

IL PROGETTO DI UN NUOVO SISTEMA INFORMATIVO PER LA GESTIONE DINAMICA DELLA VIABILITA' IN CAMPO AUTOSTRADALE

Prof. Ing. Sascia Canale, Ing. Francesco Nicosia, Ing. Salvatore Leonardi

Sommario

La tecnologia GIS può correlare differenti tipi di informazioni. Oggi, esso potrebbe essere usato per la gestione delle autostrade, le quali devono garantire una elevata velocità del flusso veicolare. Spesso le autostrade diventano pericolose, specialmente quando c'è molto traffico. Nel presente lavoro presenteremo un progetto di segnaletica a messaggio variabile che possa condizionare il comportamento degli automobilisti quando il flusso veicolare raggiunge valori elevati.

Abstract

The G.I.S. technology can correlate different types of information. Today, it could be used for the management of the highways, which must guarantee an elevated speed and safety of the vehicular flow. Often the highway become very dangerous especially when there is much traffic. In the present work we will show a project of variable message sign that inform the drivers when the vehicular flow reach high values.

1. PREMESSE.

L'osservazione e lo studio della realtà che ci circonda ha costituito, da sempre, un'attività primaria dell'uomo.

Infatti, nel corso dei secoli, l'uomo ha dapprima speculato filosoficamente per poi realizzare strumenti in grado di sondare sempre più in profondità la natura della superficie terrestre al fine di comprendere sia i fenomeni naturali, che quelli implicitamente connessi alle stesse attività umane.

Sotto tale luce si è sviluppato in questi ultimi anni il concetto di Sistema Informativo Territoriale (SIT) inteso come un insieme di mezzi umani e tecnologici finalizzati alla raccolta, all'archiviazione e all'analisi di dati territoriali, il cui utilizzo consenta l'estrapolazione di informazioni su cui basare i processi.

La componente tecnologica di un SIT è costituita da un insieme di prodotti informatici, noti ormai come strumenti GIS (Geographical Information Systems).

I GIS sono dei software che consentono di mettere insieme dati spaziali di qualsiasi tipo con l'obiettivo di comporli, visualizzarli, consentendo la gestione delle informazioni relative al territorio.

Un SIT si può dunque definire come un'insieme di elaboratori, software, dati geografici e persone cui è affidato il compito di acquisire, memorizzare, aggiornare, analizzare e rappresentare informazioni georeferenziate cioè riferite ad elementi geografici (fig. 1).

Oltre alla semplice visione dei dati, un SIT deve essere progettato con l'obiettivo di manipolare, analizzare e mostrare i dati secondo le specifiche necessità dell'utente, permettendo quelle operazioni di scambio, di interpolazioni, di verifiche fra i dati immagazzinati secondo flussi diversi dettati dalla differente domanda di informazione che proviene dalla utenza.

Secondo studi recenti [Teknibank, 1993] le applicazioni dei S.I.T. più diffuse in assoluto sono quelle di gestione di reti tecnologiche (29%), di pianificazione urbanistica (23%) e di gestione del territorio (22%).

Il campo di applicazione dei S.I.T., può pertanto essere esteso a tutti i settori territoriali, dall'urbanistica al traffico stradale, dall'attività edilizia alle reti tecnologiche, dalle problematiche relative all'alterazione dell'ambiente alle attività socio-economiche, ecc..

Il processo metodologico che porta alla "nascita" di un S.I.T., può pertanto sintetizzarsi nelle seguenti fasi fondamentali:

- valutazione delle esigenze dell'Ente interessato alla gestione delle risorse territoriali;
- individuazione delle informazioni da rilevare, correlare ed aggiornare;

- strutturazione delle componenti funzionali del S.I.T. sia in termini di componenti hardware e software di base, sia in termini di risorse umane e servizi ausiliari necessari.

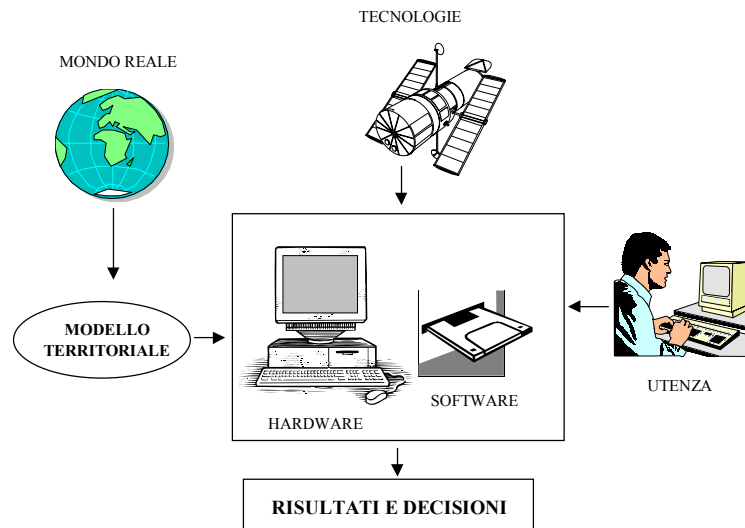


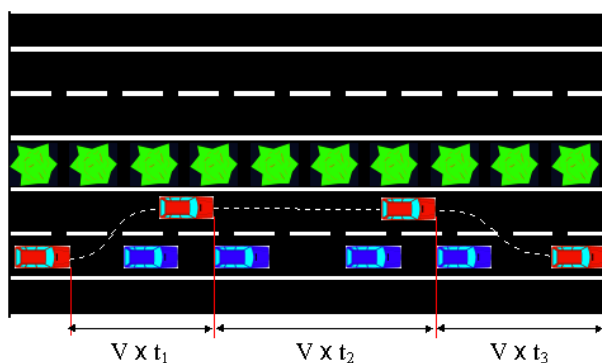
Fig. 1 Struttura generale di un Sistema Informativo Territoriale.

Con i G.I.S. è dunque possibile associare alla cartografica informazioni alfanumeriche secondo uno schema logico che consenta l'interrogazione del sistema. In questo contesto si inquadra l'obiettivo finale della nostra ricerca: l'elaborazione di un Sistema Informativo per la Viabilità (S.I.V.) adeguato a gestire in maniera dinamica le condizioni di viabilità sulle infrastrutture con caratteristiche autostradali.

In effetti, gli studi condotti da questo gruppo di ricerca, presso l'Istituto di Strade Ferrovie ed Aeroporti dell'Università degli Studi di Catania hanno evidenziato che le caratteristiche di percorribilità delle autostrade sono fortemente influenzate dai condizionamenti diretti o indotti nel conducente dall'effettuazione della manovra di sorpasso.

2. LA MANOVRA DI SORPASSO IN AUTOSTRADA

La manovra di sorpasso in autostrada risulta adeguatamente schematizzata in figura 2.



$$t_1 = 4 \text{ sec}$$

$$t_2 = \frac{L_{\text{media}}}{\Delta V} \cong 1 \div 2 \text{ sec}$$

$$t_3 = 4 \text{ sec}$$

$$T_{\text{tot}} = t_1 + t_2 + t_3$$

Fig. 2 Schematizzazione della manovra di sorpasso in autostrada.

