

SITEBSi srl

Rassegna del bitume

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **20/92**

**Sicurezza della circolazione e verifica ambientale in una corretta
manutenzione stradale**

Giovanni Tesoriere

Sicurezza della circolazione e verifica ambientale in una corretta manutenzione stradale

Prof Ing. Giovanni Tesoriere

PREMESSA

1. Concetti generali - manutenzione programmata ed integrata

Da un esame superficiale si potrebbe dedurre che l'argomento manutenzione esorbiti dal problema della sicurezza e della verifica ambientale, poiché riguarderebbe opere di ripristino su di una strada già inserita nel contesto dell'ambiente e per la quale sussiste un indice di sicurezza che occorre soltanto mantenere.

Il primo controllo riguarda, perciò, la verifica che tali condizioni di sicurezza non siano mutate in ragione delle variazioni avvenute sulle condizioni di traffico o nel territorio afferente (apertura di accessi, nuovi incroci o immissioni).

Invero, il problema diventa interessante se si vuol considerare la fase manutentiva come un *momento di verifica* sia nei riguardi della sicurezza sia in merito alle condizioni d'impatto.

In un'ottica di tale tipo il problema diviene più ampio ed aderente ad un principio di economicità se ogni intervento manutentorio viene finalizzato non soltanto alle opere di ripristino ma se mira anche a raggiungere un miglioramento delle condizioni di circolazione che garantiscano la sicurezza nel rispetto dell'ambiente.

Si potrebbe dimostrare che agendo in tal modo, dopo una serie di interventi manutentori, opportunamente programmati nel tempo, una strada avente, all'origine, scarse caratteristiche strutturali e di movimentazione, potrebbe raggiungere alla fine, un buon livello di efficienza.

Per esaminare quale correlazione sussista fra i tre termini proposti, cioè sicurezza della circolazione - verifica ambientale - manutenzione stradale, è necessario prendere le mosse dalle relative definizioni.

a) *La sicurezza della circolazione* è costituita da tutti gli elementi che intervengono sulla strada per far sì che

la circolazione dei mezzi avvenga con modalità che assicurino una movimentazione ordinata e corrispondente al livello di servizio assegnato, senza che si determinino eventi straordinari dovuti a cause da attribuire alle situazioni cui si possono venire a trovare gli stessi utenti.

È evidente che tale definizione non può e non deve tener conto delle circostanze che sono da attribuire ad imperizia od ad imprudenza.

Il fattore sicurezza deve, perciò, prendere in esame i fattori che riguardano principalmente le particolari condizioni di agibilità del capostrada (aderenza, fenomeno dell'aquaplaning) e di quelle visive cui può venirsi a trovare l'utente quando, muovendosi col proprio mezzo, percorre il tracciato.

In una strada da considerare con elevata sicurezza il tracciato dovrebbe garantire al guidatore di mantenere l'assetto del veicolo e di avere una visione tale che gli permetta, in ogni caso, di poter disporre di una distanza di visuale libera che gli consenta di recepire l'andamento del tracciato in modo di potere agire sul mezzo anche in situazioni di emergenza.

b) *Verifica ambientale*, come è noto, consiste nello stabilire gli effetti che, anche indirettamente, può ricevere l'ecosistema da quelle azioni che sono tali da determinare variazioni e modifiche negli equilibri preesistenti.

Questa definizione, alquanto generica, ingloba un settore molto ampio delle attività umane entro un confine, *l'ambiente*, non facilmente delimitabile; condizioni tutte che, nel mentre rendono alquanto problematica ed individuale la specificazione degli elementi fondamentali che intervengono nel problema, permettono con certa semplicità e snaturarne l'essenza.

Si tratta di un rischio che, come è logico, riduce l'influenza della verifica ambientale ma non l'annulla anzi la qualifica, se essa è trattata nel più vasto argomen-

to dell'adeguamento onde garantire le condizioni di sicurezza.

c) *Manutenzione* rappresenta il complesso degli interventi successivi alla costruzione dell'infrastruttura miranti a mantenerla, almeno, al grado di efficienza che era stato stabilito per la sua utilizzazione.

Tale concetto generale è suscettibile di una serie di precisazioni, riguardanti sia situazioni locali di traffico e sue variazioni sia condizioni climatiche, tutte collegate con le scelte tipologiche iniziali.

Si deve, inoltre, riconoscere che le tecniche e gli interventi manutentivi, a parità di altre condizioni, considerati insieme alle caratteristiche fissate in sede progettuale, definiscono una strategia che comprende *scelte - dimensionamento - gestione*, con evidenti risvolti di natura economica.

Infatti, tempi e consistenza degli interventi manutentivi, miranti a mantenere invariata l'efficienza di servizio della strada, sono funzione diretta dell'approfondimento progettuale, dell'entità e della tipologia degli investimenti iniziali.

Tutto ciò può risultare aggravato da un incremento non previsto della circolazione o da particolari situazioni che hanno determinato difetti localizzati nelle pavimentazioni o condizioni di instabilità nelle strutture.

Gli interventi manutentori, in sostanza, non vanno sottovalutati, ma rappresentano un momento importante di verifica nella vita di un'arteria.

Si deve dolorosamente constatare che in Italia il problema della manutenzione viene sottovalutato e, quasi sempre, si riduce a prevedere dei semplici rappezzi sui manti od alla stesa di un nuovo strato superficiale senza analizzare le effettive esigenze della strada che possono essere di altra natura.

Per le nuove progettazioni sarebbe augurabile che venissero previsti tipologia e tempi della manutenzione considerando l'incremento di traffico ipotizzato negli anni di vita utile.

Infatti, costo dell'opera e previsioni progettuali sono intimamente collegati con il piano manutentorio.

Si cercherà nel seguito di individuare gli aspetti più importanti della correlazione che lega insieme la manutenzione con la sicurezza e con i problemi ambientali, riconoscendo che tale funzione presenta una così varia e molteplice rappresentazione che diviene difficile la possibilità di una trattazione organica e completa.

Ove possibile si riporteranno degli esempi esplicativi di situazioni che si sono potute esaminare e correggere.

D'altra parte è augurabile che il concetto di manutenzione venga ampliato introducendo in esso anche il principio della ristrutturazione, includendo, cioè, quegli elementi che riguardano non soltanto il mantenimento delle condizioni di agibilità ma che si estenderebbero anche ad indicare le opere idonee ad eliminare determinati difetti ed a migliorare le condizioni di circolazione.

