

**MAURO BALESTRA ing. auto REG A**  
SIA / OTIA / CSEJ / CCEGIS

**CH – 6602 Muralto**  
Vicolo Ponte Vecchio 9-11

**Switzerland**  
Cas.post. 641

www.balestra.ch

Tel. 0041-91-730 16 55  
studio@balestra.ch

Cell. 0041-79-621 55 03  
Fax 0041-91-730 16 58

---

## **PRESENTAZIONE**

# **PERCEZIONE CINEMATICA DI AVVISTAMENTO**

Relatività visuale nella dinamica del movimento  
Visuell dynamische Bewegungsrelativität

**Palazzo dei Congressi di Lugano**  
**14 novembre 2007**



© ing. Mauro Balestra

Copie totali o parziali e pubblicazioni sono possibili unicamente con l' autorizzazione esplicita dell' autore.  
Ogni riferimento è invece possibile, a condizione che sia chiaramente indicata la fonte.

---

Tecnica dell' automobile e dei trasporti su strada e da cantiere – Infortunistica – Consulenze

Iscrizione al REG A (Registro Svizzero degli ingegneri – livello A) dal 1986  
Membro della SIA (Società Svizzera degli Ingegneri e degli Architetti – Sezione Ticino)  
Membro dell' OTIA (Ordine Ingegneri e Architetti del Cantone Ticino) - autorizzazione permanente n. 267  
Membro della CSEJ (Camera Svizzera degli Esperti Giudiziari tecnici e scientifici) dal 1977  
Membro onorario della CEEGIS (Camera Europea Esperti Giudiziari Indagini Scientifiche)



## Origine dello studio

Tribunale di ...

### **No ! Non l' ho proprio visto signor Giudice ...**

... eppure ero attento, ero sereno, senza preoccupazioni, riposato. Avevo dormito bene quella notte, non avevo bevuto e l' esame del sangue lo conferma. Il mio cellulare taceva, l' autoradio era sulla solita stazione, una musica di sottofondo, credo. Andavo al lavoro, una bella giornata, la visibilità buona, eppure ... Eppure mi è apparso lì, tutto d' un colpo, come uscito dal nulla, non ho neppure avuto il tempo di frenare ...

Un racconto che si legge spesso nei verbali degli inquirenti, che si ripete nelle aule dei tribunali ... che non sarà creduto dal Giudice, ancor meno dai famigliari della vittima e spesso neppure da quelli del conducente.

### **... e se invece fosse stato veramente vero che non poteva vederlo prima ?**

Da anni, troppe volte la sincerità che percepivo nel profondo di quelle parole mi segnava dentro e mi turbava. Eppure l' analisi ricostruttiva del sinistro non aveva lasciato nulla al caso e la mia convinzione peritale mi obbligava a concludere *che era visibile, che il conducente doveva vedere quel pedone*.

Oggi so che quella mia sensazione, quel sesto senso professionale che cresce solo con l' esperienza (*Fingerspitzengefühl* lo chiamano i tedeschi) era fondato: forse, veramente, non poteva percepirlo prima ... ed ora ne conosco anche i motivi.

Così è nato questo studio, come analisi di un problema oggettivo, dove sono in gioco fenomeni fisici quantificabili e quindi dimostrabili.

Da esso, sorprendentemente, sono giunto alla conoscenza nuova di un qualcosa sempre esistito.

## Introduzione al tema

I pedoni rappresentano oggi circa il 7 - 10 % delle vittime della strada.

In moltissimi casi l' investitore non si capacita di non essere stato in grado di vedere per tempo il pedone e, quasi sempre, in giudizio si pensa che tutto sia dovuto a semplice negligenza o disattenzione.

Da questo studio, risulta che la realtà presenta aspetti mai considerati e che l' attuale modalità operativa d' esame è inadeguata. Con questa nuova metodologia concettuale e di analisi, si modificano gli usuali parametri di studio, di giudizio umano, penale e civile e delle opere di prevenzione riferite ai pedoni. La protezione di questi risulterà dall' applicazione di nuovi concetti sia nella progettazione e realizzazione dei manufatti loro destinati, sia nell' adeguamento della segnaletica, sia nell' aggiornamento dell' istruzione personale dei pedoni di ogni età con l' introduzione, forse anche a livello legislativo, di nuove regole comportamentali.

