

FELICE SANTAGATA

**STATO ATTUALE DELLA RICERCA NEL SETTORE DELL'INGEGNERIA
STRADALE ITALIANA**

Il primo convegno della SIIV si svolge a meno di un anno dall'ultimo importante tradizionale appuntamento fra i ricercatori del nostro settore.

Al Consiglio Direttivo della Società e agli organizzatori era parso poco realistico, visti i tempi tecnici a disposizione, proporre un tema specifico per il Convegno. E allora ci si è orientati a definire un tema di carattere generale che oltre a fornire il rendiconto dei lavori in corso, permettesse di effettuare una analisi critica unitaria da utilizzare possibilmente come riferimento futuro.

In tal senso lo stato attuale della ricerca nel settore dell'ingegneria stradale italiana può essere inteso come lo stato dell'arte derivante dall'esame del vasto quadro di memorie che sono state presentate al nostro Convegno.

Si tratta di 50 lavori messi a punto da parte di 70 ricercatori di 17 Università italiane.

Fra le tante possibilità di presentare organicamente le memorie (per Autori, per Sede) ho scelto quella classica **per temi** che, in base ai lavori presentati, possono così distinguersi:

LA STRUTTURA DEI MATERIALI,
INDAGINI SPERIMENTALI,
SICUREZZA,
RETI E CIRCOLAZIONE,
ECONOMIA,
AMBIENTE,
METODI DI CALCOLO E MODELLI

che, come meglio risulterà nel seguito, rivelano l'interesse dei ricercatori non soltanto per settori tradizionali ma anche per campi sicuramente nuovi alla speculazione sia teorica che applicata.

Nel tema **STRUTTURA DEI MATERIALI**
sono state presentate 2 memorie:

La prima è di **BONVINO (Contributo alla definizione di un criterio di resistenza nei conglomerati bituminosi drenanti)**
L'Autore riporta i risultati di una serie di indagini sperimentali condotte in laboratorio per definire un modello comportamentale dei conglomerati bituminosi e indaga sui valori che l'invariante del primo ordine del tensore isotropo e quello di secondo ordine del deviatore di tensione subiscono per effetto di carichi indotti da un apparecchio triassiale. Un aspetto particolare della ricerca è rappresentato dal rilievo del legame tra pressione di confinamento e deformazioni assiali in corrispondenza della resistenza a rottura che varia linearmente con la stessa pressione.

C'è poi la memoria di

DE PALMA (Un criterio di resistenza a rottura dei materiali parzialmente elastici) che prosegue una ricerca iniziata in precedenza e perviene ad una relazione che esprime la resistenza dei materiali parzialmente elastici (terre e calcestruzzo cementizio), come somma, a parte un termine costante, di due componenti legate rispettivamente alla pressione media e alla tensione principale minima. Sia per le terre che per i calcestruzzi, poi, i risultati teorici vengono confrontati con quelli sperimentali dovuti a diversi autori ricavandone riscontri positivi.

A parte il giudizio sulle memorie presentate, tale tipo di formulazione può essere ritenuto un tipico terreno di confronto fra i ricercatori più giovani cui spetta il compito sempre più urgente di lavorare per la nobilitazione di una disciplina che necessita di individuare spunti teorici che, per quanto riguarda i materiali del nostro settore, ne analizzino gli aspetti strutturali.

Nel tema **INDAGINI SPERIMENTALI**
abbiamo 10 lavori nei quali le sperimentazioni in laboratorio e in situ seguono due indirizzi:
nel **primo** gli sperimentatori indagano sulle caratteristiche meccaniche di materiali tradizionali o innovativi;
nel **secondo** le attenzioni sono rivolte a un tipo di problema sempre attuale connesso con la continua evoluzione dei materiali e delle strutture: si tratta in genere di verifica dei procedimenti di prova esistenti, con proposte di adeguamento alle esigenze derivanti da nuovi prodotti e nuove tecnologie (es. additivi nei bitumi, loppe d'alto forno).

Per l'indirizzo **PROVE SUI MATERIALI** sono pervenuti 5 lavori:

ANNUNZIATA, CONTU'e RITOSSA (I conglomerati bituminosi nelle sovrastrutture portuali: analisi sperimentale sugli strati superficiali di una sovrastruttura) presentano i risultati di uno studio sperimentale in laboratorio su conglomerati

bituminosi per i quali si intenderebbe definire le caratteristiche resistive nei cantieri portuali. Secondo gli Autori il modello proposto riproduce le azioni dei carichi statici sugli strati superficiali delle pavimentazioni portuali. Le sperimentazioni vengono condotte a tre diverse temperature, adottando un procedimento che trae spunto dalla prova CBR e che utilizza un particolare pistone.