Un tale procedimento interesserebbe buona parte della rete della nostra viabilità provinciale; per le arterie più importanti di questa rete, a nostro giudizio, si dovrebbe formulare un piano manutentorio, distinto in fasi temporali, in cui insieme alle opere ordinarie, come il ripristino del manto od il rifacimento di zone in dissesto, andrebbero incluse anche opere per togliere quelle manchevolezze che, durante l'esercizio, si sono manifestate.

2. I difetti che incidono sulla sicurezza Ubicazione dei «punti neri»

Si è accennato alla circostanza che su una strada in esercizio possono presentarsi particolari situazioni o deficienze che riducono la sicurezza della circolazione.

L'indice che, in questo caso, fornisce un elemento inequivocabile di valutazione è rappresentato dal manifestarsi di incidenti.

Se questi si rilevano in maniera ripetuta, sempre con le stesse modalità ed in tratti ben individuati, è da escludere la causa occasionale da attribuire esclusivamente a condizioni visive dell'utente (la distrazione o il colpo di sonno) od al veicolo (scoppio di una gomma o rottura del cambio).

Nei tratti in cui gli incidenti si manifestano in maniera ripetitiva, questi non possono essere considerati come *eventi* isolati bensì come eventi *prevedibili*, la cui probabilità, perciò, può e deve essere eliminata od almeno contenuta con interventi opportuni.

La periodicità in cui tali eventi avvengono in determinati tratti della strada, che chiameremo *punti neri*, è un indice certo che la causa va ricercata a fattori dovuti a deficienze di tipo strutturale o del tracciato, fattori tutti che vanno analizzati ed eliminati.

Le principali deficienze possono raggrupparsi nelle seguenti quattro classi:

a) insufficienti o poco idonee caratteristiche geometriche e del tracciato: ridotta larghezza della carreggiata, mancanza di adeguamento piano altimetrico, poca visibilità agli incroci o nelle immissioni;

b) caratteristiche superficiali del capostrada: screpolature e sconnessioni nel manto con riduzione dell'a-

derenza; inefficiente allontanamento delle acque di carreggiata (fenomeno dell'aquaplaning);

c) inadeguata e poco visibile segnaletica verticale ed orizzontale;

d) condizioni ambientali come forte vento non segnalato, presenza di ghiaccio o di pozzanghere d'acqua, presenza di terriccio per smottamento delle scarpate, ecc.

La definizione dei punti neri va fatta attraverso una indagine estesa sia nel tempo, analizzando su una strada l'incidentalità occorsa almeno in un quinquennio, sia nello spazio, individuando esattamente luogo e modalità degli eventi così da stabilire le cause che li hanno determinati.

La precisa delimitazione di tale indagine può risultare idonea a definire una certa graduatoria che permetterà di evidenziare la tipologia e l'incisività degli interventi che si rendono necessari.

La metodologia da seguire per ciascun punto nero può essere così sintetizzata:

a) *analisi degli incidenti* attraverso i verbali predisposti dalla polizia stradale o dai carabinieri, in modo da rilevare la dinamica di ciascun evento;

b) *definizione delle caratteristiche di ciascun tratto di strada interessato*, mediante rilevamento diretto, completato possibilmente dai valori di traffico attraverso i Censimenti della Circolazione;

c) *controllo dello stato di manutenzione della sovrastruttura e analisi della regolarità superficiale*, per il quale ci si potrà servire dei moderni mezzi di indagine: misura in continuo dei profili longitudinali e trasversali della pavimentazione con apparecchio a raggi laser che permette di evidenziare diversi parametri legati alla sicurezza ed alla durabilità della struttura; esame dell'aderenza superficiale (Scrim); rilievo altimetrico e planimetrico del tratto interessato;

d) *Rilievo della segnaletica orizzontale e verticale*: grado di visibilità ed efficienza;

.e) *Condizioni ambientali*.

Tutte queste notizie, eventualmente codificate e memorizzate su elaboratore, distinte per punto nero, consentono una analisi integrata di tutti i possibili fattori che hanno potuto provocare gli incidenti, di evidenziare i gruppi di cause e di chiarire l'interpretazione di ogni singolo evento.

Gli interventi proponibili vanno dalla correzione dell'andamento plano-altimetrico, alla risistemazione della sovrastruttura, a provvedimenti di arredo, all'adeguamento della carreggiata.

3. La visione interna e verifica ambientale nella manutenzione

La visione interna, cioè gli aspetti che riceverà l'utente quando si muove col proprio veicolo sulla strada, è direttamente collegata alla sicurezza e rappresenta nello stesso tempo, un elemento di verifica ambientale.

Infatti, le caratteristiche peculiari dello stesso ambiente di pertinenza possono accentuare od ammorbidire alcuni effetti negativi di percezione e, mediante idonee procedure di arredo o di opere in verde, è possibile provvedere alla eliminazione di vizi visivi.

Questi possono essere dovuti alla mancata percezione dello sviluppo del tracciato, in cui si ha la totale scomparsa di esso (*effetto di mascheramento*) o di una sua parte dal quadro prospettico, ovvero essere determinati da una continua uniformità del paesaggio, come lunghi rettilinei, che producono *l'effetto noia* corrispondente ad una energica riduzione degli effetti reattivi.

In questi casi, il guidatore non si trova più in condizioni di poter agire con tempestività e sicurezza all'insorgere di un qualsiasi ostacolo, fisso o mobile.

Il problema della visione interna, quindi, è direttamente collegato con il coordinamento plasso-altimetrico; infatti è noto che quasi sempre, il difetto ottico percepito dall'utente sulla visione prospettica della strada insorge, durante il moto, quando all'interno di un elemento di tracciato con caratteristiche geometriche costanti, in rettilineo o in una curva circolare, si introduce una variazione di livelletta.

Situazioni pericolose insorgono qualora la perdita di tracciato si verifichi in rettilineo subito prima di una curva circolare; se il tracciato riappare ad una distanza inferiore a quella di focalizzazione, il guidatore del mezzo è costretto a modificare la propria condizione reattiva in un tempo molto ristretto, passando, cioè, ad una accentuazione dell'attenzione.

Il problema della visione merita un più attento esame.

Le cause degli incidenti stradali sogliono distinguersi in mediate ed immediate, attribuendole con diversa percentuale, ai tre fattori classici: *l'uomo, il veicolo e la strada*.

Di solito il fattore umano si ritiene il più responsabile (60-75%) limitando l'incidenza di ciascuno degli altri due al 20% circa.

