

# IL MONITORAGGIO DEL GHIACCIO SUL MANTO STRADALE

## Il Sistema di Monitoraggio, le Previsioni, il Servizio di Assistenza Meteorologica in Piemonte

**Salvatore Martorina**  
ARPA Piemonte  
Area Previsione e  
Monitoraggio Ambientale  
s.martorina@arpa.piemonte.it

L'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte si è dotata di un insieme di prodotti per il monitoraggio e la previsione della formazione del ghiaccio sulle principali strade statali e provinciali della Val Susa, Val Chisone e Val Pellice e sui tratti autostradali regionali che collegano Torino a Milano e a Piacenza. Il primo passo in questa direzione è stato compiuto attraverso una Mappatura Termica dei principali tratti stradali prima menzionati. Attraverso la Mappatura Termica, che rileva le variazioni delle temperature minime della superficie stradale, è possibile individuare, a parità di condizioni meteorologiche, quali sono le sezioni relativamente più calde e più fredde rispetto alla media e quindi quelle sezioni che sono più o meno rappresentative di quel particolare tratto stradale o dominio climatico. Ciò permette di ottimizzare il numero e l'ubicazione in alcuni punti strategici delle stazioni di monitoraggio e di estrapolare la temperatura della superficie stradale lungo tutta la rete. Per completare nel migliore dei modi il servizio viene fornito un prodotto previsionale numerico (associato ad un bollettino testuale rivolto agli operatori e gestori della rete stradale) della temperatura e dello stato della superficie stradale per le 24 ore successive.

Il Servizio di monitoraggio e di previsione della temperatura e dello stato della superficie stradale si rivela di grande importanza per una buona ed accurata gestione delle condizioni del manto stradale durante il periodo invernale. Inoltre, individuando e localizzando le aree dove è necessario pianificare lo spargimento di sostanze chimiche antighiaccio, vengono limitati i danni alle opere civili ed all'ambiente dovuti all'eccessiva ed indiscriminata applicazione di decongelanti e sale.



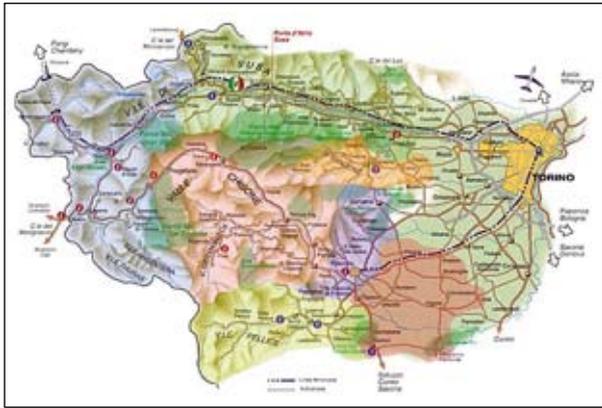


Fig. 1 - mappa dell'area olimpica in cui vengono evidenziate le principali strade che collegano Torino alle Valli di Susa, Chisone e Pellice.

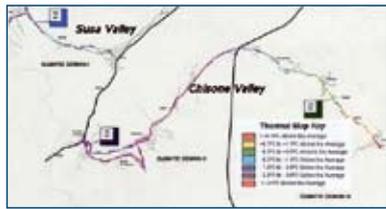


Fig. 2 - domini climatici delle Valli Olimpiche ottenuti attraverso la mappatura termica.

## INTRODUZIONE

Sistemi integrati per l'individuazione di condizioni di ghiaccio, neve e scarsa visibilità sulle strade costituiscono un'applicazione all'avanguardia nel campo della previsione meteorologica che trova una importante applicazione soprattutto durante la stagione invernale. In questo ambito, a partire dal 2003, l'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte ha deciso di dotarsi di un insieme di prodotti per il monitoraggio e la previsione della formazione del ghiaccio sulle principali strade statali e provinciali della Val Susa, Val Chisone e Val Pellice e sui tratti autostradali regionali che collegano Torino a Milano e a Piacenza. La mappa a seguire (figura 1) evidenzia le strade principali che collegano Torino alle Valli alpine, che sono state sede dei XX Giochi Olimpici Invernali di Torino 2006.

## LA MAPPATURA TERMICA

Il primo passo in questa direzione è stato compiuto attraverso una mappatura termica, eseguita nel corso dei mesi di febbraio e marzo 2003, di circa 100 km

dei principali tratti stradali delle valli alpine prima menzionate, suddivise in tre Zone Climatiche omogenee.

