

LA GESTIONE INVERNALE della **VIABILITA'** **IN AMBIENTE** **ALPINO**

L'esperienza della Provincia Autonoma di Trento

Ing. Filiberto Bolego
Direttore dell'Ufficio Zona Ovest
del Servizio Gestione Strade
Provincia Autonoma di Trento

In considerazione delle caratteristiche climatiche ed orografiche del territorio, dell'interesse della collettività, della presenza di numerose ed importanti stazioni turistiche di sport invernali a quote superiori ai 1.000 - 1.200 metri s.l.m., origine e destinazione di rilevanti flussi veicolari, per la Provincia Autonoma di Trento (P.A.T.) assume particolare importanza la manutenzione invernale della rete stradale di competenza. Partendo dall'analisi del comportamento chimico fisico del sale disgelante utilizzato nei trattamenti antighiaccio e sulla base dell'esperienza maturata dal Servizio Gestione Strade della P.A.T. sono descritti i criteri informativi, l'organizzazione e l'evoluzione dell'attività di manutenzione invernale delle strade: la disponibilità di previsioni meteorologiche sempre più affidabili e la progressiva diffusione di attrezzature automatizzate ed a controllo elettronico hanno consentito, a partire dagli anni '60, di ridurre in modo significativo la quantità specifica di fondenti chimici impiegati, migliorando altresì l'efficacia dei trattamenti. Infine viene presentato il "Piano di coordinamento per la gestione delle situazioni critiche della viabilità in caso di intense precipitazioni nevose", elaborato dalla P.A.T. in coerenza con i criteri informativi e le indicazioni del Sistema di Allerta Provinciale (SAP), al fine di assicurare un'efficace sinergia tra diverse Strutture della medesima Provincia Autonoma di Trento, le Forze dell'Ordine e l'Organizzazione dei Vigili del Fuoco Volontari.

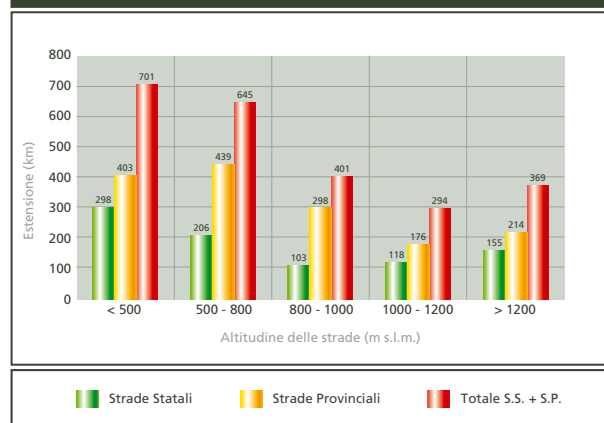


CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE PER ALTITUDINE

Classi di strade per altitudine	Strade statali		Strade provinciali		Totale S.S. + S.P.	
	km	% su tot SS	km	% su tot SP	km	% su tot SS + SP
Tratti stradali ad altitudine ≤ 500 m s.l.m.	298	33,86%	403	26,34%	701	29,09%
Tratti stradali ad altitudine compresa tra 500 ed 800 m s.l.m.	206	23,41%	439	28,69%	645	26,76%
Tratti stradali ad altitudine compresa tra 800 e 1.000 m s.l.m.	103	11,70%	298	19,48%	401	16,64%
Tratti stradali ad altitudine compresa tra 1.000 e 1.200 m s.l.m.	118	13,41%	176	11,50%	294	12,20%
Tratti stradali ad altitudine superiore a 1.200 m s.l.m.	155	17,61%	214	13,99%	369	15,31%
Totale	880	100%	1.530	100%	2.410	100%

Fig. 1
Fig. 2

CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE PER ALTITUDINE



IL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI TRENTO: RILIEVO E CLIMA

Con i suoi 6.207 kmq di superficie la provincia di Trento è tra le più estese province italiane e, ad eccezione del fondovalle della valle dell'Adige e della conca a nord del Lago di Garda, è un territorio essenzialmente montuoso, ricoperto da boschi per oltre il 49% della sua estensione superficiale.

Il rilievo del Trentino è caratterizzato dalla grande unità strutturale che prende il nome di Alpi Meridionali, in massima parte ricca di rocce sedimentarie, ma anche vulcaniche e metamorfiche. Dal punto di vista climatico la

provincia di Trento rientra nel distretto prealpino con influenze submediterranee. L'entità delle piogge appare, in linea di massima, decrescente da sud verso nord, dai 1500 mm dei versanti meridionali aperti ai venti umidi della pianura padana, sino ai 600-800 mm delle valli a ridosso del confine con l'Alto Adige (Val di Non, Rabbi e Fiemme).

Per quanto riguarda le precipitazioni nevose, l'altezza e la durata al suolo della neve aumentano con l'altitudine: nelle zone montuose a quota di 1.300 metri s.l.m. cadono in media dai 100 ai 180 cm di neve all'anno; spessori cumulati nell'ordine di 200 cm si registrano mediamente intorno ai 1.500 metri, mentre a quote superiori ai 2.000 metri si rilevano spessori cumulati fino ad oltre 4 metri, (cfr. in particolare zona nell'intorno di Passo Tonale). Così la durata al suolo della neve sale da circa 120 giorni intorno ai 1.300 metri di altitudine ai 150-170 giorni per le zone a quote più elevate (superiori ai 1.800 metri).

Nelle valli e sui rilievi della parte settentrionale del territorio provinciale, dove alle influenze submediterranee si contrappongono quelle continentali centro-

europee si rilevano mediamente temperature fino a -15, -20 °C.

In relazione alle diverse zone geografiche e climatiche che caratterizzano il territorio, risultano estremamente differenziate le esigenze di manutenzione invernale della rete stradale provinciale. Gli interventi per trattamenti antighiaccio del piano viabile e per la pulizia della carreggiata dalla neve variano da circa 60 giorni, per la zona prossima al Lago di Garda, ad oltre 140 giorni in alta Val di Sole e per le strade che conducono ai passi dolomitici delle valli di Fiemme e Fassa.

LA RETE STRADALE DI COMPETENZA DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Le competenze in materia di viabilità sono tra le prime assunte dall'Amministrazione provinciale di Trento sin dalla sua istituzione ma, fino al 1998, la Provincia provvedeva alla manutenzione ed all'ammodernamento delle sole strade provinciali.

A partire dal 1° luglio 1998, nell'ambito di una più vasta operazione di trasferimento di competenze alle Regioni, lo Stato ha trasferito alla **Provincia Autonoma di Trento** (P.A.T.) anche la competenza della manutenzione delle strade statali, precedentemente affidata all'ANAS.

Attualmente (dicembre 2006) la rete stradale di competenza provinciale si estende per complessivi **2.410 km** circa ed è costituita da circa **880 km di strade statali** e da circa **1.530 km di strade provinciali**.

Alla gestione ed alla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'intera rete stradale di competenza l'Amministrazione provinciale provvede attraverso una propria struttura dedicata: il

Servizio Gestione Strade.

Sulla base dei flussi di traffico registrati in circa 100 stazioni di rilevamento con il censimento della circolazione eseguito nel corso degli anni 2000 e 2001 si possono distinguere:

- **230 km**, corrispondenti al **9,5%** dell'intera rete stradale di competenza della P.A.T. per i quali è stato rilevato un Traffico Giornaliero Medio (TGM), elaborato con la "Formula di Ginevra", superiore a 10.000 veicoli corrispondenti alle seguenti tratte:

- S.S. n. 12 dell'Abetone e del Brennero tra Ala e S. Michele all'Adige,
- S.S. n. 43 della Val di Non tra l'abitato di Cles e l'innesto con la S.S. n. 12 a S. Michele all'Adige,
- S.S. n. 45 bis della Gardesana Occidentale tra Riva del Garda e Trento,
- S.S. n. 47 della Valsugana tra il confine con la provincia di Vicenza e Trento,
- S.S. n. 240 di Loppio e Val di Ledro tra Rovereto e Riva del Garda,
- S.S. n. 240 dir da Nago ad Arco,
- S.S. n. 48 delle Dolomiti da Predazzo a Vigo di Fassa
- S.P. n. 235 dell'Interporto da Trento alla stazione autostradale di Trento Nord;

- **375 km**, corrispondenti al **15,6%** della rete stradale per i quali si è registrato un TGM compreso tra 4.000 e 10.000 veicoli. In rapporto all'orografia del territorio e con riferimento in particolare all'altitudine delle aree attraversate, la rete stradale della Provincia Autonoma di Trento risulta articolata secondo le classi presentate nelle Fig. 1 e 2. Ancora, significativo è il numero di passi o valichi che caratterizzano la rete stradale di competenza della P.A.T.: ben **29** superano la quota di **1.000** metri s.l.m.

Più in dettaglio, classificati per altitudine, i passi a quota superiore ai 1.000 metri s.l.m. presentano la distribuzione presentata nel grafico di Fig. 3.

In particolare, tra i passi che superano i 1.500 metri s.l.m. si segnalano per l'importanza del collegamento stradale servito, quelli presentati nella tabella di Fig. 4.

LA MANUTENZIONE INVERNALE DELLE STRADE

Premesse

Influenza della manutenzione invernale nei livelli di servizio della rete stradale

Le condizioni climatiche e/o atmosferiche possono disturbare anche in modo rilevante l'andamento della circolazione.

Nel diagramma di Fig. 5 è riconoscibile il condizionamento determinato dal fondo stradale ghiacciato sulla velocità di marcia dei veicoli.

La marcata riduzione delle velocità medie e quindi della capacità di deflusso delle strade con il conseguente aumento dei tempi di percorrenza, quando il piano viabile è ghiacciato, evidenzia la necessità di intervenire prontamente affinché anche in inverno sia garantita una viabilità

efficiente, con un adeguato livello di servizio.

Il sistema produttivo, ad alta specializzazione, richiede di essere alimentato "just in time" con beni e servizi; con riferimento all'economia del Trentino va inoltre tenuto presente che analoghe esigenze di qualità e tempestività nella manutenzione delle strade si impongono per la presenza e la vivacità di numerose ed importanti stazioni turistiche di sport invernali, poste per lo più a quote superiori ai 1.000 - 1.200 metri s.l.m., per le quali la stagione fredda rappresenta uno dei periodi a più intensa attività.