Una tematica ad ampio raggio, sociale, giuridica e tecnica.



## La giurisprudenza nella fattispecie

La giurisprudenza dimostra che in questi casi l'attenzione si è concentrata quasi esclusivamente sull'analisi della fase di reazione del conducente, sottovalutando la fase precedente, quella di percezione. Così il Tribunale Federale (Svizzera) considera che il tempo di reazione è questione di diritto e che pertanto può essere rivista in Cassazione (art. 31 della Legge federale sulla circolazione stradale). Detto Tribunale, non sembra invece fare riferimento alla fase di percezione del pericolo.

Questo modo di procedere sembra condiviso dalla letteratura specialistica tedesca (Germania) dove si evidenzia che la fase di percezione (Wahrnehmungszeit) non è conglobata nella fase di reazione, la precede.

Il Nuovo codice della strada (Italia) va oltre, indicando parametri di giudizio chiaramente riferiti alla fase di percezione: *I conducenti ... devono comunque prevenire situazioni di pericolo ... quando sia ragionevole prevederle in relazione alla situazione di fatto* (art. 191.3 del C.d.S.).

Il Legislatore italiano ha colpito nel segno: non esiste reazione senza percezione, quindi non è giudicabile la seconda senza aver analizzato la prima, essendo appunto la percezione all'origine della reazione, mai viceversa.

Questo studio sviscera la fase di percezione dal profilo tecnico, mettendo così le basi per rivalutare di conseguenza a 360° tutta la problematica della sicurezza del pedone.

## Glossario e definizioni in breve

### Avvistamento

L' **immagine** è la rappresentazione bidimensionale di una realtà tridimensionale. L' **avvistamento** è il processo visivo di acquisizione dell' immagine e consiste nella conversione degli stimoli luminosi esterni in informazioni neurali interne, trasmesse al cervello.

L' **avvistamento statico** è quello riferito ad una situazione priva di movimento, in cui le immagini acquisite (fotogrammi) sono identiche fra loro. L' **avvistamento dinamico** è quello riferito ad una situazione di movimento, ed ogni immagine acquisita differisce dalla precedente.

La **fase di avvistamento** è l' intervallo necessario all' acquisizione di una data serie di immagini.

### Percezione

La **percezione** è il processo cognitivo di decodifica interna dell' immagine bidimensionale in visione tridimensionale (agglomerazione degli elementi, formazione degli oggetti, riordino temporale dei fotogrammi). Così il cervello ricostruisce internamente la scena esterna, in modo tale da poterla interpretare.

La **fase di percezione** inizia con l' arrivo al cervello della prima immagine e termina con l' elaborazione della scena, nell' attimo in cui questa è interpretata (inizio della fase reattiva). Il **tempo di percezione** richiesto da una situazione di staticità (pochi fotogrammi identici) è più breve di quello richiesto da una situazione dinamica (più fotogrammi diversi fra loro).

### Reazione

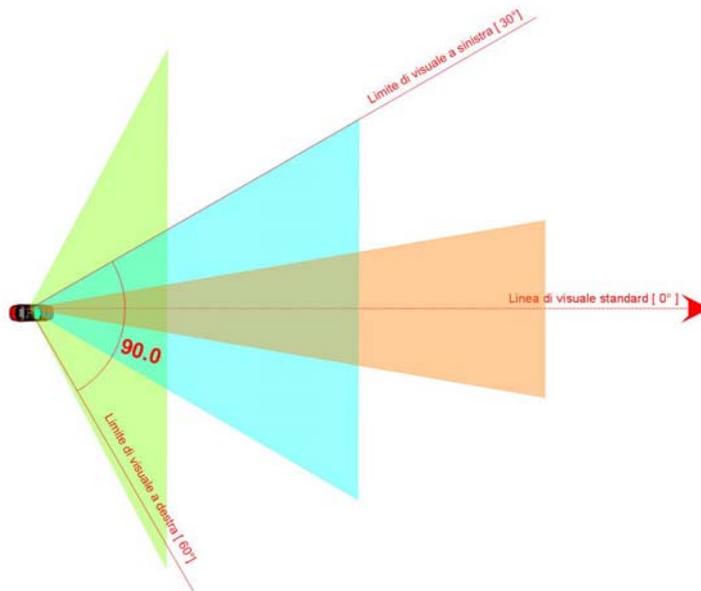
La **reazione** è il processo di attivazione derivante dalla scena percepita.