BOCCI (La durabilità all'acqua dei conglomerati bituminosi) presenta i risultati di una sperimentazione in laboratorio. In essa l'analisi della variazione delle caratteristiche meccaniche per materiali caratterizzati da diverso tempo di immersione in acqua ha permesso di fornire una valutazione del decadimento dei valori iniziali, considerando in particolare l'influenza della porosità direttamente legata alla possibilità di aggressione da parte dell'acqua.

CUPO-PAGANO (Indagine sperimentale sugli indici di forma e di appiattimento degli aggregati . Conseguenti proprietà delle miscele bitumate) indaga su due aggregati frantumati, uno effusivo e l'altro calcareo, provenienti da cave laziali. Insieme ai valori che influenzano la forma degli elementi lapidei durante la frantumazione, la sperimentazione evidenzia la variazione della massa volumica in funzione dell'indice di forma e la notevole variazione della caratteristica di resistenza meccanica delle miscele bitumate, valutata mediante la prova Marshall.

L'Autore fornisce anche suggerimenti per le relative prescrizioni di capitolato che tengano conto degli oneri derivanti dalla produzione di qualità.

Nel filone che tradizionalmente ha caratterizzato l'attività della Scuola palermitana si inseriscono due memorie sui materiali per le pavimentazioni stradali. Nella prima

DI MINO E BOSCAINO (Contributo ad una corretta interpretazione dei risultati di prove a fatica sul calcestruzzo per la verifica di pavimentazioni rigide) ripropongono il problema della valutazione delle capacità di resistenza a fatica di un conglomerato cementizio per pavimentazioni rigide. Attraverso l'analisi strutturale del comportamento di piastre in calcestruzzo sottoposte all'azione di carichi viaggianti, viene individuato il range delle frequenze del ciclo di sollecitazioni che maggiormente interessa il caso specifico, sia per la riproduzione in laboratorio delle condizioni di lavoro del materiale, sia per una scelta più consapevole e corretta della legge di fatica da adottare per il dimensionamento.

Nella seconda ricerca, a cavallo tra primo e secondo indirizzo sperimentale, di

DI MINO, CELAURO E GIUFFRÈ (Impiego di bitumi modificati con polimeri per il miglioramento delle prestazioni meccaniche dei conglomerati bituminosi) gli Autori si fanno interpreti dell'esigenza di specializzazione delle formule, che, all'attualità, appare contraddistinguere la tecnica dei con-

glomerati bituminosi per pavimentazioni stradali. La sperimentazione, finalizzata a valutare gli aspetti dell'additivazione dei bitumi con polimeri sulle proprietà meccaniche fondamentali dei conglomerati, dà modo agli Autori di sviluppare considerazioni di base da un lato sulla rappresentatività e sulla significatività delle prove classiche d'identificazione dei bitumi puri, allorché le stesse vengono applicate ai bitumi modificati con polimeri, d'altro lato sulla necessità di mettere in relazione il particolare tipo di polimero con lo specifico dominio di applicazione.

A parte l'interesse dei risultati ottenuti, specie per quanto riguarda il comportamento reologico dei diversi conglomerati, il continuo collegamento fra quanto osservato sperimentalmente e gli aspetti connessi all'ottenimento del prodotto voluto (dai processi produttivi del materiale alla concezione strutturale della pavimentazione) fornisce la misura del respiro che può essere dato alla ricerca di laboratorio, allorché la presentazione dei risultati si apre a problematiche concrete capaci di destare l'interesse degli operatori del nostro settore.

Per il **secondo gruppo** invece sono stati presentati 5 lavori:

BOCCI, COLAGRANDE e VIRGILI (Lo spogliamento dei bitumi nei conglomerati bituminosi: proposta di una nuova metodologia di prova) analizzano il fenomeno dello stripping che produce l'allontanamento del legante bituminoso dagli elementi lapidei, riscontrandone la dipendenza dal tipo di bitume e dalla natura mineralogica degli aggregati.

Lo studio è stato condotto sui materiali stradali più diffusi con lo scopo di contribuire alla definizione di una metodologia per la valutazione rapida ed attendibile della capacità di adesione bitume-inerte.

BUONVINO (Il test triassiale nei conglomerati bituminosi drenanti) riporta i risultati di un'applicazione del triassiale ai drenanti nei quali si evidenzia il sensibile incremento che le tensioni di rottura subiscono al crescere delle pressioni di confinamento. Le analogie con i risultati su miscele impermeabili riguardano in particolare le funzioni che rappresentano l'evoluzione delle tensioni di rottura, la stabilità e la coesione.

FESTA (Sull'applicabilità delle ordinarie prove di laboratorio ai bitumi modificati) indaga in particolare sui bitumi modificati per i quali verifica che le procedure attualmente standardizzate per i bitumi ordinari risultano inaffidabili. Viene tra l'altro evidenziata la necessità di tempi di stagionatura necessari ad alcuni tipi di materiali modificati, per riprendersi una forma di organizzazione interna persa per effetto del trattamento termico.