In effetti, questo risultato è perfettamente comprensibile ed aderente alla diversa affidabilità esistente fra l'uomo, per le molteplici variabilità del suo complesso psichico e reattivo, e la macchina o la strada il cui trac-

Fig. 1-Variazione del campo di visione periferica in funzione della velocità

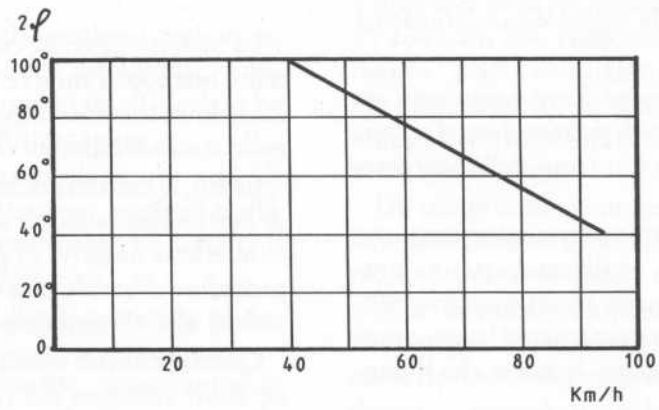


Fig. 2-Variazione della distanza media di focalizzazione in funzione della velocità

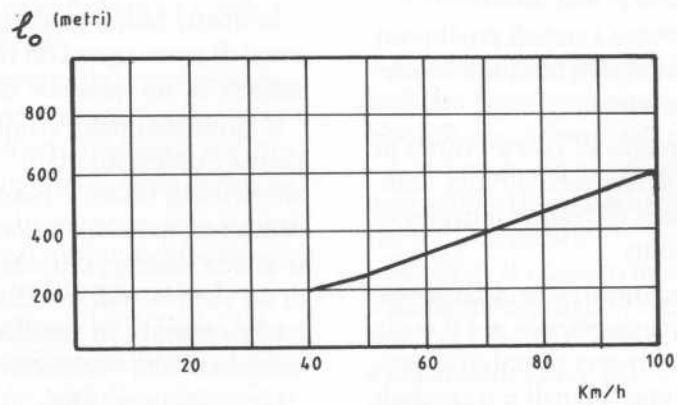
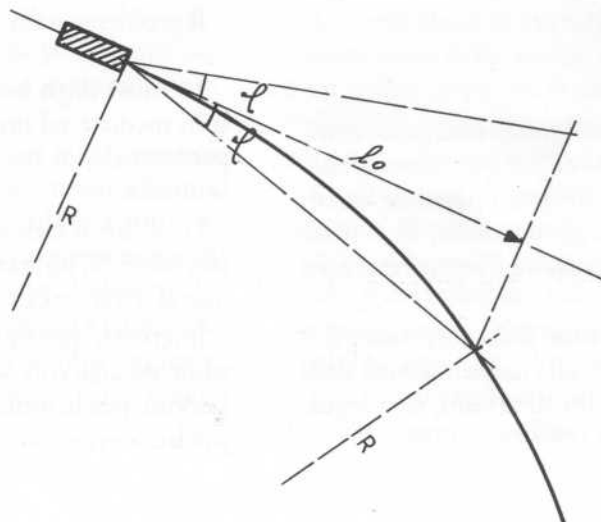


Fig. 3



ciato risulta aderente ad una prestabilita e studiata situazione.

L'affidabilità dell'uomo può essere migliorata tramite una maggiore coscienza dei suoi limiti e un approfondimento delle leggi che regolano la sua psiche in relazione agli stimoli che riceve dall'ambiente.

Il nostro cervello ha un comportamento funzionale che si può, in certo senso, assimilare ad un calcolatore in tempo reale capace di elaborare quanto percepito dall'esterno, tramite la recezione sensoriale o quanto suggerito dal proprio inconscio; i relativi «outputs» a loro volta, si ripercuotono sull'ambiente esterno.

Poco o nulla si può dire sui meccanismi di elaborazione degli «inputs».

È noto che gli effetti reattivi dell'uomo sono variabili da un individuo all'altro e che, nello stesso individuo, non sono costanti ma dipendono da fattori interni, come l'affaticamento, lo stato nevrotico, la distrazione, ecc., ovvero da fattori esterni.

Se si vuole raggiungere un sufficiente grado di sicurezza in una strada occorre assicurare, in relazione alle particolari situazioni che si manifestano durante il percorso, il necessario equilibrio psicologico dell'utente, limitandone quanto più possibile l'affaticamento.

Non è certamente facile l'esplicitazione degli esposti concetti in un problema nel quale sussistono vincoli di diversa natura, né è possibile non tener conto, nello stesso tempo, anche delle condizioni che provengono dallo studio dell'equilibrio dinamico dell'autoveicolo, le quali rappresentano sempre un importante presupposto perché sia garantito un certo grado di sicurezza all'utente automobilistico.

Purtuttavia, l'introduzione nel problema della sicurezza anche del rispetto del comfort psicofisico impone al progettista nuovi vincoli, in base ai quali occorre verificare, punto per punto, le condizioni del tracciato sotto l'ottica delle probabili reazioni psicovisive del guidatore del mezzo.

Certamente in tutta questa tematica intervengono altri fattori non trascurabili, come le caratteristiche della sezione trasversale (numero di corsie, larghezza delle corsie e delle banchine, presenza o meno di spartitraffico), i flussi di traffico previsti e la possibile velocità della corrente veicolare, l'influenza dei mezzi pesanti e la probabilità di sorpassi (particolarmente incidente nelle carreggiate a sede unica), le condizioni orografiche e geologiche, nonché l'incidenza dei costi.

Su una strada esistente che presenta deficienze sotto l'aspetto della sicurezza andrebbe svolta una analisi puntuale delle condizioni offerte procedendo, eventualmente, a correzioni ed adattamenti successivi.

È interessante, perciò, chiarire, nelle linee generali, come avviene il processo di percezione nel moto.

Tale processo normalmente viene riferito a situazioni statiche mentre, nel caso che ci interessa, occorre far riferimento alla percezione visiva in condizioni di movimento cioè occorre riferirsi alla «visione dinamica» che presenta aspetti e modalità diverse.

In condizioni di visione statica l'uomo partecipa direttamente all'ambiente che lo circonda e ne coglie l'aspetto globale per l'esteso campo orizzontale della visione periferica (circa 160°).

Di solito, nell'impostazione di questo studio, ci si riferisce alla densità di informazioni contenute nel quadro prospettico, la quale si fa dipendere da alcuni fattori che si distinguono come segue: fattore p di posizione del quadro prospettico (centrale o periferica), fattore h di selettività dell'informazione in ragione della finalità con cui si osserva, tempo minimo t di concentrazione dell'attenzione necessaria per distinguere o selezionare il messaggio visivo.