## Visuale

La **linea standard di visuale** è la linea orizzontale che unisce l'occhio dell'osservatore con l'orizzonte, ripartendo in parti uguali il settore di visuale, sia verticalmente, sia orizzontalmente.

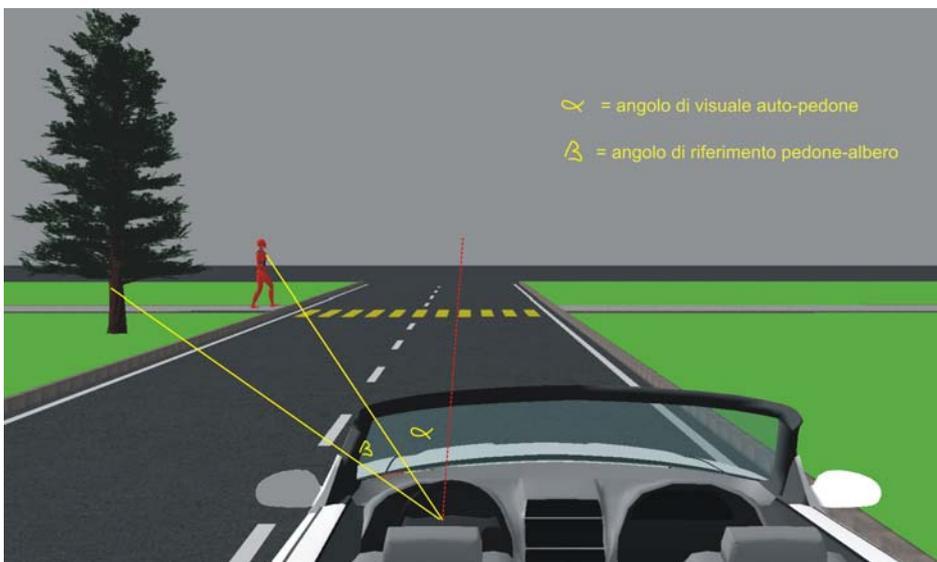
Il **settore di visuale centrale** è quello più prossimo alla linea standard di visuale, nel quale avviene il riconoscimento della scrittura mentre, verso il suo limite esterno il riconoscimento si limita ai simboli.

Il **settore di visuale periferica** copre l'intero campo visivo esterno al settore centrale. Dopo i  $30^\circ$  (dalla linea standard) l'occhio non percepisce più i colori mentre a circa  $60^\circ$  termina la visione binoculare. Di regola il campo visivo spazia così su un'ampiezza valutabile in  $120^\circ$  ( $60^\circ$  a destra e a sinistra della linea standard). La visuale del conducente (guida a sinistra) attraverso il parabrezza spazia invece a sinistra della linea standard per circa  $30^\circ$ , a destra per circa  $60^\circ$ . Il conducente dispone quindi di una **visuale asimmetrica** e ridotta a circa  $90^\circ$ .



L' **angolo di visuale ( $\alpha$ )** è l'angolo all'occhio dell'osservatore, formato dalla linea standard e da una linea che collega l'occhio all'oggetto considerato.

L' **angolo di riferimento ( $\beta$ )** è l'angolo all'occhio dell'osservatore, riferito all'oggetto considerato e ad un secondo oggetto di riferimento.