E' importante preliminarmente analizzare le motivazioni che portano il guidatore ad effettuare la manovra di sorpasso. A tal fine occorre rilevare che il desiderio di effettuare un sorpasso (**vocazione al sorpasso**) dipende dalle condizioni locali di interferenza veicolare a cui il conducente è soggetto. Queste sono espresse dalla differenza tra la velocità desiderata dall'utente e la velocità del veicolo che lo precede, nei riguardi del quale si manifesta la domanda di sorpasso. Un parametro che condiziona pesantemente la vocazione al sorpasso del guidatore è costituito dalla densità veicolare; infatti, le indagini condotte "in situ" hanno messo in evidenza come il tempo di permanenza del veicolo veloce nella corsia di marcia normale (definito come quel tempo compreso tra la manovra di rientro in corsia dopo aver effettuato il

sorpasso e quella di uscita dalla corsia per un successivo sorpasso), tende a ridursi progressivamente con l'aumentare della densità dei veicoli lenti.

L'analisi dei possibili scenari geometrico-dinamici ha tra l'altro evidenziato che, per valori di densità oltre i 10 veic/km sulla corsia di marcia, il conducente del veicolo veloce è costretto ad effettuare, in intervalli di tempo molto piccoli, continue manovre di rientro ed uscita dalla corsia. In tali condizioni si instaura nel conducente del veicolo veloce un fattore psicologico "anti-stress"; egli decide di evitare il rientro nella corsia di marcia normale proseguendo lungo la corsia di sorpasso, permanendovi il tempo necessario per superare tutti i veicoli lenti che incontra. In queste condizioni di marcia, avviene una diversa "specializzazione" della corsia di sorpasso, rispetto a quanto descritto dalla normativa italiana; essa assume il ruolo di corsia di marcia per veicoli veloci.

E' importante sottolineare che la situazione appena descritta è un elemento pregiudicante le condizioni di sicurezza della circolazione; in queste circostanze, il veicolo veloce in moto lungo la corsia di marcia, si troverà spesso nell'impossibilità di eseguire la manovra di sorpasso, poiché troverà la corsia di sinistra già occupata da altri veicoli; sarà pertanto costretto al mantenimento delle sue condizioni di marcia (velocità e corsia) in attesa che si liberi lo spazio necessario per la manovra. All'aumentare del tempo di attesa è ipotizzabile che cresca da parte del conducente la propria condizione di disagio per non poter marciare alla velocità desiderata. Questo fatto porterà il conducente del veicolo veloce all'accettazione di un rischio elevato pur di immettersi nella corsia di sinistra, anche quando non siano verificate le condizioni di sicurezza per l'effettuazione della manovra.

Per poter ottenere un riscontro a quanto detto, è stato ideato un software che ci permette di:

- ⇒ verificare come si separa il flusso veicolare lungo le due corsie di marcia all'aumentare dello stesso;
- ⇒ valutare l'incremento dei tempi di attesa dei veicoli veloci all'aumentare del flusso veicolare.

In questo contesto risulta importante menzionare le ipotesi relative alle caratteristiche del flusso.

Sono state definite due classi di veicoli separatamente omocinetiche:

- veicoli veloci (marcianti a velocità comprese tra 80 km/h e 120 km/h);
- veicoli lenti (marcianti a velocità di 80 km/h).

La diversificazione delle velocità per i veicoli veloci consente una simulazione della dinamica del sorpasso più aderente alla realtà; si possono verificare tre situazioni principali:

- **sorpasso:** velocità dei veicoli veloci pari a 120 km/h, mantenuta per tutto il tempo necessario ad effettuare il sorpasso e, in ogni caso, per tutto il tempo di marcia sulla corsia di sorpasso;
- **marcia normale:** velocità dei veicoli veloci pari a 100 km/h, mantenuta durante la marcia sulla corsia di destra fino a quando non si manifesta l'esigenza di superare un veicolo lento
- **stato di attesa:** velocità dei veicoli veloci pari a 80 km/h, mantenuta per un intervallo di tempo valutabile in funzione dello spazio disponibile sulla corsia di destra per effettuare in sicurezza il sorpasso di un veicolo lento (marciante a velocità costante di 80 km/h).

Tramite queste differenziazioni della velocità del flusso "veloce" è stato possibile simulare le interazioni tra i vari veicoli, determinando la variazione dei tempi di attesa al variare del flusso veicolare.

In figura 3 è riportato il diagramma di flusso della metodologia elaborata, la quale è strutturata tramite una serie di "step" successivi:

- introduzione degli input (velocità delle due classi di veicoli, flusso veicolare iniziale, posizione di partenza dei veicoli, spazio relativo di sorpasso, step di incremento per le due classi di veicoli);
- calcolo delle distanze ed inizializzazione del vettore con la posizione iniziale dei veicoli;
- avvio di un ciclo iterativo che consente di aggiornare la posizione relativa dei due flussi veicolari al trascorrere del tempo. All'interno del ciclo vi è una serie di "controlli" che permettono di stabilire, istante per istante, il numero di veicoli veloci in sorpasso. In particolare è "attiva" una routine di calcolo che "controlla" i veicoli veloci, assegnando loro la velocità dei veicoli lenti non appena si verifica la condizione di "sorpasso impedito"; questo ciclo di calcolo aggiuntivo, comprende anche un "contatore" che misura il tempo di attesa sulla corsia di marcia;
- avvio di un ciclo di controllo preposto a determinare, per ogni configurazione elaborata tramite le iterazioni del ciclo precedente, l'intervallo di tempo che ciascun veicolo del flusso "veloce" impiega tra due sorpassi successivi (si tratta del tempo di permanenza nella corsia di marcia);
- calcolo del numero di sorpassi effettuati in un intervallo di tempo pari ad 1 ora;
- visualizzazione degli output (distribuzione dei flussi veicolari, densità veicolare nelle corsie, numero di sorpassi, numero di veicoli veloci in attesa di sorpasso, tempi di permanenza sulla corsia di marcia da parte dei veicoli veloci).

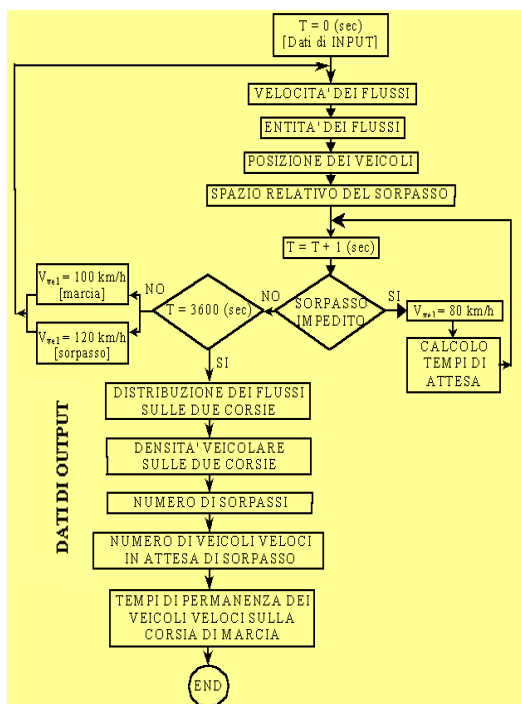


Fig. 3 Flow Chart della metodologia di analisi elaborata.

