

Le strade italiane del XX secolo DALLA RUPTA ALLA STRADA DI QUALITÀ ED AL MOBILITY MANAGER Cento anni di cammino

GABRIELE CAMOMILLA

Terotechnologist expert in maintenance and road management

ANAS Consultant

g.camomilla@stradeanas.it

ABSTRACT

*One hundred years of road construction in Italy represented a long process coming from a remote past. Firstly, the origins of the Roman roads are outlined, with etymology, and words used in many European countries. The first Italian (and European) road was called "rupta" - broken - in Latin language - (route rue, road, ruta). Then a jump is made to the early 20th c. - when PIARC was established - to find out that roads were not much different than in Roman age, to get to the 1920s, when the **motorways** was invented. Soon after, the road system was organised in Italy by AASS, established in 1926, then ANAS, that would manage the successive road development process. After WWII, the second generation of motorways introduced the pay-toll system. This allowed to build thousands of miles of modern roads. The Autostrada del sole or Autosole (Sun Motorway) pioneered this new approach, supplemented by maintenance science or Terotechnology which involved the concept of Quality Management with Performance Indicators. These ones are at the grounds of Global Services also.*

Another innovation generator is the great deal of care devoted to environment with specific technical solutions to reduce noise. Euphonic pavements are the most advanced breakthrough. The state of the art is represented by air pollutant reduction techniques.

The development process of the road system is now evolving towards mobility management. This is the last challenge because roads in the future have to be safe, comfortable, with advanced services, environmental-friendly, and ...smooth for travel time.

1. LA CULTURA ITALIANA* ED EUROPEA DELLA STRADA



La rete stradale dell'Impero romano nel periodo della sua massima espansione.

1.1. LA STRADA PARLA LATINO

Le moderne strade hanno una storia antica in quanto nascono con dalle strutture costruite dagli antichi romani per motivi militari prima e poi per assicurare le comunicazioni rapide e sicure nell'ampio impero creatosi.

Tecnicamente queste strade avevano già molte delle caratteristiche delle infrastrutture moderne e solo nel secolo trascorso hanno superato anche concettualmente gli antichi precursori.

Nelle strade romane la geometri

* Si parla di cultura italiana perché le strade moderne sono nate nel Lazio romano quando sul guado sul Tevere (in etrusco RUMA) è stato costruito (circa 700 A.C.) il primo ponte stradale moderno il Sublicio. Poi i romani hanno diffuso l'arte in tutto l'impero ed anche l'Europa ha fatto tesoro delle loro esperienze

del tracciato è molto curata a seconda dello scopo per cui l'arteria era stata costruita; sono presenti i ponti ed i viadotti che con le gallerie rappresentano il modo più valido per

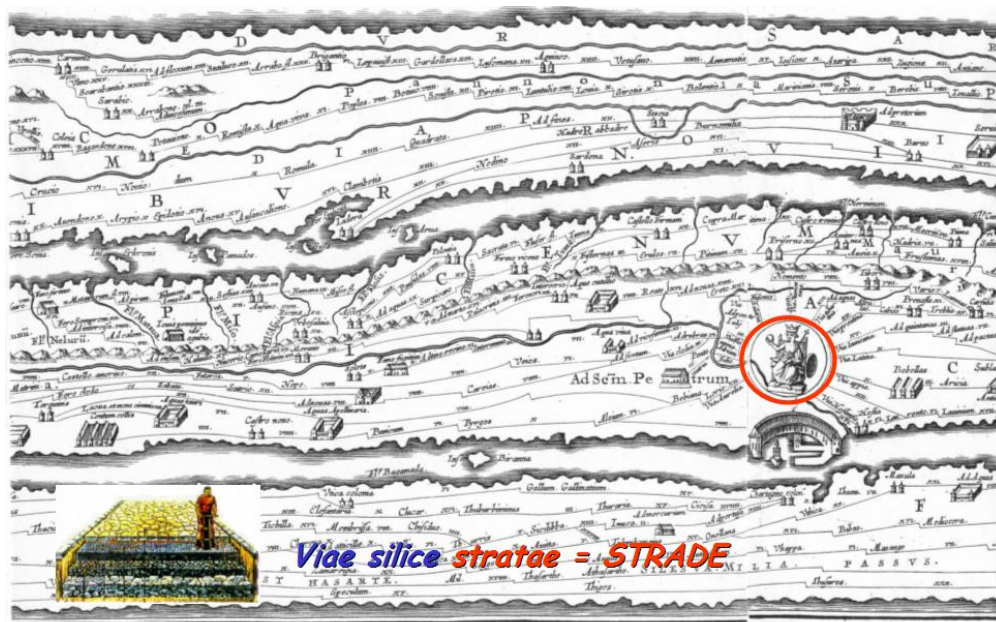


Fig.2 PEUTINGERIAN TABLES from XVII century edition: see Italy with Rome (center) , Illiria over and Iberia bottom

superare gli ostacoli naturali che impediscono la linearità del cammino. Le pavimentazioni poi sono strutturate secondo la capacità portante del terreno di supporto e sono specializzate nei materiali e nelle funzioni degli strati che le costituiscono.

Ma la meraviglia è legata alla loro longevità di funzione: per secoli, anche dopo la fine dell'impero hanno continuato a svolgere il loro scopo e poi, da *rotte* hanno continuato ad indicare il cammino ai viandanti.

Proprio l'etimologia testimonia questa vicenda della strada: infatti mentre la parola italiana "strada" deriva dall'espressione latina *via silice strata* cioè la "via" (indoeuropeo per luogo dove passano le merci) "ricoperta con la pietra" della quale rimane solo l'ultimo termine che è divenuto street in inglese e strasse in tedesco.

In seguito dopo le rotture conseguenti a secoli di mancata manutenzione, la via è divenuta "*rupta*", cioè rotta; ma i pellegrini ed i commercianti continuavano a "seguire la rotta" come si dice ancora in italiano in termini marinareschi e come si dice comunemente per



le strade francesi e spagnole ed inglesi con i termini di "route"-*"rue"*, "*ruta*" "road".

1.2. LA "MALEDIZIONE" DELLA STRADA

E questo è anche una maledizione della strada che è l'unico manufatto che funziona sempre, anche da rotto, giustificando le cattive costruzioni e manutenzioni che ancora oggi si fanno, malgrado si siano raggiunti i criteri costruttivi, manutentivi e di gestione che possono renderla la regina dei manufatti dell'uomo.



Fig.4 The "*via rupta*" latin for "broken"

Infatti le più grandi meraviglie del mondo moderno costruito sono proprio le strade, sia per come sono fatte (con i materiali più poveri conosciuti) sia per quello che rappresentano come veicolo di civiltà e di conoscenza tra i popoli, affiancate in questo dal più avanzato tipo di strada esistente oggi, di tipo però *immateriale*, costituito dal web

2. NASCE LA STRADA MODERNA - “L’INVENZIONE” DELL’AUTOSTRADA

2.1. le strade dei primi anni del '900

Ma torniamo al 1907, anno di nascita dell'AIPCR; com'era lo stato delle strade del Regno d'Italia?

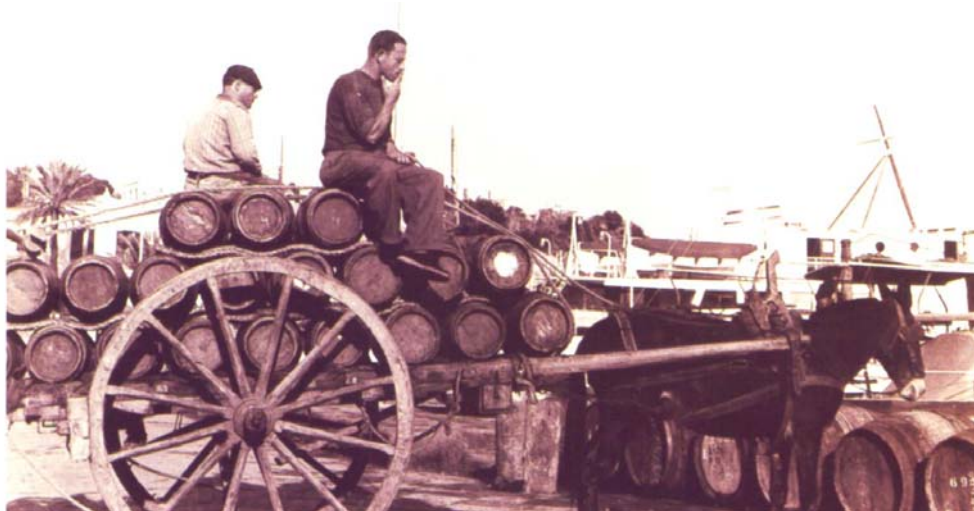
Gli anni che andarono dagli ultimi scorci dell'Ottocento fino all'inizio della prima guerra mondiale possono essere definiti come quelli della rivalsa della strada sulla ferrovia.