MARIA CATERINA SANTAGATA (Miscele con loppa catalizzate) presenta alcuni aspetti della propria tesi di laurea. Il suo contributo, finalizzato a colmare un effettivo vuoto esistente nel settore, intende arrivare a proporre le gran-

dezze caratterizzanti e a individuare le metodologie di prova da adottare per determinare le composizioni ottimali delle miscele, tali da assicurare al prodotto finale predeterminate caratteristiche tecniche ottenibili con il minor dispendio economico.

SANTAGATA, MONTEPARA e VIRGILI (La determinazione della massa volumica e dei vuoti nei conglomerati bituminosi aperti) evidenziano la scarsa attendibilità che le vigenti norme, valide per conglomerati chiusi, hanno nella valutazione della massa volumica e dei vuoti nel caso dei conglomerati aperti.

Dopo un'indagine sperimentale tesa a valutare le variazioni dei risultati della porosità in relazione alla tecnica di preparazione del provino, propongono una metodologia di prova che permette l'esatta determinazione delle due caratteristiche fisiche per miscele bituminose aperte.

Passiamo ora al terzo gruppo di 5 lavori che riguardano la

SICUREZZA

ANNUNZIATA, ATZERI e OLIVO (Stato attuale delle ricerche sull'interazione strada-veicolo). Anche se non traspare dal titolo della memoria, intesa come accurata analisi bibliografica, l'indagine è finalizzata a comprendere il comportamento dell'utente e i termini di sicurezza che ne derivano all'atto della progettazione di una infrastruttura.

BARRESI e BRUNO (Limiti di velocità e sicurezza nelle infrastrutture stradali) presentano un'analisi critica delle velocità rilevate in alcune sezioni di autostrade siciliane. L'indagine finalizzata ad una più mirata politica della prevenzione degli incidenti pare avanzare dubbi sulla opportunità che i limiti e le sanzioni non tengano conto di situazioni particolari; in effetti pare che si consideri opportuno favorire in alcuni casi la libera scelta degli utenti.

BRUNO (Tempi di percorrenza di tratti stradali a sorpasso impedito) esplicita, attraverso una opportuna discretizzazione delle variabili, un'equazione integrale che individua la distribuzione dei tempi di percorrenza in condizioni di sorpasso impedito. Si perviene ad una espressione che consente di calcolare con buona attendibilità, la distribuzione dei tempi di percorrenza quando sia data la distribuzione delle velocità desiderate e degli intervalli temporali fra i veicoli in corrispondenza delle sezioni terminali del tronco stradale considerato.

MARCHIONNA (Possibilità offerte dalla teoria degli insiemi "fuzzy" per lo studio delle condizioni di una pavimentazione. Applicazione alla valutazione delle condizioni di potenziale scivolosità) presenta l'applicazione della teoria degli insiemi "fuzzy" per la valutazione delle condizioni di potenziale scivolosità di una superficie stradale. Secondo

l'autore questa teoria potrebbe consentire il superamento delle incertezze che si ritrovano nella determinazione dello stato di una pavimentazione. Il metodo proposto permette di combinare le valutazioni soggettive con i dati forniti dalle misure e di classificare le pavimentazioni in base alla loro urgenza di manutenzione.

PIZZOCCHERO e PASETTO (Dinamica di percorrenza e problemi di visibilità nelle clotoidi a parametro variabile) partendo da considerazioni sulla dinamica di percorrenza delle iperclo-toidi passano a considerare gli andamenti della velocità e della soprelevazione e forniscono un metodo, con abachi, per la definizione dell'intervallo ottimale dei valori del parametro "n" dell'iperclotoide.

Nella seconda parte della memoria viene trattata la visuale libera nei tratti in curva e, come profilo della zona libera da ostacoli, si considera l'utilizzazione dell'iperclotoide per la quale si individua un metodo per la determinazione del parametro nel suo campo di variabilità.

Nel tema **RETI E CIRCOLAZIONE** che spesso propone affinità con i modelli, sono state presentate 7 memorie:

BORDIN e NOVARIN (Analisi delle reti stradali urbane mediante modello matematico) propongono un supporto, da essi ritenuto valido tecnicamente e amministrativamente, che permette di prevedere i flussi di traffico urbani secondo la sequenza generazione/attrazione, distribuzione, scelta modale e assegnazione alla rete. Il modello proposto si basa su informazioni demografiche e socio-economiche.

CAPALDO (Sull'elaborazione digitale dell'immagine applicata a fenomeni di circolazione stradale) propone uno schema di sistema integrato videocamera-elaboratore elettronico per il rilievo e l'analisi di alcune grandezze caratteristiche delle correnti veicolari. L'apparecchiatura, suscettibile di taratura veloce, permette di ricavare informazioni non sempre ottenibili per altra via.