I principali risultati delle elaborazioni appena descritte vengono sinteticamente rappresentati in una serie di grafici (Fig. 4, Fig. 5, Fig. 7, Fig. 8).

Dall'analisi del diagramma di figura 4, è possibile condurre alcune interessanti osservazioni:

- la conformazione "a campana" delle distribuzioni dei veicoli in attesa;
- i valori massimi dei tempi di attesa in corrispondenza di un flusso veicolare pari a circa 1900 veic/h;
- la prevalenza di tempi di ritardo compresi tra 5 e 10 secondi;
- la scarsa influenza di tempi di attesa superiori a 20 secondi.

Il diagramma di figura 5, mostra come varia la distribuzione dei veicoli lungo le due corsie al variare del flusso. Si può notare come, fino a valori di flusso nell'intorno di 2200-2400 veic/h, la corsia di sorpasso sia occupata da un numero di veicoli molto inferiore rispetto alla corsia di marcia; oltre tali valori si manifesta invece una netta separazione dei flussi con una inversione di tendenza, cioè la corsia di sorpasso risulta molto più carica di veicoli rispetto alla corsia di marcia.

Questo andamento disomogeneo nella distribuzione dei flussi sulle due corsie è da imputare al fatto che, in corrispondenza dei valori di flusso suddetti, viene raggiunta la condizione limite per cui l'intervallo temporale che separa il veicolo veloce da due sorpassi consecutivi, risulta essere inferiore a 8 secondi. In virtù di questo scenario, il veicolo veloce non rientra più nella corsia di marcia normale ma continua la marcia lungo la corsia di sorpasso, provocandone il sovraccaricamento.

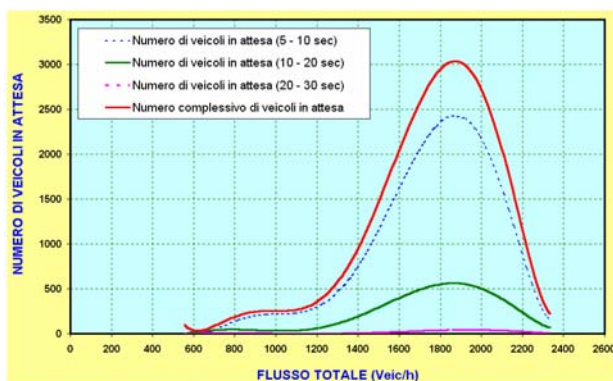


Fig. 4 Numero totale di veicoli in attesa al variare del flusso e suddivisione in funzione dei tempi.

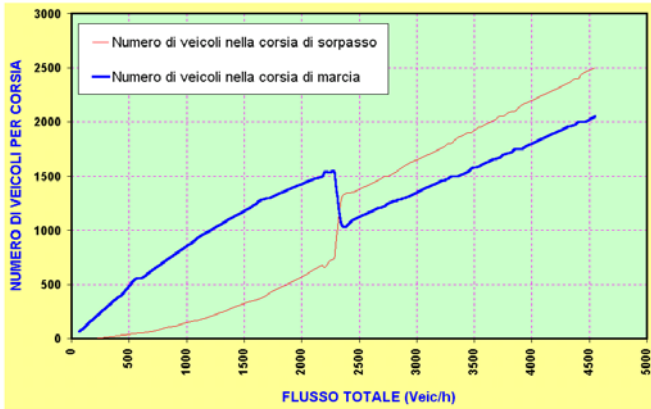


Fig. 5 Distribuzione del flusso veicolare nelle due corsie autostradali.

E' importante notare come i risultati delle elaborazioni effettuate tramite il modello di simulazione proposto abbiano trovato un'importante riscontro sperimentale negli studi sulla mobilità autostradale effettuati da alcuni ricercatori. A tal proposito, si riporta in figura 6, un diagramma sperimentale relativo all'autostrada A3 Salerno - Reggio Calabria.

- Per un ulteriore chiarimento dei concetti appena espressi viene realizzato il grafico di figura 7 in cui si analizza il tempo di permanenza sulla corsia di marcia da parte dei veicoli veloci prima della effettuazione della successiva manovra di sorpasso. Si può notare come questo tempo diminuisca notevolmente all'aumentare del flusso, fino ad attingere a valori anche inferiori al tempo impiegato dal conducente per eseguire il sorpasso di un veicolo più lento. E' pertanto lecito ipotizzare che il conducente del veicolo veloce, percependo questa progressiva diminuzione dei tempi di permanenza sulla corsia di marcia, agisca di conseguenza, evitando il rientro in corsia dopo aver sorpassato e proseguendo fino al successivo veicolo da superare.

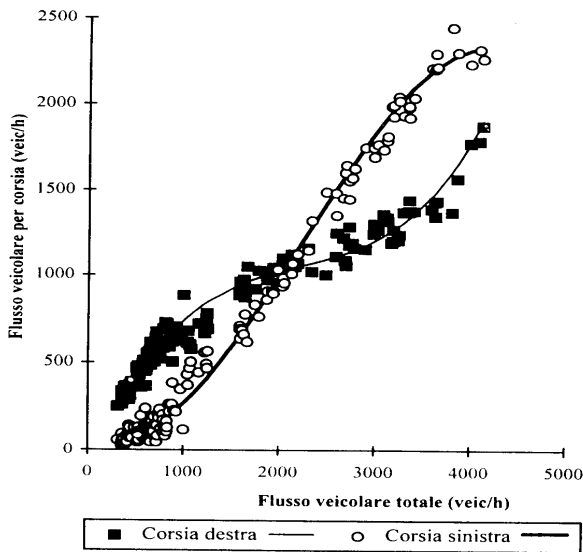


Fig. 6 Distribuzione reale del flusso veicolare nelle due corsie autostradali (Valori relativi all'autostrada A3 (Salerno - Reggio Calabria)).

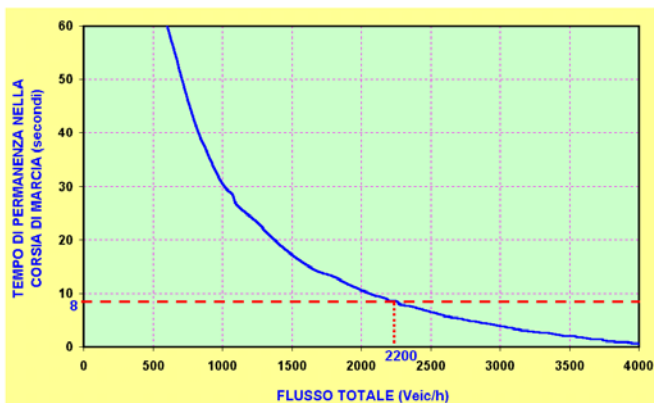


Fig. 7 Tempi di permanenza sulla corsia di marcia da parte dei veicoli veloci, al variare del flusso.