Se infatti l'Ottocento fu, per i trasporti su strada, quello delle grandi innovazioni delle tecniche costruttive, i primi vent'anni del Novecento si caratterizzarono senza dubbio per l'applicazione delle moderne tecnologie al fine della semplificazione e automazione del lavoro di costruzione e manutenzione delle strade. In questi anni si misero a punto nuovi macchinari, atti a spezzare il pietrisco; furono sperimentati nuovi sistemi di rivestimento; migliorarono infine i mezzi di trasporto.

Fig. 5 Pavimentazione “Bianca” all’inizio del XX secolo.

Sul finire del XIX secolo, com'è noto, presero piede i tentativi di . meccanizzare le carrozze, al fine di rinunciare all'uso dei cavalli (o dei velocipedi per le brevi distanze) per sostituirli con sistemi di trazione meccanici. Quello che mancava erano le automobili e gli autocarri quindi il traffico smaltito era principalmente quello dei carri a trazione animale, non molto cambiati da quelli che per secoli le avevano usate



Comunque l'articolazione della rete non era molto cambiata dall'epoca degli antichi romani, anche se si erano fatte molte buone opere per alcuni tracciati montani e si erano rinforzate le pavimentazioni che però erano all'epoca tutte bianche fatte con *macadam all'acqua* con la tecnica reimpostata dalla Scozia, patria dell'omonimo ingegnere che nell'Ottocento aveva pavimentato le *industrial roads* del suo paese e del Regno Unito.

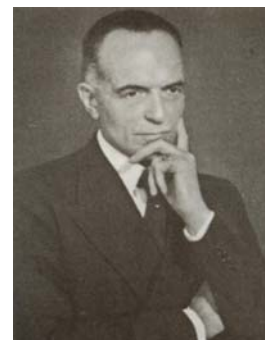
Ma erano già nate le più importanti fabbriche italiane di automobili e la prima guerra mondiale avrebbe dato un forte impulso alla fabbricazione di autocarri motori di aeroplano e naturalmente automobili. La motorizzazione quindi avanzò velocemente e con essa la necessità di adeguamento delle strade.

Negli anni 20 questa necessità sfociò in due azioni fondamentali non solo per il paese:

- l'“invenzione” e la realizzazione delle autostrade;
- la creazione di una azienda nazionale per la costruzione e gestione delle strade (l'AASS divenuta in seguito ANAS).

2.2. La nascita dell'autostrada: un'idea italiana

Nel 1923 fu di un italiano, l'ingegnere Piero Puricelli, l'idea ed il progetto di queste strade senza incroci a raso con altre arterie, riservate al traffico veloce delle auto e dei veicoli a motore, escludendo ogni altro veicolo, con il pagamento di un pedaggio per coprire le spese di costruzione e di gestione. Un'idea davvero avveniristica, perché le auto in circolazione a quell'epoca erano poche. Nel 1923 circolavano complessivamente sulle strade italiane 84.687 autoveicoli, di cui 57mila automobili, 25mila autocarri e 2.685 autobus.



Già nel 1921 Piero Puricelli, grande imprenditore di costruzioni stradali e industriali, aveva ottenuto le autorizzazioni per fare dichiarare "di pubblica utilità" alcuni suoi progetti, e quindi per poter cominciare a realizzarli concretamente. Col riconoscimento di pubblica utilità, si poteva procedere all'esproprio dei terreni necessari a costruire le nuove strade. Seguì la costituzione della Società Anonima Autostrade, una società concessionaria a partecipazione statale, fortemente voluta dal ministro dei Lavori Pubblici, Carnazza, e dotata di 50 milioni di capitale iniziale, poté essere annoverata tra i primi atti amministrativi del nuovo governo Mussolini, datato al 1° dicembre 1922*.

I lavori per la Milano-Varese costarono 90 milioni di lire. Il giorno dell'inaugurazione, il nastro inaugurale fu tagliato dall'automobile del Re (Vittorio Emanuele III), seguita dalle auto degli invitati. La nuova strada era ad una sola corsia per senso di marcia, più che sufficienti per ospitare il passaggio delle poche decine di auto che vi circolavano ogni giorno. Non c'era un vero e proprio casello, ma il pagamento del pedaggio avveniva nell'area di servizio e sosta, che era obbligatoria.

Meno di un anno dopo, il 28 giugno 1925, fu inaugurato il tratto da Lainate a Como, per una lunghezza di 24 chilometri e un costo di 57 milioni. Sempre nel 1925 fu realizzato il tratto Gallarate-Sesto Calende, di 11 chilometri.



Fig. 8 L'autostrada dei Laghi a carreggiata unica con due corsie

* Fu solo nel 1933, curiosamente, che lo Stato italiano, con il Regio Decreto n. 1740, fissò a livello legislativo una definizione delle nuove arterie autostradali, considerate come strade riservate alla circolazione esclusiva degli autoveicoli; nel frattempo, erano stati costruiti in Italia già circa 500 chilometri di queste nuove strade: la già citata autostrada Milano-Laghi, per una lunghezza complessiva di 84 chilometri; la Milano-Bergamo (1927), lunga 50 chilometri; la Napoli-Pompei (1929) di 23 chilometri; la Brescia-Bergamo (1931), lunga 48 chilometri; la Milano-Torino (1932), una lunga autostrada che si snodava per ben 127 chilometri. In quello stesso anno 1933, inoltre, furono ultimate la Firenze-Mare (81 chilometri) e la Padova-Mestre (25 chilometri). Per la costruzione di tutte queste autostrade, e delle successive autostrade camionabili (la prima delle quali, la Milano-Genova, venne inaugurata nel 1935), fu utilizzata la tecnica della pavimentazione con lastre di calcestruzzo ad alta resistenza, di spessore medio di venti centimetri.

Il 21 settembre del 1924 viene inaugurato a Lainate il primo tratto, da Milano a Varese, di quella che diverrà l'**Autostrada dei Laghi** e che sarà la prima autostrada a pedaggio realizzata nel mondo.

Dal 1924 in avanti, a Lainate cominciarono ad arrivare tecnici da varie nazioni per studiare e copiare questa nuova strada veloce per auto, a pagamento. Era nata qui la "madre" di tutte le autostrade a pedaggio che hanno poi invaso il mondo.

Il primato dell'Italia in questo settore fu tale, in effetti, che in molte lingue europee, per indicare le autostrade, si usarono termini che altro non erano che la trasposizione esatta della parola italiana: parole che, dalla Autobahn tedesca alla autoroute francese, fino alla autopista spagnola, sono tutte traduzioni letterali dell'italiano autostrada.

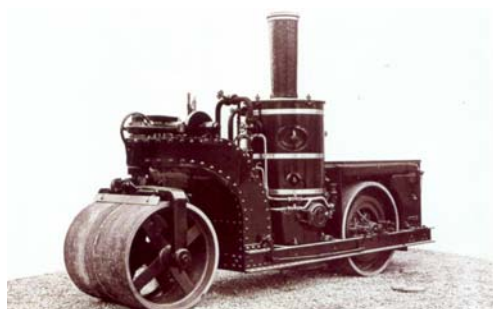
Così mentre Roma ha fatto nascere la strada, Milano può rivendicare la paternità dell'autostrada



Nello stesso periodo, a onor del vero nasceva la U.S. Route 66 o Route 66 (figura 9) una delle prime *highway* federali statunitensi. ma non una motorway come la nuova autostrada italiane e quelle tedesche che ad essa sarebbero seguite. Patrocinata da Cyrus Avery, nativo dell'Oklahoma, nel 1923 quando si cominciò a parlare di un sistema di strade nazionali, la US 66 fu aperta l'11 novembre 1926 anche se fino all'anno seguente non vennero installati tutti i cartelli

indicatori; la pavimentazione fu completata solo nel 1938. Come tutte le altre *highways* anche la 66 aveva il fondo in terra battuta. Grazie agli sforzi dell'Associazione della Route 66, divenne la prima completamente asfaltata nel 1938..