Se i è l'oggetto percepibile, si vuol porre la seguente relazione che fornisce la densità d'informazione E , come sommatoria di una serie di funzioni delle immagini i , dipendenti da p , h e t

$$E = \sum f_i(p, h, t)$$

In condizioni di moto, ciascuna immagine i con il suo contenuto in termini di densità E , per essere analizzata, abbisogna di un tempo T che dovrà risultare decrescente con l'aumentare della velocità V .

La velocità V_a di analisi propria di ciascun utente, variabile con la sua capacità di elaborare un certo numero di informazioni visive in un dato tempo, anche in relazione al suo stato psichico ed alla maggiore o minore attenzione con cui si affronta il viaggio, risulta:

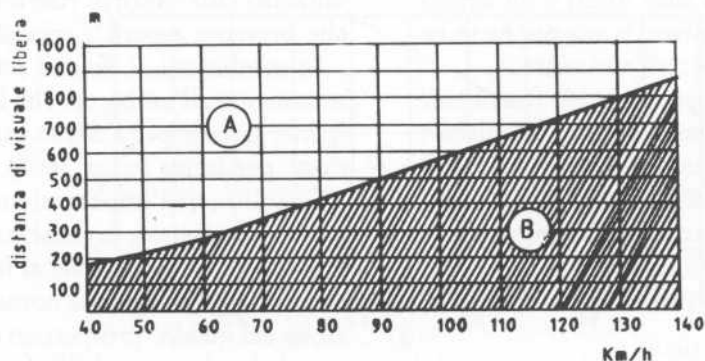
$$V_a = \frac{E}{T}$$

Questa impostazione permette di svolgere alcune semplici ed intuitive considerazioni:

a) all'aumentare della velocità di spostamento V diminuisce il tempo T per cui, per mantenere costante V_a , occorre diminuire anche la densità E delle informazioni; l'utente, cioè, seleziona le informazioni, eliminando quelle periferiche e concentrandosi sugli oggetti a più elevato valore di h ; in alternativa il soggetto deve aumentare V_a , il che corrisponde ad un maggiore grado di attenzione;

b) in condizioni di immagini monotone, a basso contenuto di E , l'utente reagisce aumentando la velocità V del proprio mezzo, ovvero tende a ridurre progressivamente V_a con la conseguente diminuzione del gra-

Fig.4-Diagramma che fornisce, in funzione della velocità di progetto, i valori di distanza di visuale libera accettabili o non accettabili per le perdite di tracciato

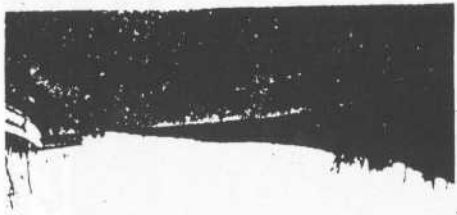


A-campo dei valori accettabili

B-campo dei valori in cui necessita correzione altimetrica

CORREZIONE	ERRATA DISPOSIZIONE PLANO-ALTIMETRICA	DIFETTO VISIVO
<p>Evitare l'inizio della curva orizzonti, prima del culmine del raccordo verticale convesso.</p>	<p>ANIMETRIA</p> <p>PROFILO</p> <p>Inizio dell'arco circolare dopo il punto di tangenza del raccordo verticale convesso (dosso).</p>	<p>Cambiamento di direzione mascherato.</p>
<p>Scegliere $R_v \geq R_h$ spostare la curva verticale in modo da farla coincidere a quella orizzontale.</p>	<p>Inizio dell'arco circolare (Minim.) subito dopo un raccordo verticale concavo</p>	<p>Percezione di un falso punto di flessione sul ciglio</p>
<p>Assumere il valore di R_v abbastanza grande e vicino a quella della curva orizzontale.</p>	<p>Raccordo vert. concavo con R_v piccolo entro una curva orizzontale di grande raggio (R).</p>	<p>Percezione di due punti di flessione su uno dei cigli.</p>
<p>Spostare le curve orizzontale e verticale in modo da farle coincidere nei punti di tangenza.</p>	<p>Raccordo verticale concavo subito dopo una curva orizzontale.</p>	<p>Percezione di un punto di flessione su ciascun ciglio e restringimento ottico della carreggiata.</p>
<p>Fare coincidere il raccordo verticale con uno degli archi orizzontali.</p>	<p>Punto di flessione nel tracciato planimetrico in corrispondenza del punto più basso del raccordo verticale concavo</p>	<p>Restringimento ottico della carreggiata.</p>

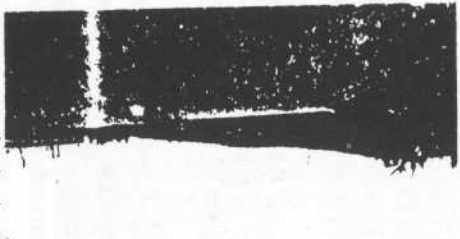
- Difetti visivi interni per mancato coordinamento plano-altimetrico.



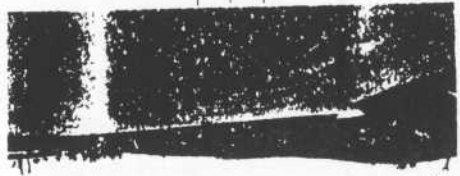
E



F



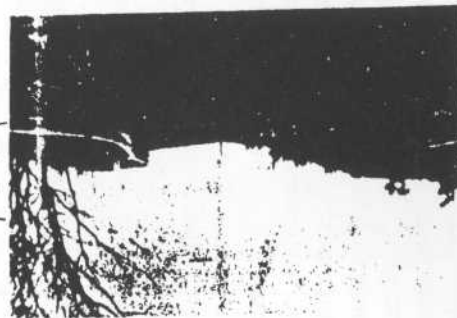
G



H



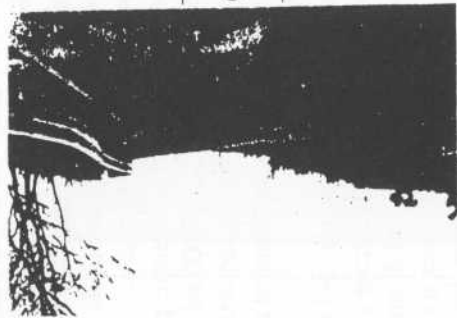
A



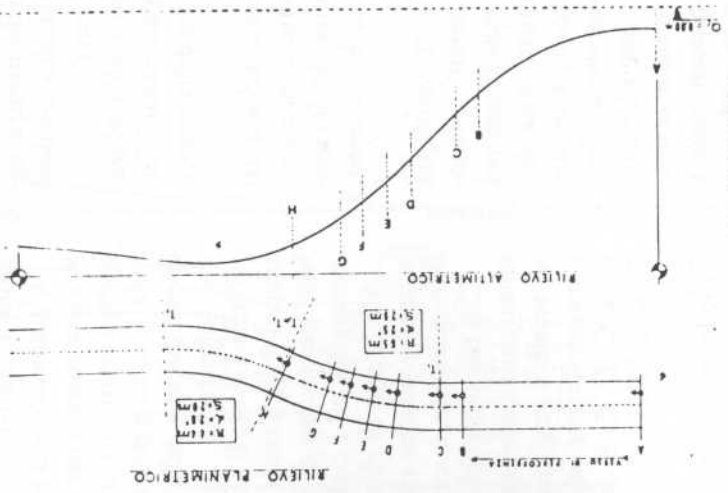
B



D



C



do di attenzione che, al limite, può raggiungere il pericoloso stato di torpore (effetto noia).