D'ORSI, ESPOSITO e GROSSI (Analisi delle caratteristiche della circolazione veicolare su strade a due corsie) riferiscono sui principali risultati ottenuti con l'ausilio di telecamere, tenendo sotto osservazione per molte ore consecutive il flusso di traffico in tratti di strade a due corsie. La ricerca consente di formulare un primo approccio all'analisi di caratteristiche della circolazione su un tratto di strada a curvatura clotoidica e sorpasso impedito e su uno rettilineo con possibilità di sorpasso.

GROSSI (Influenza della larghezza della sezione stradale sulle velocità attuate dagli automobilisti nelle strade a due corsie) propone alcuni risultati sperimentali ottenuti nell'ambito di uno studio sull'influenza che esercita la geometria della strada sulla distribuzione delle velocità di circolazione libera. In particolare viene affrontato il pro-

blema del condizionamento della larghezza della piattaforma sul comportamento di guida nelle strade extraurbane a due corsie. La ricerca rileva che le velocità variano molto poco nel passaggio da 7.10 m a 11.50 m, mentre subiscono una netta diminuzione passando da 7.10 m a 6.00 m, pur rimanendo, in ogni caso, sensibilmente superiori a quelle che possono essere associate alle varie strade in base alle attuali Norme C.N.R.

MAURO (In tema di concentrazione e di variabilità nell'analisi dei flussi di traffico) pone attenzione alle nozioni di dispersione e di variabilità delle distribuzioni di serie statistiche e illustra alcune misure tra le più frequentemente adoperate in statistica descrittiva. Dalla disamina delle idee presentate è possibile notare come nel trattamento statistico delle misure di traffico è concettualmente e operativamente più opportuno riferirsi a indici di concentrazione più che di dispersione, diversamente da quanto correntemente avviene nelle ricerche di ingegneria stradale. L'autore introduce un indicatore numerico di omogeneità delle misure, direttamente derivato da considerazioni di teoria matematica dell'informazione e ne illustra alcune proprietà, anche in rapporto a quelle degli indici di concentrazione.

PISCIOTTA (Le caratteristiche di funzionamento ottimale del Microwave Landing System) richiama l'interesse delle apparecchiature che negli aeroporti consentono l'atterraggio strumentale ed evidenzia per l'MLS i vantaggi specifici riferiti al migliore utilizzo della infrastruttura e agli aspetti legati all'inquinamento acustico. Ricorda infine le possibilità che l'MLS offre nell'ottica della pianificazione aeroportuale e del corrispondente impatto ambientale.

SANTAGATA, COLAGRANDE, MONTEPARA e VIRGILI (Analisi funzionale delle infrastrutture viarie. Applicazione ai Centri Intermodali) affrontano il problema del flusso veicolare pesante generato da un centro intermodale. Gli Autori applicando i principi dell'analisi funzionale delle infrastrutture viarie, esaminano l'andamento del traffico sulla rete viaria delle Marche, valutando la configurazione della capacità delle strade, a seguito della realizzazione del centro intermodale di Jesi.

Le problematiche connesse con l' **ECONOMIA** sono state trattate da tre ricercatori:

CAPILUPPI (Analisi delle strategie di progetto nelle costruzioni stradali. Incremento della capacità veicolare su infrastrutture esistenti) tratta il tema sempre attuale delle priorità di realizzazione e del confronto tra le alternative possibili in presenza di ridotte disponibilità di risorse finanziarie. L'Autore richiama in particolare i criteri che spesso fanno preferire la modifica progressiva, con incremento di capacità, della viabilità esistente rispetto alla realizzazione di infrastrutture completamente nuove ma spes-

so limitate a tronchi.

PISCIOTTA (Minimizzazione della funzione di costo nel progetto automatico dei tracciati viari) definisce alcune funzioni di convenienza che, insieme all'analisi multicriteria, consentono l'ottimizzazione dei parametri relativi alla definizione del tracciato di una infrastruttura stradale.

CAPOSIO (Analisi dei carichi e delle capacità delle reti stradali) si propone di fornire una metodologia di quantificazione numerica del livello di criticità delle reti stradali in rapporto alla domanda di trasporto.

E' uno dei tanti encomiabili tentativi di fornire al decisore un supporto tecnico-scientifico che gli consenta di perseguire politiche di rete piuttosto che interessi contingenti nella programmazione degli interventi realizzativi delle infrastrutture viarie nel territorio.

E' un argomento sempre attuale ed interessante che da anni appassiona i ricercatori, in particolare gli economisti; la nostra speranza è che possa riguardare anche i programmatori politici. Certo non possiamo continuare a condannare solo tra di noi questa situazione ma è difficile portarla all'esterno con forza e rivendicare sempre più la matrice culturale dei nostri interventi.

Passiamo ora al tema **AMBIENTE**

I 9 lavori presentati dimostrano il notevole e diffuso interesse che tutte le sedi universitarie mostrano per questo tema sul quale però bisogna ancora schiarirsi tante idee.