L'ing. Puricelli non si limitò alla realizzazione con la sua impresa di costruzioni delle prime autostrade con la messa a punto di macchine (Figura 10, Un rullo a Vapore dell'epoca) tecnologie avanzate per le pavimentazioni e le altre costruzioni; divenuto



senatore del regno progettò la rete di autostrade a suo giudizio necessaria al paese in alternativa e supplemento alla rete ferroviaria. Questi progetti trovarono sviluppo nel dopoguerra come vedremo. Alla prima autostrada essenzialmente di pianura seguirono quindi altre realizzazioni con la stessa formula alcune delle quali in terreni collinosi e montagnosi con una serie di soluzioni tecniche di viadotti e gallerie molto ardite, quali quelle usate per la "camionale" Milano - Genova costruita in soli due anni attraverso i monti liguri del passo dei Giovi, che collegava il porto di Genova col cuore industriale del paese allora concentrato al nord.

Nello stesso periodo (1927) veniva concepita concepita, su suggerimenti sempre dell'ing Piero Puricelli, la rete di autostrade tedesche a pavimentazione di cemento armato realizzata dal 1933 al 1939 da Fritz Todt che sotto il Terzo Reich fu ispettore generale delle strade e artefice della rete autostradale costruita dal regime.

Solo nel dopoguerra il generale Eisenhower memore di queste *autobahn* tedesche nate per far muovere velocemente i mezzi militari, pensò alla rete di motorways americane mandando in pensione le highways tra cui la storica 66

Tutti comunque figli e nipoti della **puricelliana** Autostrada dei laghi.

3. UNA ORGANIZZAZIONE SPECIALIZZATA PER LE STRADE: NASCE L'AASS

3.1. La riorganizzazione delle strade

Il 15 novembre 1923, il Regio Decreto n. 2506 detto Legge Carnazza, dettò nuove regole per la classificazione delle strade presenti sul territorio nazionale, con l'esclusione delle strade vicinali.

Le strade vennero divise in cinque classi: la prima classe comprendeva le strade che costituivano l'insieme della rete viaria di grande traffico, e le vie di comunicazione con gli Stati confinanti; le strade di seconda classe erano invece tutte quelle il cui tracciato costituiva una via diretta di comunicazione tra i capoluoghi di provincia, o tra essi e i porti marittimi o i valichi alpini. Le altre tre classi di strade comprendevano invece tutte quelle strade di collegamento più prettamente interno e localizzato.

La responsabilità della manutenzione delle strade che ricadevano in questa complessa classificazione variava, naturalmente, a seconda della classe di appartenenza. Se per le strade militari di quinta classe essa era ovviamente affidata all'amministrazione militare - fatta salva una quota riservata alle amministrazioni dei comuni da esse attraversati - per le altre classi la suddivisione amministrativa era la seguente:

- le strade di prima classe erano sottoposte alla cura diretta dello Stato per una quota pari al 50 per cento, mentre l'altra metà era a carico dell'amministrazione provinciale del territorio attraversato;
- le strade di seconda classe erano curate per tre quarti dalle province, e dallo Stato per il rimanente 25 per cento;
- per le strade di terza classe la ripartizione degli oneri era invece tra la provincia e i comuni in ragione del 50 per cento, mentre per le strade di quarta classe tutto il carico di spesa doveva essere assorbito dalle amministrazioni comunali.

3.2. La nascita della AASS

Il progresso di queste vie di comunicazione fu legato alla istituzione nel 1928, tramite la stessa legge Carnazza, della fondazione della **Azienda Autonoma Statale della Strada**, o **AASS**: una società che si sarebbe dovuta occupare della rete delle strade di prima classe, ma alla quale vennero affidate anche strade di seconda o di terza classe.

Nel suo primo anno di gestione, l'AASS poté contare su circa 320 milioni di lire, dei quali 180 provenivano dai contributi statali e 95 dalle tasse di circolazione automobilistica.

Tale base finanziaria, seppure notevole, è da considerarsi tutt'altro che adeguata, se si pensa che dei 20.000 chilometri dati in gestione alla nuova azienda statale soltanto 463 erano in condizioni valide. In questo contesto, la sola manutenzione ordinaria costò all'Aass la quasi totalità del budget a sua disposizione.

Le strade del 1928, infatti, erano per la quasi totalità costruite secondo le indicazioni di MacAdam: un sistema ormai antiquato e inadatto per lo sviluppo di una moderna rete viaria.

La soluzione adottata, fin dalla metà degli anni Trenta, in piena retorica autarchica, fu quella di sostituire le massicciate di macadam con altre per la quale si adottò la tecnica della polvere d'asfalto fluidificata con bitume, in modo di dare una maggiore coesione alle massicciate costruite con il metodo di MacAdam.

Gli anni Trenta furono in effetti molto importanti per la sperimentazione di nuove metodologie di costruzione,

grazie soprattutto all'opera infaticabile di ricerca da parte degli ingegneri dell'AASS.

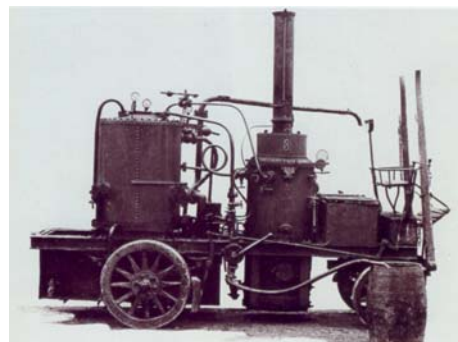


Fig. 11 Macchina spruzza-bitume

In particolare, furono provate numerose miscele di asfalti superficiali, a cominciare dagli asfalti artificiali, ottenuti da conglomerati bituminosi e catramosi, fino agli asfalti compensati, ottenuti dal trattamento con solventi di polvere di bitume.

Ma non è tutto; la nascita dell'Azienda autonoma specializzata nelle strade fece nascere una serie di attività di manutenzione e gestione che definirono modernamente questi sistemi di conduzione della strada.

Le strade vennero suddivise in tratti sui quali agiva un Capo Cantoniere che operava in sedi locali nelle quali era presente un deposito materiali e le abitazioni degli addetti.



Figure 12 e 13- Cantonieri AASS tracciano la strada del passo prima di riaprirla con turbofrese(1932)

Lungo i tracciati erano dislocati materiali e ricoveri per le azioni di manutenzione e di gestione invernale (nei luoghi dove queste attività erano probabili, passi montani, strade del nord e simili).

Le strade venivano incessantemente pattugliate da questi cantonieri che misero a punto anche una serie di attrezzature per i lavori e per lo smaltimento neve di elevata efficacia e a volte di sorprendente modernità

3.3. La segnaletica intuitiva

Altrettanto precoce fu anche l'esigenza di regolamentare il trasporto privato su strada, creando codici e norme in grado di proteggere tanto il guidatore quanto chi era esposto ai nuovi pericoli che la diffusione dell'automobile iniziava a comportare.

Agli inizi del Novecento, in effetti, in Italia non erano previste dalla legislazione vigente norme relative alla segnalazione stradale, con l'unica eccezione di alcuni regolamenti risalenti all'epoca napoleonica e concernenti l'obbligo di posa di pietre miliari lungo le strade principali.

I nuovi pericoli rappresentati dall'incremento del traffico automobilistico resero ben presto obsolete e insufficienti queste modalità di segnalazione: fin dal 1912, così, il **Touring Club Italiano**, che si prodigò molto, in quegli anni, per una regolamentazione internazionale della segnaletica stradale e delle norme relative alla circolazione, chiese che fosse adottato un sistema di segnali in grado di far comprendere immediatamente ai guidatori dove fossero situati passaggi a livello, curve strette e pericolose, pericoli di frana delle alture circostanti le strade, passaggi su ponti instabili o provvisori.



Le segnalazioni stradali avrebbero dovuto anche, secondo il progetto del Touring, regolamentare la velocità delle automobili. Per giungere ad un vero e proprio codice di disciplina della circolazione stradale bisognò tuttavia aspettare il 1928, quando il Regio Decreto n. 3179 del 2 dicembre integrò i regolamenti precedenti.