Al principale obiettivo del servizio invernale, quello di contenere il più possibile la limitazione della mobilità stradale, va pertanto assegnata, sotto l'aspetto

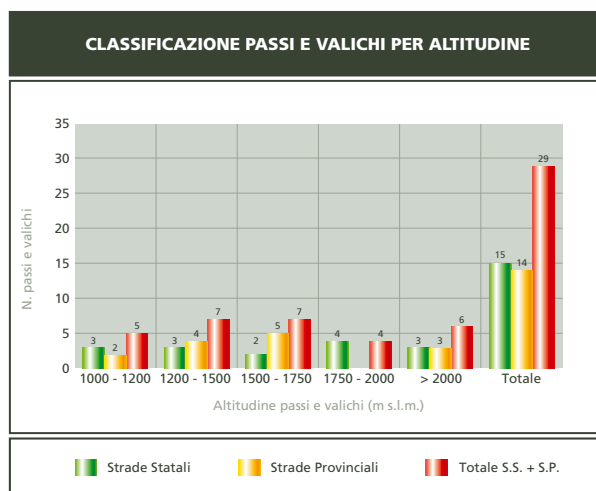


Fig. 3

Fig. 4

CLASSIFICAZIONE DEI PAESI E VALICHI PER ALTITUDINE		
Strada	Passo	Altitudine s.l.m.
S.S. n. 242 del Passo Sella	Passo Sella	2.245
S.S. n. 48 delle Dolomiti	Passo Pordoi	2.235
S.S. n. 641 del Passo Fedaia	Passo Fedaia	2.050
S.P. n. 81 del Passo Valles	Passo Valles	2.030
S.S. n. 50 del Grappa e Passo Rolle	Passo Rolle	1.979
S.S. n. 346 del Passo S. Pellegrino	Passo S. Pellegrino	1.920
S.S. n. 42 del Tonale e della Mendola	Passo Tonale	1.883
S.S. n. 620 del Passo di Lavazè	Passo di Lavazè	1.810
S.S. n. 241 della Val d'Ega e Passo di Costalunga	Passo di Costalunga	1.750
S.S. n. 239 di Campiglio	Passo Campo Carlo Magno	1.682

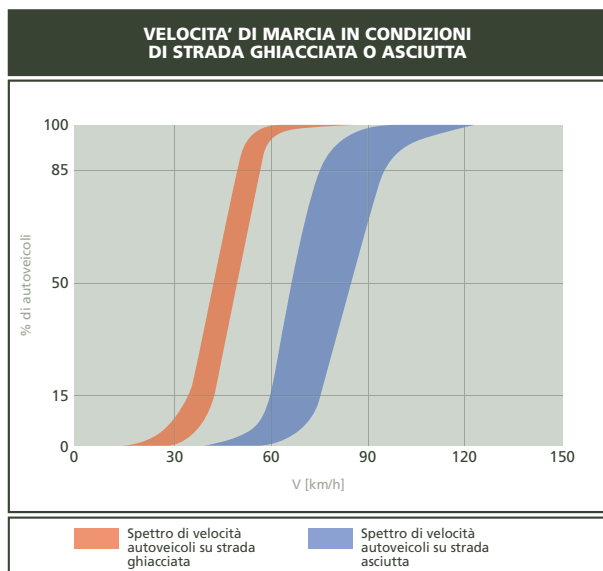
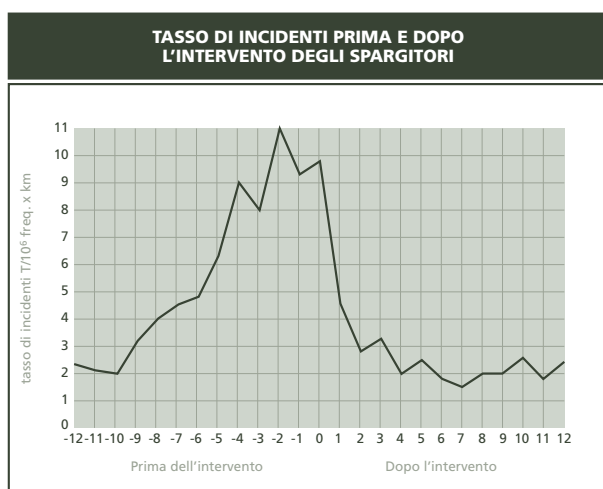


Fig. 5

Fig. 6



Condizione del piano viabile	Coefficiente d'attrito
Strada asciutta, manto stradale ruvido	0,45 - 0,60
Strada bagnata, anche se con sale	0,35 - 0,50
Strada innevata, ruvida, trattata con graniglia	0,25 - 0,40
Strada innevata, gelata, non trattata	< 0,15
Ghiaccio, neve su ghiaccio	< 0,10

Fig. 7 dell'interesse della collettività, un'elevata priorità e, per altro verso, il livello di servizio nella manutenzione invernale delle strade atteso dalla collettività risulta particolarmente impegnativo.

Requisiti della sicurezza del traffico

Le disposizioni del codice della strada impongono all'utente di adeguare il proprio comportamento di guida alle specifiche condizioni della strada. Tuttavia il gestore della rete viaria è tenuto a mettere in atto con tem-

pestività tutti gli accorgimenti offerti dalle moderne tecniche di servizio invernale per le strade, anche se deve essere accettata la permanenza di un rischio potenziale residuale, che l'utente della strada può controllare adeguando la propria condotta di guida.

L'influenza, ad esempio, degli interventi degli spargitori di sale sulla sicurezza del traffico può essere valutata con l'aiuto di strumenti statistici, che evidenziano come il tasso di incidenti in presenza di ghiaccio prima dell'intervento degli spargitori risulti 4-5 volte superiore a quello rilevabile dopo il loro passaggio (Fig. 6).

Il coefficiente d'attrito tra pneumatici dei veicoli e superficie stradale

Lo scopo essenziale degli interventi del servizio invernale consiste nel mantenere il coefficiente d'attrito tra pneumatici dei veicoli ed il fondo stradale sufficientemente elevato da permettere il trasferimento delle forze orizzontali.

Come si riconosce dalla tabella di Fig. 7, il coefficiente d'attrito varia notevolmente in funzione delle condizioni del piano viabile.

I coefficienti d'attrito influiscono sia sulla trazione, che sulla tenuta di strada, che sugli spazi di arresto. Con l'aiuto della statistica si può osservare come gli spazi di arresto si modifichino al variare delle condizioni stradali (Fig. 8). Può apparire singolare che gli spazi di arresto, costituiti dagli spazi di reazione e di frenata, risultino più contenuti nel caso di strada ripulita e trattata (caso 4) rispetto al caso di normale strada asciutta (caso 1). Ciò non dipende direttamente dal coefficiente di attrito, bensì dal fatto che i tempi di reazione sono più brevi, poiché l'utente, impegnato su una

strada ripulita e trattata, guida con maggior concentrazione che non su una strada asciutta e con buone condizioni ambientali (Fig. 8).

Il drastico decremento del tasso di incidenti dopo l'intervento degli spargitori dipende quindi anche dalla maggiore attenzione degli utenti della strada.

I trattamenti antighiaccio con l'impiego di sale: la ricerca di criteri di intervento obiettivi nel servizio invernale

Le valutazioni espresse sulla qualità della mobilità e sulla sicurezza stradale evidenziano l'importanza dei trattamenti antighiaccio e, con riferimento in particolare alle principali arterie di scorrimento, richiedono inevitabilmente l'impiego del sale.

Trattare le strade con sale significa, come verrà meglio chiarito nel seguito, intervenire prima che si formi una superficie ghiacciata o, più precisamente, prima che il ghiaccio e gli strati di neve compressi possano unirsi al manto stradale: nel linguaggio degli addetti ai lavori si parla di "trattamento preventivo".

Peraltro questo compito non può essere eseguito "just in time" in maniera economica e tecnicamente appropriata su tutte le strade, per cui bisogna mettere in conto la formazione duratura di ghiaccio e lastre di neve compressa e ripristinare l'opportuno coefficiente d'attrito spargendo ghiaino.

Le proprietà chimico fisiche del sale

Il sale di gran lunga più utilizzato per i trattamenti antighiaccio delle strade è il cloruro di sodio (NaCl).

Il cloruro di sodio si presenta con una forma cristallina di tipo cubico; esso è disponibile per l'impiego nel servizio invernale in diverse granulometrie o linee granulometriche.

I sali minerali presentano cristalli con dimensioni di 0,2 – 5 mm. I sali di salina presentano cristalli con dimensioni di 0,2 – 1 mm. Per i sali destinati allo spargimento nel servizio invernale è richiesta una parte polverosa inferiore al 5 – 10%. Questi sali presentano all'atto della fornitura un contenuto di umidità massimo dello 0,5 – 1% e sono mescolati con sostanze non impaccanti, al fine di mantenere le caratteristiche di scorrevolezza. Il peso specifico dipende dalla linea granulometrica e dal contenuto di umidità e varia tra circa 1,12 e 1,18 t/mc. Per gli impianti di stoccaggio che prevedano un'estrazione per gravità e per il regolare funzionamento delle macchine spargitrici, il requisito della scorrevolezza del sale è vincolante. Se è previsto lo stoccaggio del sale in sili, la fornitura avviene a mezzo di autocisterne munite di proprio apparato di svuotamento pneumatico. Il cloruro di sodio è igroscopico e reagisce con l'umidità contenuta nell'atmosfera, anche in dipendenza della temperatura, a partire da umidità relative di 82 – 85%. Su questa proprietà si fonda la capacità di scongelamento del sale. Altri tipi di sale utilizzati per i trattamenti antighiaccio delle strade sono il cloruro di calcio ed il cloruro di magnesio. Il cloruro di calcio reagisce con umidità relative del 45 – 50%. Il cloruro di magnesio reagisce con umidità relative del 35 – 40% e richiede pertanto una conservazione ermetica. Inoltre è da segnalare che il cloruro di magnesio, a differenza degli altri cloruri sopra citati determina la lenta, ma progressiva disintegrazione del conglomerato cementizio dei manufatti stradali.

Il comportamento chimico fisico dopo lo spargimento sulla strada

La curva di soluzione (Fig. 9) fornisce il punto di congelamento di una soluzione acquosa di cloruro in dipendenza della sua concentrazione. La concentrazione può essere determinata misurando il peso specifico della soluzione (Fig. 10).

L'igroscopicità del cloruro di sodio, ovvero la reazione del cristallo di sale con il contenuto d'acqua presente in atmosfera, comporta che la superficie del cristallo passa in soluzione.

Tale fenomeno si nota facilmente, poiché il sale, in atmosfera umida, diviene appiccicoso.

Il vapore acqueo condensa sulla superficie del cristallo ed il calore latente di evaporazione viene restituito all'ambiente circostante.

La cessione di calore all'ambiente determina un raffreddamento dei cristalli di sale, o meglio, della soluzione acquosa che si va formando sulla loro superficie, teoricamente finché la temperatura di questa soluzione non raggiunge il valore corrispondente alla soluzione satura, cioè -21,2 °C.