Da quanto accennato risulta che, per ogni selezionata velocità di percorrenza, è definibile un campo entro il quale il livello di attenzione attivata consente un controllo ottimale della dinamica di marcia; al di sotto di un certo limite l'attività di conduzione risulta caratterizzata da monotonia per cui aumenta lo stato di disattenzione ed insorgono, conseguentemente, i rischi di incidenti.

Per valori più elevati dei limiti sopraddetti la densità di informazioni da elaborare si esalta e può superare la velocità di analisi per cui, anche in questo caso, si abbassa il coefficiente di sicurezza.

A prima vista si ha la sensazione che questi problemi rimangono semplici esposizioni teoriche mentre, oggi, rappresentano la base di un attento studio per definire le condizioni di agibilità di un'arteria.

Su questi concetti si basano le norme SNV (svizzere) che individuano un campo di valori accettabili della lunghezza di visuale libera in funzione della velocità di spostamento.

La ricerca di tale lunghezza può essere condotta dal punto di vista analitico in relazione alle situazioni planometriche ed in proposito stiamo studiando dei monogrammi capaci di fornire nei vari casi le soluzioni idonee.

Nella tavola allegata sono indicati i difetti visivi più appariscenti per mancato coordinamento planometrico: *cambiamento di direzione mascherato* nel caso che l'inizio dell'arco circolare planimetrico sia ubicato dopo il punto di tangenza del raccordo verticale convesso (dosso); *percezione di un falso punto di flesso sul ciglio* quando l'inizio dell'arco circolare planimetrico si trovi subito dopo un raccordo verticale concavo; *percezione di un punto di flesso su ciascun ciglio e restringimento ottico della carreggiata* con raccordo verticale concavo subito dopo una curva circolare; *restringimento ottico della carreggiata* se il punto di flesso del tracciato planimetrico corrisponde con il punto più basso del raccordo verticale concavo.

Circa la facilità di correggere un difetto di mascheramento riscontrato su una strada provinciale possiamo riportare un esempio che abbiamo avuto modo di evidenziare.

Si è preso in esame un tracciato stradale realmente esistente (strada provinciale delle Madonie n. 9 bis collegante Collesano con la Strada Statale n. 643 di Polizzi Generosa).

Le numerose anomalie ottiche e le perdite di tracciato che la via presenta diventano cause determinanti di

frequenti incidenti che si verificano particolarmente nel periodo invernale, abbassando notevolmente la qualità della strada che, proprio con l'approssimarsi della stagione più rigida, viene spesso frequentata da un'utenza turistica piuttosto che da una locale.

Particolarmente infelice risulta la soluzione planometrica adottata nel tratto fra il km 7,000 ed il km 7,110 per il manifestarsi di una perdita di tracciato in corrispondenza di un rettilineo immediatamente prima di curva e controcurva.

Il guidatore che percorre la via, in salita, nel tratto in rettilineo (quindi con velocità talora superiore a quella consentita) ha la sensazione della presenza di una curva a destra, mentre, in effetti la seconda curva si svolge a sinistra (cfr. Tavola I, nel tratto compreso fra la sezione C ed E).

L'automobilista percepisce la presenza della curva a sinistra quando perviene nella posizione G il che comporta certamente una reazione di sorpresa (nella Tavola I, sono riportate le foto prese con macchina disposta sull'asse della corsia ad una altezza di m 1,10 circa dal capostrada).

Nella Tavola II sono riprodotte, per le identiche posizioni della Tavola I, le restituzioni prospettiche ottenute per mezzo di calcolatore, riportando l'asse della carreggiata ed i cigli.

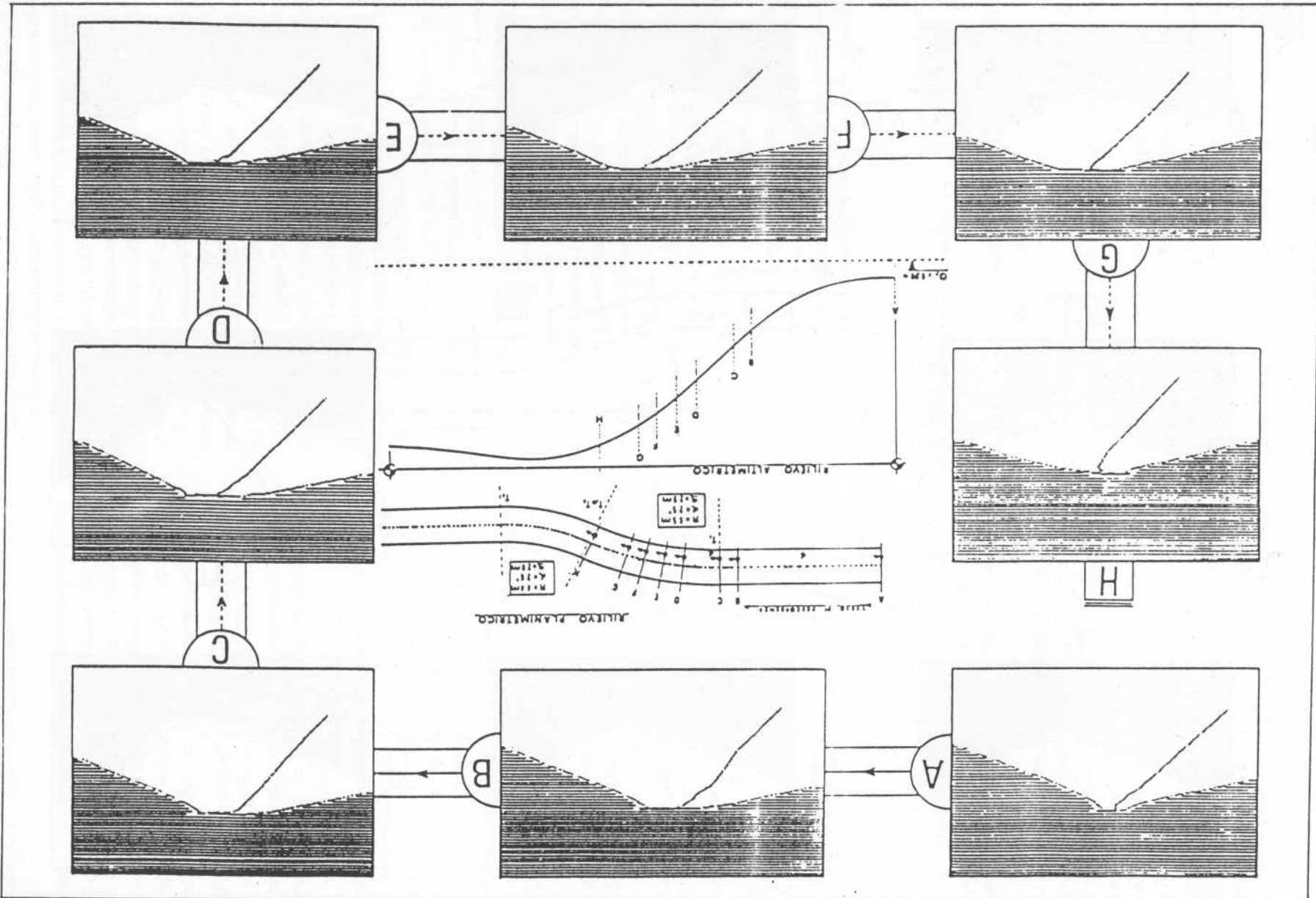
Allo scopo di eliminare, o quanto meno attutire, le anomalie ottiche riscontrate si sono variate, sia pure limitatamente, le caratteristiche altimetriche dell'asse.