Nel grafico di figura 8, sono riportate le variazioni della densità nelle due corsie al variare del flusso. In particolare:

- per flussi veicolari ≤ 2200 veic/h, la corsia di marcia risulta molto più "affollata" di quella di sorpasso;
- per valori di flusso ≥ 2200 veic/h, quando cioè il veicolo veloce non rientra dopo il sorpasso, avviene la "separazione" dei due flussi (con l'originarsi di una condizione di "moto parallelo" sulle due corsie);
- le densità veicolari delle due corsie, per valori di flusso superiori a 2200 veic/h diventano pressoché uguali poiché, in virtù delle ipotesi fatte, ad una variazione di velocità tra i due flussi corrisponde proporzionalmente una variazione della interdistanza veicolare (le due corsie presentano carattere di iso-sicurezza).

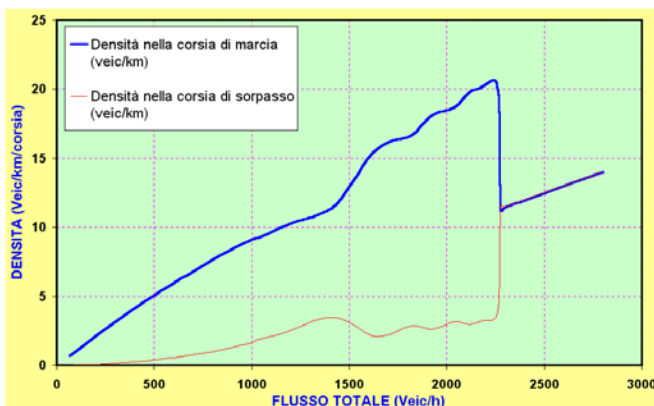


Fig. 8 Variazione della densità veicolare sulle due corsie autostradali.

A conclusione di questa dissertazione sul modello di simulazione dei condizionamenti indotti dalla manovra di sorpasso, è necessario mettere in evidenza la necessità di nuovi studi ed indagini "in loco", finalizzati a superare gli inevitabili limiti derivanti dalle ipotesi semplificative.

In particolar modo, i nostri studi si stanno indirizzando verso la simulazione delle seguenti condizioni:

- arrivo casuale dei veicoli;
- comportamento anomalo di alcuni utenti;
- presenza di veicoli pesanti.

Appare evidente che il tener conto delle suddette condizioni dia luogo ad uno schema simulativo maggiormente aderente alla realtà, con conseguenti possibili variazioni dei tempi di attesa e dei flussi veicolari critici rispetto ai valori da noi ricavati.

Si ritiene tuttavia che i risultati ottenuti risultino adeguati a costituire le fondamenta per l'elaborazione di un Sistema Informativo Territoriale adatto a gestire dinamicamente la viabilità autostradale, e, contemporaneamente, predisposto ad "autotararsi" in funzione delle reali condizioni del deflusso veicolare.

I paragrafi successivi sono preposti all'esposizione della duplice funzionalità del Sistema Informativo elaborato.

3. ELABORAZIONE DI UN SISTEMA DI GESTIONE DINAMICA DELLA VIABILITA' AUTOSTRADALE

L'analisi delle elaborazioni provenienti dal modello di simulazione da noi realizzato ha messo in risalto che, al variare del flusso veicolare, è la manovra del sorpasso ad influenzare la sicurezza della circolazione autostradale.

In particolare, si è individuato un valore di flusso "limite" in corrispondenza del quale i guidatori dei "veicoli veloci" reputano non più "conveniente" rientrare dopo l'effettuazione della manovra di sorpasso, dando luogo così alla "separazione" dei due flussi, e quindi all'originarsi di una condizione di specializzazione delle due corsie in funzione della velocità di marcia.

Dal punto di vista dei possibili interventi di riqualificazione, la prospettata specializzazione delle corsie potrebbe basarsi sulla attivazione di un sistema di controllo informatizzato del flusso veicolare.

Si è pensato, cioè, ad un **sistema informativo** preposto, non appena la portata veicolare dovesse attingere al valore limite, a segnalare ai conducenti, a mezzo di una serie di cartelli a messaggio variabile (CMV), l'"invito" a disporsi su file parallele.

ARCHITETTURA DEL SIV-GD

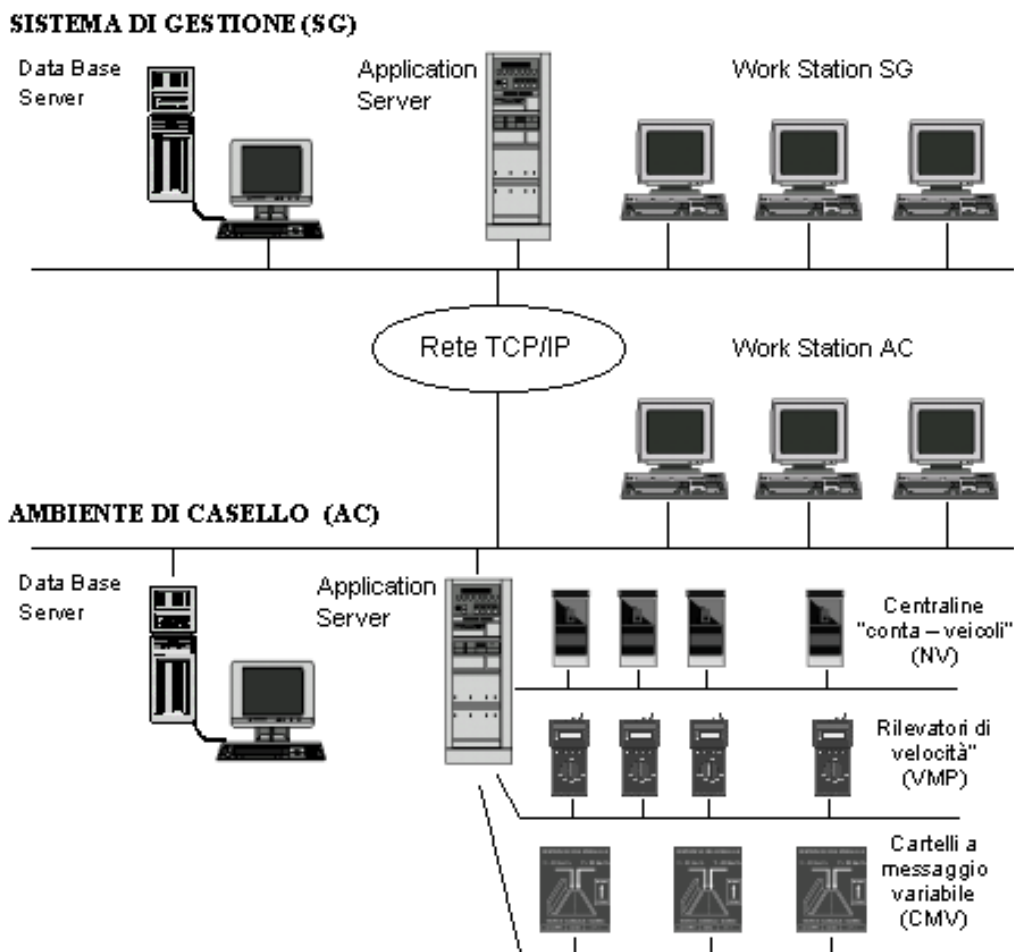


Fig. 9 Strutturazione del Sistema Informativo per la Gestione Dinamica della Viabilità (SIV-GD).