A questa bassa temperatura ci troviamo ben al di sotto del punto di rugiada dell'atmosfera, per cui si verifica un'ulteriore condensazione di vapore acqueo sul cristallo, quindi una nuova cessione di calore con riduzione di temperatura della soluzione, finché tutto il cristallo si è sciolto in una soluzione satura.

La cessione del calore all'ambiente, corrispondente al calore latente di condensazione liberato, genera il processo di scongelamento.

Il cristallo di sale infatti assorbe l'umidità anche dai cristalli di ghiaccio adiacenti, che semplicemente si sciolgono, prendendo

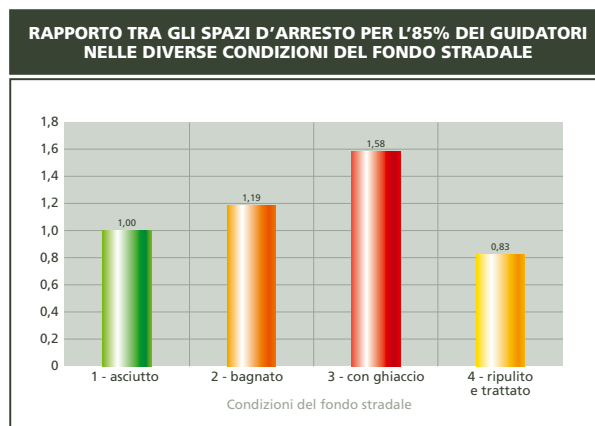
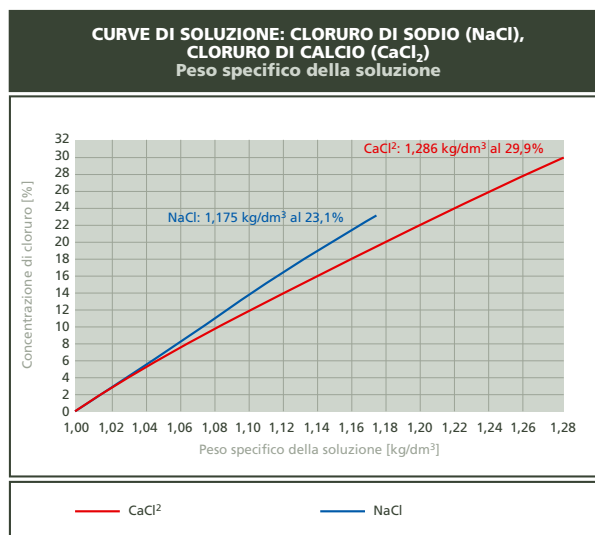
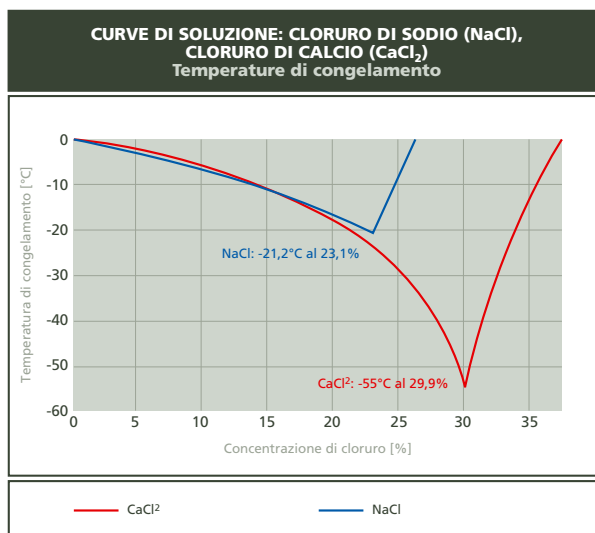


Fig. 8
Fig. 9



per il processo di fusione il calore disponibile (Fig. 11).

Al termine di questa reazione abbiamo una soluzione satura, con concentrazione pari al 23,1% ad una temperatura di -21,2°C.

Supponiamo ora che in questa situazione teorica tutti i cristalli di sale siano andati in soluzione e che tutti i cristalli di ghiaccio si siano fusi.

Fig. 10

Fig. 11



Se l'atmosfera in prossimità della superficie stradale è più calda della soluzione di sale, allora la soluzione, più fredda, continua a condensare umidità fino al raggiungimento della temperatura del punto di rugiada; questo processo di condensazione avviene con cessione di calore all'ambiente ed alla soluzione stessa e continua finché la concentrazione raggiunta non corrisponde al valore alla temperatura sulla curva di soluzione.

Se ora la temperatura aumenta, senza che aumenti la temperatura del punto di rugiada, se cioè l'aria diventa più secca, la concentrazione della soluzione aumenta, finché il cloruro di sodio cristallizza nuovamente e la soluzione si secca completamente.

Al contrario, se sale la temperatura del punto di rugiada, ovvero se la differenza tra la temperatura del punto di rugiada e l'effettiva temperatura diventa minore di 21,2 °C, riparte il processo di formazione della soluzione e la strada diventa umido-salata.

Se poi la temperatura assoluta diminuisce, per una data concentrazione, al di sotto del punto di congelamento della soluzione, allora viene sottratta dell'acqua alla soluzione e trasformata in ghiaccio. In questo modo la concentrazione della restante

soluzione diviene conformemente più alta.

Queste reazioni, di segno opposto, si susseguono con continuità, in funzione delle condizioni termo-igrometriche contingenti che si verificano localmente, per tutto il tempo in cui è presente il sale sul manto stradale.

Ottimizzazione dell'intervento con il sale: quando, dove, quanto?

- Lo scioglimento di neve e ghiaccio

L'opinione molto diffusa, secondo la quale il sale sparso sulla strada serve per sciogliere il ghiaccio e gli strati di neve, non rispecchia la realtà.

Ciò è dimostrabile con un esempio, utilizzando il diagramma del cloruro in soluzione (Fig. 9): supponiamo di avere sulla superficie stradale 10 mm di ghiaccio o neve compressa, vale a dire circa 10 litri per mq, e di voler portare l'acqua congelata in soluzione, con una concentrazione di sale tale da non causare il congelamento ad una data temperatura; ebbene, anche scegliendo una temperatura di soli - 3°, la soluzione dovrebbe raggiungere una concentrazione pari al 5%, richiedendo quindi per 10 litri di acqua ben 500 grammi di sale, e questo per ogni metro quadrato di manto stradale!

Un simile intervento risulterebbe

evidentemente improponibile.

- Impedire la formazione del ghiaccio

La funzione del sale nel servizio invernale consiste sostanzialmente nel prevenire la formazione di lastre di ghiaccio in presenza di acqua sulla strada, per mezzo delle proprietà chimico fisiche sopra descritte.

Il ghiaccio si forma quando la temperatura della superficie stradale risulta più bassa del punto di rugiada dell'atmosfera nelle immediate vicinanze della strada, e comunque inferiore a 0 °C.

Il sale distribuito sulla strada anticipa questo fenomeno, poiché già prima del raggiungimento del punto di rugiada, forma una soluzione che presenta un punto di congelamento più basso.

La strada diviene così umido-salata e non riesce a gelare.

Questo fenomeno, di principio, non può essere considerato un processo di scioglimento del ghiaccio.

- Impedire il consolidamento di neve e ghiaccio durante una precipitazione

L'esempio numerico riportato in precedenza è utile anche alla comprensione della funzione del sale nel caso di precipitazioni nevose.

Poiché evidentemente non possiamo sciogliere la precipitazione con il sale, siamo costretti a rimuovere dalla strada ghiaccio e neve meccanicamente con le lame.

Le operazioni di rimozione della neve possono conseguire il pieno successo se utilizziamo il sale in modo da impedire che i depositi di neve possano aggrapparsi alla superficie stradale.

Per ottenere questo risultato è sufficiente che tra la superficie stradale e gli strati di ghiaccio o neve ci sia un sottile strato di separazione, costituito da soluzione

salina, dello spessore di alcuni centesimi di millimetro! Questo strato di separazione contiene qualche decimo di litro d'acqua per mq. Seguendo il diagramma di soluzione possiamo allora concludere che 5 – 10 g/mq di sale distribuiti opportunamente, anche durante la precipitazione, sono sufficienti ad impedire il congelamento della neve su strada, fintanto che questa non sia stata rimossa.

Rimangono naturalmente aperti alcuni quesiti:

- quanto del sale distribuito al momento opportuno rimane ancora a disposizione sulla strada,
- come si distribuisce il sale sulla superficie stradale dopo lo spargimento,
- quanto sale viene rimosso dopo l'intervento dello spazzaneve.

Per tale motivo è opportuno che, dopo un'operazione di rimozione meccanica della neve, il sale venga sparso nuovamente.

L'operatore invernale esperto sa comunque che distribuzioni eccessive di sale a copertura della strada non comportano maggiori vantaggi, ma creano solo poltiglia nevosa.

- Il congelamento dell'acqua piovana

A causa di repentini cambiamenti atmosferici può accadere che ad un periodo particolarmente freddo, durante il quale il corpo stradale si è fortemente raffreddato, faccia seguito una pioggia lenta oppure un aumento sensibile dell'umidità relativa nell'atmosfera, ad esempio nel caso di formazione di nebbia.

Questa situazione, in linea di principio prevedibile dai meteorologi, è sicuramente la più pericolosa in assoluto.

Da un lato la pioggia insistente riesce a lavare via il sale preventivamente sparso sulla superficie stradale, dall'altro la cessione di

calore da parte della pioggia o dell'aumentata umidità atmosferica in fase di condensazione non è sufficiente a scaldare il corpo stradale così da impedire il congelamento della precipitazione. In questa situazione è necessario salare più volte, finché le condizioni ambientali non si sono stabilizzate.

Quando al mattino si fa più chiaro e più caldo, si può anche osservare come sulla strada si formi del ghiaccio che però non riesce ad aderire alla superficie stradale, perché c'è ancora sale in sufficiente quantità.

Il processo fisico all'origine di tale fenomeno è presto spiegato: il punto di congelamento della soluzione sulla strada è più alto della temperatura dominante; in tal modo una parte dell'acqua della soluzione sulla superficie diventa ghiaccio ed il relativo sale precipitato va ad innalzare la concentrazione della soluzione rimanente, il cui punto di congelamento viene così nuovamente abbassato.

In linea generale una tale situazione non è quindi pericolosa, poiché gli pneumatici degli autoveicoli premono direttamente sulla superficie stradale, che garantisce un sufficiente coefficiente d'attrito.

Chi può però sapere se lungo il tratto stradale in questione, a livello locale, le condizioni non si modificano radicalmente? Ciò deve essere verificato.