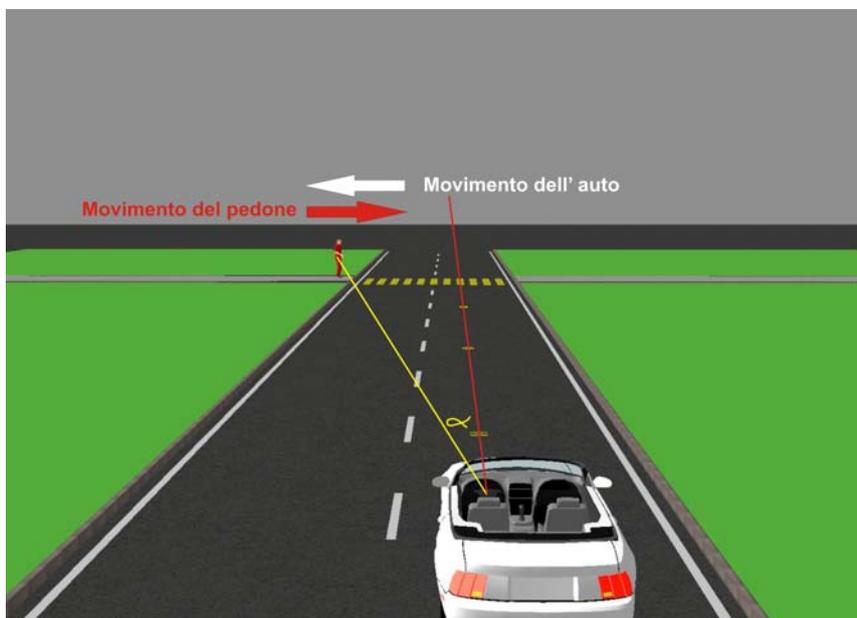


## Cinematica di avvistamento

Per **cinematica di avvistamento** intendo l'analisi dell'evoluzione dei settori di visuale e dei relativi angoli, in funzione della posizione e/o spostamento planimetrico di uno o più osservatori ed elementi osservati.

Il **movimento del pedone** in fase di attraversamento della carreggiata, agli occhi dell'automobilista in arrivo, si visualizza con la sua penetrazione dal campo di visuale periferica verso quello di visuale centrale del conducente. L'angolo  $\alpha$  si riduce.

Il **movimento del' auto** in avvicinamento al pedone, agli occhi dell'automobilista in arrivo, si visualizza con l'uscita del pedone dal campo di visuale centrale verso quello di visuale periferica del conducente. L'angolo  $\alpha$  aumenta.



Relatività visuale

La **relatività visuale** è data dal fatto che nel campo visivo del conducente i due movimenti (auto e pedone) agiscono in contrapposizione, il primo spostando la visione del pedone verso la zona periferica dello sguardo, il secondo verso la zona centrale.

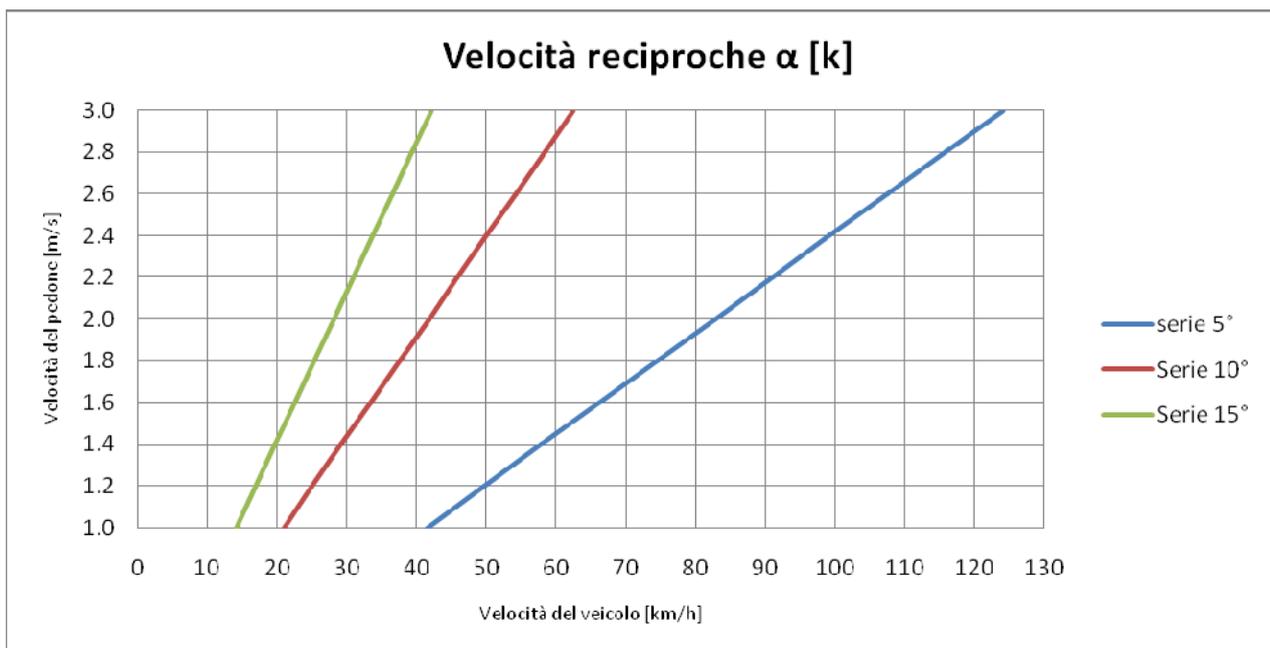
Nella situazione in cui i due movimenti annullano lo spostamento della visione del pedone, l'angolo  $\alpha$  rimane invariato ed il movimento del pedone non viene percepito dall'automobilista.