Venne così istituito il Corpo di polizia stradale (o milizia), con compiti di controllo per le norme di sicurezza stradale e l'obbligo di "multare le contravvenzioni".

Al 1933, invece, risale il codice della strada (R.D. 8 dicembre 1933, n. 1740) che, integrando e modificando regolamenti precedenti, sarebbe rimasto in vigore fino al 1959. Quanto alla **segnaletica**, l'AASS vi provvide attraverso una serie di disposizioni che, a partire dal 1933, compresero anche una regolamentazione della segnaletica orizzontale, in forma di linee spartitraffico e di frecce incanalatrici dipinte sul fondo stradale. Norme ufficiali, provenienti dal Ministero dei Lavori Pubblici e da quello delle Comunicazioni, giunsero soltanto nel 1936: il decreto interministeriale emanato il 5 novembre di quell'anno disciplinò finalmente in modo uniforme su tutto il territorio nazionale la segnaletica verticale (ma non ancora quella orizzontale) e quella semaforica.

Per una disciplina della segnaletica orizzontale si dovette attendere, invece, fino al 1959.

4. LA RIPRESA DEL DOPOGUERRA LE MODERNE CONCESSIONI AUTOSTRADALI

4.1. La ricostruzione dopo la seconda guerra mondiale –il ruolo dell'ANAS

Al termine della seconda guerra mondiale, la situazione infrastrutturale dell'Italia era giunta al collasso: mentre l'opera di manutenzione era stata interrotta, le devastazioni causate dai bombardamenti aerei e dai combattimenti con l'artiglieria pesante avevano reso del tutto impraticabile il sistema dei trasporti su strada e su ferrovia.

Per quanto riguarda la rete viaria, in particolare, basti pensare, per avere un'idea dei danni subiti dal Paese in seguito alla guerra, che sulle sole strade di interesse nazionale erano stati distrutti più di 1400 ponti ed erano stati danneggiati oltre 14.700 chilometri di strade.

I fondi per la difficile ricostruzione, che si svolse quasi completamente tra il 1945 e il 1950, vennero dal piano di aiuti economici messo a punto dalle autorità statunitensi: il piano ERP (European Recovery Plan), più conosciuto con il nome del suo promotore, Marshall.

A partire dal 1950, la ricostruzione prese la forma del cosiddetto miracolo economico: quello del più rapido sviluppo dell'economia, della crescita della produzione industriale a livelli vertiginosi e del consumo di massa.

Questa forte espansione dell'economia italiana fu senza dubbio favorita anche da una oculata politica di crescita infrastrutturale che portò il sistema dei trasporti italiano, fino ad allora decisamente arretrato, a livelli ottimali per lo sviluppo dell'economia di mercato.

Per gestire la ricostruzione del sistema autostradale e la sua crescita in misura adeguata agli standard internazionali, fu necessario ricostituire l'AASS, che un decreto luogotenenziale del 29 settembre 1944 aveva dismesso, per favorire la gestione diretta del sistema autostradale da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

La storia dell'AASS ricomincia in piena ricostruzione con il D.L.P. n. 38 del 27 giugno 1946, anno in cui fu costituita l'**ANAS, Azienda Nazionale Autonoma delle Strade** statali. All'ANAS furono naturalmente affidati la ristrutturazione, l'ammodernamento e l'ampliamento della rete stradale e autostradale: un obiettivo che l'azienda raggiunse nel 1954, quando poté dare l'annuncio del completamento dell'opera di ricostruzione. Complessivamente, nel suo primo decennio di attività, l'Anas poté vantarsi non solo di aver completato la ricostruzione, ma anche di aver dato impulso ad un programma teso al miglioramento e all'ampliamento della rete viaria di interesse nazionale. In quello stesso decennio, del resto, il traffico automobilistico era andato ampliandosi sempre più sotto diversi punti di vista: era diventato infatti più pesante, più veloce, più intenso; per questo motivo, erano necessari investimenti di notevoli somme di denaro per poter far fronte alle



STRADA STATALE ANNI 50

nuove sfide della viabilità, pena l'esclusione dell'Italia dal contesto economico internazionale.

A questo fine sempre in quegli anni, furono impostati i lavori dei grandi trafori alpini stradali, come quello del **Gran San Bernardo** e del **Monte Bianco**, aperti poi negli anni 60 che contribuirono a risolvere il problema delle comunicazioni stradali con Svizzera e Francia durante i mesi invernali.

Questi tunnel erano i primi in Europa preceduti soltanto dal **Caldecott tunnel** di Oakland California a 2 canne [bores] di 1100m costruiti nel 1937 (una terza canna fu aggiunta nel 1964); altro tunnel stradale di lunghezza superiore al chilometro fu il meno conosciuto **Salang tunnel** di 2600 metri cominciato nel 1955 e finito nel 1964 e costruito da Unione Sovietica ed Afghanistan per raggiungere Kabul.

4.2. Le autostrade in concessione: **Project financing** ante litteram

Il vero balzo in avanti per la risistemazione e lo sviluppo della rete viaria nazionale si ebbe solo alla fine degli anni 50, quando fu deciso un piano di costruzione delle cosiddette "autostrade di seconda generazione". Come si ricorderà, la situazione dell'Italia postbellica presentava dal punto di vista delle autostrade un quadro che non poteva considerarsi rassicurante: poco più di 300 chilometri, contro gli oltre seimila previsti dal Piano Puricelli* nel piano autostradale approvato nel 1934.

Ultimata la ricostruzione, fu pertanto necessario pensare ad un piano di lungo periodo che contemplasse un forte ampliamento della rete autostradale, sia attraverso l'intervento diretto dello Stato a sostegno dell'operazione, sia tramite il rinato istituto della **Concessione autostradale** che esplicò la sua prima memorabile opera con la costruzione dell'Autostrade del Sole definita poi con la sigla A1

Il vero "motore" è stato l'ing. Fedele Cova, un curioso e geniale personaggio di cui quasi nessuno oggi ricorda il nome, eppure lui era stato l'inventore dell'Eternit - l'amianto - cemento che permise migliaia di realizzazioni a basso costo nel dopoguerra del boom. E reinventò anche le autostrade. Nel senso che ne inventò il meccanismo di base: quello della concessione nei termini moderni che costituivano una anticipazione del *Project financing* odierno. In pratica: in cambio di una concessione di 30 anni (da parte dello Stato) a gestirle, l'Iri si impegnava a costruire a proprie spese le autostrade; il denaro veniva reperito sul mercato tramite obbligazioni emesse dall'Istituto. Non erano previste particolari finanziamenti da parte dello Stato, tranne l'esenzione da alcune imposte ed un contributo a cui la società **autostrade** (creata ad hoc per queste realizzazioni) rinunciò per non avere ritardi nella esecuzione dei lavori.

I lavori venivano eseguiti per il 40% in proprio con la società specializzata del gruppo IRI (la Italstrade - costola della Puricelli SA) e per il restante 60% da imprese aggiudicatarie; i prezzi dei lavori (anche per i tratti costruiti in proprio) erano quelli risultanti dai ribassi di gara

La costruzione dell'Autosole comincia il 19 maggio 1956 a San Donato Milanese, e poco più di due anni dopo è già arrivata a Parma. All'inizio dell'ottobre 1964 è completata fino a Napoli.

Il successo fu subito enorme.

E qui va notato che l'Autosole fu certamente il simbolo della capacità tecnica dell'Iri e delle imprese italiane, che impiegarono appena poco più di otto anni per realizzare 755 chilometri di autostrada, compreso il complicatissimo tratto appenninico pieno di gallerie, ponti e terreni un po' franosi.

* Nel frattempo, l'impresa Puricelli SA era confluita nella Società per azioni ITALSTRADE del gruppo IRI (parastato) da cui in seguito si sarebbe sviluppata la Società **autostrade** spa.

Una complessa discussione riguardò la tratta Roma-Napoli: secondo vari economisti non c'era traffico e quindi era inutile costruirla. Cova se ne liberò sostenendo che sarebbe stata proprio l'autostrada a generare il traffico, e la costruì e fu buon profeta.

Una volta fatta, l'Autosole si trasformò in qualcosa di più di una semplice via di comunicazione. Diventò un mezzo di collegamento rapido e ha aperto il Sud a molti abitanti del Nord Italia e del Nord Europa. In un certo senso, c'è chi sostiene che è stata proprio l'Autosole uno dei potenti "fenomeni" che hanno accelerato l'unificazione dell'Italia.