- Ghiaccio e neve compattati dal traffico

Quando si formano lastre di ghiaccio o neve congelata sulla strada e questa non risulta più percorribile in sicurezza dal traffico si rende immediatamente necessario l'impiego delle catene da neve e/o lo spargimento di ghiaino.

L'impiego del sale non comporta nel breve periodo alcun miglio-

ramento delle condizioni stradali. Ciò nonostante deve essere comunque sparso sale con un dosaggio di 30 – 40 g/mq.

Questo sale deve essere di grana grossa e possibilmente inumidito, per aumentarne la reattività a bassa temperatura.

Il sale nel corso di varie ore potrà perforare la lastra di ghiaccio e penetrare al di sotto, in modo da creare sulla superficie stradale il già citato strato di separazione, così da rendere possibile una successiva pulizia meccanica con l'impiego di lame, frese e spazzaneve.

L'esame critico della situazione, quesiti organizzativi

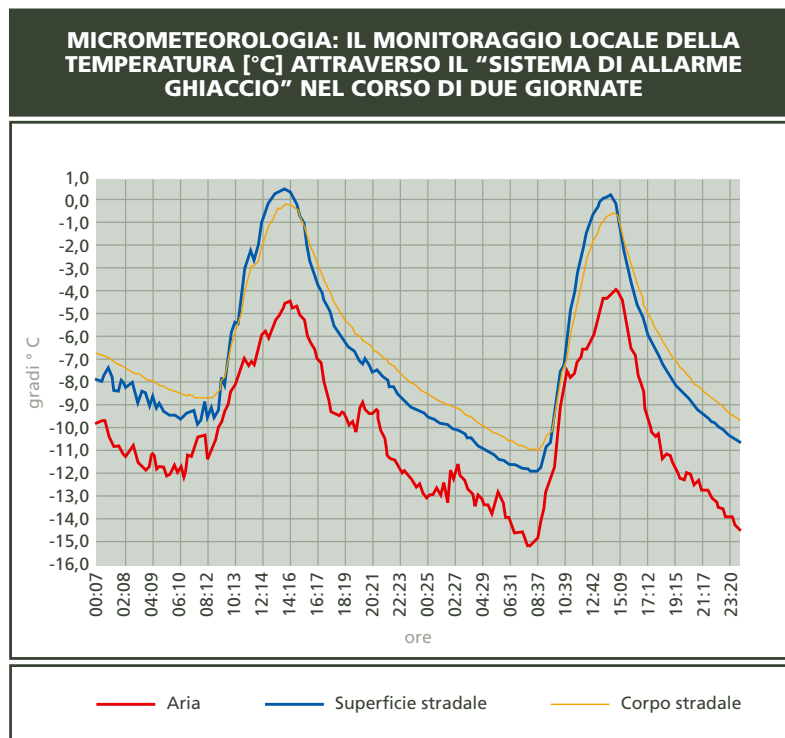
La decisione che in inverno un Centro operativo del servizio stradale quotidianamente affronta, circa gli interventi da eseguire o non eseguire, vengono sempre prese in condizioni di notevole incertezza e con il rischio di incorrere in errore.

Se viene sparso più sale di quanto necessario a posteriori si verifica essere sufficiente, bisogna rispondere dei considerevoli maggiori costi per materiali, carburanti, ore straordinarie ed altro, inclusi gli improvvisati esperti.

Se invece si verifica uno dei fenomeni descritti in precedenza, con la necessità di intervenire subito, insorgono maggiori danni, questa volta anche per la popolazione o l'economia con buona pace dei soliti esperti.

Si tratta così di limitare l'incertezza sulle operazioni da condurre giornalmente, attraverso regole operative pianificate e sostenute da una struttura organizzativa, regole chiaramente eseguibili ed operazioni documentabili; l'obiettivo consiste nel supportare con maggiore efficacia la capacità di valutazione del Responsabile del servizio e/o dei suoi collaboratori, comunque

Fig. 12



insostituibile perché basata sull'esperienza pratica.

- **Macrometeorologia**

I servizi meteorologici sono ormai in grado di fornire previsioni in genere di buona affidabilità.

Le previsioni a breve e medio periodo divengono sempre più attendibili e costituiscono per il Responsabile del servizio stradale invernale un supporto decisionale molto importante.

La macrometeorologia si occupa peraltro di aree geografiche estese e pertanto sta all'esperienza ed all'abilità del Gestore del servizio di manutenzione, attraverso la conoscenza in dettaglio delle particolari caratteristiche della zona di propria competenza, se, quando e dove far eseguire interventi preventivi.

- **Micrometeorologia**

La micrometeorologia, detta anche "sistema di allarme ghiaccio", supporta le conoscenze stradali specifiche del Responsabile del servizio ed ha il compito di riconoscere, informare e documentare circa la necessità di un intervento degli spargitori, sulla scorta dei dati rilevati localmente in tempo reale.

Il mercato offre vari sistemi e metodi, che nelle diverse situazioni presentano diversi vantaggi e svantaggi:

a) Sistemi per il riconoscimento del punto di congelamento della soluzione presente sulla superficie stradale.

Questi sistemi presuppongono che una strada in inverno debba essere mantenuta di regola umido-salata, accertano il contenuto di sale o la quantità di sale residuo e richiedono, se necessario, ulteriori interventi di salatura.

Il nucleo di questi sistemi è un elemento Peltier, che raffredda un sensore ad una temperatura di un paio di gradi inferiore a quella circostante, cosicché si produce la condensazione di acqua nell'intorno del punto di rugiada. Risulta quindi possibile valutare il punto di congelamento della soluzione presente o già preparata.

Un sottogruppo di questi sistemi tenta di determinare la quantità residua di sale, in modo da definire poi, sulla base di questo dato, la quantità di sale da distribuire sulla strada.

Non si può tuttavia escludere

che durante il giorno la strada divenga completamente asciutta, condizione questa che mette in crisi questi sistemi, che tendono così a fornire indicazioni tardive sullo spargimento di sale da effettuare.

b) Sistemi per il riconoscimento delle condizioni micrometeorologiche sulla superficie stradale che portano alla condensazione od alla possibile formazione di ghiaccio.

Questi sistemi si basano sulla proiezione statistica delle curve temporali di diversi parametri, raccolti attraverso una rete di sensori locali. Essi mettono in relazione la situazione della superficie stradale con la probabile evoluzione delle condizioni ambientali ed avvertono l'utente, con preavviso di alcune ore, della possibile formazione di ghiaccio.

Come parametri rilevanti ai fini della previsione vengono considerati:

- la temperatura dell'aria a circa 2 m di altezza sulla strada,
- la temperatura della superficie stradale,
- la temperatura al di sotto della superficie stradale,
- l'umidità relativa, per la determinazione del punto di rugiada,
- la conducibilità elettrica della superficie stradale.

Questi sistemi di previsione risultano particolarmente indicati in presenza di rapide mutazioni delle condizioni atmosferiche, in particolar modo per le strade che in inverno non vengono tenute costantemente umido-salate.

Essi consentono inoltre di valutare i margini di sicurezza verso la formazione potenziale di ghiaccio, poiché includono nel loro controllo l'igroscopicità del sale eventualmente rimasto ed anche l'andamento della temperatura nel corpo stradale (Fig. 12).

c) Sistemi di banche dati con

informazioni esatte rilevate sul comportamento dell'intera rete stradale in determinate condizioni meteorologiche.

Questo sistema, detto anche "thermal mapping" poiché rappresenta la situazione meteo principale e valori misurati in tempo reale di un numero relativamente piccolo di punti prescelti, corrisponde alla riproduzione matematica delle esperienze e delle conoscenze dettagliate dei tratti stradali del Gestore del servizio neve.

Si assume innanzi tutto che in certi punti si ripetano determinate condizioni stradali. Se ora le rilevazioni vengono raccolte in scala statisticamente rappresentativa e sono in grado di riprodurre il reale andamento nelle diverse condizioni micro e macro-meteorologiche, allora il procedimento predittivo può essere considerato, secondo le leggi della statistica, come sufficientemente affidabile.

I sensori posizionati localmente forniscono i dati di partenza, mentre la proiezione avviene da questi considerando l'esperienza dei trend storici.

In linea di principio questo è anche il metodo della macro-meteorologia, che oggi è già in grado di fornire una previsione affidabile su 24 ore, per le temperature ed altri parametri significativi.

Quesiti pratici per i Posti neve

Quando il Responsabile del servizio neve viene messo nella condizione di completare la propria esperienza con alcuni dati obiettivi rilevati e di comprendere a fondo i fenomeni fisici, chimici e micrometeorologici, allora gli interventi avvengono sempre meno secondo il motto "nel dubbio più spesso ..." e sempre più in maniera controllata ed efficiente.

Anche un normale igrometro ed

un termometro, collocati fuori dalla porta di casa, permettono del resto di decidere con maggior sicurezza, dopo il bollettino meteo serale, se la strada debba essere nuovamente salata. Con questi semplici strumenti infatti, in condizioni ad esempio di umidità relativa del 90 – 95% e di temperatura in diminuzione, se si constata che la strada si inumidisce si può già concludere che il sale è presente in quantità sufficiente.

Quando poi si valuta che è opportuno provvedere allo spargimento di sale per evitare la formazione di ghiaccio, si deve affrontare la decisione della quantità da impiegare.

Si tratta di principio di una decisione difficile, poiché la quantità di acqua presente alla condensazione può essere limitata, affinché la reazione abbia effettivamente luogo.

D'altra parte spargendo esclusivamente sale asciutto c'è la tendenza a ricorrere ad elevati dosaggi, poiché una parte significativa può essere spinta dal traffico ai margini della corsia o può essere soffiato via dal vento, prima ancora che inizi a reagire sulla superficie stradale.

Con l'adozione del sale umidificato è possibile mitigare questo inconveniente: vi sono maggiori garanzie di buone condizioni del manto stradale e di una rapida ed efficace reazione del sale sulla strada.

Impiego del sale umidificato

L'impiego di sale umidificato permette di conseguire principalmente due obiettivi:

- maggiori garanzie di permanenza sulla superficie stradale, rispetto agli effetti del traffico,
- accelerazione della reazione del sale con l'umidità atmosferica.

Una maggiore efficacia sulla superficie stradale si potrebbe

ottenere anche bagnando il sale con normalissima acqua, ma questa potrebbe congelare sullo spargitore. Potrebbero inoltre formarsi delle lastre di ghiaccio pericolose qualora la macchina non dovesse funzionare perfettamente.

Per tali motivi si impiegano per l'umidificazione del sale granulare soluzioni di cloruro di sodio, di cloruro di calcio o di cloruro di magnesio.