BARRESI, LO BOSCO e MARINO (La valutazione previsionale dell'inquinamento acustico da traffico per l'ottimizzazione degli interventi progettuali) presentano un contributo alla verifica dell'applicabilità dei metodi previsionali dell'inquinamento acustico in una realtà di medie dimensioni che può però ritenersi rappresentativa di una vasta casistica nazionale. Oltre agli aspetti metodologici vanno messi in rilievo le proposte operative mirate a contenere le penalizzazioni che i modelli usati possono apportare soprattutto nelle ore di punta.

BOCCI e COLAGRANDE (Interporto e ambiente: metodologia per una progettazione integrata) propongono una metodologia per l'ottimizzazione della progettazione degli interporti tenendo conto delle problematiche ambientali. Tra l'altro definiscono i contenuti dei quadri di riferimento.

CANALE (Analisi del fonoinquinamento su alcune pavimentazioni drenanti effettuate con miscele diverse) riferisce su una serie di indagini condotte su pavimentazioni drenanti stese con miscele diverse su alcune tratte della rete "Autostrade".

Le misure sono state fatte per confronto con le adiacenti pavimentazioni di tipo tradizionale.

L'Autore riporta i risultati del primo stadio della ricerca che oltre a confermare la fonoassorbente delle pavimentazio-

ni drenanti indicano la scarsa influenza della porosità e della composizione granulometrica sull'attenuazione dei livelli di rumore.

COLAGRANDE (Considerazioni sui modelli di previsione del rumore da traffico in ambiente urbano) confronta i più diffusi modelli previsionali utilizzando i dati ottenuti da una campagna di misure svolta nella città di Ancona. Dopo aver analizzato l'incidenza di alcuni elementi tipici delle sezioni stradali urbane, l'autore individua il modello da lui ritenuto più attendibile per il quale propone una ottimizzazione in funzione dei parametri studiati.

D'ANDREA e LAGANA' (Infrastrutture viarie e ambiente: problematiche e metodologie per la VIA) affrontano alcuni problemi di carattere metodologico e procedurale relativi agli studi di impatto per infrastrutture di tipo lineare. Vengono considerati alcuni aspetti generali che riguardano i criteri di ponderazione e di confronto delle diverse soluzioni progettuali oltre che i risultati parziali del singolo studio.

LO BIANCO, LO BOSCO e SORTINO (Progettazione stradale e vincoli ambientali. Un criterio di verifica delle scelte adottate) orientano il proprio contributo al binomio **progettazione stradale/vincoli ambientali** e propongono l'utilizzazione di una matrice di decisione, calibrata sulle peculiarità degli impatti relativi ad un'opera stradale, come strumento efficace per l'ottimizzazione delle scelte progettuali che l'ingegnere stradale è chiamato ad operare.

RANZO, RONDINONE e SCALAMANDRE' presentano un lavoro dal titolo **Codici stocastici per la valutazione del disturbo vibratorio da traffico stradale e definizione dei sistemi attenuatori**. Richiamano anzitutto le Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale nelle quali si esiste la necessità di valutare i fenomeni vibratorii definendo le fonti e caratteristiche.

Ricordano poi l'importanza che la conoscenza del fenomeno assume in casi particolari, come i centri storici, dove è necessario definire tecniche e criteri di minimizzazione degli impatti conseguenti.

Lo studio consente l'analisi degli impulsi generati da veicoli, specialmente i pesanti, in corrispondenza delle discontinuità della superficie viabile e quindi il calcolo degli effetti delle vibrazioni, enunciando alla fine alcuni sistemi di attenuazione alla fonte.

TOCCHETTI, TAMBURRO, AMBROGI (Le interazioni fra sistema economico e ambiente: il rispetto dei vincoli biofisici per una crescita economica ambientalmente sostenibile) esaminano le interazioni fra economia e ambiente riflettendo sul problema dei cicli produttivi e dei rifiuti. Gli Autori si prefiggono lo scopo di fornire una sorta di livello di servizio dell'ambiente per individuare misure qualitative e quantitative della capacità assimilativa dei livelli di rifiuti da

parte dell'ambiente. Inoltre evidenziano che i vincoli di natura biofisica non limitano la crescita del benessere ma che invece sono espressione di politica illuminata.

BENEDETTO e DE BLASIIIS (Criteri di progettazione stradale per la minimizzazione dell'inquinamento veicolare) forniscono un primo reale contributo per ridurre la carenza di validi impianti teorici necessari per soddisfare le esigenze poste dalla nuova cultura ambientale. Il carico inquinante prodotto dal traffico veicolare che, insieme ad altre componenti di impatto troppo spesso viene trattato come oggetto di misura, modifica il proprio ruolo e, mediante un opportuno modello di simulazione, diventa un soggetto la cui minimizzazione condiziona le scelte progettuali.