### Legge della relatività visuale

La *legge della relatività visuale* che formulo nella seguente equazione, stabilisce la relazione esistente fra gli spostamenti (moto uniforme) per  $\alpha$  costante, dove  $\mathbf{x}_1$  sta per lo spostamento del veicolo,  $\mathbf{x}_2$  per quello del pedone mentre  $\dot{\mathbf{x}}$  è la derivata prima di  $\mathbf{x}_{1-2}$ .

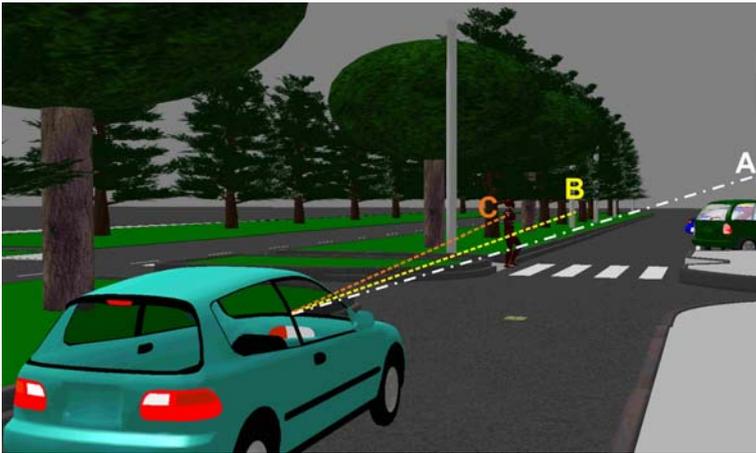
$$\dot{\mathbf{x}}_1 = \frac{\dot{\mathbf{x}}_2}{\operatorname{tg}\alpha}$$

Risulta così che con velocità del pedone varianti fra 1.0 e 3.0 m/s, questo fenomeno è possibile con velocità dell'auto comprese fra 15 e 130 km/h, ossia sempre ed in qualsiasi situazione di traffico.



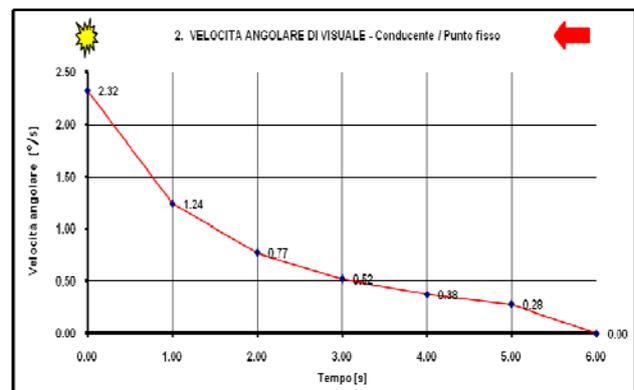
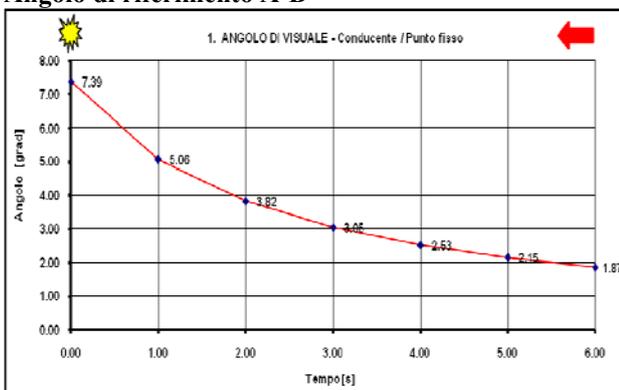
### Percezione cinematica di avvistamento