Queste soluzioni, in particolare quelle di cloruro di calcio e magnesio, sono in grado di accelerare considerevolmente il processo di scioglimento dei cristalli di sale.

- Quando il sale umido, quando il sale asciutto

Il sale asciutto viene impiegato ogniquale volta non si rivela necessario lo spargimento di sostanze liquide, in condizioni di precipitazioni o di presenza di strati di neve e poltiglia.

L'impiego di sale asciutto risulta invece poco efficace a scopo preventivo, per contrastare lastre esistenti di ghiaccio o precipitazioni nevose con contenuto acquoso inferiore al 15% (nevicata a basse temperature), poiché in queste condizioni il processo di scioglimento dei cristalli avviene molto lentamente, oppure non avviene per nulla.

Verifica dei risultati

Il successo consiste nella tempestività e nel giusto dosaggio di spargimento dei fondenti, "non più dello stretto necessario".

Questo obiettivo non può essere conseguito con l'improvvisazione, bensì è il risultato di stagioni di lavoro ed ottimizzazione degli operatori e dei decisori coinvolti

A partire dagli anni '60, grazie alla progressiva diffusione di apparecchiature di dosaggio automatizzate e, più recentemente, grazie all'introduzione ed alla

diffusione di dosatori a controllo elettronico ed all'impiego del sale umidificato si è registrata una significativa riduzione della quantità specifica di fondenti chimici impiegati come si riconosce dall'istogramma di Figura 13.

LA MANUTENZIONE INVERNALE DELLE STRADE DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

I mezzi, le attrezzature e le infrastrutture impegnate

Al fine di assicurare un efficiente servizio nelle operazioni di sgombero neve e nei trattamenti antighiaccio (salatura e/o insabbiatura) per gli oltre 2.400 km di strade di competenza dell'Amministrazione provinciale è richiesta la pronta disponibilità di una rilevante flotta di mezzi

ed attrezzature con i relativi operatori.

Per questo la manutenzione delle strade nella stagione invernale rappresenta sicuramente l'attività più impegnativa sotto il profilo logistico ed organizzativo per il Servizio Gestione Strade.

Allo scopo di garantire la tempestiva mobilitazione ed attivazione delle risorse necessarie, l'intera rete stradale è suddivisa in tratte dello sviluppo di circa 8 – 15 km. Per ciascuna di esse sono individuati, già all'inizio della stagione fredda, gli automezzi, (autocarri, trattori, frese autocarrate), le attrezzature (lame per lo sgombero neve, spargitori di sale e/o sabbia, pale per il caricamento del materiale, etc.) ed i corrispondenti operatori necessari per lo svolgimento delle operazioni di sgombero neve ed i trattamenti antighiaccio

(Fig. 14).

Complessivamente è assicurata la disponibilità di:

- oltre 270 autocarri pesanti o trattori,
- circa 70 autocarri leggeri,
- circa 260 lame per lo sgombero neve,
- circa 260 spargitori di sale e/o sabbia e ghiaio,
- oltre 40 frese da neve.

Dal punto di vista esecutivo il 65–70% dell'attività di trattamento antighiaccio delle strade con sale e/o sabbia e ghiaia è svolta direttamente dagli operatori del Servizio Gestione Strade che per le attività di manutenzione e gestione della rete di competenza impegna oltre 350 operai, organizzati in circa 70 squadre distribuite su tutto il territorio del Trentino. La parte rimanente dei trattamenti antighiaccio è invece affidata a ditte private esterne all'Amministrazione provinciale, principalmente attraverso contratti di noleggio a caldo.

Per quanto riguarda invece l'attività di sgombero neve la struttura provinciale copre direttamente circa il 45–50% del servizio; anche in questo caso la parte complementare è svolta da imprese esterne all'Amministrazione con modalità di affidamento delle prestazioni analoghe a quelle previste per i trattamenti antighiaccio.

Rilevante è pure la dotazione di impianti fissi, distribuiti in modo diffuso sull'intero territorio provinciale, per il ricovero e la manutenzione dei mezzi e delle attrezzature impiegate, nonché per lo stoccaggio e la conservazione dei materiali (sale disgelante, sabbia e ghiaio per i trattamenti antighiaccio).

Allo scopo il Servizio Gestione Strade utilizza:

- 75 autorimesse per il ricovero degli automezzi e delle attrezzature di proprietà dell'Ammi-

L'EVOLUZIONE NELL'UTILIZZO DEL SALE PER I TRATTAMENTI ANTIGHIACCIO DELLE STRADE

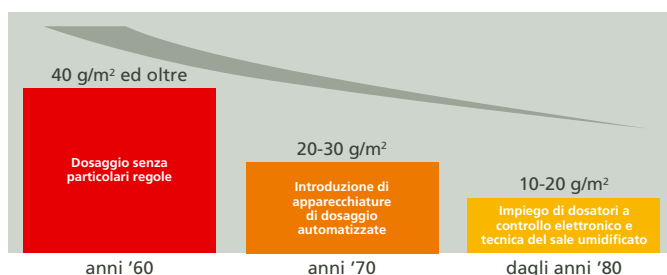


Fig. 13

Fig. 14 - Nuovi autocarri attrezzati per lo sgombero neve in attesa di essere consegnati alle squadre di manutenzione del Servizio Gestione Strade.





nistrazione provinciale utilizzate nel servizio invernale (pari a circa il 50% dell'intera flotta impegnata),

- 31 impianti silos per lo stoccaggio e la conservazione del sale disgelante (NaCl) (Fig. 15),
- 60 depositi protetti ed attrezzati per lo stoccaggio ed il confezionamento di miscele di sale (NaCl, CaCl₂) e sabbia e/o ghiaino per i trattamenti antighiaccio.

Il trattamento disgelante con l'impiego di ghiaino viene effettuato per lo più sulle strade di montagna dove si registrano in modo diffuso temperature relativamente rigide (nell'ordine di -10 °C ed inferiori), in considerazione delle caratteristiche geometriche e di tracciato della strada la velocità dei veicoli non supera i 60-70 km/h e/o i flussi di traffico sono relativamente contenuti. D'altra parte il cloruro di sodio, di gran lunga il sale più utilizzato, non è in genere efficace per temperature inferiori a -7 °C circa.

Viceversa, nelle vallate a più bassa quota, lungo le direttrici fondamentali della rete stradale provinciale, caratterizzate da velocità medie relativamente più elevate e da rilevanti flussi di traffico per i trattamenti disgelanti viene utilizzato in genere soltanto sale: l'uso di ghiaino su tali arterie può risultare pregiudizievole per la sicurezza nella marcia dei veicoli.

Il servizio di sorveglianza stradale

Al fine di assicurare tempestivamente gli interventi richiesti per il trattamento antighiaccio delle strade e/o l'avvio delle operazioni di sgombero neve, durante la stagione fredda è attivo un servizio di sorveglianza stradale che impegna, a rotazione, in turni settimanali, il personale operaio della Struttura a verificare i mutamenti delle condizioni climatico-atmosferiche (cfr. formazione di ghiaccio e/o nevicate anche locali) che possano richiedere prioritariamente l'immediato rientro in attività del medesimo sorvegliante e/o l'attivazione di altro personale operaio.

Per questo servizio che, di norma, è attivo da ottobre ad aprile, in relazione alle situazioni climatiche di ciascuna zona, operano su ogni turno settimanale circa 50 operai costantemente reperibili.

In particolare in caso di nevicate, appena ha inizio la precipitazione l'operatore in turno di sorveglianza provvede ad avvisare telefonicamente il proprio capo squadra perché si dia corso al trattamento antighiaccio preventivo e, quando lo spessore della neve raggiunge i 5 cm, entrano in azione le lame per la pulizia della carreggiata. Parallelamente il medesimo addetto alla sorveglianza stradale provvede a

scoprire ed a rendere efficace la segnaletica, definita dal Codice della Strada e dal relativo Regolamento di attuazione ed esecuzione, che prescrive l'obbligo di transito con catene o pneumatici da neve, già approntata all'inizio della stagione invernale in sezioni caratteristiche della rete stradale provinciale.

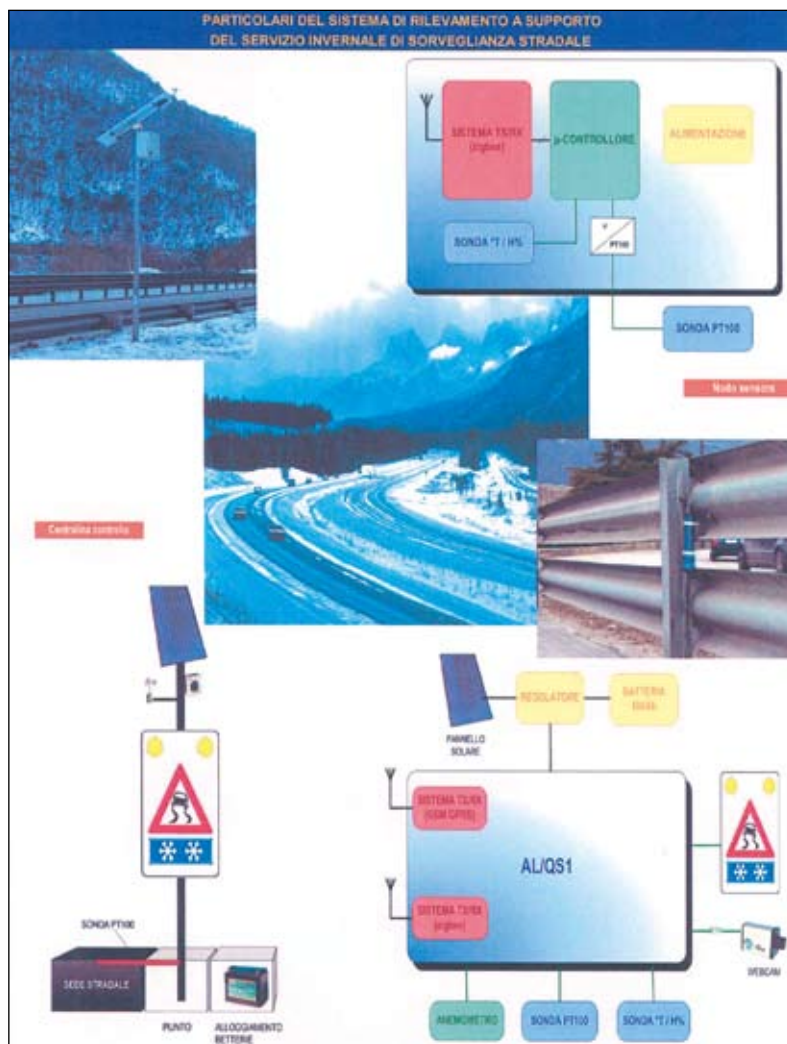
Negli ultimi anni, grazie all'affidabilità raggiunta nelle previsioni meteo a 24 ore del Servizio di Meteotrentino curato dall'Ufficio Previsioni ed Organizzazione del Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio della P.A.T., agevolmente disponibili anche per gli addetti al servizio di sorveglianza stradale dislocati sul territorio, è possibile allertare con adeguato anticipo gli automezzi delle imprese esterne all'Amministrazione provinciale affidatarie delle operazioni di pulizia delle strade, in modo che siano equipaggiati ed immediatamente pronti ad intervenire nel luogo richiesto appena ha inizio la precipitazione nevosa.