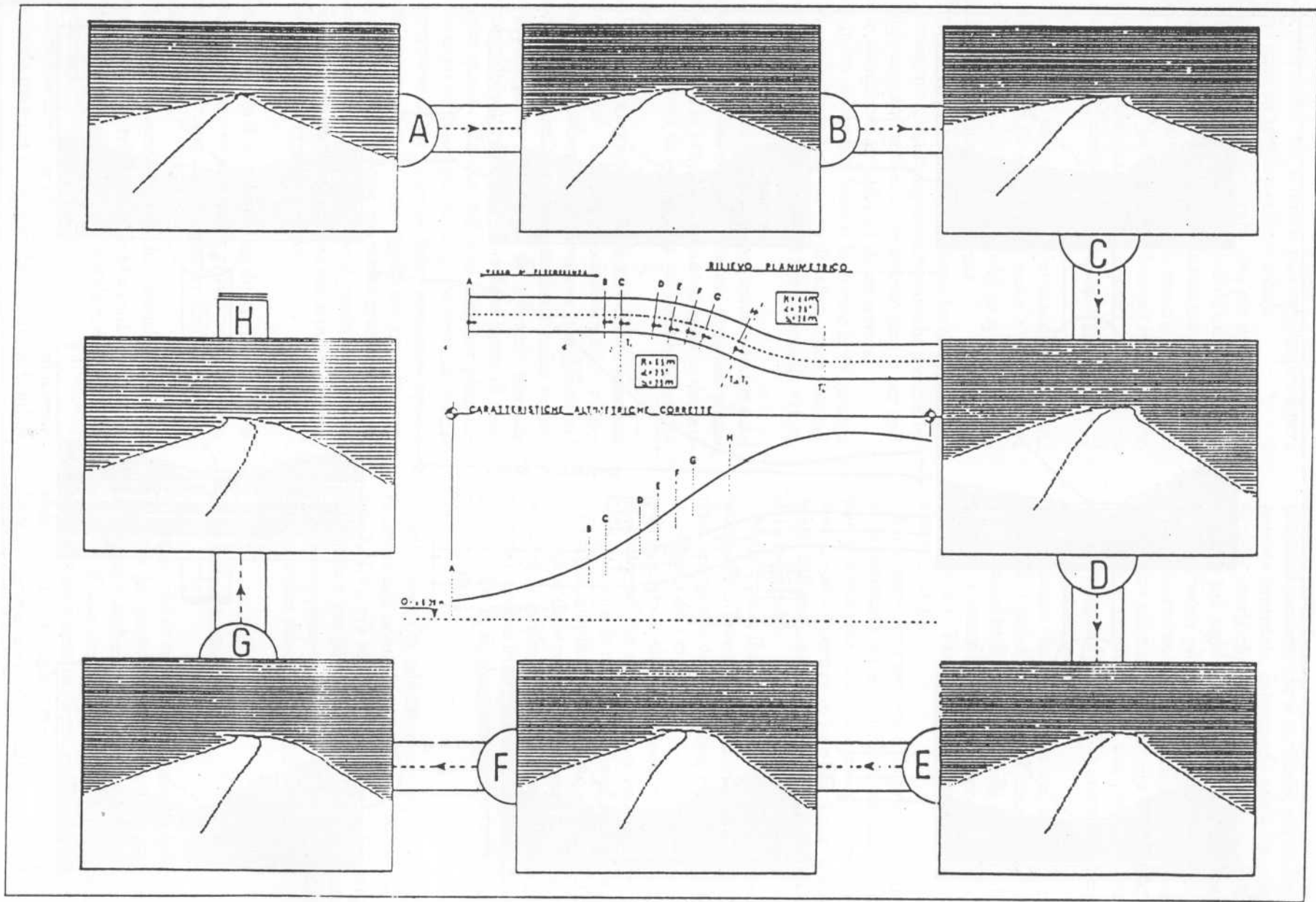
Con tale semplice accorgimento, com'è facilmente riscontrabile dalle restituzioni prospettiche, si ottengono sensibili miglioramenti; le perdite di tracciato, che si manifestavano in origine in corrispondenza delle sezioni C, D, E, F, sono state notevolmente attenuate (Tavola III).

Nelle more che tale carenza venga colmata, si può ricorrere agli orientamenti riportati nelle norme svizzere S.N.V., più volte citate, adattandoli alla tipologia esaminata e, per particolari soluzioni, verificando se la restituzione prospettica nei vari punti del tracciato presenti o meno difetti di perdita visiva.

4. Il restauro ambientale

È logico che in sede manutentoria è possibile adottare anche dei provvedimenti suppletivi per migliorare le situazioni ambientali compromesse durante l'esecuzione di alcune strade nel periodo in cui l'impatto veniva semplicemente negletto, mediante semplici provvedimenti atti a rendere meno consistenti le ferite inflitte al tessuto territoriale dall'opera stradale.