4. ARCHITETTURA DEL SISTEMA INFORMATIVO PER LA GESTIONE DINAMICA DELLA VIABILITA' (SIV-GD).

Da un punto di vista funzionale, il Sistema Informativo per la Gestione Dinamica della Viabilità (SIV-GD), è preposto alla gestione di tre procedure:

- ⇨ procedura NV: si tratta di un processo informativo teso all'acquisizione del numero (N_V) di veicoli presenti in un dato tronco autostradale;
- ⇨ procedura VMP: è il processo conoscitivo della velocità media (V_M) dei plotoni veicolari presenti in un dato tronco autostradale;

⇨ procedura **CMV**: si tratta della procedura di gestione dei Cartelli a Messaggio Variabile attivata dal confronto tra il flusso veicolare (Q_v) realmente presente nei diversi tronchi autostradali ($Q_v = \frac{V_M \cdot N_v}{L_T}$, con L_T = lunghezza

dell'iesimo tronco) ed il valore limite di riferimento dedotto tramite la funzione di autotaturatura (cfr. paragrafo 4.6);

Si prevede inoltre la possibilità di svolgere altre "attività" a supporto delle procedure appena descritte, tra cui:

- controllare lo stato di funzionamento e gli eventuali guasti delle periferiche (Cartelli a Messaggio Variabile, Rilevatori di velocità, Centraline per la registrazione dei veicoli in ingresso ed in uscita dall'infrastruttura autostradale);
- produrre reportistica.

4.1 Strutturazione fisica ed applicativa del SIV-GD.

Il SIV-GD progettato è un sistema "fisicamente" distribuito (Fig. 9), costituito da:

- n site remoti relativi agli n "Ambienti di Casello" (**AC**) individuabili in corrispondenza dei caselli di ingresso/uscita dell'autostrada;
- un site centrale, corrispondente fisicamente ad una struttura di gestione (**SG**) dell'infrastruttura autostradale.

Il site centrale gestisce tutte le informazioni provenienti dai diversi Ambienti di Casello; queste vengono elaborate e tradotte in messaggi per i CMV. Tali messaggi, a loro volta, vengono ritrasmessi agli AC per l'effettivo inoltramento alle periferiche.

4.1.1 Ambiente di Casello

Il sistema AC prevede:

- un application server (host AC) con sistema operativo sul quale sono attestate le linee di comunicazione con le periferiche NV, VMP, CMV;
- un database server;
- m WorkStation (WS-AC) corrispondenti al numero m di caselli.

I vari computer sono collegati tra loro in rete locale TCP/IP.

Su host AC si distinguono processi finalizzati a:

- ◆ interfacciamento delle periferiche;
- ◆ elaborazioni e gestione messaggi per CMV;
- ◆ monitoraggio delle condizioni cinematiche dei plotoni veicolari relativi al tronco di competenza del singolo AC;
- ◆ Inter Process Communication (IPC-Net) fra host AC e WS-AC (si tratta di un dispatcher di informazioni scambiate tra i processi sulle WorkStation ed i processi su host AC, in entrambi i sensi).

4.1.2 Struttura di gestione.

Il sistema di SG prevede:

- un application server (host SG) con sistema operativo sul quale sono attestate le linee di comunicazione con i vari AC;
- un database server;
- n WorkStation (WS-SG) su cui risiede l'applicazione che realizza l'interfaccia Utente, per gli utenti centrali.

I vari computer sono collegati tra loro in rete locale TCP/IP; essi sono inoltre collegati in rete geografica TCP/IP con le macchine AC (Database Server ed host AC).

Su host SG si distinguono processi finalizzati a:

- ◆ elaborazione messaggi per CMV;
- ◆ Inter Process Communication (IPC-Net) fra host SG ed host AC, e tra host SG e WS-SG (si tratta di un modulo che gestisce i processi di comunicazione fra host SG e gli Ambienti di Casello collegati. Tramite IPC-NET infatti è comunicato ad host SG che è variato il flusso veicolare in un dato tronco, quindi in AC vengono attivate le procedure di lettura dati dal tronco, e le successive elaborazioni per la composizione dei messaggi informativi per le periferiche. Inoltre l'IPC-Net di SG ha lo scopo di gestire le informazioni scambiate tra i processi sulle WS-SG ed i processi su host SG).

4.2 Schematizzazione autostradale.

La rappresentazione del sistema autostradale costituisce l'ossatura su cui si basa la principale funzione del Sistema Informativo a supporto della Viabilità: la gestione delle informazioni per i cartelli a messaggio variabile (CMV).

Lo schema proposto prevede la suddivisione della rete viaria in due tipologie di tronchi:

- a) tronchi estremi;
 - b) tronchi intermedi.
- I *tronchi estremi* sono quelli delimitati fisicamente dall'"ingresso" all'autostrada e dalla prima "uscita"; essi assumono una denominazione composta dal nome ufficiale dell'autostrada (o del ramo stradale principale) seguita dalla direzione di marcia e dalle denominazioni delle località "delimitanti" (ad es.: *A18 – Messina - Catania, direzione Messina, Tronco Catania – Acireale*).

- I *tronchi intermedi* sono quelli delimitati da due “uscite” consecutive; la loro denominazione è composta dal nome ufficiale dell’autostrada (o del ramo stradale principale) seguita dalla direzione di marcia e dai nomi delle località “delimitanti” (ad es.: *A18 – Messina - Catania, direzione Messina, Tronco Acireale - Giarre*).

4.3 Processi di controllo e gestione delle periferiche.

I processi che interfacciano le periferiche, residenti sugli application server di AC, si ipotizzano strutturati in maniera tale da separare la parte puramente “fisica” di gestione delle periferiche da quella “logico-applicativa”.

In definitiva, per ogni periferica esistono due tipi di processo:

- 1) Server di Database;
- 2) Requester.

Il processo Server di Database elabora i messaggi acquisiti dalle periferiche e gestisce lo scambio di informazioni verso la base dati, residente sul database server.

Il processo Requester gestisce il colloquio con gli impianti e provvede ad inviare verso IPC-NET le informazioni necessarie all’aggiornamento della grafica, quali: informazioni VMP, variazioni di stato delle periferiche, guasti, ecc..

4.3.1 Processo NV.

Il processo NV (Numero di Veicoli) gestisce l’acquisizione del numero di veicoli presenti nei vari tronchi autostradali. Le periferiche impegnate sono le “centraline” presenti in corrispondenza dei caselli di ingresso ed uscita delle autostrade.