L'importanza di questo lavoro, a mio avviso è notevole e travalica i confini del contenuto specifico. Il contributo che gli studiosi del nostro settore possono affidabilmente dare nello studio del rapporto strada-ambiente non possono essere risolti in sede di verifica di soluzioni alternative se prima non vengono forniti i criteri scientifici che correlino i parametri dell'impatto con le scelte progettuali.

Nel gruppo di lavori relativo a **METODI DI CALCOLO E MODELLI** sono state presentate ben 14 memorie:

La prima è a firma

AGOSTINACCHIO, BERNETTI e DIOMEDI che presentano una **Proposta di metodo di calcolo di strutture cilindriche interrate per usi stradali**. La memoria ha interesse pratico, per validità e precisione, come è stato evidenziato dalle risultanze di nutrite indagini numeriche. Il modello adottato, di tipo semi-analitico porta a valutare lo stato deformativo circonferenziale e longitudinale passando attraverso la individuazione di due sottosistemi (struttura e semispazio elastico) caratterizzati da opportune matrici di rigidità rispetto agli spostamenti sulla superficie cilindrica.

Ci sono poi due memorie che riguardano il **controllo delle infrastrutture**: la prima di

AMODEO e MANZONI ha titolo **Potenzialità dei metodi topografici satellitari nel controllo ed esercizio di infrastrutture viarie**. In essa gli Autori presentano un quadro di possibilità di utilizzazione nel settore stradale dei metodi di posizionamento topografico col supporto dei satelliti.

A seconda della classe di precisione ottenibile (metrica, centimetrica, millimetrica) oltre a suggerire differenti campi di applicazione riferiti rispettivamente agli aspetti legati alla cartografia, al controllo dei movimenti o delle deformazioni del corpo stradale, al monitoraggio di opere d'arte, gli Autori forniscono originali elaborazioni di alcune indagini.

La seconda è di

MELCHIORRE e MONTEPARA (Il titolo originario "Sul controllo del corpo stradale in zone a rischi franosi, successivamente è diventato **Proposta di modello previsionale per il controllo dei movimenti di infrastrutture viarie**). Si tratta di un originale modello teorico per il controllo temporale delle opere d'arte e del corpo stradale.

L'applicazione dell'algoritmo proposto nella elaborazione delle misure topografiche, eseguite in epoche diverse, permette lo studio evolutivo del sistema sotto l'aspetto dinamico con la stima del trend previsionale del fenomeno deformativo che interessa l'organismo sotto controllo.

La ricerca è finalizzata alla possibilità di pervenire, con il modello proposto, ad informazioni sullo stato del "sistema" in grado di guidare la pianificazione e la programmazione delle eventuali opere di risanamento.

Delle sovrastrutture rigide si occupano 2 memorie:

CASTIGLIA e DE PALMA (**Valutazione degli stati di tensione indotte nelle pavimentazioni rigide e semirigide da ritiro e variazioni termiche**) utilizzano il principio che collega i fenomeni visco-elastici alle distorsioni isomorfe. Si analizzano pavimentazioni rigide non armate e rigide continue diversamente armate. Vengono successivamente valutati gli stati di tensione indotti dalle variazioni termiche a partire dalle condizioni di temperatura e tensione nulla. Lo studio permette tra l'altro di individuare in termini teorici la correlazione esistente tra la composizione e le modalità di maturazione del calcestruzzo e fenomeni fessurativi connessi alle distorsioni impresse.

DOMENICHINI e DI MASCIO (**Procedura per il dimensionamento a fatica di pavimentazioni in calcestruzzo ad armatura continua**) elaborano una proposta di dimensionamento, che prende in considerazione sia le sollecitazioni dovute ai carichi del traffico che quelle derivanti dalle variazioni di temperatura durante la vita utile. Tenendo conto delle tipiche condizioni italiane di traffico e clima, lo spessore da assegnare alla pavimentazione risulta determinabile mediante verifica a fatica in funzione di date caratteristiche dei materiali e del grado di compartecipazione che si può sviluppare in corrispondenza delle lesioni.

Nel sottotema metodi di **calcolo/pavimentazioni flessibili**

CAROTI, LANCIERI e TEMPESTINI (**Sulla valutazione delle deformazioni degli strati bituminosi ai fini del dimensionamento di massima delle sovrastrutture stradali**) prendono in considerazione gli inconvenienti che, specialmente in fase di progetto di massima, presentano i metodi di calcolo che, per valutare la vita utile della pavimentazione, necessitano della conoscenza dello stato tenso-deformativo nei punti critici della sovrastruttura.