TAV. III

Questi interventi possono riguardare:

a) *le profonde trincee od alti rilevati*: sistemazione nelle scarpate molto ripide ed estese graticciate che fissino la coltre di terreno vegetale evitando eventuali, ruscellamenti, ovvero applicare delle mantellate con elementi di cotto che, oltre ad assicurare la stabilità, consentono il rivestimento con vegetazione anche spontanea;

b) *gli alti muri di sostegno*: il mascheramento con verde è un rimedio abbastanza diffuso così da ricostruire, per quanto possibile, l'omogeneità e la continuità ambientale; lo stesso vale anche per le piantagioni da sistemare ai cigli o nelle corsie spartitraffico;

c) *gli imbocchi di gallerie*: è un'operazione alquanto difficile ed impegnativa per la quale si richiede uno studio particolare che eviti o ammorbidisca l'effetto di taglio all'imbocco anche mediante un breve tratto in artificiale con pareti rastremate verso la base, a guisa d'invito all'ingresso, curando la sistemazione delle scarpate nella zona d'immissione con opere in verde che si adeguino alla vegetazione della parete montuosa.

In ogni caso le opere in verde che si dovranno prevedere nella fase di manutenzione, e che possono definirsi *opere di restauro ambientale*, vanno selezionate in modo da risultare in aderenza con le peculiari caratteristiche dell'associazione vegetale rappresentativa di quel territorio; la scelta, perciò, deve tener conto delle possibilità di intervento al momento dell'impianto, delle particolari condizioni ambientali e di quelle climatiche della zona in cui il verde va inserito.

Invero, per le opere in verde, dopo l'impianto, dovrebbe considerarsi un tipo di manutenzione continua, meglio se le Amministrazioni si fornissero di proprio personale specializzato (giardinieri) per la cura delle piante: innaffiamento, sarchiatura, potatura, ecc.

Sempre nel contesto manutentivo rientra il problema del reperimento degli inerti per la formazione del conglomerato bituminoso per gli strati neri da ripristinare.

Le recenti normative ecologiche sulla coltivazione delle case e quelle riguardanti il prelievo di materiale dagli alvei dei corsi d'acqua riducono la possibilità di approvvigionamento degli inerti.

Si ricorda che, negli anni passati, quando tale normativa da noi era alquanto permissiva, in Svizzera erano già operanti delle leggi molto restrittive per cui costruttori di questo paese superavano l'ostacolo venendo a rifornirsi di materiale lapideo in Italia, aggravando certamente la situazione delle nostre cave o dei nostri torrenti.

Oggi, il problema deve essere affrontato anche da noi e la soluzione tecnicamente più valida consiste nel riutilizzo degli inerti necessari al rifacimento degli strati neri; tale processo, come è noto, è indicato semplicemente con il termine *riciclaggio*.

Si accenna soltanto ad alcuni aspetti di questa tecnica del resto abbastanza nota.

Il riciclaggio consiste nell'asportazione degli strati bitumati superficiali che presentano deficienze di varia natura e nella loro riutilizzazione per nuovi strati dopo opportuno trattamento.

Il riutilizzo è quasi sempre parziale per cui occorre aggiungere bitume e nuovo materiale litico non inferiore al 25-30% del prodotto finito.

Pertanto, il prodotto della fresatura, prima del suo reimpiego deve essere sottoposto ad un attento esame che ne evidenzi le caratteristiche.

Il bitume, rimasto legato agli elementi fresati, in special modo se proveniente dagli strati più superficiali, presenta penetrazione considerevolmente più bassa di quella di partenza e, quindi, più marcata rigidità (fenomeno dell'invecchiamento).

Per correggere anche inevitabili variazioni granulometriche (mancanza di certe frazioni o deficienza di alcune) è, inoltre, necessario procedere alla miscelazione del materiale asportato con nuovo inerte o con altro bitume di opportune caratteristiche.

Talvolta si usano additivi rigeneranti del bitume in percentuale molto bassa (0,1-0,2%), dopo accurato accertamento della loro azione affinché questa non agisca negativamente sul prodotto finito.

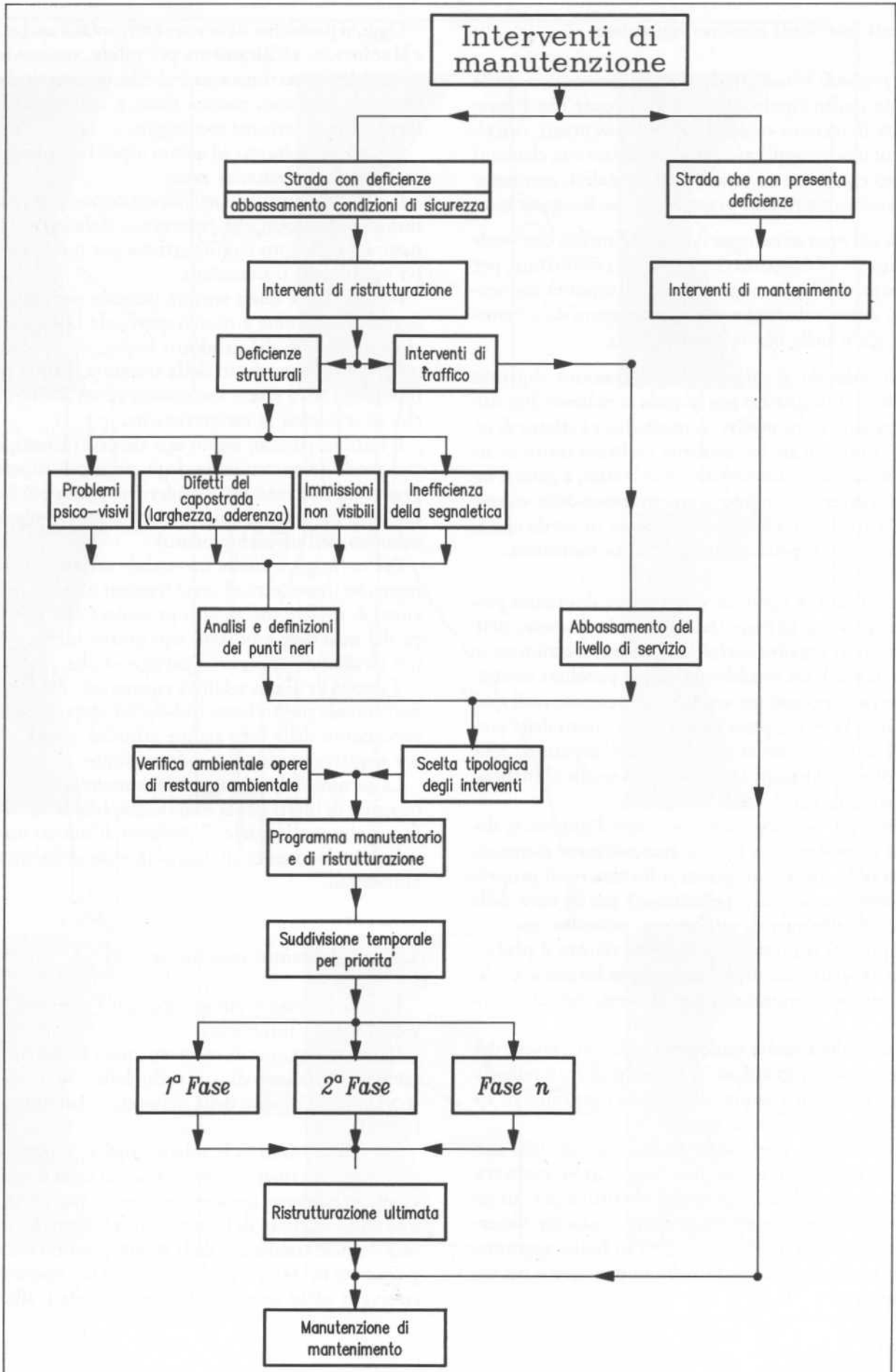
La tecnica del riciclaggio, in sostanza, riducendo la quantità di inerti per la nuova stesa (dal 60 al 70%) elimina, almeno in parte, il prelievo di nuovo materiale delle cave evitando un aggravamento delle situazioni ambientali.