La funzionalità di queste centraline è quella di “verificare” l’attraversamento del casello da parte dei veicoli in immissione (o in uscita) e, conseguentemente, aggiornare il numero complessivo di “passaggi”.

In virtù della suddivisione in tronchi dell’infrastruttura autostradale, il processo NV consente di calcolare, per differenza tra i valori acquisiti da due AC successivi, il numero di veicoli che, istantaneamente, si trovano a marciare in un dato tronco.

Nel caso di autostrade ad accesso controllato, in cui i veicoli sono praticamente “costretti” ad arrestarsi ai caselli per il prelievo del biglietto, la procedura NV risulta essere semplificata, in quanto gli Ambienti di Casello sono già dotati dei dispositivi per la registrazione dei passaggi veicolari. In questi casi risulta necessaria soltanto una riqualificazione dei collegamenti in rete tra i vari caselli di uno stesso “Ambiente” e tra i diversi AC che fanno capo alla medesima infrastruttura, al fine di garantire il corretto espletamento della procedura.

Riguardo, invece, alle autostrade ad accesso non controllato, si devono prevedere dispositivi (adeguatamente interfacciabili con il sistema di WS-AC) per il rilievo dei veicoli stradali in ingresso e in uscita. In questo caso, si deve procedere ad una organizzazione globale delle modalità di controllo degli accessi veicolari.

Il processo, infine, dopo ogni ciclo di interrogazione inoltra un messaggio a IPC-NET per aggiornare i dati di flusso veicolare gestiti dalle WS-AC.

4.3.2 Processo VMP.

Il processo VMP (Velocità Media Plotoni), gestisce l’acquisizione dei dati dai rilevatori di velocità dislocati sulla rete autostradale. L’output ottenuto da questa procedura, la velocità media del plotone veicolare, costituisce uno degli input indispensabili per l’attivazione del processo CMV (Cartelli a Messaggio Variabile).

Il sistema VMP consta di un numero 2N di rilevatori di velocità pari al doppio del numero N di tronchi autostradali (per ogni senso di marcia), situati, a coppia (in entrambi i lati della carreggiata), in prossimità della metà dello sviluppo longitudinale del tronco in esame.

Si prevede l’impiego di un numero maggiore di rilevatori in tutti quei tronchi intermedi aventi uno sviluppo longitudinale eccessivo (aventi cioè una lunghezza superiore ad 1.5 volte lo sviluppo longitudinale medio dei tronchi appartenenti all’infrastruttura autostradale che si intende dotare del SIV-GD).

Una volta attivato, il processo VMP, a intervalli regolari di 15 minuti, provvede a “richiedere” la velocità media del plotone veicolare ai rilevatori, ed inoltra un messaggio a IPC-NET per aggiornare i dati di flusso veicolare gestiti dalle WS-AC.

Il processo, infine, dopo ogni ciclo di interrogazione notifica al processo CMV il nuovo messaggio da visualizzare sui cartelli. Questa fase finale della procedura viene saltata, solo nel caso in cui le caratteristiche del flusso veicolare siano le medesime dell’intervallo di rilievo precedente.

4.3.3 Processo CMV.

Il processo CMV (Cartelli a Messaggio Variabile) ha il compito di interfacciare i cartelli a messaggio variabile per la diffusione delle informazioni inerenti alla organizzazione delle modalità di marcia sulle corsie autostradali.

I CMV sono stati pensati come composti da una centralina che gestisce sia la parte grafica (su cui vengono rappresentate le corsie autostradali) che quella alfanumerica (comprendente le indicazioni sulle modalità di marcia consigliate).

Si prevedono inoltre due righe alfanumeriche indicative, rispettivamente, della denominazione del tronco di percorrenza (o del tronco immediatamente successivo) e di una serie di utili informazioni supplementari (data, ora, temperatura).

Le centraline sono collegate all’host AC tramite rete “multipoint”. I dati scambiati in rete sono relativi a:

- comandi di scrittura e cancellazione dei messaggi informativi, con le relative risposte;
- messaggi inviati automaticamente dalle centraline per segnalare guasti, ripresa di collegamento di rete, ritorno di alimentazione elettrica, procedure di gestione locale per la manutenzione.

Il processo CMV si occupa di gestire lo scambio di questi dati: invia i comandi, in seguito ad un sollecito da IPC-NET, ed elabora le relative risposte o i messaggi automatici ricevuti. Il risultato di queste elaborazioni determina lo stato dell'impianto e quindi il livello del suo funzionamento. Nel caso che si verificano variazioni di stato, il processo le comunica ad IPC-NET per aggiornare le WS.

4.4 Determinazione messaggi per CMV.

L'algoritmo per la determinazione dei messaggi per i CMV è parte integrante dei processi di elaborazione messaggi che operano su host AC ed host SG.

Come già accennato in precedenza, sul sistema SG vengono raccolte le informazioni relative ai flussi veicolari acquisite mediante le elaborazioni attive sui vari host AC. Le tipologie di messaggi che devono essere "dinamicamente" proposte all'attenzione degli utenti autostradali sono essenzialmente due:

- l'invito a disporsi su corsie parallele (attivato quando il flusso veicolare supera il valore ammissibile ricavato mediante la procedura di "autotaratura" (cfr. paragrafo 4.6));
- l'indicazione a marciare secondo le modalità "normali", sfruttando la corsia di destra per effettuare la manovra di sorpasso (nel caso in cui la portata si mantiene al di sotto del valore limite).

Il processo di elaborazione messaggi CMV che opera su host SG, gestisce una base dati che ha una visibilità "a livello di rete"; i messaggi prodotti dalle varie elaborazioni vengono poi inviati agli host AC per l'effettivo inoltrare alle periferiche.

Per garantire comunque la possibilità di attivare messaggi sui CMV anche nel caso di impossibilità raggiungere l'host SG (per scollegamento dalla rete o guasto dell'elaboratore), si pensa di attivare, su host AC, una versione particolare del processo di determinazione messaggi, che si attiva in tali situazioni di emergenza.

Per quanto riguarda il posizionamento fisico dei CMV, sono state individuate tre posizioni strategiche:

- 1) *Entrata*: il CMV è posizionato in entrata ad una stazione o svincolo, ben visibile dalla viabilità esterna, in modo da consentire la corretta "sistemazione" dinamica sulle corsie a chi intende servirsi dell'autostrada.
- 2) *Itinere*: il CMV è collocato sul tronco autostradale, ad almeno 500 metri dall'inizio del tronco successivo, al fine di permettere, in sicurezza, la disposizione su una configurazione posizionale differente da quella adottata fino a quel momento (Fig. 10).
- 3) *Ingresso tronco*: il CMV è posizionato all'inizio di un tronco autostradale (cioè in prossimità di uno svincolo di uscita). In questa posizione, l'utente autostradale dovrebbe avere già assunto la configurazione consigliata, per effetto dei messaggi ricevuti dal CMV di Itinere (in questo modo, il CMV assume la funzione di segnale "di conferma" in base alle direttive del Codice della Strada) (Fig. 11).