Le caratteristiche termiche di ciascuna sezione stradale sono uniche e possono differire, a parità di condizioni meteorologiche, in maniera marcata a seconda dell'area: queste dipendono principalmente da alcuni fattori quali il tipo di pavimentazione stradale, il volume ed il flusso di traffico, l'altitudine, il fattore di esposizione al cielo, l'effetto dell'isola di calore urbana, la presenza di ponti, di tratti sopraelevati, di fiumi o di grossi bacini d'acqua. Queste differenze possono essere rilevate, quantificate e classificate. La mappatura termica è un processo attraverso il quale la variazione spaziale delle temperature minime notturne della superficie stradale sono misurate utilizzando un termometro ad infrarossi ad alta risoluzione. Il termometro è installato su un veicolo opportunamente equipaggiato e collegato ad un data logger. I dati raccolti attraverso la mappatura termica sono stati collezionati sotto determinate condizioni atmosferiche notturne che possono essere riassunte in tre categorie: Condizioni Estreme (calma di vento e cielo sereno), Condizioni Intermedie (nuvoloso con calma di vento oppure sereno e ventoso), Condizioni Umide (nuvoloso e ventoso).

Attraverso la mappatura termica, che rileva le variazioni delle temperature minime della superficie stradale, e le mappe termiche che da questa derivano, è stato possibile individuare, fissate le condizioni meteorologiche (Estreme, Intermedie o Umide), quali sono le sezioni relativamente più calde e più fredde rispetto alla media e quindi quelle sezioni che sono più o meno rappresentative di

quel particolare tratto stradale o dominio climatico. Ciò ha permesso da un lato di ottimizzare il numero e l'ubicazione in alcuni punti strategici delle stazioni di monitoraggio, dall'altro di estrapolare la temperatura della superficie stradale lungo tutta la rete e, di conseguenza, attraverso la successiva integrazione con il sistema di previsione, di estendere la previsione puntuale della temperatura e delle condizioni della superficie stradale a tutto il tratto stradale che è stato oggetto di mappatura termica.

Il risultato della mappatura termica è rappresentato in figura 2 in cui sono identificati i tre domini climatici e localizzati i siti, rappresentativi di ciascuna area, adeguati all'installazione delle stazioni di monitoraggio. La superficie stradale è caratterizzata da colori differenti all'interno di ciascun dominio climatico. Ogni colore indica una temperatura della superficie stradale al di sopra o al di sotto della media: per esempio la temperatura della superficie stradale è prevalentemente al di sopra della media (tratti stradali in rosso e giallo) nel fondo valle della Val Chisone all'interno del terzo dominio climatico.

Il dominio climatico I è situato nella parte nordoccidentale della rete oggetto di mappatura ed è limitato da una parte dai rilievi di confine tra Bardonecchia e Claviere, mentre ad Est confina con il Dominio Climatico II. Questo Dominio include la SS335 e la SP216.

Il dominio climatico II incorpora le montagne più alte di tutta l'area oggetto di mappatura termica con alcune vette oltre i 3000 m. Questo Dominio include la SP215 e la SR23 tra Cesana Torinese e Pourrieres.

Il Dominio Climatico III comprende i pendii più ad Est e si estende

fino alle zone di pianura vicino Torino. Questo è il più vasto dei tre Domini e non include solo la SR23 ma anche, a Sudest, i tratti stradali della SP157 e della SP161 tra Bibiana e Torre Pellice.

## LE STAZIONI DI MONITORAGGIO

La mappatura termica, come sottolineato in precedenza, ha anche consentito di definire in maniera ottimale il numero e la localizzazione delle stazioni meteo. Arpa Piemonte ha provveduto ad installare in questi anni due stazioni di monitoraggio, una in prossimità del Comune di Roure in Val Chisone, ed una nel Comune di Cesana, in frazione San Sicario, in Val Susa (Figura 3). Oltre ai dati misurati da queste due stazioni, nell'ambito del Servizio di assistenza meteorologica ai centri operativi delle autostrade Torino-Milano e Torino-Piacenza, si ricevono anche i dati delle otto stazioni di monitoraggio installate lungo le due autostrade, per un totale di dieci stazioni di monitoraggio e, di conseguenza, come vedremo in seguito, dieci siti per i quali vengono fornite previsioni puntuali.