Il fenomeno della relatività visuale, può evidenziarsi contemporaneamente per più elementi. Se tale fenomeno si riferisce contemporaneamente ad  $\alpha$  (angolo di visuale) e a  $\beta$  (angolo di riferimento), la scena ricostruita internamente dal cervello, riprodurrebbe due situazioni di **staticità apparente**, ossia due situazioni che escludono la percezione del movimento del pedone e così del pericolo da esso rappresentato, quindi incapaci di generare reazioni preventive o d' emergenza da parte del conducente.

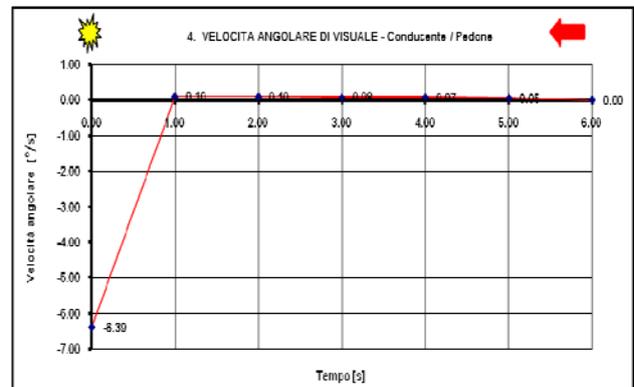
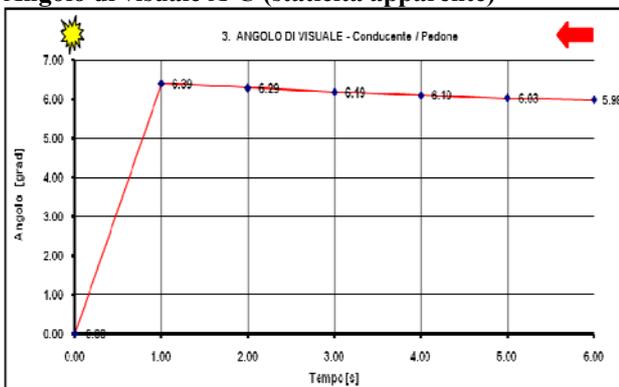


Nella pratica, un caso reale.

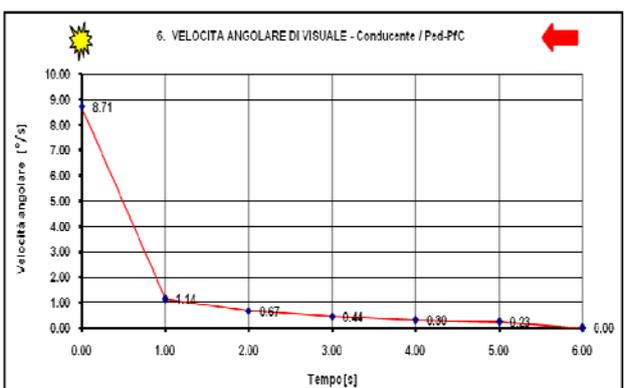
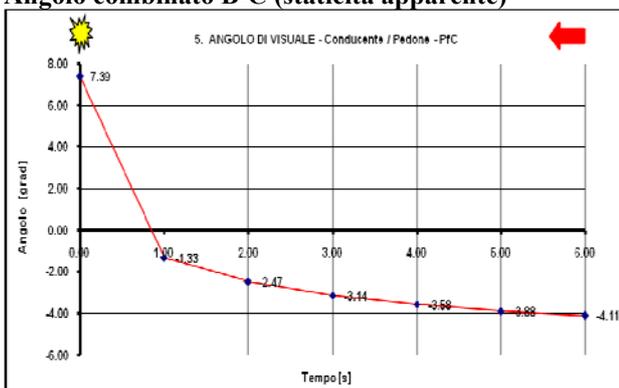
### Angolo di riferimento A-B