Nella fase primaria della progettazione difficilmente infatti si dispone dei dati relativi alle caratteristiche elastiche e viscoelastiche dei materiali. I metodi empirici in-

fatti non forniscono indicazioni circa l'entità delle deformazioni dei materiali più soggetti a degrado per fatica. Per ovviare a tale situazione gli Autori elaborano un metodo che permette di valutare in via preliminare la deformazione per trazione degli strati bituminosi, cui è legata la loro resistenza a fatica e quella dell'intera sovrastruttura di appartenenza. La proposta estende in prima fase il metodo di Lister e Jones a un sistema con un maggior numero di strati introducendo il concetto di modulo equivalente secondo Ivanov, quindi sviluppa una ricerca finalizzata a verificare i risultati con quelli derivanti dall'uso dei programmi di calcolo Bisar.

MELE e PASCUZZI (Analisi integrata della stabilità delle scarpate) utilizzano gli studi del Lazard (che fanno riferimento alle caratteristiche meccaniche strettamente necessarie all'equilibrio) per rielaborare il metodo di Bishop e proporre un approccio che tiene conto delle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno in presenza di falda ed effetto sismico.

Due dei lavori presentati utilizzano gli elementi finiti:

CRISMAN e ROBERTI (Calcolo delle pavimentazioni in masselli di calcestruzzo autobloccanti mediante l'analisi agli elementi finiti) affrontano il calcolo adottando un legame costitutivo dei materiali di tipo elasto-plastico e considerando carichi ciclici. Il risultato ottenuto si compendia in grafici che permettono il calcolo delle pavimentazioni in masselli in funzione della natura del sottofondo e del tipo di carico agente.

GIANNATTASIO e PERNETTI (Contributo al calcolo delle pavimentazioni a blocchetti) affrontano una sperimentazione finalizzata al calcolo razionale di queste particolari pavimentazioni. Interessante la schematizzazione nella quale gli Autori considerano i blocchetti, ipotizzati come parallelepipedi in materiale linearmente elastico, connessi fra di loro attraverso altri elementi la cui azione di connessione è funzione delle tensioni orizzontali che si generano per addensamento. I giunti di sabbia, a loro volta, sono assimilati a elementi elastici verticali e orizzontali a elasticità variabile.

In linea con i più avanzati lavori sulla geometria la memoria di

VIRGILI (Il metodo dinamico applicato alla progettazione integrata plano-altimetrica dei raccordi viari) che studia il comportamento dinamico dei raccordi di transizione infrastrutturali in forma teorica completa, tenendo conto dell'influenza dell'andamento altimetrico e della rotazione della sagoma stradale. Noti questi ultimi e fissata la distribuzione della variazione del contraccollo, lo studio proposto permette di determinare la geometria planimetrica del raccordo.

GIANNATTASIO e NICOLOSI (Valutazione dei parametri di un criterio di verifica dei giunti sottopavimentazione) presentano un ulteriore contributo a uno studio per il quale la sovrastruttura sul giunto era schematizzata come trave elastica su vincoli elastici verticali e orizzontali. Si riportano i risultati di un'indagine bibliografica e sperimentale che appunto portano a specificare le caratteristiche del materiale (moduli e comportamento a fatica) e dei vincoli (costanti di reazione) da utilizzare nel progetto.

Sui metodi di calcolo è stata poi presentata una memoria che lo stesso Autore dichiara di carattere **divulgativo**:

CALIENDO (Sul metodo di calcolo AASHTO per il dimensionamento delle pavimentazioni flessibili), illustra un recente metodo di calcolo per pavimentazioni flessibili, AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES, evoluto rispetto all'AASHTO INTERIM GUIDE, in quanto tiene conto anche della variabilità dei parametri introdotti nel calcolo, del comportamento viscoelastico dei materiali in genere e della sensibilità all'acqua di quelli non legati. Oltre che finalizzato alla utilizzazione nelle condizioni ambientali del nostro Paese, secondo l'Autore il metodo ha interesse come supporto decisionale nella strategia della manutenzione.

Sempre nel tema **modelli** sono stati poi presentati alcuni lavori che interessano le opere d'arte stradali cosiddette di tipo minore. Riguardano infatti muri e barriere.

COLOMBRITA (Analisi pseudo dinamica dei muri a mensola) presenta uno studio per la verifica dei muri a mensola.

Le verifiche considerate sono quelle a ribaltamento e a scorrimento in quanto, secondo l'Autore, a parte qualche caso di liquefazione, i crolli dei muri sono frequentemente causati dall'incremento delle pressioni orizzontali che per le zone sismiche assumono valori rilevanti anche per effetto dell'inerzia delle strutture.

L'analisi compiuta determina i coefficienti di sicurezza come rapporto tra il peso effettivo del blocco muro-terreno e quello minimo necessario per l'equilibrio.

Dal confronto con la determinazione classica, l'Autore poi riporta considerazioni sul significato del coefficiente di sicurezza e sul corretto modo di valutarlo.