## LE PREVISIONI NUMERICHE

Il prodotto previsionale numerico a 24 ore è relativo a ciascun sito su cui è installata una stazione di monitoraggio delle condizioni della superficie stradale e consiste in previsioni, a scadenza trioraria, sia prettamente meteorologiche (temperatura dell'aria, punto di rugiada, copertura nuvolosa, velocità del vento e precipitazioni), sia della temperatura e dello stato della superficie stradale. Per fornire tali previsioni viene utilizzato un modello deterministico che si basa essenzialmente sulla



Fig. 3 - stazioni di monitoraggio installate rispettivamente in Val Chisone ed in Val Susa. Le due stazioni, oltre a sensori meteorologici standard (temperatura ed umidità relativa dell'aria, velocità e direzione del vento, sensore di tempo presente), comprendono anche un sensore, come è possibile vedere dall'ultima immagine, installato nel manto stradale, che fornisce misure di temperatura e stato della superficie stradale (asciutto, umido, bagnato, ghiacciato, trattato con agenti antigelo ecc.).

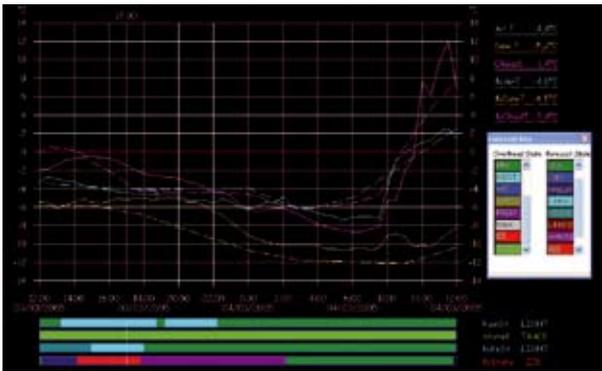
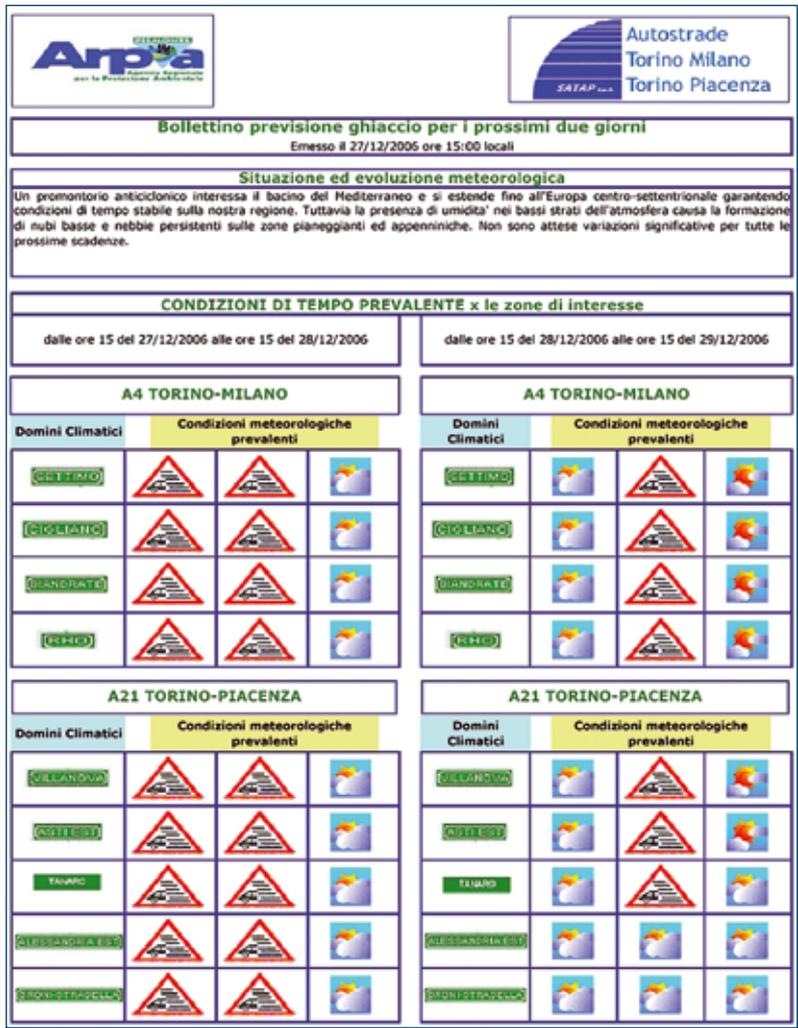


Fig. 4 - Un'accurata previsione meteorologica a 24 ore è determinante per la prevenzione della formazione del ghiaccio sul manto stradale.