Altro effetto fu nella creazione delle aree industriali diffuse: mentre prima la produzione industriale era concentrata nel nord Italia, con l'Autosole e le altre autostrade che seguirono con la medesima formula si crearono molte altre zone di industria diffusa ed un altro modo di fabbricare, con i semilavorati che viaggiavano da un punto di trasformazione all'altro.

Ma la forza del sistema oltre alla costruzione del network italiano, fu la generazione di una metodologia di manutenzione ed esercizio che ha creato le successive innovazioni stradali connesse alla soddisfazione del cliente e al miglioramento continuo delle arterie stradali

Dal punto di vista tecnico l'Autosole fu l'origine di moltissimi sistemi costruttivi: nel solo Appennino dal 1961 al 1964 furono costruiti più di 80 grandi ponti con moltissime tecnologie differenti: dagli archi alle travi continue ed a quelle travi appoggiate, usando il cemento armato, i primi arditi elementi in precompresso la tecnica mista acciaio-calcestruzzo ed anche le travi reticolari in tubi d'acciaio saldati. Per le gallerie si usarono i

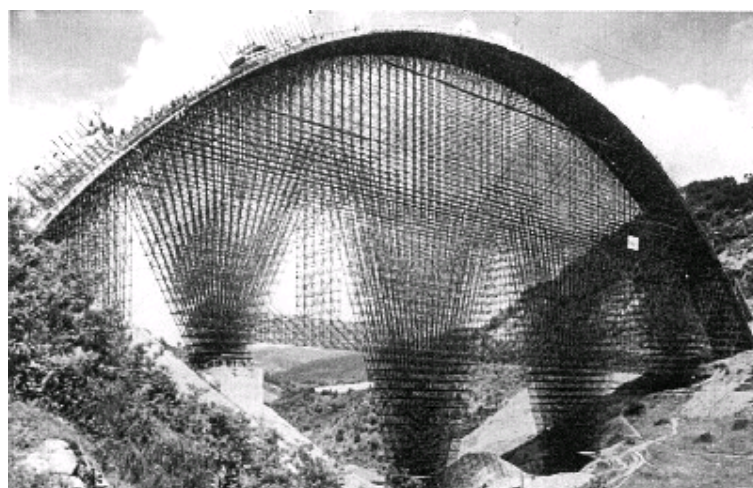


Fig.14 La centina per la costruzione dell'arco del viadotto Aglio (R.Morandi)

carri perforatori multipli e le frese rotanti oltre agli esplosivi. La stabilizzazione dei terreni franosi introdusse i drenaggi a pozzo e la bonifica preventiva delle pendici, oltre all'uso del potere edificatorio delle opere in verde usate qui in chiave ambientale ante litteram: Basti pensare agli inerbimenti con piante a controllo degli infestanti e crescita autolimitata. Le autostrade successive dove fu aumentata la gestione del verde delle pertinenze come nel caso dell'Adriatica da Bologna a Taranto, videro invece, negli anni 70, la standardizzazione dei ponti che vennero realizzati per la maggior parte con travi appoggiate prefabbricate, per minimizzare i tempi di costruzione (ponti a "catena di montaggio").

Era l'epoca dove la rapidità di costruzione era la parola d'ordine e questo diede luogo nel decennio successivo alla nascita di problemi di manutenzione

5. 1982 NASCE LA TEROTECNOLOGIA STRADALE

Presso la società **autostrade** nacque un settore specializzato negli studi e le innovazioni per gestire le manutenzioni della rete sempre più piena di traffico pesante e per trovare soluzioni costruttive che rendessero minima nel tempo le necessità di riparare le opere costruite; il suo target era :*non basta costruire; occorre durare e rendere agevoli le manutenzioni, da fare comunque con criteri di prevenzione e con tecniche fornenti valore aggiunto all'intervento.*

Era nata la **Terotecnologia Stradale**

La Terotecnologia è la scienza della Manutenzione, e parte dalla manutenzione programmata, il prodotto delle conoscenze acquisite alla fine degli anni '70 [2] quando si capì che i lavori di manutenzione non avrebbero più potuto essere fatti allo stesso modo dei lavori di costruzione.

Anche la figura dell'utente (non ancora "cliente") ha avuto un ruolo in questa fase: I lavori necessari alla riparazione dei degradi dell' autostrada causavano inconvenienti, code ed incidenti.

In quegli anni si scoprì inoltre che anche autostrade perfettamente costruite avevano una durata definita in termini di capacità strutturale e che la obsolescenza

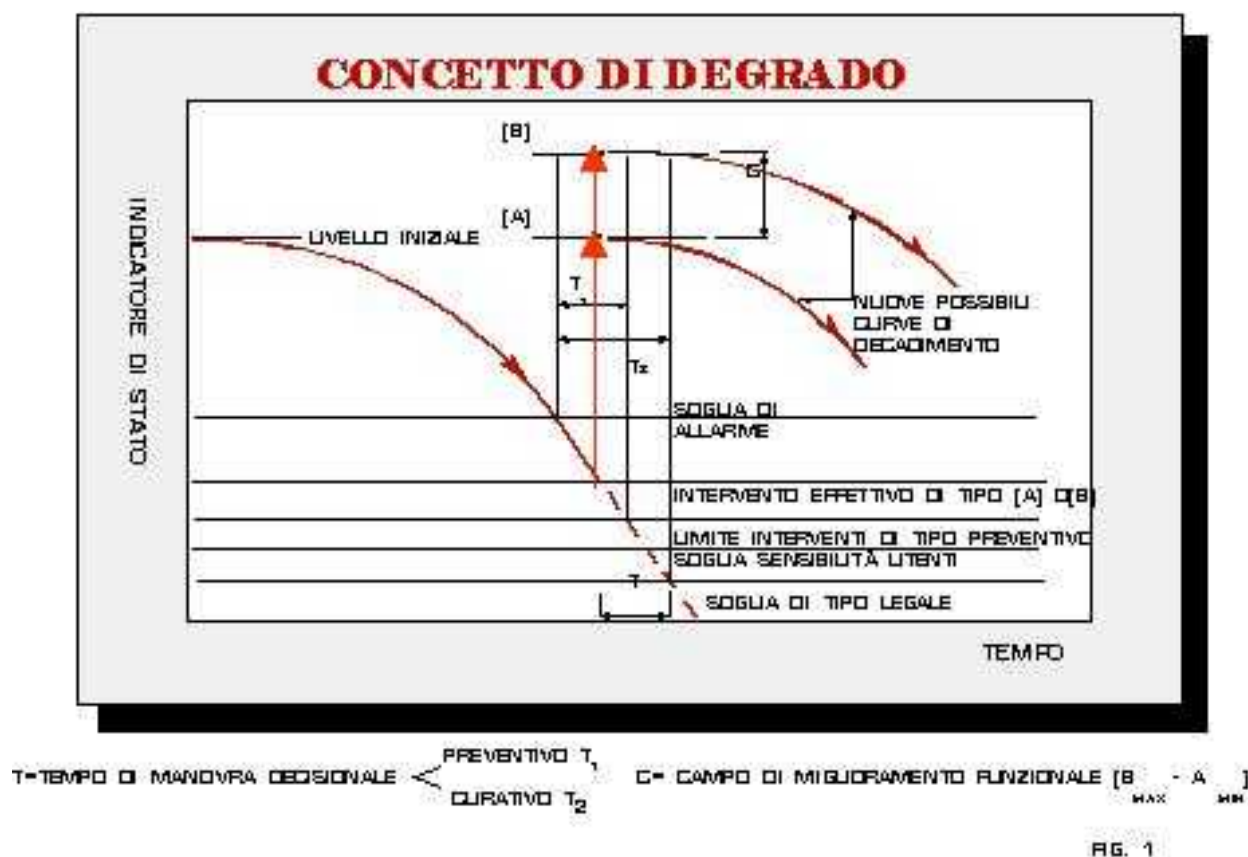


Fig. 15 – Curva di degradazione dell' indicatore (parametro) di stato e criteri di scelta per la manutenzione preventiva di ripristino o migliorativa

di alcune delle sue parti rendevano necessarie le manutenzioni di ripristini e di adeguamento.