BOCCI, COLAGRANDE e VIRGILI (Modello di comportamento teorico delle barriere antisvio ancorate mediante analisi limite: applicazione pratica) analizzano le barriere antisvio da ponte ancorate all'impalcato tramite bulloni, pervenendo al reale meccanismo di collasso derivante dalla massima forza di impatto. I risultati permettono significativi confronti con i dati sperimentali.

Le considerazioni che si possono trarre dall'esame di tutti i lavori presentati sono molteplici.

Occorre riconoscere che non esiste fra noi una vera e propria organizzazione che definisca i gradi di priorità delle ricerche; l'esperienza che aspettiamo di fare nell'ambito del Piano **TRASPORTI DUE**, deve invece suggerirci di incontrarci molte volte, prima della distribuzione dei piani, per rivedere le strategie e le priorità, in un quadro di ottimizzazione delle risorse disponibili.

Un altro punto da considerare è che le ricerche sono tanto più fruttuose quanto maggiore è il coordinamento tra gli organismi che le utilizzano e le Università che le producono. Dobbiamo purtroppo riconoscere che il nostro Paese non sempre premia le competenze; c'è troppo spesso qualcuno che si fa i fatti nostri senza averne il diritto.

Per tali motivi dobbiamo discuterne fra noi e con l'esterno attraverso gli organi di stampa partecipando più intensamente ai lavori degli organismi nazionali ed europei che possono utilizzare le nostre competenze.

Io credo che un organismo come il nostro, quello universitario, debba porsi molto più seriamente di quanto non abbia fatto sin'ora, almeno nel nostro settore, il problema della valenza di utilizzazione dei frutti delle proprie ricerche.

E questo fine può essere perseguito solo tramite il confronto reale, col dibattito, nei convegni o nelle riviste che, nel nostro interesse, debbono prevedere la discussione.

Le memorie presentate portano poi ad un'altra considerazione:

Ci tocca prendere atto del fatto che i nostri ricercatori, specialmente i più giovani, lavorano meglio in un'ottica di speculazione basata più sulla teoria che sulla tecnica.

Quando però ricordiamo che i problemi della ricerca coinvolgono quelli della didattica ci accorgiamo che rischiamo di essere limitativi parlando solo di **COSTRUZIONE** di Infrastrutture.

Come le Strutture, la Geotecnica, l'Idraulica dobbiamo sterzare in favore dell'alta matematica per ritrovare e costituire una base di teoria delle infrastrutture viarie che a grandi passi deve proporsi a **breve scadenza** come ulteriore raggruppamento universitario.

La Scienza prima della Tecnica.

I nostri giovani migliori potranno fornire il contributo di qualità, meglio di noi, nelle problematiche di tipo teorico. I rischi di una politica diversa sono anzitutto quelli di perdere il credito e l'attenzione dei ricercatori più qualificati, l'impossibilità di realizzare scambi scientifici ad alto livello internazionale, la certezza che di questo passo progressivamente ci vedremo sottrarre competenze e capitoli sui quali altri speculano più seriamente.

Chi vi parla fa parte di una categoria che, per certi limiti naturali non può più contribuire intensamente a ricercare in quella direzione, ma proprio perchè occorre trarre forza dal

riconoscimento delle proprie debolezze, Vi invito ad ammettere che questi limiti vanno superati anzitutto indicando ai nostri allievi la strada della qualità.

Gli incontri come il nostro servono specialmente ai giovani ricercatori: più degli altri essi sentono il bisogno di confrontarsi per avere conferma non solo sull'originalità delle proprie ricerche ma ancor più sulla possibilità di utilizzazione dei risultati ottenuti.

Visto il nostro altissimo potenziale produttivo, non possiamo ritenere che l'unico momento di verifica reale della produzione scientifica possa continuare ad essere rappresentato dal concorso a cattedra. La sola corsa forsennata all'originalità non può bastarci: abbiamo necessità di interrogarci sulla vendibilità del nostro prodotto.

Diversamente il nostro limbo, con le notevoli garanzie di intoccabilità che il sistema ci offre, di fatto ci allontana dalla realtà e dagli operatori.

Un primo contributo alla verifica reale della nostra produzione viene senz'altro dall'istituzione di un Comitato Scientifico riunito intorno alla nostra rivista.

Ma non basta. Occorre alzare la mira con un maggiore e sempre più intenso confronto invitando i giovani a partecipare, a incontrarsi fra di loro, anche senza di noi, distinguendo la voglia di produrre dall'obbligo di scrivere, la qualità dalla quantità, la mobilità, la disponibilità ad andare in missione dalla attesa della supplenza in sede. Chi entra nei nostri Istituti sappia che deve essere pronto a staccare il biglietto di uscita per la diffusione della cultura del nostro settore, sapendo tra l'altro che abbiamo ancora tanti spazi da conquistare e abbiamo voglia di sentirci dire che i nostri allievi sono più bravi di noi.

Og' mai sei sei

* una cosa strana