Fig. 5 - Bollettino meteorologico a 48 ore inviato giornalmente ai gestori delle autostrade.



semplice formula del bilancio termico (temperatura= energia ricevuta-energia riemessa): questo modello ha come input i dati osservati da ciascuna stazione di monitoraggio; necessita quindi di previsioni a scadenza trioraria della temperatura dell'aria, della temperatura di rugiada, dell'umidità relativa, della copertura nuvolosa, dell'altezza delle nubi, della velocità e dell'intensità del vento e del tipo di precipitazioni, ed infine elabora una previsione per ciascun sito (che viene poi estesa, come detto precedentemente, all'intera rete stradale grazie ai risultati della mappatura termica), tenendo conto delle caratteristiche specifiche del sito.

La figura 4 mostra come un'accurata previsione (linee tratteggiate) possa risultare determinante al fine di prevenire la formazione

di ghiaccio.

La corretta previsione di deboli nevicate nel corso del pomeriggio (fcRnSt indica la previsione di precipitazioni, RainSt indica le precipitazioni osservate) ha portato da parte degli operatori addetti alla manutenzione delle strade ad un uso preventivo di sale (Statel TRACE sta ad indicare appunto che il manto stradale è stato trattato con sale o agenti antighiaccio) e, di conseguenza, ad un aumento del punto di congelamento del manto stradale, evitando così la formazione di ghiaccio.

## IL SERVIZIO DI ASSISTENZA METEOROLOGICA RIVOLTO AI GESTORI DELLE AUTOSTRADE REGIONALI E DELLE STRADE DELLE VALLI ALPINE

Il Servizio di assistenza meteorologica che Arpa Piemonte fornisce o ha fornito ai Centri Operativi delle autostrade Torino-Milano e Torino-Piacenza, nei tratti di pertinenza regionale, ed al Servizio Gestione Viabilità della Provincia di Torino per quanto concerne le strade principali della Val Susa e della Val Chisone, si compone, oltre che delle previsioni numeriche, anche di altri prodotti rivolti sia agli operatori ed ai gestori della rete stradale, per una migliore e più immediata comprensione delle previsioni numeriche, sia agli utenti delle due autostrade.

Per quanto riguarda il Servizio di assistenza meteorologica ai Centri Operativi della Torino-Milano e della Torino-Piacenza giornalmente viene emesso un bollettino di previsione (Fig. 5): il bollettino, oltre ad una breve descrizione testuale delle condizioni meteorologiche previste per i due giorni successivi (le

informazioni previsionali sono riferite a due intervalli temporali: dalle ore 15:00 del giorno di emissione del bollettino, alle ore 15:00 del giorno successivo e dalle ore 15:00 del giorno successivo fino alle ore 15:00 del secondo giorno successivo alla data di emissione), pone particolare attenzione ad eventi critici, quali precipitazioni, venti forti, nebbia, possibilità di formazione di ghiaccio sul manto stradale, che possono verificarsi sui singoli Domini Climatici in cui sono stati suddivisi i due tratti autostradali regionali. In generale le informazioni relative alle previsioni meteorologiche su ciascun Dominio Climatico vengono evidenziate attraverso delle icone, rappresentative del tipo di tempo prevalente o del fenomeno meteorologico più rilevante.

Il Servizio prevede anche l'alimentazione del sito web della Satap ([www.satapweb.it](http://www.satapweb.it)) con previsioni a 36 ore dedicate agli utenti. Le informazioni previsionali sono suddivise in tre sotto intervalli di 12 ore. Le previsioni così fornite vengono rese disponibili al link dedicato al meteo, attraverso una mappa (figura 6) in cui a ciascun dominio climatico, in cui sono stati suddivisi i tratti autostradali, vengono assegnati un tipo di tempo prevalente, nell'intervallo di 12 ore considerato, sotto forma di icone di semplice lettura, ed i valori di temperatura massima e minima previsti.