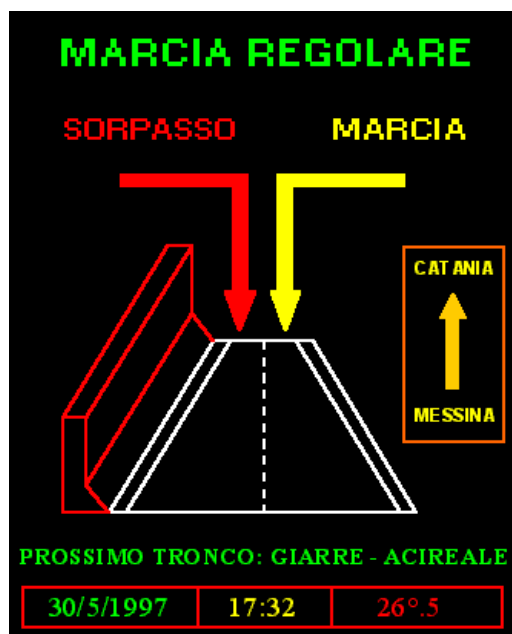


Fig. 10 Esempio di Cartello a Messaggio Variabile posto "in itinere"

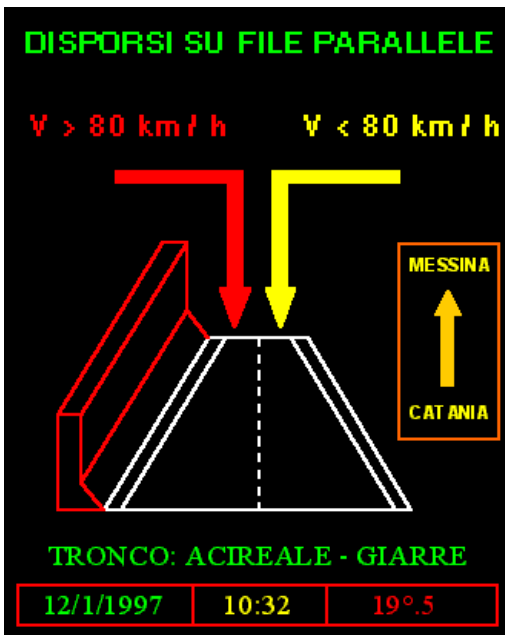


Fig. 11 Esempio di Cartello a Messaggio Variabile posto “in ingresso tronco”

4.5 Interfaccia Uomo – Macchina.

L'applicazione che opera sulla WS-SG viene definita Interfaccia Uomo Macchina (IUM-SG) (Fig. 12).

La parte destra dello schermo è il pannello di lavoro e comprende le funzioni di reportistica, di gestione delle periferiche CMV, di configurazione del sistema e di identificazione utente.

La parte superiore del video prevede la presenza di “menù a bandiera”, le cui opzioni permettono le operazioni di controllo della “pratica” in esame, da parte dell’operatore del Sistema di Gestione.

Nella zona centrale dello schermo è visualizzata la grafica dell’area di indagine, allo scopo di fornire all’operatore una rappresentazione schematica e riassuntiva della situazione di mobilità dei vari tronchi, nonché una panoramica dello stato di attività e funzionalità delle periferiche (CMV, rilevatori di velocità e centraline per il conteggio dei veicoli) (Fig. 13).

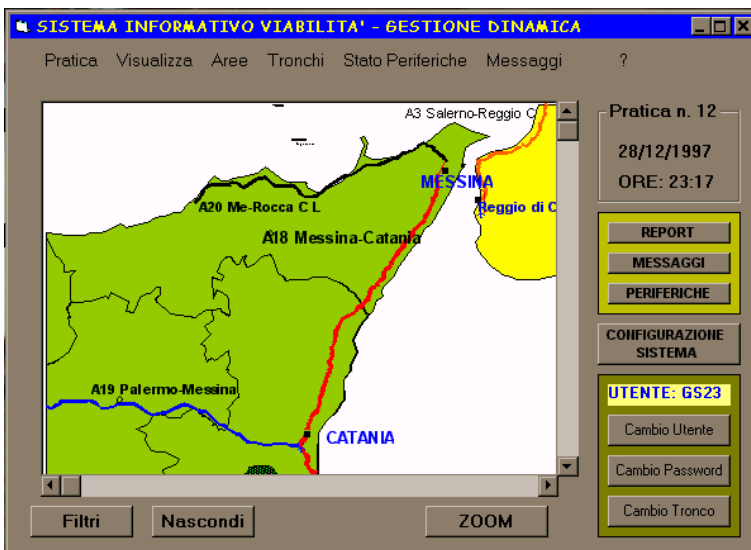


Fig. 12 Schermata d’esempio dell’applicazione, con rappresentazione grafica, a grande scala, dell’infrastruttura di indagine.

I dati, rappresentati con simboli particolari, si distinguono in statici (tronchi autostradali, corsie, informazioni cartografiche, periferiche) e dinamici (stato delle periferiche, stati e messaggi attivi dei Cartelli a Messaggio Variabile). Poiché la rappresentazione grafica di tutti i dati previsti e la complessa configurazione di alcuni tronchi potrebbe portare a saturare la grafica al punto da poter risultare incomprensibile per l'operatore SG, si prevede l'implementazione delle funzioni "filtro" che permettono di visualizzare un singolo ramo alla volta nascondendo parzialmente o totalmente gli altri e di scegliere quale tipologie di dati (statici e/o dinamici) visualizzare. Molte funzioni saranno attivabili agendo direttamente sulla rappresentazione visualizzata sullo schermo; ad esempio, scegliendo con il mouse il simbolo corrispondente si può visualizzare lo stato ed il messaggio corrente di un cartello (CMV) (Fig. 14).

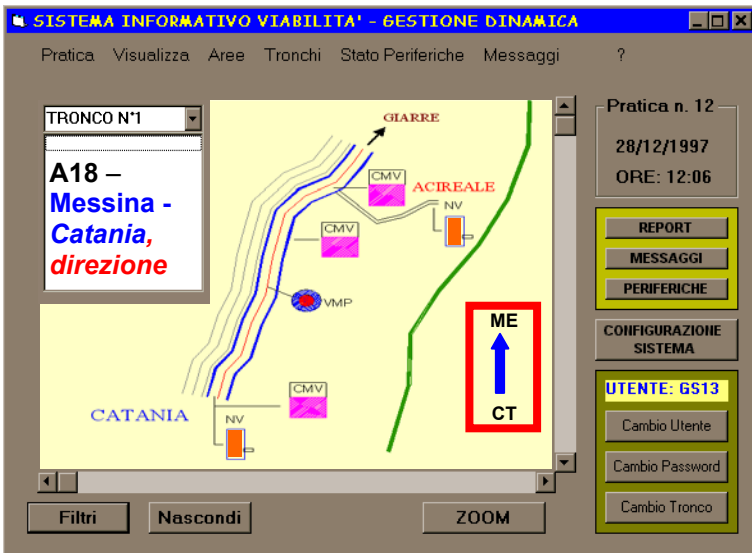


Fig. 13 Rappresentazione grafica di dettaglio relativa al Tronco Catania – Acireale (A18 – Messina - Catania, direzione Messina). Vengono evidenziati, in particolare, le ubicazioni delle diverse periferiche (VMP, NV, CMV).

