



# Soluzioni per strade in ambiti territoriali protetti

*DOPO AVER ANALIZZATO LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLE STRADE EXTRAURBANE IN ALCUNI PAESI EUROPEI (ITALIA, SPAGNA, FRANCIA, GERMANIA), QUESTO ARTICOLO COMPARA DIVERSE ALTERNATIVE DI MANUTENZIONE PARTENDO DALLE SOLUZIONI ADOTTATE PER STRADE A BASSO VOLUME DI TRAFFICO IN ITALIA E IN COLOMBIA*

Paola Villani\*

Gilberto Martinez Arguelles\*



1. Lo studio presentato al seminario internazionale

Partendo dalle caratteristiche tecniche, sono stati analizzati in particolare i costi dei singoli interventi includendo i costi ambientali connessi. Per l'Italia sono stati esaminati due casi di manutenzione stradale: in Toscana e in Veneto. Per la Colombia si è analizzato il caso della strada di collegamento tra Bogotá e il Parco Naturale del Páramo di Sumapaz.

Questo contributo è stato presentato in Salvador nel corso del Convegno Internazionale "Caminos rurales y desarrollo" (Strade extraurbane e sviluppo) [1]; il lavoro che si sta effettuando (coinvolgendo 80 Nazioni) è volto a migliorare le informazioni statistiche riportate nel World Road Statistics edito dall'International Road Federation (IRF): l'esatta conoscenza del patrimonio stradale di ogni singolo Stato consentirà infatti una diversa ripartizione delle (scarse) risorse economiche sino ad ora assegnate per la realizzazione e la manutenzione.

Le reti "minori" di cui ci si occupa nel Comitato Tecnico 2.5 AIPCR includono tutte le tipologie di strade extraurbane, siano esse classificate nelle categorie C o F oppure appartenenti alla tipologia delle strade "non classificate". Ma in Messico, soltanto a titolo di esempio, sono annoverate tra i tratti di strade appartenenti alla rete secondaria anche arterie che presentano tre corsie per senso di marcia.

## Strade in ambiti territoriali naturalistici

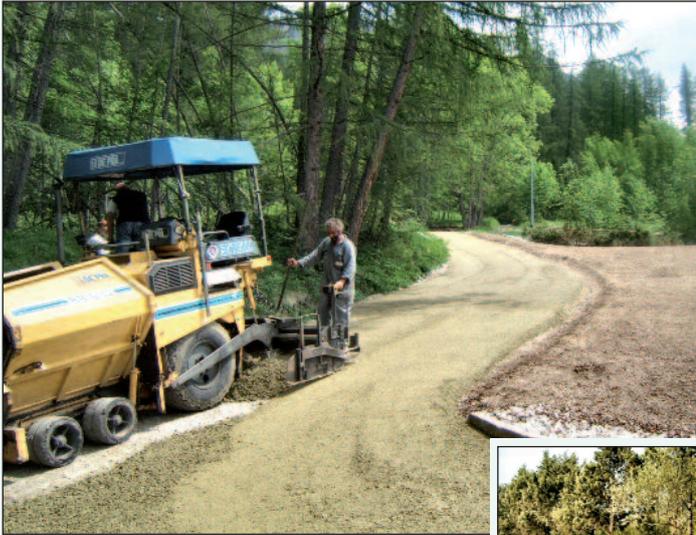
Si è volutamente cercato di comparare tre interventi molto diversi per tipologia e materiali, accomunati dall'essere strade a ridotto volume di traffico e in contesti ambientali di pregio.

Il primo caso è quello del parco di Sibolla ad Altopascio (LU), una delle maggiori province della Toscana per estensione. Province che sarebbe meglio mantenere considerato il ruolo preponderante che hanno nella gestione della rete stradale. In questo specifico ambito ricompreeso tra il Tirreno, e i territori di Pistoia, Firenze e Pisa, le aree principali sono quelle che nominalmente suddividiamo in piana di Lucca, Garfagnana e Versilia ma si tratta di un territorio antico, densamente popolato sin dalle più remote origini, antecedenti all'epoca romana, molto sviluppato anche nel Medioevo perché da qui passavano tutti gli itinerari che il Re Lotario Primo

aveva voluto per collegare tutta l'Europa. Vie diverse, tra cui le più note sono la Cassia e la Francigena.

Strade incrociate, che nell'etimologia esplicitano il significato stesso della parola: Francigena in quanto "strada lungo la quale non si dovevano pagare balzelli", "liberata, affrancata", "che consente di passare", "andare di là dei confini", "libera dallo scotto e dai pesi" poiché qui vi erano molti corsi d'acqua e laghi o paludi navigabili, e parte del viaggio poteva essere fatto sull'acqua. In tutta la regione vi sono preesistenze storiche e archeologiche, e lungo l'attuale rete stradale europea sono molteplici gli itinerari principali che, transitando per città e villaggi, sono tuttora collegati alla Francigena. Normale quindi che la costruzione di una strada ad Altopascio abbia richiesto una particolare attenzione per l'ambiente.