Comunque, questo aspetto, a dire il vero, era stato previsto anche dai padri fondatori dell'istituzione delle autostrade in concessione che sin dall'inizio avevano previsto, per esempio, la riparazione immediata dei danni causati dagli incidenti ed anche specifiche attività di pulizie specializzate, operazioni invernali ben strutturate ed anche la gestione specialistica delle vegetazioni sia di tipo ornamentale che di tipo infestante.

L'innovazione apportata dalla manutenzione programmata consistette nel metodo di gestione globale di tutte queste varie operazioni ed il tener conto delle loro ottimizzazioni e delle interferenze con il traffico che diveniva una variabile del sistema.

La mancanza di precisa conoscenza della durata di vita utilizzabile delle strutture della strada è stata la principale difficoltà da superare per ben pianificare le azioni di manutenzione con i criteri ricordati*.

È stato poi possibile superare in modo scientifico questa carenza effettuando una serie di misure in tempi diversi e riferendo i parametri misurati allo stato di degrade, come mostrato nella figura 15, in questo modo è stato possibile mantenere sotto controllo, senza

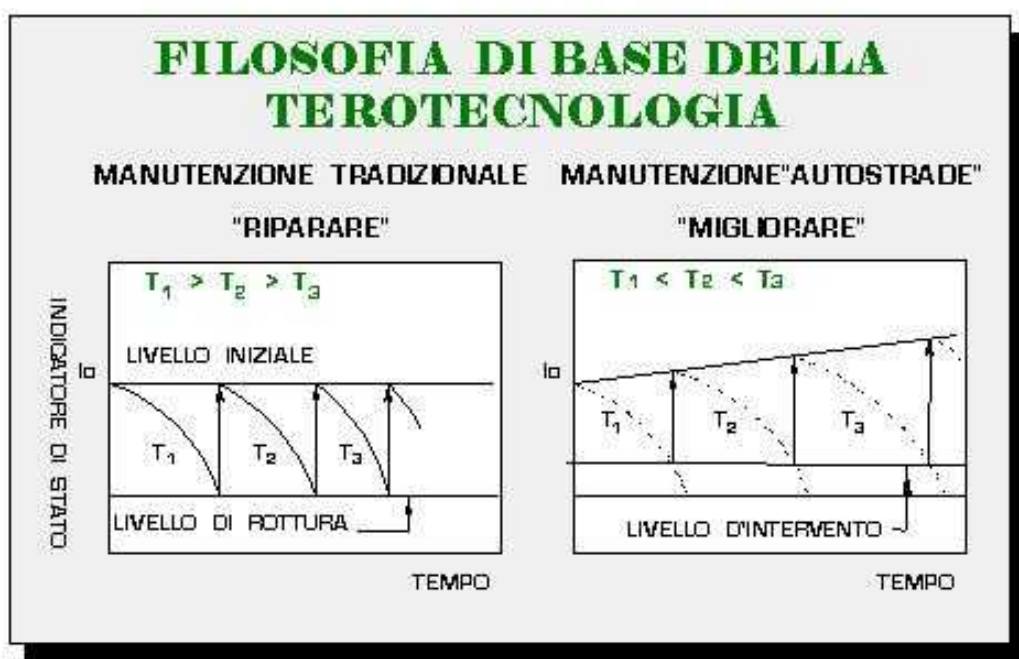


FIG. 2

Fig. 16- I diversi approcci alla manutenzione: con l'approccio terotecnologico si ha il miglioramento continuo della infrastruttura

superare soglie ben precise, il fenomeno di rottura o della loro ridotta funzionalità di tutti gli elementi della strada.

Questo modo di procedere ha reso possibile, tra l'altro, **di scegliere il luogo ed il tempo** per effettuare i lavori di manutenzione in modo preventivo alla rottura riducendo anche gli inconvenienti che si sarebbero causati al traffico con interventi non pianificati e ripetuti nel tempo.

Per queste ragioni è sempre stato fatto ogni sforzo **per evitare di raggiungere livelli elevati di degrade** (figura 15) e **quando possibile i lavori di riparazione sono stati fatti in modo di migliorare la struttura riparata rispetto alle caratteristiche iniziali** (fig.16)

-al momento giusto(prima che la struttura cessi di funzionare- manutenzione preventiva)
-ottenendo un suo miglioramento, rispetto al suo modo di essere o di funzionare iniziale (manutenzione della funzione o funzionale) .- questo modo di operare è stato

* In questo campo il gestore di autostrade in concessione ha sempre un vantaggio sull'operatore di strade pubbliche in quanto può assumere il tempo residuo di concessione come riferimento di vita utile residua, e potrà prendere in prima battuta questo tempo come valutazione di durabilità. Dell'infrastruttura e dei suoi elementi.

usato al massimo nel periodo in cui i concessionari avevano un blocco sul livello di utile di bilancio ottenibile annualmente, investendo i surplus in questo tipo di manutenzioni– (fino al 1992).

Questo tipo di gestione ha dato luogo a risultati che hanno incrementato i tempi (T_i) intercorrenti tra diversi lavori ($T_1 < T_2 < T_3$) ed al miglioramento della struttura così mantenuta; questo è illustrato nel secondo Box della figura 16 mentre nel Box I, viene illustrato come funziona la manutenzione tradizionale che viene applicata solo dopo la rottura della struttura e nella quale risulta ($T_1 > T_2 > T_3$) cioè i tempi intercorrenti tra interventi successivi durano sempre di meno.

La manutenzione di tipo funzionale e preventivo è stata usata da Autostrade spa sin dagli anni 80, ed in modo completo dal 1993.

Quindi il terotecnologo conosce le cause del degrado (*road wear*), il loro andamento nel tempo e sa come misurarle.

La conoscenza più avanzata è stata prima nel campo delle pavimentazioni, la struttura di “consumo” più affetta dal *road wear*.

I primi studi di questo tipo rivolti appunto alla degradazione delle pavimentazioni erano sfociati alla fine degli anni 70 nell'esperimento di Nardò per la misura della fatica delle pavimentazioni e del diverso livello di aggressività dei vari tipi di asse dei veicoli merci pesanti.



La ricerca era molto seguita perché si dovevano trovare regole comuni per scegliere i veicoli meno aggressivi da far circolare nelle strade dell'Europa “unificata” nel movimento delle merci.

I risultati ci furono e si individuò, con la misura dell'effetto **tandem** il veicolo meno aggressivo a questi fini (il 18 ruote doppio tandem). Nella figura 17 a lato una veduta aerea della pista di prova di Nardò [3].

La validità dei criteri di misura furono confermati successivamente da misure incrociate condotte simultaneamente sulla stessa pista da 7 paesi della OECD.

Altre dettagliate conferme si ottennero con i “manege”. (Full scale facility) a Nantes (F) a Crowthorne (UK) ed a Zurigo (SW).

Nella figura 18 che segue sono rappresentate le copertine delle principali pubblicazioni sull'esperimento di Nardò e dei successivi controlli della metodologia, in Italia ed in altri paesi europei[4,5].

Il risultato più importante fu la conferma della affidabilità del metodo razionale di calcolo delle pavimentazioni definito

“METODO E”

Quindi si sono ottenuti non solo i dati della aggressività dei veicoli merci su due tipologie di pavimentazioni (di tipo flessibile e rigido) ma anche a verifica della validità dell'approccio del metodo

razionale di calcolo sulle durate a fatica delle pavimentazioni [6]. Dopo Nardò è stato



possibile prevedere la durata delle manutenzioni anche usando materiali di nuova concezione mai usati prima (dai materiali nuovi ai riciclaggi) è stato sufficiente misurar le loro curve di fatica e calcolare le deformazioni indotte dai carichi combinate con le temperature e le velocità come è ormai consuetudine*.

5.1. I rilievi ad alto rendimento

Alla base della terotecnologia c'è la misura di stato della struttura da gestire che deve essere rilevato con sistemi cosiddetti ad alto rendimento, cioè automatici che danno il minimo fastidio al traffico e possono essere ripetuti per controllare la buona riuscita dei lavori eseguiti nelle manutenzioni

L'Italia è stata tra le prime nazioni che ha introdotto in modo sistematico l'uso di queste attrezzature nella gestione corrente della strada, usando le più affidabili macchine esistenti al mondo ed anche in certi casi producendole direttamente

Le misure vanno effettuate con criteri e sistemi obiettivi e ripetibili ed eseguiti con attrezzature automatiche tarate sulla base di metodologie ben definite ed univoche; vengono misurati dei parametri legati alla struttura da misurare, da trasformare in indicatori di stato che definiscono la diffusione del parametro sull'estensione della struttura misurata, in modo che gli indicatori possano essere sommati tra loro per formare dei giudizi completi[13].

