

Rapporto Finale

Winter Maintenance 4.0

Associazione Mondiale della Strada PIARC

Piano Strategico 2020-2023

Tema Strategico 3 “Sicurezza e sostenibilità”

Comitato Tecnico Nazionale 3.2 “Viabilità invernale”

Sommario

Sommario Esecutivo	3
Il Comitato Tecnico	4
Messaggio del Presidente del Comitato Tecnico	5
Premessa	6
Introduzione	6
La Strada Tecnologica	8
Il Meteo.....	9
Postazioni meteo fisse:	9
Postazioni meteo mobili	15
Acquisizione dati e di informazioni meteo su scala nazionale e regionale	17
Elaborazione dati	18
La Strada	19
I veicoli e le attrezzature	20
Sale Operative – Road Management Winter Tool (RMTW).....	23
Case Study – Città di Torino	26
Conclusioni.....	27

Sommario Esecutivo

Il Comitato Tecnico

Il Comitato Tecnico 3.2 che ha contribuito alla redazione del presente documento è costituito dai seguenti componenti:

Ing.	Roberto	Mastrangelo	ANAS S.p.A.	Presidente
Dr.	Enzo	Giletta	Bucher Municipal	V. Presidente
Geom.	Igino	Lai	Strada dei Parchi	
Ing.	Domenico	Zagari	esperto ITS	
Ing.	Carlo	Costa	Autostrada del Brennero	
Dott.	Dimitri	Dello Buono	CNR	
Ing.	Alessandro	Girardi	SCANIA	
Dott.	Giuseppe	Gelo	Italkali	
Dott.	Giuseppe	Celiamagno	esperto ITS	
Ing.	Paolo	Pisani	Almaviva	
Dott.	Stefano	Mellina	Famas System	

Messaggio del Presidente del Comitato Tecnico

La materia della manutenzione invernale può apparire un argomento arido, privo di argomenti innovativi e relegato alle conoscenze di pochi esperti, prevalentemente tra "gli operatori".

L'utilizzo di nuove tecnologie e di sistemi dedicati di elaborazione dati ci hanno consentito di riconsiderare i processi e le attività in un'ottica innovativa che abbraccia anche i temi della sostenibilità, della economicità del servizio, della sicurezza degli operatori oltre a quello più generale della sicurezza della circolazione stradale.

Le diverse e specifiche competenze dei componenti del Comitato hanno consentito di acquisire e condividere importanti conoscenze che, nel corso dei lavori, hanno portato ad ampliare l'ambito di lavoro rispetto all'idea originaria

Tale approccio, che il Comitato ha sviluppato in 4 tematiche (il meteo, la strada, i veicoli ed attrezzature ed i sistemi di supporto alle decisioni), non può non trovare ulteriori e successivi sviluppi proprio in considerazione del costante progresso che gli strumenti ed i sistemi di analisi hanno ed avranno sempre di più in futuro.

Anche nella manutenzione invernale confidiamo quindi di raggiungere nuovi traguardi; il prossimo? ...l'utilizzo di veicoli a guida autonoma.



Ing. Roberto Mastrangelo
Presidente CT 3.2 "Viabilità invernale"
Responsabile Gestione Rete – Direzione Operativa
ANAS S.p.A.

Premessa

Le nuove frontiere definite dal concetto di "Smart Road", di strada intelligente che punta a consentire la comunicazione ed interconnessione con i veicoli che la percorrono al fine di aumentare la sicurezza della circolazione e la fluidità del traffico, possono trovare applicazione anche nel campo della manutenzione ed in particolare di quella invernale.

L'utilizzo di sensoristica, lo sviluppo di algoritmi e di software applicativi che consentono l'analisi, elaborazione dei dati e la gestione di mezzi ed attrezzature possono però anche dare un grande contributo all'ambiente consentendo al Gestore di eseguire solo le attività necessarie, quando è necessario, dove è necessario e con i parametri di funzionamento ottimali.