Arpa Piemonte ha fornito al Servizio di Protezione Civile della Provincia di Torino durante il periodo invernale 2005-2006 un bollettino testuale (figura 7) contenente le previsioni a 24 ore. Il bollettino, oltre ad una breve descrizione testuale della situazione e della evoluzione a scala sinottica delle condizioni meteorologiche e delle condizio-

ni previste per lo stato del manto stradale, contiene, per ciascun Dominio Climatico rappresentato da 3 stazioni di riferimento lungo la S.P.23 (Roure, Sestriere e San Sicario), le temperature minime e massime previste ed il tipo di tempo prevalente per ciascuno dei 2 intervalli temporali di 12 ore in cui sono state suddivise le 24 ore di previsione.

## Conclusioni

Il Servizio di monitoraggio e di previsione della temperatura e dello stato della superficie stradale così definito si rivela di grande importanza per una buona ed accurata gestione delle condizioni del manto stradale in particolar modo durante il periodo invernale in quanto consente di minimizzare i disagi ed i costi

sia di materiale che di personale addetto alla sicurezza ed alla operatività stradale.

Inoltre, individuando e localizzando le aree dove è necessario pianificare lo spargimento di sostanze chimiche antighiaccio, vengono limitati i danni alle opere civili ed all'ambiente dovuti all'eccessiva ed indiscriminata applicazione di decongelanti e sale.

## Bibliografia

VAISALA per ARPA PIEMONTE, Thermal Mapping Report (2003).



Fig. 6 - previsioni meteo a 36 ore disponibili sul sito della Satap.

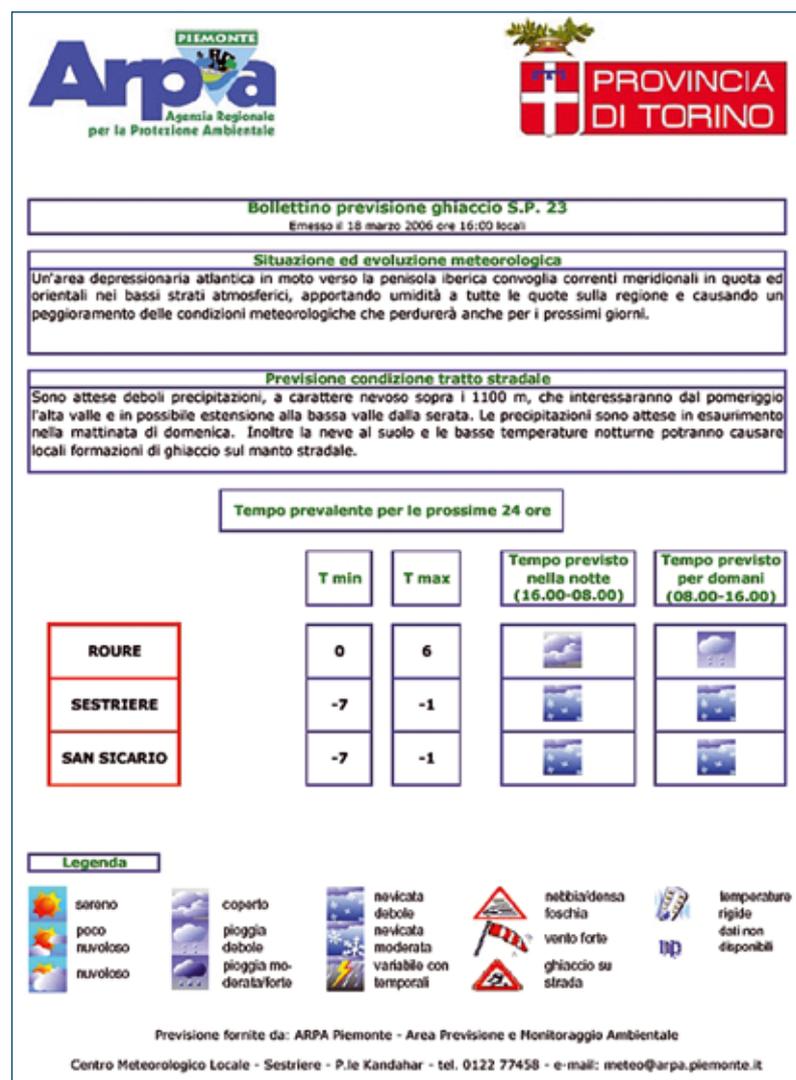


Fig. 7 - bollettino di previsione testuale inviato giornalmente al Servizio Protezione Civile della Provincia di Torino.