### Angolo di visuale A-C (staticità apparente)



### Angolo combinato B-C (staticità apparente)



L'analisi della **cinematica di avvistamento** di questo caso reale, si riferisce agli ultimi 75 metri percorsi in 6,0 secondi dall'auto in arrivo. Il momento "0" corrisponde all'investimento.

Si evidenziano due situazioni contemporanee di staticità apparente: una è quella riferita all'angolo di visuale  $\alpha$  (linea di visuale standard - pedone), l'altra è quella rapportata all'angolo di riferimento (pedone - palo della luce).

In entrambe, fino ad 1,0 s dall'investimento (m 12,5) gli angoli rimangono praticamente costanti, indicando ingannevolmente al conducente il pedone come fermo. Pertanto, fino all'ultimo secondo, il movimento del pedone non poteva essere percepito dal conducente.

Questo è un tipico caso in cui la situazione di pericolo non è prevedibile: pertanto un'azione di prevenzione o di emergenza non può essere messa in atto per tempo dall'automobilista.

### Legge della percezione nella relatività visuale

La capacità di **percezione** è funzione delle differenze relative degli stimoli elaborati.

Questo concetto fondamentale della psicofisica ed è stato enunciato da Ernst Heinrich Weber e quindi elaborato in modello matematico (*Legge di Weber & Fechner*) da Gustav Theodor Fechner. In acustica tale principio è stato applicato per definire i decibel (unità di misura logaritmica).

Applico lo stesso principio alla percezione cinematica di avvistamento e formulo l'equazione seguente.

#### *Equazione differenziale della percezione (p) nella relatività visuale*

$$\int dp = k \int \frac{d\alpha}{\alpha}$$

Considero la variazione degli angoli di visuale ( $d\alpha$ ,  $d\beta$ ,  $d\gamma$ , ecc.) come variazione dell'intensità dello stimolo e ciò relativamente all'angolo di visuale ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ecc.) inteso quale intensità iniziale dello stimolo stesso. Il fattore  $k$  rappresenta la caratteristica specifica dello stimolo considerato: andrà definito attraverso un'ulteriore ricerca specialistica specifica.

Questa formulazione permette di quantificare la percezione nella relatività visuale, anche operando considerazioni sommatorie ponderate.

## Sintesi conclusiva

### Concetti fondamentali della relatività visuale

1.  
Il fenomeno della *relatività visuale* fornisce al conducente una o più informazioni ingannevoli, tali da fargli percepire come assolutamente fermo un pedone che in realtà è in movimento ed in fase di attraversamento della carreggiata.
2.  
Il fenomeno della *relatività visuale* preclude al conducente la percezione del pericolo, quindi ogni possibilità reattiva preventiva o di emergenza.
3.  
Il fenomeno della *relatività visuale* dura per tutta la fase di avvicinamento del veicolo. La situazione si modifica repentinamente solo ad un secondo dall'investimento, ossia quando non è più possibile mettere in atto una qualsiasi manovra d'emergenza utile.
4.  
Il fenomeno della *relatività visuale* è latente e possibile in qualsiasi situazione di traffico, ossia con velocità veicolari comprese fra 15 e 130 km/h.

### Aspetti giuridici

1.  
Il *comportamento del conducente* dipende dalla sua percezione cinematica di avvistamento. L'azione reattiva del conducente è solo conseguenza di quanto percettibile e percepito.
2.  
L'*affermazione testimoniale* non è probante ai fini del giudizio sulla percezione del conducente, essendo la percezione testimoniale totalmente differente dalla percezione cinematica di avvistamento del conducente.