Il sistema adottato nel parco di Sibolla è quello del confinamento tridimensionale che consente di realizzare - velocemente e in un'unica soluzione - il piano viabile e la fondazione stradale attraverso un sistema a geogriglie. Si tratta, in questo caso, di una "strada parco" non soggetta a transito veicolare ma lo stesso sistema può essere adottato per percorsi carrabili [2]. Nel secondo caso è stata analizzata una strada in misto cementato sulle Alpi, a Cortina d'Ampezzo (BL): una soluzione che



2, 3 e 4. La strada a Cortina d'Ampezzo (BL)

utilizza la stabilità residua della fondazione e dei materiali esistenti in luogo. Vengono utilizzati materiali autocompattanti appositamente sviluppati e che, in poche ore, garantiscono un'adeguata stabilità permettendo la ripresa dell'usuale transito.

Offrono una buona resistenza meccanica a lungo termine e si adattano bene anche in alta quota poiché le pavimentazioni rigide non sono influenzate dalle condizioni ambientali.

Il prodotto specifico qui utilizzato contiene anidride maleica che porta ad un aumento della capacità di cristallizzazione degli inerti con i quali è miscelata. Il materiale utilizzato a Cortina d'Ampezzo è oggi ampiamente usato per strade a basso e medio traffico, tratti pedonali ma carrabili, piste ciclabili e parcheggi poiché presenta indubbie qualità intrinseche (insensibilità ai fenomeni ambientali, agli idrocarburi o ai solventi di qualsiasi tipo, possibilità di trattamenti superficiali specifici, colorazione in svariate tonalità). Ma occorre domandarsi se questa tecnica sia proprio la migliore, considerando che le strade sono soggette a continuo dilavamento, sono noti gli effetti nocivi del benzene sulla salute e il rischio di potenziale contaminazione delle acque sotterranee è decisamente elevato.

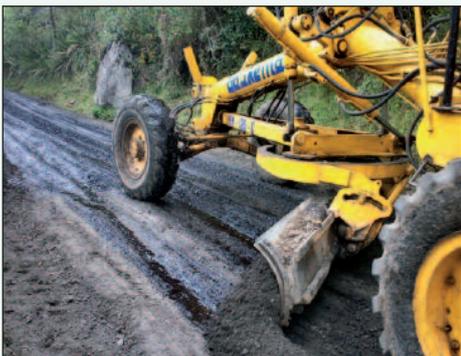
In Colombia è stato istituito un "Sistema Nazionale delle Aree Protette" (SINAP) che include 56 parchi naturali, con una su-

perficie di 126.023,21 km<sup>2</sup>, area che - da sola - rappresenta più del 11% dell'intero territorio colombiano. Per mantenere questa immensa rete di parchi principali e collegarli con strade adeguate, la Colombia

utilizza per la manutenzione stradale il conglomerato bituminoso che viene fresato nelle aree urbane.

A Bogotá, tutto il materiale che non viene impiegato in situ viene trasportato in apposite aree di stoccaggio ove questo materiale viene dapprima controllato e quindi certificato per il riutilizzo in altre opere pubbliche nel distretto. I volumi oscillano tra i 40.000 m<sup>3</sup> e i 100.000 m<sup>3</sup> ed è questa l'origine del materiale utilizzato per la manutenzione delle strade che portano al Sumapaz National Park (SNP) sulla cordigliera orientale, a poche ore dalla Capitale. L'accesso al parco avviene lungo una strada che presenta una altitudine media compresa tra i 1.600 e i 4.000 m.

Il fresato viene stabilizzato con emulsione di asfalto ed applicato in "pieno spessore" per 150 mm. Il traffico lungo queste strade è estremamente basso e quello pesante si caratterizza principalmente per pochi mezzi di trasporto pubblico al giorno mentre altri movimenti di mezzi pesanti sono imputabili al trasporto di prodotti agricoli, animali, derrate o altri prodotti per i pochi abitanti insediati.



5, 6 e 7. La strada nel Páramo di Sumapaz (Colombia)



		Costo diretto (Euro)	Costo totale
Trasporto di materiale fresato (81 km)	m <sup>3</sup> /km	0,377	118.614,72
Trasporto di emulsione asfaltica	Lt/km	0,005	
Spandimento di emulsione	Lt	0,55	
Compattazione	m <sup>3</sup>	18.929	

8. Il costo di 1 km di strada per una carreggiata larga 6 m nell'area del Sumapaz (81 km dall'area urbana di Bogotá)

Le analisi eseguite per l'area del Sumapaz hanno stabilito come, con questa tecnica, la durata media del manto stradale, quando vengano correttamente eseguiti i lavori, sia all'incirca pari a cinque anni, periodo oltre il quale si deve procedere al rifacimento periodico. Questo lasso temporale potrebbe essere esteso qualora si potesse eseguire in modo tempestivo la manutenzione preventiva, supportandola con un apposito "programma per la gestione delle strade rurali", ovvero provvedendo alla sigillatura delle fessurazioni e, come trattamento periodico, ad irrigazioni di emulsioni asfaltiche. I danni peggiori sono infatti quelli imputabili alle infiltrazioni d'acqua, alle fessurazioni longitudinali e alla non ottimale esecuzione dei lavori lato banchina.

