti ci si è affidati alle rilevazioni delle Polizie Urbane e Stradale e su queste basi sono state costruite le tabelle n. 10 e n. 10/b che espongono con completezza i risultati derivanti dalla applicazione delle formule della cinematica per una frenatura a

partire dalla velocità iniziale di 50 km/h, per i diversi tipi di veicoli circolanti sui diversi tipi di strade.

Si sono prese in considerazione sia la decelerazione massima possibile (n. 10 e n. 10/b) compatibilmente con la stabilità del veicolo, sia una frenatura decisa, (3/5 del max) , ma non al massimo (n. 11 e n. 11/b).

Su questi dati che descrivono le varie situazioni possibili ,(fino ad un valore del tempo di giallo di 8,13" se ci si riferisce ad un autoarticolato che proceda a 50 km/h con pioggia battente) si ritiene ora che competa al Giudice valutare quali siano le situazioni da considerare sull'ipotesi che il guidatore proceda con la prudenza richiesta dal C.d.S. e quali effetti ne derivino sui tempi di giallo.

Nel citato caso di autotreno che procede a 50 km/h in strada a bassa aderenza si rileva che ad una velocità di 30 km/h spazi e tempi di frenatura risultano dimezzati e, per la tensione emotiva delle difficoltà del percorso anche il tempo di reazione è decisamente ridotto

Il Giudice ha richiesto

2. Il tempo di sgombero dell'area di intersezione con opportuna prudenza

Il CTU risponde

Il calcolo del tempo di sgombero è stato effettuato con la formula indicata per il calcolo del tempo "tutto rosso" (CNR 1992) indicata come n. 11 ed applicata al capo L) e M) della presente relazione.

1.a il tempo necessario a sgomberare l'incrocio con opportuna prudenza è di 7,5 sec. che , nel caso studiato è stato ripartito in 5,5" in ipotesi come tempo di giallo e 2" come tempo di tutto rosso

1.b attualmente nell'incrocio n. 7 b in esame il tempo di giallo è di 4" e quello di tutto rosso è di 6, ma nulla vieta, anzi si auspica che parte del tempo di sgombero dell'incrocio, attualmente "tutto rosso" sia diversamente distribuito attribuendo una quota parte al tempo di giallo.

2. Il tempo di reazione del conducente medio si ritiene sia di 2 sec. per non penalizzare la parte più anziana della popolazione cui comunque è riconosciuto il diritto alla guida,

3. Sperimentalmente, con ampi riscontri in letteratura, sono stati misurati diversi coefficienti di aderenza relativi al fondo stradale (asfaltata) con diverse condizioni atmosferiche. I risultati ottenuti sono stati utilizzati e risultano tutti confrontabili fra loro.

Con la soprascritta esposizione, il sottoscritto ritiene di avere risposto ai quesiti proposti.

Restando comunque a disposizione per ogni eventuale necessario chiarimento si sottoscrive

Rimini 8/7/2008

Lucio Pardo

CTU RIMINI OSSERVAZIONI ALLA CTP

- Dall'esame dei dati di fatto e dalle informazioni assunte per rispondere ai quesiti posti dal Giudice al CTU, non è sfuggito allo scrivente che quanto meno strano che improvvisamente una così grande numero di cittadini, presumibilmente rispettosi della legge ed in particolare delle prescrizioni del CDS, a tutela, innanzitutto, dell'incolumità propria e dei propri cari, sia diventata così trascurata e disobbediente ai dettati dei CDS.
- Sorge pertanto il fondato sospetto, non solo che questi cittadini non abbiano la coscienza e la volontà di commettere l'infrazione, ma anche che molte volte non se ne sono assolutamente resi conto, per la troppo breve durata del tempo di giallo, cui fa seguito immediatamente la rilevazione dell'infrazione del passaggio con il rosso, in frazioni di tempo decimi o centesimi di secondo, che sono al di sotto di qualsiasi soglia temporale di percezione dello stimolo visivo.

- Non c'è assolutamente incertezza nell'arresto di fronte al semaforo rosso. Non c'è incertezza nella determinazione di arrestarsi alla presenza di un segnale giallo percepito in tempo utile. L'incertezza sorge sulla fine della fase verde, che è la fase principale.
 - Se la lanterna verde lampeggiasse prima dell'avvio del giallo, potrebbe allertare i guidatori che sopraggiungono. Così pure un indicatore luminoso dei secondi che mancano alla fine del verde otterrebbe lo stesso scopo.
 - Tuttavia tali dispositivi non sono previsti nel nostro ordinamento, che prevede solo tre fasi: verde, giallo e rosso.
 - Non resta quindi che allungare il tempo di giallo, riducendo al minimo il tempo di tutto rosso che serve come ulteriore elemento di sicurezza nello sgombero dell'incrocio.
-
- Nella rilevazione effettuata dalla ditta Giordano, l'autovettura di prova è stata quella dei Vigili Urbani. Tale vettura è stata guidata in una prima serie di prove da persona di media età con guida normale. Nella seconda serie, invece, da persona giovane dai riflessi prontissimi che rappresenta sicuramente un'eccezione nel panorama dei guidatori su strada. Va rilevato che la vettura aveva un equipaggio di persone adulte, sedute in maniera regolamentare ed attenti alla strada. Tale equipaggio non è rappresentativo dell'universo degli utenti della strada.
 - Ben diverso il caso degli autisti dell'ATC di Bologna, cui compete il pagamento delle multe per infrazione al CDS.
 - Passando con il fronte attraverso la linea di arresto con lanterna gialla, durante il transito dei loro lunghi automezzi (18 metri), può accadere che scatti la luce rossa.
 - Nei loro ripetuti reclami contro l'esiguità dei tempi di giallo sulle tratte aziendali, hanno fatto rilevare che nel trasporto passeggeri la

decelerazione di frenatura non deve superare certe soglie per evitare inconvenienti anche gravi.

- * * * * Quantificando questa decelerazione nella misura di 2 metri il secondo quadrato, risulta uno spazio di frenatura di 48 metri.
- Lo spazio di arresto pertanto risulta 62 metri, con un tempo di reazione di 1 secondo e 76, con un tempo di reazione di 2 secondi. Tale spazio è percorso da un mezzo che viaggia a 50 km l'ora nel tempo di 5,5 secondi.
- Se il tempo di giallo dura più di 5,5 secondi, l'autista all'apparire del giallo, riesce a fermarsi prima della linea di arresto e se si trova a distanza inferiore a questa calcolata, riesce ad attraversare
- l'incrocio. In caso contrario può trovarsi in una situazione in cui diventi inevitabile la sanzione.
- Il percorso su strada da certezza, è così trasformato in un azzardo.
- Tale fenomeno non è limitato ai soli autisti dei mezzi pubblici, ma crea uno stato di incertezza anche in autisti di autovetture private. Si può così creare, al posto della desiderata attenzione del guidatore, un effetto negativo di tensione.
- Quando si intasa un incrocio, il rischio è solo quello di ridurre il flusso di traffico, alle basse velocità non si creano gravi incidenti. Si abbassa il livello di servizio (al di sotto del livello C) , non si aumenta la pericolosità dell'incrocio. Il rischio di creare delle code, che costringono i guidatori a sostare per più cicli semaforici , non è certo paragonabile a quello di avere un incidente sulla rampa autostradale. Se si superano i valori di saturazione, il servizio è inferiore al livello C. La situazione è sopportabile