Tutto ciò è **fondamentale** per ottenere **la misura dello stato in essere** della strada nelle sue diverse parti e per **prevederne la evoluzione**.

La misura dei parametri di stato e dei conseguenti indicatori non è di tipo deterministico come quelle comunemente effettuate per valutare lo stato tecnico-fisico dei materiali.

Questo tipo di misure infatti, con la scelta dei parametri opportuni, può essere volta a valutare anche il comportamento umano nell'uso della strada ed è sempre molto

importante per stimare i cambiamenti in atto e prevedibili di tali caratteristiche.

Ciò ha portato, sempre con primato italiano, alla misura delle caratteristiche di Qualità delle strade nelle loro diverse parti ed anche nella gestione del traffico e della sicurezza[7].

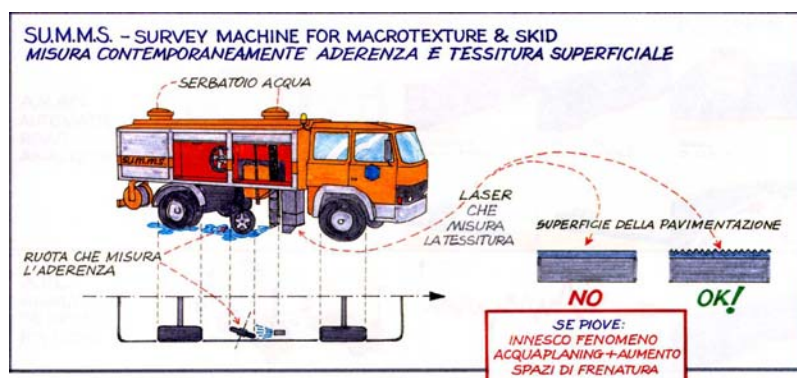


Fig. 19 La prima macchina ad Alto Rendimento, usata per la misura della aderenza e tessitura delle pavimentazioni

Tali misure in origine erano comunque riferite solo a caratteristiche fisiche delle strutture ed erano fatte con macchine ad Alto Rendimento che riescono a fornire un numero elevatissimo di valori in poco tempo e con diffusione su "tutte" le estensioni da valutare. Naturalmente le misure hanno valore statistico generale e non vanno valutate attraverso l'esame del singolo valore, che potrebbe differire singolarmente in una successiva misura, ma che, considerato insieme a tutti gli altri, valuta con grande precisione lo stato dell'oggetto misurato dal punto di vista del parametro in esame.

Questo modo di misurare ad Alto Rendimento ha fatto nascere organismi pubblici e privati creando una nuova professione, legata alla terotecnologia, nel campo stradale diffusa, con gli stessi principi, ma con attrezzature diverse nei disparati campi che

* L'ultima applicazione del metodo delle $\mathcal{E}$ è il nuovo capitolato prestazionale ANAS 2009

costituiscono lo scibile stradale: Prima le pavimentazioni poi le altre strutture della strada (ponti, gallerie e simili) poi i settori della idraulica e della geotecnica e poi quello delle opere complementari come la segnaletica, i dispositivi di sicurezza e le opere in verde.

Il “modus operandi” terotecnologico ha infatti generato nell’ambito della rete autostradale italiana il primo **Sistema di Qualità Misurata** per tenere sotto controllo l’operato dei nuovi proprietari privati della rete italiana. I pedaggi sono stati agganciati ai risultati di questa qualità collegata a 4 Indicatori di Performance che ogni 5 anni vengono cambiati fino a completare il ciclo dei 14 scelti per definire la qualità della infrastruttura e della sua gestione.

I dettagli di questo metodo, operativo dal 1999, sono stati riportati negli atti del Congresso di Durban[13]

Con questi metodi è possibile prevedere i lavori necessari e controllarne gli esiti arrivando alla possibilità di effettuare gestioni stradali in **Global Service**, il nuovo modo per ottenere e mantenere al minor costo strade di Qualità, ancora in fase di sviluppo in Italia, ma già ampiamente diffuso all’estero.

5.2. le innovazioni tecnologiche generate dalla terotecnologia

Nella scelta degli interventi da fare per riportare l’oggetto da mantenere alla sua condizione originale nella via terotecnologica si decide di tenere conto:

- delle aspettative degli utilizzatori della strada
- delle conoscenze tecnologiche al momento dell’intervento che possono rendere lo stesso più efficace o più durevole rispetto a quello originario

Questo modo di procedere ha portato ad una serie di innovazioni, tutte italiane o perfezionate prendendo spunto da tecniche di altri paesi

Ricordo ancora la gestione delle pavimentazioni, monitorate in continuo nella loro aderenza e regolarità (fig.19) dall’inizio degli anni 80 attraverso le quali i punti con i valori più bassi venivano successivamente eliminati; la ricerca dei sistemi di eliminazione che fornissero maggior durata e valori aggiunti alla superficie stradale ha poi portato alla messa a punto delle pavimentazioni porose, drenanti e fonoassorbenti*, sviluppate alla fine degli anni 90. La combinazione di pavimentazioni drenanti in conglomerato bituminoso/lastra di calcestruzzo ad armatura continua, senza giunti, ha dato luogo ad una nuova categoria di pavimentazioni ad alta durata a fatica e facilmente manutenibili, denominate **PCP (Polyfunctional**



* * Le pavimentazioni drenanti in superficie hanno raggiunto a oggi (2007) uno sviluppo elevatissimo nella rete stradale italiana superando ormai i 65 milioni di mq.

Composite Pavement) da cui sono derivate le pavimentazioni eufoniche di cui parliamo in seguito (fig 20). Altra importante innovazione sono state le nuove barriere di sicurezza per il bordo ponte stradale, “spostabili” sotto gli urti.



Fig. 21 Barriere da ponte “spostabili”: l’energia dell’urto rompe o deforma gli ancoraggi duttili senza che al ponte venga trasmessa l’intera forza dell’urto ed il veicolo viene ridiretto sulla strada, evitando anche il suo “roll over” sopra la barriera

ed anche quelle di tipo simile per lo spartitraffico, progettate per impedire totalmente la caduta del veicolo dal ponte e, nel secondo impiego, il salto di carreggiata.

Altro sviluppo con conseguenze molto valide è stato la trasformazione e/o l’eliminazione dei giunti da ponte, sia per ridurre il degrado delle opere generato attraverso essi, sia per eliminare il rumore impulsivo dovuto al passaggio dei veicoli, molto fastidioso per gli abitanti rivieraschi; per non parlare dell’applicazione, a volta collegata alla continuizzazione degli impalcati, dei sistemi di dissipazione sismica specializzati in modo da essere reversibili (cioè non distruggersi con l’azione del terremoto) che ha reso possibile il retrofitting sismico delle opere esistenti con la loro definitiva messa in sicurezza*

Altri campi sviluppati sono stati quelli delle operazioni invernali, rapide ed efficaci con effetti preventivi e gestibili su strade piene di traffico ed anche, sempre legato alla gestione stradale, tutte le conoscenze fitotecnologiche connesse alla moderna gestione del verde anche con scopi di miglioramento ambientale.

6. LA PROTEZIONE DELL’AMBIENTE COME PARTE DELLE SCELTE PROGETTUALI

Negli anni 90 l’attenzione all’impatto ambientale della strada diviene sempre più elevata; la scelta italiana per la soluzione di questi problemi è subito orientata verso l’aggiunta alle strutture classiche della strada di accorgimenti e materiali che riducano alla fonte gli effetti sull’ambiente o li mitigano il più possibile.

Il primo problema affrontato è quello del **rumore prodotto dal traffico** per il quale esistono già numerose soluzioni specialmente nel campo delle barriere antirumore.