Sebbene possa essere molto economico per la comunità locale, il riutilizzo del fresato, in quanto (in Colombia) completamente gratuito, occorre tener conto dei costi di trasporto associati (Tabella 1).

## L'impatto sull'ambiente

L'alternativa del fresato è interessante per molteplici motivi:

- ◆ impedisce l'utilizzo di risorse non rinnovabili;
- ◆ consente di applicare il materiale a freddo;
- ◆ minimizza l'uso di macchinari e/o materiali;
- ◆ comporta l'utilizzo di materiali di risulta.

E' stata effettuata un'analisi dei costi per i casi studio descritti:

- ◆ una strada realizzata con geogriglie;
- ◆ una pavimentazione cementizia;
- ◆ una pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Per fornire un quadro globale delle prospettive sulla migliore scelta del tipo di pavimentazione, si è deciso di integrare l'analisi dei costi all'analisi del ciclo di vita e ai costi totali.

L'analisi del ciclo di vita calcola i potenziali impatti ambientali e prende in considerazione l'estrazione, la lavorazione delle materie prime, i processi di produzione, il trasporto e la distribuzione, l'uso o il riutilizzo del prodotto, il riciclaggio e la gestione dei rifiuti alla fine della vita.

L'analisi dei costi complessivi è riferita a tutti i parametri monetizzabili.

Costo per 1 km di strada (larghezza carreggiata 6 m)	Euro / km	Manutenzione - costi in Euro					Costo in Euro dopo 50 anni
		Dopo dieci anni	Dopo 20 anni	Dopo 30 anni	Dopo 40 anni	Dopo 50 anni	
Sistema a geogriglie	222.000						222.000
Cemento	174.000					174.000	348.000
Conglomerato bituminoso fresato*	118.614	114.069	95.000	94.000	130.000	160.000	711.683

9. L'analisi dei costi nei tre casi studio (\* il materiale fresato è a costo zero)

Il lavoro di comparazione è stato svolto in quanto è necessario stabilire indicatori ambientali ed economici che possano guidare le scelte pubbliche poiché proprio sulle Pubbliche Amministrazioni pesano i costi, sia in termini di costi iniziali di realizzazione, sia in termini di costi futuri di manutenzione.

La complessità della rete secondaria è notevole sia per l'estensione della rete sia per l'eterogeneità dei materiali presenti: asfalto, mattoni, ghiaia, terra, sottofondi di detriti e pietre, spesso posati su un fondo argilloso o limoso, che tende a salire nel tempo e ridurre la capacità di drenaggio.

Strade sulle quali si registrano volumi di traffico estremamente variabili (poco o nessun traffico oppure moltissimi mezzi pesanti), strade che più delle altre risentono delle fasi di disgelo dopo inverni particolarmente rigidi. Strade che, presentano necessità di manutenzione periodica ogni anno, ed il 5% dell'estesa complessiva, annualmente, necessita di interventi straordinari di manutenzione.

Ecco che allora possono essere riconsiderate le pavimentazioni rigide, così come in America Centrale vanno viepiù affermandosi pavimentazioni in blocchetti di cemento che possono costituire un implicito risparmio e contribuire all'economia locale nella fase di realizzazione. ■

\* Sez. Infrastrutture di Trasporto e Geoscienze del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano e Presidente del Comitato Tecnico del CT2.5

## BIBLIOGRAFIA

- [1]. P. Villani, G. Martinez Arguelles - "Perspectives mondiales de la connectivité et solutions d'entretien des routes rurales: l'environnement des parcs naturels en Italie comme cas européennes et en Colombie comme un cas pour l'Amérique Latine", Atti del Seminario Internazionale Caminos Rurales Y Desarrollo 2012, El Salvador, Novembre 2012
- [2]. Fulvio Bolobicchio - "Piste ciclo-pedonali con fruibilità immediata", "Strade & Autostrade" n° 92 Maggio/Giugno 2012.
- [3]. R. Frischknecht, M. Tuchschnid, R. Itten - "Primärenergiefaktoren von Energiesystemen", ESU Services Ltd., Uster (CH), April 2011.
- [4]. SINANET, Groupware Expert Panel Trasporti Stradali, 2012.
- [5]. K. Kicak, J.F. Ménard - "Analyse du cycle de vie comparative des chaussées en béton de ciment et en béton bitumineux à des fins d'intégration de paramètres énergétiques et environnementaux au choix des types de chaussées", CIRAIQ, Montréal (Québec) Canada, 28 Septembre 2009
- [6]. Cimbéton - "Le retraitement en place à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers", "Routes", n° 96, Juin 2006
- [7]. L. Ascione - "Innovative reinforcing bars for concrete structures", Università degli Studi di Salerno, Salerno, 2006.