5. Considerazioni conclusive

La conclusione ci riporta a quanto premesso all'inizio di questo intervento.

La manutenzione deve essere intesa anche come momento di verifica e di controllo delle condizioni della strada sotto l'aspetto della sicurezza e dell'impatto ambientale.

Per questo motivo le relative opere, supportate dai necessari rilevamenti, divenuti ormai facili e rapidi mediante le moderne apparecchiature che agenti in continuo sono in grado di fornire tutti gli elementi di valutazione sulle condizioni della strada, possono essere programmate nel tempo (suddivisione in fasi operative successive) e nello spazio (per tronchi o lotti), allo scopo



di ottenere un innalzamento *dell'indice di efficienza* nei riguardi della sicurezza e dei problemi ambientali.

Operando in maniera organica da parte delle Amministrazioni si otterrebbe il risultato di migliorare le condizioni di circolazione (innalzamento del livello di servizio e riduzione dell'incidentalità) con il minimo costo.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Sull'argomento trattato si ha una estesa bibliografia. Si consiglia di consultare:

a) percezione visiva dell'utente

GODIN P., ANTONIOTTI P., DELIGNY J.L. - L'étude du guidage optique dans les projets d'autoroutes, *Rev. Gén. Routes et Aerodromes*, n. 9, 1968.

LEYGUE F. - Le comportement dynamique des vehicules routiers, *Rev. Gén. Routes et Aerodromes*, n. 6, 1969.

KREBS H.G. - *Fahrdynamik und Sicherheit, Strasse und Autobahn*, febbraio 1970.

KOPPEL G. - Die Neufassung der Richtlinien für die Anlage von Landstrassen - RAL-L-1, Ausgabe 1973, *Strasse und Autobahn*, aprile 1973.

DA RIOS G. - Sui canoni estetici di progettazione stradale, *Le Strade*, n. 1, 1977.

BENEDETTO C. - Strade e ambiente naturale, *L'industria delle costruzioni*, maggio 1977.

DA RIOS G. - I criteri ottici nella definizione planometrica dei tracciati stradali, *Le Strade*, n. 5, 1978.

S.N.V. - Norme equestree de l'Association Suisse de Normalisation, Zurich, 1978.

BOCCHETTO F.P. - Principi e regole pratiche per una corretta composizione di tracciati stradali, *Autostrade* n. 11, 1979.

BENEDETTO C., VENTRIGLIA A. - Contributo allo studio delle relazioni fra strada ed ambiente naturale, *Autostrade*, n. 11, 1979.

NICOLETTI W., CHIOTA G., SCEPI A.L. - Proposta di indagine sulle cause di natura psichica dell'errore umano negli incidenti stradali, *Autostrade*, n. 5, 1980.

SANTAGATA F., AGOSTINACCHIO M., MORICONI P., SARDELLA C. - Contributo all'impiego dell'elaboratore elettronico nella progettazione stradale, *Autostrade*, n. 5, 1980.

VISINTINI V. - Cause mediate ed immediate degli incidenti stradali, *Autostrade*, n. 6, 1980.

CNR - Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade, *Bollettino Ufficiale A. XIV* - n. 78, 1980.

NEBOIT M. - Vision, exploration visuell et securité routiere, *Cahier d'etudes de l'ONSER*, n. 54, VII, 1981.

Atti del seminario su «Lo studio statistico degli incidenti stradali», Castalgandolfo, 21-22 febbraio 1984.

TESORIERE G. (Or.) - Studio delle caratteristiche geometriche delle strade costituenti la viabilità secondaria in base alle recenti norme CNR, *Quaderno dell'Istituto di Costruzioni Stradali*, Palermo, Agosto 1984.

GROSS G., JANIN B. - L'analyse automatique des composantes visuelles des sites et projets: *Revue Gen. Routes et Aerodr.* 11, 1984.

DUCRUIX CH., BERTHET J. - Un approche qualitative de la route. Animation d'images et perception dynamique de l'usager, *Rev. Gen. Routes et Aerodromes*, 11, 1984.

TESORIERE G. - *Strade Ferrovie Aeroporti*, UTET, V Ed., 1991.

TESORIERE G. (Or.), LO BOSCO D., *La progettazione stradale e la percezione visiva dell'utente*, *Autostrade*, n. 1, 1986.

b) Manutenzione stradale

TESORIERE G., ed altri AA. - Progetti di studio pilota nel quadro di una politica di manutenzione della rete stradale nazionale, *Quaderno n. 3*, Istituto Costr. Stradali Univ., Palermo, 1980.

Articoli vari su *Revue Gen. des Routes et Aerodromes*, n. 584, marzo 1982, *Fraisage et recyclage des enrobes en centrale*.

BATTIATO G. - La programmazione della manutenzione delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali, *II Convegno Nazionale ANCE - SITEB*, Verona, 4 ottobre 1985.