La soluzione innovativa messa a punto in Italia è quella delle **pavimentazioni eufoniche** sviluppate nel progetto Europeo SI.R.U.US. :

Queste pavimentazioni oltre agli strati superficiali in materiali porosi (i drenanti) contengono negli strati inferiori grandi cavità in grado di abbattere anche i rumori a bassa frequenza (quelli prodotti dai veicoli pesanti) che si trasmettono facilmente attraverso il terreno. Il problema della resistenza ai carichi del traffico è stato brillantemente risolto e si dispone di due tipi di pavimentazioni, una per uso extraurbano ed una per città che inoltre

* Le tecniche sviluppate in questo campo sulle strade italiane sono poi migrate in tutto il mondo ed oggi hanno reso possibili le case “antisismiche” costruite dopo il terremoto dell’Aquila del 2009

effettuano un controllo dei materiali solidi inquinanti emessi dai veicoli e trattengono all'interno anche gli sversamenti liquidi pericolosi.

Pavimentazioni di questo tipo sono state realizzate nel 2002 e sono sotto traffico elevatissimo senza problemi da ormai 7 anni:

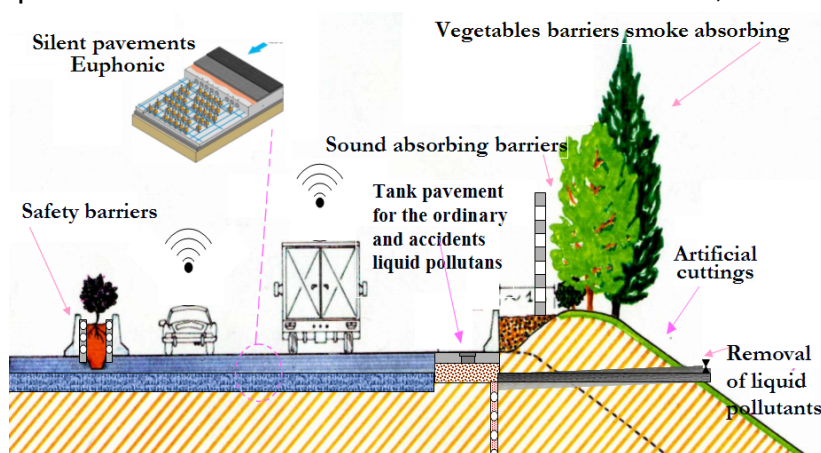
In genere sono realizzate sostituendo vecchie pavimentazioni eliminando gli strati superiori che vengono riciclati con bitume schiumato con i sottofondi, per assicurare portanza; successivamente si realizza una lastra in armatura continua nella quale sono praticati dei vuoti tramite tubi di diametro diverso (per assorbire diverse gamme di frequenza) Si chiama pavimentazione a "canne d'organo" (Vedi figura 20). La copertura è invece in conglomerato bituminoso poroso (P.C.P.).

Il tipo urbano è analogo, ma semplificato, data la ridotta entità dei carichi da sopportare

6.1. Altre strutture specializzate che controllano le emissioni Eliminazione dei PM10

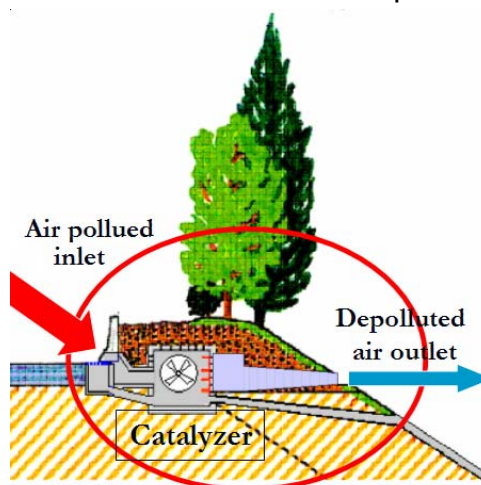
Una nuova struttura stradale, nata per la protezione dell'ambiente, la "falsa" trincea ha poi permesso di mettere a punto protezioni totali dell'ambiente inserendo in essa, oltre alle barriere antirumore che vanno ad integrare le pavimentazioni eufoniche, anche dei dispositivi che aspirano l'aria inquinata dal traffico (PM10 comprese) e le trattano in unità denominate "temporale artificiale", le quali, con un processo basato su catalizzatori ad alto rendimento, restituiscono un'aria purificata al 100%.

Questi dispositivi investigati attualmente nella ricerca europea NR2C sono applicabili anche agli imbocchi dei tunnel per purificare l'aria



7. 2007 I RILIEVI IMMATERIALI ED IL MOBILITY MANAGER

Altri progressi sono stati fatti negli ultimi anni e molte non sono ancora completamente applicate. Occorre fare almeno un cenno delle attrezzature per la gestione del traffico che permetteranno nei prossimi anni di arrivare ad un colloquio personalizzato tra i gestori delle strade e gli utilizzatori, ai quali si potranno far arrivare in tempo reale tutte le informazioni necessarie: Nascerà così un nuovo tipo di tecnico stradale: il Mobility manager che potrà operare sulla base di informazioni precise che gli derivano o da sensori (in futuro nano sensori posti sulla strada e dalle informazioni "immateriali" cioè quelle che non richiedono installazioni specifiche nella strada. Anche di queste ci si occupa in questi anni in Italia.





7.1. I rilevati “immateriali”

Oggi le autovetture sono dotate di sensori di posizione ed anche in certi casi di accelerometri per individuare da lontano l'entità di un eventuale incidente.

Fig 24 Schermata Internet che mostra il traffico sul Raccordo anulare di Roma rilevato con i sensori GPS montati dalla società assicuratrice a bordo dei veicoli: viene indicata la velocità media di ogni

segmento di raccordo.

Oppure il guidatore e/o i suoi passeggeri possiedono (ed usano) telefoni cellulari che possono essere individuati. Quelle che usano le autostrade a pedaggio abitualmente hanno a bordo il “telepass” * che permette di fare le stesse valutazioni

BIBLIOGRAFIA

1. Da Rios G et al. - La strada in Italia dall'unità ad oggi 1861-1987 – ANAS Publication
2. Camomilla G.. La manutenzione programmata Dove Quando e Come intervenire..- Proceedings ASECAP Meeting, Innsbruck 1982 - Autostrade Magazine December 1983
3. Camomilla G et al. - Measurement of the aggressiveness of good traffic on road pavements Autostrade Magazine 1979
4. OECD –Full Scale Pavement Test – Recherche routiere 1982
5. OECD – Strain Measurements in bituminous layers Recherche routiere 1983
6. Camomilla G.- Road wear due to heavy vehicles -Tenth meeting of the ACEA Scientific Advisory Group Meeting in Bruxelles June 23 2005
7. Camomilla G. - Performance Measurement System for High Capacity Toll Roads –World Bank Meeting Washington December 1999
8. Camomilla G., Feroci V., Malgarini M., Bruschi S. - I nuovi parapetti da ponte ad ancoraggi duttili: la problematica applicativa su viadotti esistenti “L'Industria Italiana del Cemento” n. 460 Marzo 1990
9. Camomilla G, Pisani F, Martinez y Cabrera F, Marioni A. – Repair of stay cables of the Polcevera Viaduct in Genova, Italy - IABSE Symposium Report San Francisco 1995
10. OECD Road noise Control -Abbattimento del rumore lungo le strade - Recherche routiere 1996
11. Luminari M Camomilla G, Road Innovation Concepts, Studies and Full Scale Experiments on Autostrade motorway network - PIARC XXII World Road Congress, Durban oct.2003
12. Camomilla G. Fornaci M. - LA GESTIONE IN QUALITÀ DELLA VIABILITÀ STRADALE “strade” in qualità totale: percepita ed intrinseca, durevole ed economica per struttura, servizi ed ambiente Giornate ASECAP 2000 Roma 6 6 2000
13. Camomilla G Pereira P.-Framework of Performance Indicators- Technical Committee C6: Road Management Proceeding Durban PIARC 2003
14. Camomilla G. Luminari M - THE SIRUUS PROJECT -The anti-noise pavements of the Si.R.U.Us. research ASECAP 2000 Meeting Roma 6 6 2000
15. Camomilla G. Developments and management of porous pavements, water draining, noise and pollution reducing.- Asphalt and Innovation SITEB Italia 2004

* Il Telepass, messo a punto negli anni 80 dalla società **autostrade spa** è stato il primo più diffuso strumento di pagamento senza arresto che automaticamente calcola classe del veicolo e pedaggio dovuto senza arresto al casello. Permette oggi, data la sua diffusione su milioni di veicoli, anche la misura dei tempi di percorrenza su tratti individuati da stazioncine di rilevamento (le cosiddette “boe”)