### Prevenzione

1.  
*La raccolta dei dati di statistica causale degli incidenti stradali* deve considerare gli effetti della relatività visuale e della percezione cinematica di avvistamento. Gli attuali studi statistici e le relative conclusioni vanno verificati e corretti di conseguenza.
2.  
*La progettazione e la realizzazione di ogni struttura di attraversamento pedonale* deve considerare la relatività visuale e la percezione cinematica di avvistamento. Le strutture esistenti vanno verificate di conseguenza.
3.  
*I nuovi concetti della relatività visuale e dalla percezione cinematica di avvistamento* vanno integrati in nuove regole comportamentali per i pedoni e per i conducenti ed in ogni nuovo studio ed azione preventiva.

## Proiezioni

### Sociale

La prevenzione degli infortuni, e di protezione del pedone in particolare, riveste un evidente obiettivo sociale di importanza primaria. I risultati di questa ricerca contribuiscono sicuramente a migliorare ulteriormente quanto oggi viene già fatto in questo settore. Queste nuove conoscenze vanno quindi integrate con urgenza ai criteri operativi fin qui usati. Ne consegue il riesame delle attuali regole per individuare le necessarie modifiche comportamentali da suggerire sia al pedone, sia ad ogni altro utente della strada. Questo richiederà nuovo impegno nell' insegnamento (scuole dell' obbligo, scuole guida, ecc.) e nuove campagne di informazione e di prevenzione.

### Giuridico

Le conseguenze di questo studio rivestono grande importanza a livello giuridico.

Infatti la fase di percezione assume ora valore investigativo chiave ed in giudizio, di conseguenza, relega la fase di reazione in secondo piano. Inoltre, la provata differenza di visuale dei testi rispetto alla relatività visuale dell' automobilista, annulla la validità probante delle loro affermazioni circa il quadro percettivo a disposizione del conducente. Con simili premesse è da attendersi un importante sviluppo della giurisprudenza in materia. Nell' ambito della Legge, sia a seguito dell' evoluzione giurisprudenziale, sia per motivi squisitamente di prevenzione e sicurezza, sono da prevedere modifiche che coinvolgeranno sia l' aspetto comportamentale degli utenti, sia quello normativo della segnaletica e dei manufatti stradali destinati ai pedoni.

### Tecnica

La tecnica, fornendoci questi nuovi concetti di analisi ed operativi, deve coinvolgere con urgenza tutti gli specialisti settoriali e fungere loro da base e da supporto per ogni iniziativa e opera tendente alla protezione del pedone. In ambito peritale giudiziario e civile, è ora compito del tecnico di informarsi ed acquisire velocemente le conoscenze specifiche connesse alla relatività visuale, onde poterla integrare nella propria attività professionale e fornire quindi ai propri committenti, con cognizione di causa, i necessari parametri utili al giudizio.

### Ricerca

Data l' attualità, la complessità e l' utilità sociale dell' argomento, questo studio di ricerca non può esaurirsi con la semplice odierna pubblicazione dei risultati principali ottenuti. Ora sarà necessario un ulteriore approfondimento, che io auspico multidisciplinare.

Ora l' apporto di ogni tipo di specialista (dall' ottica al genio civile, all' ingegneria ed alla psicologia del traffico fino al legislatore e quant' altri) è indispensabile per passare alla parte operativa.

Maggiore sarà l' impegno proferito a tale approfondimento e più incisiva e mirata sarà ogni conseguente azione in favore della protezione del pedone.

## Considerazioni finali

Ogni giorno, anche per soli pochi istanti, ognuno di noi è pedone, sono pedoni i nostri famigliari, i nostri conoscenti, la Popolazione intera. Questo studio, che apre nuovi orizzonti per interpretare la sicurezza del pedone, in un modo o nell' altro coinvolge anche la sfera professionale di ognuno di noi. Lo presento oggi alla Vostra stimata attenzione certo che per ciascuno sarà fonte di riflessione e, mi auguro, anche d' azione. Se quanto qui esposto dovesse servire per evitare l' investimento anche di un solo pedone all' anno, ne sarei soddisfatto, ma con il Vostro sostegno sono certo che il risultato sarà molto più ampio ed apprezzabile. Grazie.

ing. Mauro Balestra