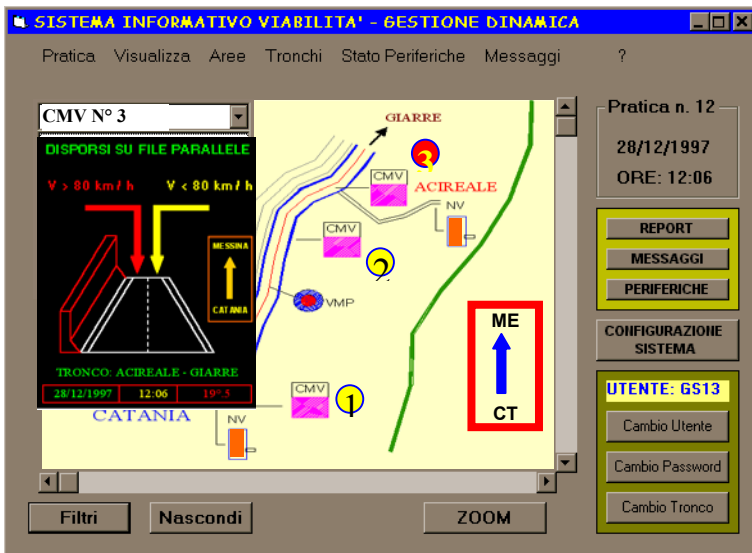


Fig. 14 Rappresentazione grafica di dettaglio relativa al Tronco Catania – Acireale (A18 – Messina - Catania, direzione Messina). Viene evidenziata, in particolare, la “messaggistica” relativa ad uno dei CMV ubicati lungo il tronco in esame.

4.6 Funzione di "autotaratura" del SIV-GD.

Quando si è esposta l'architettura del SIV-GD, si è fatto riferimento ad una procedura tramite cui il flusso realmente valutato a mezzo dei dispositivi disposti lungo la rete autostradale viene confrontato con un valore limite di portata, indicativo della separazione dei due flussi veicolari.

In seguito alle considerazioni derivanti dal modello di simulazione elaborato, si è individuato un valore del flusso limite pari a 2200 veic/h. A tal proposito, si è avuto già modo di osservare come tale valore sia il frutto di un processo metodologico fondato su una serie di ipotesi che, come tali, devono essere continuamente verificate ed affinate. Pertanto ci sembrava quanto meno azzardato identificare nel valore univoco di 2200 veic/h il flusso veicolare discriminante le condizioni per cui risulta necessario "innescare" la procedura di aggiornamento dei cartelli a messaggio variabile.

Si è pensato pertanto di introdurre una funzione di autotaratura del Sistema Informativo, in grado di consentire al sistema stesso di affinare progressivamente le proprie procedure di gestione.

Questa funzione di autotaratura agisce, sostanzialmente, nel senso di "correggere" progressivamente il valore del flusso limite di riferimento: in pratica, assumendo inizialmente come valore limite 2200 veic/h, è possibile, tramite il sistema di periferiche VMP ed NV verificare se la disposizione dei veicoli su file parallele provoca degli effettivi vantaggi riguardo alla "scorrevolezza" del flusso. Qualora il sistema rilevasse una situazione di non miglioramento o addirittura di peggioramento delle condizioni quali-quantitative della viabilità, si attiverebbe un processo di "scalatura" del flusso limite fino all'ottenimento, dopo un massimo di tre iterazioni, del valore adeguato.

E' pensabile inoltre che tale procedimento di taratura possa essere agevolato dall'attingimento da parte delle unità host AC ed SG di un database in cui siano "immagazzinati" i dati storici relativi ai valori del flusso limite riscontrato in diversi intervalli temporali (ore della giornata, giorni della settimana, mesi dell'anno).

Si ritiene, e le esperienze relative a procedure analoghe lo confermano, che il sistema "autoistruito" con i dati storici sia in grado di "individuare" il flusso limite "corretto" entro un massimo di due iterazioni.

5. CONCLUSIONI.

I condizionamenti e le restrizioni causati dalle modalità di espletamento della manovra di sorpasso in autostrada, ripercuotendosi sullo stato psico-fisico del conducente, possono essere fonte di comportamenti anomali da parte dei guidatori dei veicoli "veloci", i quali, pur di marciare alla velocità desiderata, sono disposti ad accettare condizioni di rischio non abituali.

La prospettata specializzazione delle corsie autostradali in funzione delle diverse velocità di percorrenza deve essere pertanto interpretata come una scelta mirata al miglioramento della qualità del deflusso anche dal punto delle caratteristiche di sicurezza del tracciato viario.

In quest'ottica, le peculiarità del SIV-GD (Sistema Informativo per la Gestione Dinamica della Viabilità autostradale) sono essenzialmente quelle degli strumenti di sicurezza attiva.

Non è, infine, inopportuno sottolineare come i nostri studi si stiano orientando verso il perseguimento di un duplice obiettivo:

- 1) perfezionamento del modello di simulazione della manovra di sorpasso attraverso l'introduzione di ulteriori condizionamenti (presenza di mezzi pesanti, comportamenti anomali degli utenti, arrivi casuali);
- 2) rielaborazione dell'architettura complessiva del SIV-GD finalizzata all'integrazione con altri Sistemi Informativi sviluppati nell'ambito di programmi di sicurezza ed assistenza tesi all'ottimizzazione delle caratteristiche di sicurezza e comfort dei tracciati autostradali.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia vivamente l'ingegnere Maurizia Barone per i preziosi consigli forniti in occasione della stesura della presente memoria.

6. BIBLIOGRAFIA.

- [1] *AA. VV.* **Highway Capacity Manual - Special Report 209** - Ed. Transportation Research Board - 1994.
- [2] *F. Bella, M. R. De Blasiis.* **Lo studio dei deflussi per la sicurezza d'esercizio** - Giornata di Studio sul tema: La sicurezza intrinseca delle infrastrutture stradali - Roma 20/21 Febbraio 1997.
- [3] *P. Bellini, F. Paoletti, P. Tognozzi, A.R. Tortello.* **Il nuovo sistema informativo viabilità** - Riv. Autostrade - n. 3 - luglio/settembre 1995.
- [4] *S. Canale, F. Nicosia, S. Leonardi.* **Il ruolo delle interferenze veicolari nella definizione delle condizioni di sicurezza delle infrastrutture autostradali** - Atti del Convegno SIIV: La sicurezza stradale: Strategie e strumenti dell'ingegneria delle infrastrutture viarie - Pisa - 29/30 Ottobre 1997.
- [5] *V. Torrieri, D. Gattuso.* **Densità e livelli di servizio in autostrade a due e tre corsie per carreggiata** – Il trasporto pubblico nei sistemi urbani e metropolitani. - Ed. Franco Angeli - 1997.