Le nuove prospettive offerte dai sistemi automatici di rilevamento delle condizioni meteo e di stato del piano viabile diffusi lungo la rete stradale

A supporto dell'attività di vigilanza svolta dal personale operaio, nel mese di marzo dello scorso anno il Servizio Gestione Strade

Fig. 15 - Un'immagine della nuova autorimessa a Passo Campo Carlo Magno, in Alta Val di Sole.

Fig. 16



ha attivato la sperimentazione di un sistema automatico di monitoraggio e rilevamento delle condizioni meteo e della superficie stradale in otto distinti tronchi della rete stradale provinciale. Ciascun tronco stradale monitorato (dell'estensione di circa 2 km) è attrezzato con:

- una stazione centrale di rilevamento,
- 20 nodi sensore collegati via radio in maniera permanente alla stazione centrale,
- un numero variabile di nodi sensore collegati alla stazione centrale sporadicamente grazie al passaggio di veicoli opportunamente attrezzati.

La stazione centrale, alimentata da un pannello solare, dispone di web-cam e misura i seguenti parametri:

- temperatura del manto bitu-

minoso, mediante una sonda annegata nello strato superficiale della pavimentazione,

- temperatura dell'aria, mediante un sonda termica posta nella centralina;
 - percentuale di umidità relativa, mediante una sonda igrometrica;
 - velocità del vento, mediante un anemometro,
- mentre i nodi sensori rilevano:
- temperatura dell'asfalto, mediante una sonda annegata nello strato superficiale della pavimentazione;
 - temperatura dell'aria, mediante un sonda termica posta nella centralina;
 - percentuale di umidità relativa, mediante una sonda igrometrica.

La stazione centrale, elaborando i dati raccolti da tutti i nodi sen-

sori collocati sui 2 km di strada, determina il superamento delle condizioni limite per la formazione di ghiaccio sulla sede stradale e provvede all'invio di un messaggio SMS di allerta e/o pericolo al n. telefonico del personale incaricato del servizio di sorveglianza stradale.

Fondamentale per il funzionamento descritto è il contributo dell'utente della strada che, dotato di opportuna strumentazione, può collaborare alla raccolta dei dati misurati e, con il suo solo passaggio, trasmettere anche a notevole distanza il segnale raccolto da un nodo sensore.

Questo tipo di collaborazione porta ad estendere il tratto di strada soggetto a rilevamento con la posa in opera di nodi sensori a basso costo e a contenere di conseguenza i costi di installazione globali.

Nell'attuale fase, sperimentale, il sistema costituisce un supporto integrativo per il personale addetto alla sorveglianza stradale, che in ogni caso si avvale anche di altri rilievi ed informazioni per riconoscere quando è necessario dare corso ai trattamenti antighiaccio (cfr. bollettini e previsioni meteo, valori della temperatura e/o dell'umidità relativa dell'aria rilevati direttamente in punti singolari e/o caratteristici, etc.).

Attualmente sono installate complessivamente 8 postazioni sulle seguenti tratte stradali:

- SS 47 della Valsugana (n. 4 postazioni)
- SS 237 del Caffaro (n. 2 postazioni)
- SS 43 della Val di Non (n. 1 postazione)
- SS 421 dei Laghi di Molveno e Tenno (n. 1 postazione)

Caratteristiche peculiari del sistema sono:

- l'utilizzo di sensori semplici a basso costo, che rilevano tem-

peratura dell'asfalto e dell'aria e umidità relativa dell'aria,

- la raccolta delle informazioni dai sensori tramite gli automezzi degli utenti della strada,
- la condivisione delle informazioni con gli utenti della strada,
- l'affidabilità del servizio è garantita da un cluster di sensori permanentemente connessi via radio con la centralina, in combinazione con un insieme teoricamente illimitato di sensori isolati, per ampliare la copertura geografica del sistema a piacere.

In prospettiva l'obiettivo è quello di ottenere:

- il monitoraggio capillare delle condizioni del manto stradale a costi contenuti,
- un tempestivo rilevamento della formazione di ghiaccio sulle strade in ambiente montano,
- l'ottimizzazione nell'utilizzo di mezzi spalaneve e spargisale ai cui operatori potranno essere direttamente inviate le informazioni raccolte dal sistema di monitoraggio (Figg.16 e 17).

IL PIANO DI COORDINAMENTO PER LA GESTIONE DELLE SITUAZIONI CRITICHE DELLA VIABILITÀ IN CASO DI INTENSE PRECIPITAZIONI NEVOSE

Premessa

Negli ultimi anni, in più occasioni, si è riscontrato che nonostante l'impiego di numerosi mezzi addetti alla manutenzione stradale, in caso di precipitazioni nevose relativamente intense o abbondanti la circolazione è resa difficoltosa e/o ostacolata dalla presenza di veicoli sprovvisti di adeguata attrezzatura (pneumatici da neve o catene) che rimangono bloccati nei passaggi critici (salite, rampe di svincolo, etc.), con pesanti ripercussioni per il

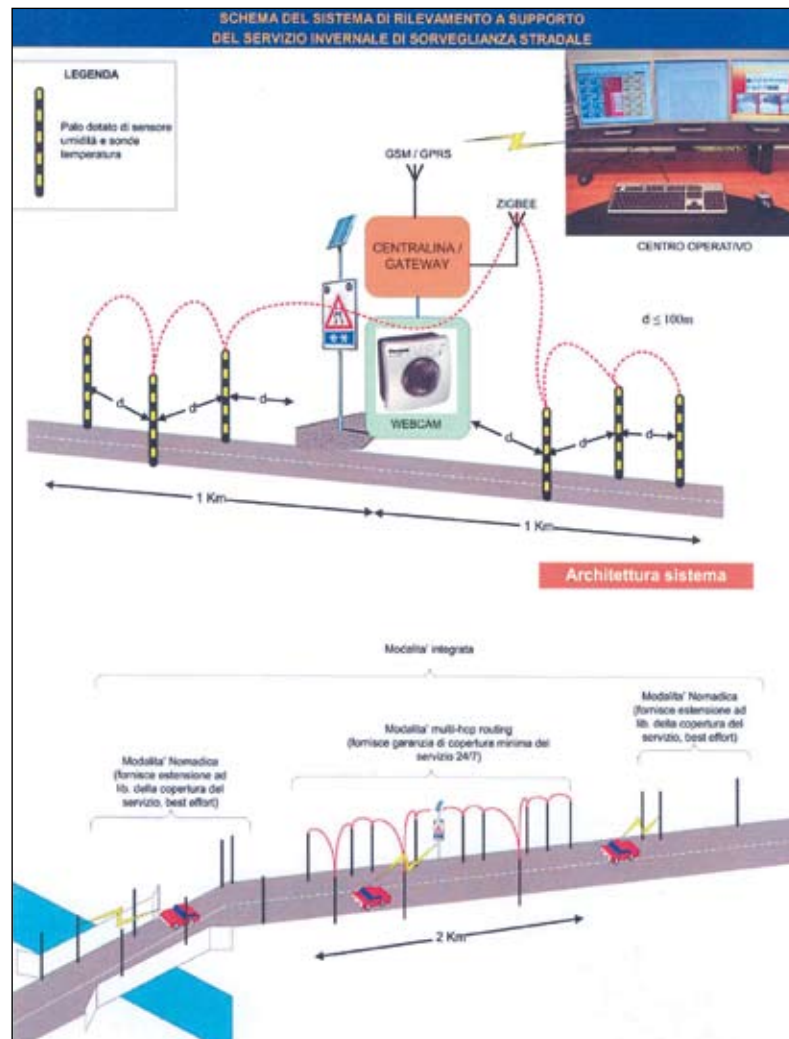


Fig. 17

traffico su tratti e snodi nevralgici della rete stradale provinciale e per l'attività degli stessi mezzi impegnati nelle operazioni di sgombero neve.

A fronte di ciò, al fine di assicurare la tempestiva attivazione e l'impiego ottimale delle diverse strutture che già in passato hanno dato prova di poter esprimere un'efficace sinergia nella gestione di situazioni critiche per la viabilità di interesse provinciale, si è riconosciuta l'importanza di predisporre un piano di coordinamento che individui i processi comunicativi e le procedure di allertamento, coordinamento e gestione di tutte le forze necessarie per mantenere agibile la rete viabile principale del territorio provinciale in caso di nevicate a media – forte intensità.

In considerazione della natura delle attività disciplinate e degli

obiettivi perseguiti, il piano è stato elaborato in coerenza con i criteri informativi e le indicazioni del Sistema di Allerta Provinciale (SAP) approvato con deliberazione della Giunta provinciale di Trento n. 972 dd. 13.05.2005 di cui costituisce un'articolazione di dettaglio.

Va inoltre tenuto presente che il piano predisposto è principalmente rivolto al presidio delle arterie stradali lungo le quali in caso di abbondanti nevicate si possono registrare i disagi maggiori e che per altro verso servono le relazioni più frequentate ed essenziali per garantire i collegamenti tra i principali centri della provincia.

Strutture e personale interessati dal piano di coordinamento

Le strutture ed il personale che nell'ambito delle rispettive com-

petenze funzionali e territoriali sono chiamate ad assicurare il proprio contributo per la gestione delle situazioni critiche della viabilità sono:

- il Dipartimento Protezione civile e Tutela del Territorio – P.A.T.;
- l'Ufficio Previsioni ed Organizzazione – P.A.T.;
- il Responsabile, i tecnici e gli operai addetti alla manutenzione stradale del Servizio Gestione Strade della P.A.T. e/o da questo diretti:

Fig. 18
Esempio scheda di un
posto di presidio

POSTO DI PRESIDIO n. 12		
 		
Ubicazione	S.S. 47 Km. 85,000 loc. Ospedaletto (Isolotto), in direzione Trento	
Direttore d'Ufficio	Ing. Nome Cognome	Tel. cell.
Responsabile di settore	Geom. Nome Cognome	Tel. cell.
	Ufficio di: Località	Tel. uff.
Capo squadra	Signor Nome Cognome	Tel. cell.
Sorvegliante stradale		Tel. cell.
Durata del presidio	dalle ore A.00 alle ore BB.00;	
Incaricati al presidio	dalle ore A.00 alle ore BB.00	
	Personale del Corpo Forestale della P.A.T.	
	Referente locale:	
	Dott. Nome Cognome	Tel. cell.
Segnalazioni di supporto	installazione di pannello a messaggio variabile	
	installazione di segnale preavviso posto di presidio	
ALLERTA DI 1° GRADO		PRESIDIO ATTIVO
ALLERTA DI 2° GRADO		PRESIDIO NON ATTIVO
SETTORE G Bassa Valsugana – Primiero		



- il Corpo Forestale provinciale – P.A.T.;
- i Corpi di Polizia Municipale o Locale interessati;
- le Forze dell'Ordine: Polizia Stradale e Carabinieri;
- i Corpi dei Vigili del Fuoco Volontari.

Attività previste ed articolazione sul territorio del piano di coordinamento

Alle strutture sopra individuate sono affidate le seguenti attività:

- la raccolta di informazioni in ordine alle condizioni di transitabilità e del traffico sulla rete stradale di competenza della P.A.T.;
- il controllo che i veicoli in transito siano equipaggiati di idonea attrezzatura invernale (catene da neve o pneumatici da neve montati), affinché possano proseguire il viaggio senza pregiudicare la sicurezza e la fluidità della circolazione;
- l'informazione agli utenti in ordine alle condizioni delle strade, ai comportamenti da tenere, ad eventuali blocchi in atto e/o a tratti stradali non percorribili, agli itinerari consigliati, etc.;
- la gestione di situazioni critiche della viabilità (incidenti e/o blocchi stradali);
- l'assistenza essenziale agli automobilisti in difficoltà.

Per garantire un'adeguata distribuzione del personale e delle risorse dedicate all'attuazione delle misure organizzative previste dal piano di coordinamento, in considerazione delle caratteristiche orografiche del territorio provinciale, dell'articolazione funzionale della rete stradale ed in relazione alla distribuzione ed all'intensità delle precipitazioni nevose contingenti, sono stati individuati complessivamente n. 20 posti di controllo e presidio (cfr. Fig. 20) da istituire lungo la rete stradale del territorio provinciale per il controllo ed il monitoraggio

del traffico in corrispondenza dei tratti critici e/o degli snodi nevralgici della rete viabile.

Nel documento di pianificazione sono precisati per ciascuna postazione (cfr. Fig. 18):

- gli intervalli orari massimi di attivazione previsti nell'arco delle 24 h;
- le strutture impegnate ad assicurare il personale di presidio;
- l'impianto di segnaletica di interesse installata.

Condizioni di allertamento

Corrispondentemente agli scenari di riferimento delle precipitazioni attese considerati dal Sistema di Allerta Provinciale Provinciale, sono stati individuati due diversi livelli di "allerta":

- allerta di 1° grado, per i casi in cui siano previste nevicate nel fondovalle, a quota inferiore a 500 m s.m. (nella Valle dell'Adige e/o nella zona dell'Alto Garda) con probabilità superiore al 50% e di intensità superiore a 10 cm;
- allerta di 2° grado, per i casi in cui siano attese nevicate abbondanti in quota (oltre i 500 metri s.m.) con intensità superiore a 50 cm in 24 ore e con probabilità superiore al 50%.

La fase di valutazione dei possibili effetti producibili dalle precipitazioni nevose previste e delle loro ripercussioni sulle condizioni di transitabilità della rete stradale è condotta dal Responsabile del Servizio Gestione Strade, tenendo conto: della probabilità, dell'intensità e della durata dei fenomeni attesi, sulla base delle previsioni meteo; dell'estensione, dell'altitudine e dell'ubicazione dell'ambito territoriale coinvolto; delle caratteristiche, dell'importanza della rete stradale potenzialmente interessata e del carico di traffico per essa previsto nell'arco temporale di riferimento.

Al riguardo va infatti considerato che:

- in occasione delle festività di inizio dicembre (S. Ambrogio ed Immacolata Concezione),
- nel periodo dal 26 dicembre al 6 gennaio,
- nei fine settimana da dicembre a marzo, etc.,

sono in genere probabili elevati flussi veicolari su gran parte della rete stradale principale del territorio provinciale per il movimento dei turisti che tendenzialmente sono anche meno attrezzati e/o preparati a muoversi su strade innevate.

Parimenti situazioni critiche si possono verificare negli intervalli orari e lungo le vie di comunicazione in cui più intenso è il passaggio di mezzi pesanti, i quali con fondi stradali a scarsa aderenza sono in difficoltà a superare le salite e le discese più impegnative che caratterizzano anche le principali arterie di accesso alle valli laterali all'asta dell'Adige.

Al fine di garantire la tempestiva attivazione delle misure operative stabilite dal piano, con riferimento in particolare ai periodi in cui si possono registrare flussi veicolari relativamente elevati e qualora, sulla scorta delle indicazioni del bollettino meteorologico e/o del bollettino probabilistico del Servizio Meteorologico della P.A.T., si riconoscano combinazioni di intensità e probabilità di precipitazioni nevose tali da determinare potenziali ripercussioni critiche per la viabilità limitate ad alcuni settori del territorio, può essere disposto l'allertamento delle strutture necessarie anche con procedure semplificate

Centro di coordinamento

Non appena ravvisata la necessità di attivare le misure organizzative previste dal piano di coordinamento viene istituita una Sala Operativa per le situazioni critiche della viabilità, alla quale

partecipano oltre al Responsabile del Servizio Gestione Strade:

- il Referente del Corpo Forestale provinciale con funzioni di coordinamento di tutto il personale della medesima struttura impegnato nelle operazioni,
- un Referente del Corpo Permanente dei Vigili del Fuoco,
- il Coordinatore del Gruppo di reperibilità speciale per le situazioni critiche della viabilità della P.A.T., se del caso dislocato sul territorio,
- un tecnico del Servizio Gestione Strade addetto alla gestione dei pannelli a messaggio variabile,
- i Tecnici del Servizio Gestione Strade responsabili degli 8 Settori in cui è divisa l'intera provincia ai fini della gestione e manutenzione della rete di competenza della P.A.T. dislocati sul territorio (cfr. Fig. 19) dove è operativo un numero di telefono con più linee riservato alle comunicazioni con gli addetti sul territorio.

Allertamento delle Strutture interessate

Sulla base delle valutazioni delle previsioni meteo, se del caso anche con procedure agevolate, il Referente del Servizio Gestione Strade della P.A.T. provvede ad avvisare a mezzo fax o telefono con almeno 18 ore di anticipo il Comandante del Corpo Forestale provinciale ed i Referenti dei Corpi di Polizia Municipale locale interessati, circa la sussistenza di condizioni meteorologiche avverse in relazione alle quali, con successiva chiamata, sarà chiesta l'attivazione delle misure organizzative previste dal presente piano.

Contestualmente vengono informati dello stato di allerta anche tutti i sorveglianti stradali del Servizio Gestione Strade in attività nell'ambito territoriale di interesse.

Attivazione del personale addetto e delle misure organizzative

Appena ha inizio la precipitazione nevosa il cantoniere in turno di sorveglianza stradale provvede ad avvisare telefonicamente il proprio capo squadra perché si dia avvio alle operazioni di sgombero neve e salatura preventiva nella tratta stradale di competenza.

Il medesimo cantoniere in servizio di sorveglianza stradale, sentito il proprio Responsabile di Settore, scopre e/o rende efficace la segnaletica di obbligo di transito con catene o pneumatici da neve in ottemperanza a quanto previsto dalle norme e dai provvedimenti amministrativi contingenti, preventivamente installata in punti prestabiliti della rete stradale ed in prossimità dei posti di controllo.

Sulla base delle informazioni di dettaglio raccolte dai Responsabili di Settore del Servizio Gestione Strade distribuiti sul territorio, dalla Sala Operativa vengono individuati i presidi da attivare lungo la rete stradale del territorio provinciale.

Attivazione dei posti di controllo e presidio

I posti di controllo e presidio della rete stradale sono attivati solamente nelle zone interessate da intense precipitazioni.

L'ubicazione dei posti di presidio è definita dal piano lungo tratti nevralgici e/o in corrispondenza dei principali snodi della rete stradale provinciale, in prossimità di piazzole e/o infrastrutture idonee alla sosta dei veicoli in transito per consentire il montaggio delle catene e/o l'inversione di marcia senza intralciare la circolazione ed il passaggio dei mezzi atti allo sgombero neve.

Ogni presidio è presegnalato da idoneo pannello segnaletico di preavviso con l'informazio-

ne dell'obbligo di transito con catene integrato con lanterne luminose. Il pannello segnaletico di preavviso ed un analogo pannello segnaletico, o un pannello a messaggio variabile, in corrispondenza della postazione di presidio vengono installati dal personale del Servizio Gestione Strade già durante la fase di allerta preventiva.

Ogni postazione è presidiata da:

- n. 2 operatori (del Corpo Forestale provinciale o della Polizia Municipale o Locale) che si avvicenderanno secondo turni prestabiliti in modo da garantire la continuità del servizio fino alla disattivazione del presidio. Agli operatori presso le postazioni sono affidati in via prioritaria i seguenti compiti:

- controllare che i veicoli in transito siano equipaggiati di idonea attrezzatura invernale (catene da neve o pneumatici da neve montati); identificare chi non osserva le disposizioni contingenti, al fine di prevenire situazioni pregiudizievoli per la sicurezza e/o la fluidità della circolazione;

- informare gli utenti in ordine alle condizioni delle strade, ai comportamenti da tenere, ad eventuali blocchi in atto e/o a tratti stradali non percorribili, agli itinerari consigliati, etc.,

- raccogliere informazioni e/o elementi di valutazione in ordine alle condizioni di transitabilità delle strade e del traffico,

- l'assistenza essenziale agli automobilisti in difficoltà;

- a supporto degli agenti del Corpo Forestale provinciale o del Corpo di Polizia Municipale o Locale incaricati, in caso di necessità, con riferimento in particolare ad attività di assistenza agli automobilisti in difficoltà e/o per risolvere incidenti, blocchi del traffico, etc., possono essere chiamati ad operare i Vigili del Fuoco volontari. L'attivazione di

questi ultimi è riservata al Corpo Permanente dei Vigili del Fuoco. Dalla Sala Operativa è definita la durata effettiva di ciascun presidio in relazione all'andamento ed all'intensità delle precipitazioni nevose e del traffico.

Informazioni all'utenza

Al fine di assicurare la tempestiva informazione all'utenza i capi delle squadre addette alla manutenzione stradale e gli altri operatori addetti al servizio invernale riferiscono periodicamente alla Sala Operativa le informazioni in ordine alla transitabilità delle strade di competenza. In modo analogo alla Sala Operativa affluiscono le informazioni raccolte presso le postazioni di controllo.

Quest'ultima provvede ad aggiornare il call center di Viaggiare in Trentino, (il servizio di informazione sulle condizioni del traffico lungo la rete stradale provinciale attivato già da alcuni anni dalla Provincia Autonoma di Trento in collaborazione l'A.C.I. di Trento ed alcune emittenti radiofoniche locali), il corrispondente presso la sede della Società Autostrada del Brennero, eventuali altri mezzi di informazione e gli stessi operatori dei presidi di ogni notizia di interesse relativa alle condizioni di transitabilità delle strade e del traffico. Dalla Sala Operativa sono inoltre programmati ed aggiornati i messaggi variabili diffusi con i pannelli su carrello dislocati nei posti già stabiliti dal piano.

Collaborazione da parte di Polizia Stradale e Carabinieri

Anche dalle Forze dell'Ordine (Polizia Stradale e Carabinieri), in via ordinaria preposte al pattugliamento della rete stradale, possono essere acquisite ulteriori informazioni utili in ordine alle condizioni di transitabilità delle strade ed alla situazione

viaria che analogamente a quelle raccolte attraverso gli altri canali sopra esposti saranno messe a disposizione della Sala Operativa.

Cessazione dello stato di allerta

Dalla medesima Sala Operativa sarà data la disposizione, ad esaurimento della situazione di criticità, di ripiegare in via definitiva tutte le postazioni di controllo istituite e la cessazione dello stato di allerta per tutte le Strutture coinvolte, informandone i relativi referenti.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

La manutenzione delle strade in ambiente montano nella stagione invernale costituisce una delle attività più impegnative sotto il profilo logistico ed organizzativo per gli enti deputati alla gestione della viabilità.

Con riferimento alla situazione della provincia di Trento, grazie alla progressiva meccanizzazione delle operazioni, alla diffusione sul territorio di impianti ed apparecchiature automatizzate ed alla disponibilità di previsioni meteorologiche a breve e medio periodo sempre più affidabili, è oggi possibile pianificare l'attività di manutenzione invernale secondo procedure codificate, regole chiaramente eseguibili ed interventi documentabili, limitando l'incertezza sulle operazioni da condurre giornalmente, in relazione agli eventi contingenti.

Come si è avuto modo di riferire il servizio invernale richiede la pronta disponibilità di un rilevante parco di mezzi ed attrezzature con i relativi operatori distribuiti sull'intero territorio provinciale. Negli ultimi anni si sono registrate più volte precipitazioni nevose di rilevante intensità e/o durata, estese a gran parte del territo-

rio provinciale anche a quote relativamente basse. Questi sono gli eventi più impegnativi: per mantenere regolarmente transitabile l'intera rete stradale anche durante le fasi più intense della nevicata sarebbe richiesto un impegno di operatori e mezzi ancora superiore a quelli messi in campo nello standard attuale, per altro difficilmente reperibili se non a costi molto elevati e che in ogni caso opererebbero con bassi livelli di efficienza.

Anche per fronteggiare eventi di questo genere, ottimizzare la distribuzione e l'utilizzo sul territorio delle risorse complessivamente disponibili nelle varie fasi temporali in cui si articolano le precipitazioni più intense, estese e prolungate, assicurare i necessari turni di riposo per gli operatori impegnati nella guida dei mezzi e più in generale nell'attività, un contributo importante può essere fornito da previsioni meteo sempre più mirate: allo scopo per il gestore della rete stradale è fondamentale conoscere in anticipo e con riferimento ai diversi ambiti geografici del territorio in particolare:

- quando avrà inizio la nevicata,
- il momento e la durata della fase a più alta intensità,
- quando e per quali fasce altimetriche, con il rialzo termico che frequentemente si registra nelle fasi avanzate delle precipitazioni prolungate, la nevicata si trasforma in pioggia.

Parimenti può risultare efficace favorire la tempestiva diffusione delle previsioni meteo e più in generale promuovere la consultazione dei bollettini meteo e dei bollettini probabilistici allo scopo di sensibilizzare l'utente ad intraprendere il viaggio nella consapevolezza delle difficoltà che le condizioni meteo contingenti possono determinare.

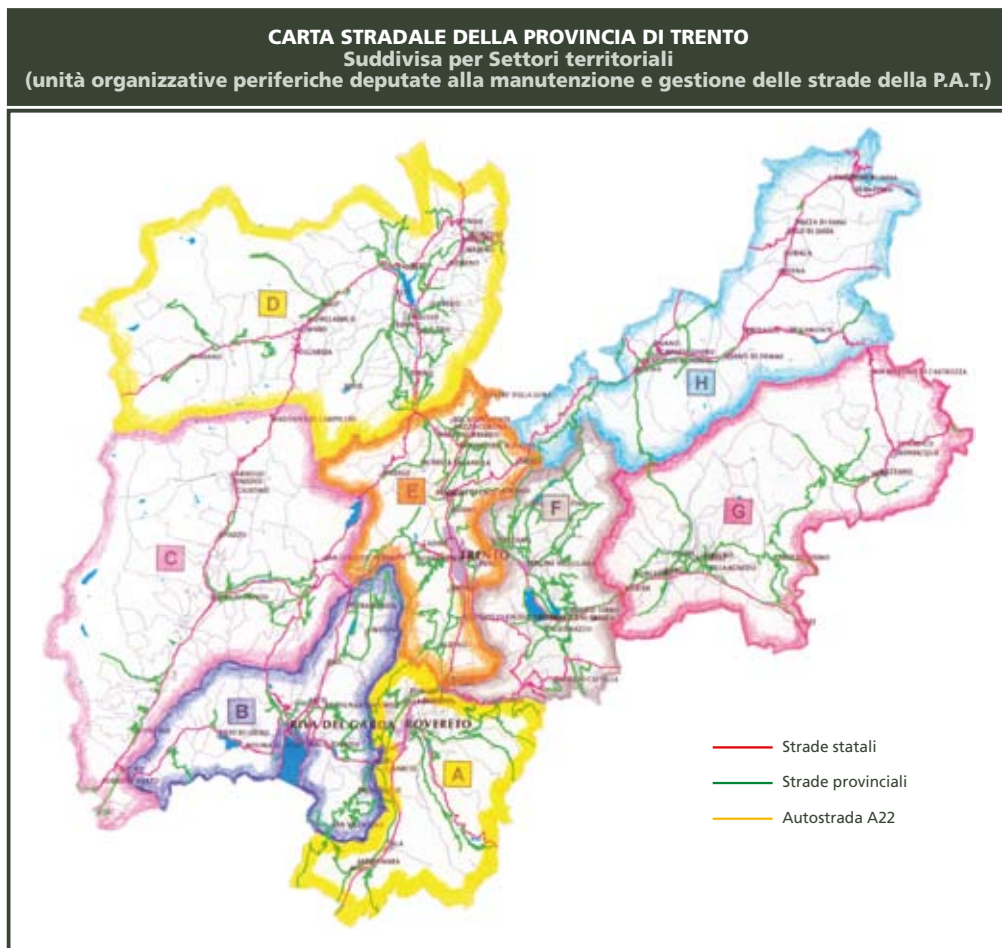


Fig. 19

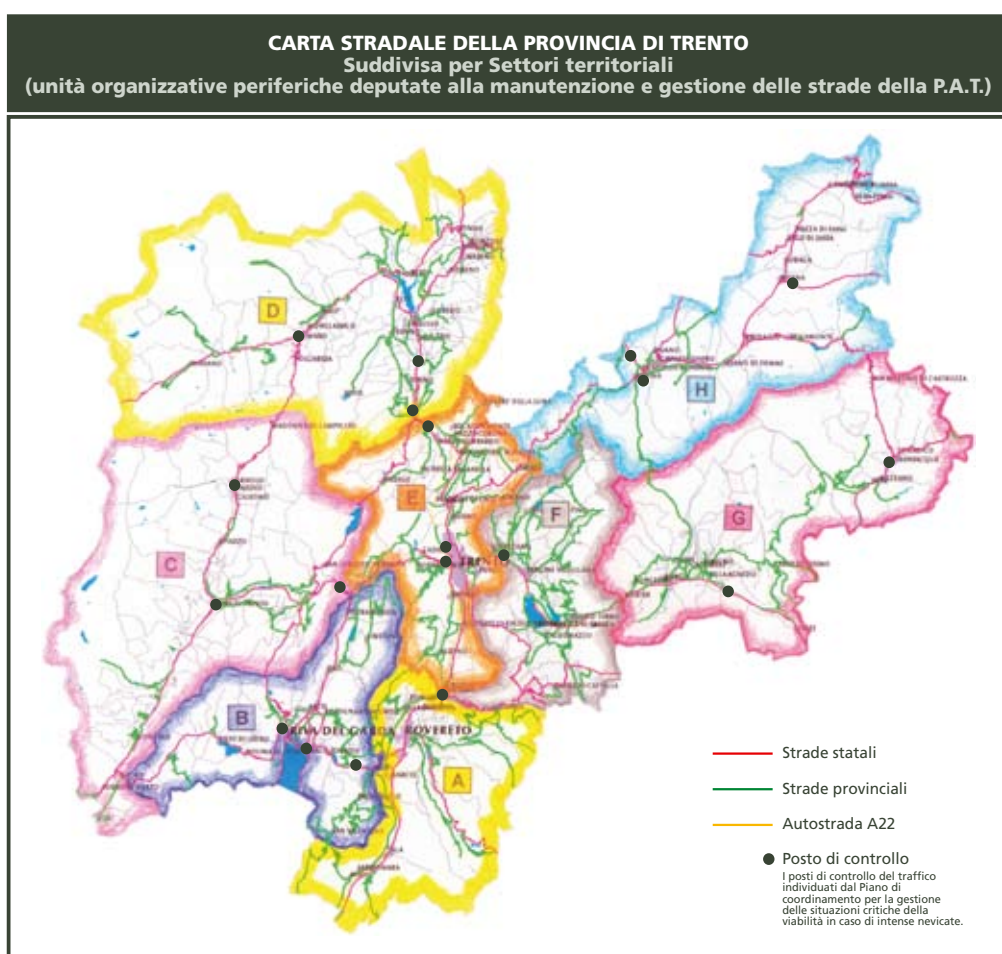


Fig. 20