Questo significa "spargere meglio" e "spargere meno" quindi meno fondenti su strada, meno inquinamento del territorio, meno danni alle infrastrutture, minori costi, maggiore efficienza e resa delle azioni, maggiore sicurezza per gli utenti e per gli operatori.

La puntuale conoscenza delle condizioni meteo, previste ed in tempo reale, dello stato della pavimentazione stradale prima e dopo i trattamenti, delle condizioni di traffico in una ampia area di riferimento, consentono anche al Gestore dell'infrastruttura di pianificare e di attuare le migliori strategie per la gestione della circolazione.

Introduzione

La gestione efficiente ed efficace della manutenzione invernale si basa fondamentalmente sulla conoscenza delle condizioni meteo, passate, presenti e future, sulle condizioni della superficie stradale e sulle informazioni riguardanti le operazioni di manutenzione eseguite dai mezzi sul campo.

Le attività invernali sono basate essenzialmente sullo spandimento di "fondenti" il cui utilizzo deve essere assolutamente tempestivo.

Il presupposto fondamentale del "prevenire" meglio che "curare" in questo caso ha una duplice valenza perché l'azione preventiva, oltre a consentire il mantenimento delle condizioni di efficienza della superficie stradale, permette di ridurre le quantità di solvente da utilizzare: pensiamo che la quantità di sale che serve per sciogliere una data superficie ghiacciata è circa 40 volte maggiore di quella che serve per evitare che si formi!

Queste informazioni sono dunque il prerequisito per il processo decisionale alla base delle strategie e delle operazioni per la gestione degli eventi invernali.

L'ente preposto alla manutenzione invernale ha, tra l'altro, il compito di monitorare costantemente:

- Le condizioni meteorologiche;
- Lo stato del manto stradale;
- La posizione e lo stato dei mezzi adibiti alla manutenzione.

Decidere di dispiegare squadre e mezzi di manutenzione in numero e tipologia adeguata, in una determinata area e nel giusto momento, dipende dalla conoscenza dei tre fattori sopracitati e la priorità di intervento dipende inoltre dalla conoscenza delle caratteristiche del traffico e dalla "strategicità" della strada.



Figura 1 - Architettura logica del Sistema di Manutenzione Invernale in una Smart Road

Obiettivo del lavoro svolto dal Comitato Tecnico Italiano 3.2. Winter Service, riguarda l'implementazione di una nuova soluzione basata sull'interazione tra le diverse aree operative e delle migliori tecnologie ad oggi disponibili per una migliore efficacia dei processi di organizzazione delle operazioni invernali e della gestione di eventi critici ed in definitiva per garantire una circolazione il più possibile sicura anche in condizioni meteo avverse.

Per il raggiungimento degli obiettivi appena declinati, il gestore potrà sfruttare i progressi tecnologici in diversi ambiti industriali in sinergia con l'adeguamento normativo, abilitando un percorso di sviluppo di soluzioni che siano sostenibili dal punto di vista sia economico sia ambientale.

Le aree scientifiche e tecnologiche di interesse per lo sviluppo della soluzione, si possono elencare di seguito:

- Digitalizzazione dell'infrastruttura che abiliti alle comunicazioni V2X;
- Utilizzo di soluzioni IoT per il monitoraggio delle condizioni infrastrutturali;
- Condivisione e utilizzo delle informazioni meteo sia da satellite che terrestri;
- Condivisione telematica e gestione dei mezzi e delle attrezzature adibiti alle operazioni invernali;
- Evoluzione delle sale di controllo (Road Management Winter Tool - RMWT);
- Creazione di nuovi processi e strategie di intervento nelle operazioni invernali;
- Creazione di un ambiente Cloud condiviso per la telegestione e il telecontrollo delle risorse e delle informazioni disponibili;
- Pieno sfruttamento delle informazioni che si muovono da e verso l'infrastruttura;
- Progettazione di un mezzo di intervento con elevate capacità di localizzazione ed automazione delle operazioni in vista di una futura soluzione Unmanned.

La Strada Tecnologica

Il vecchio concetto di strada inteso solo come infrastruttura fisica adibita alla circolazione dei veicoli si sta trasformando in un luogo connesso dove vengono forniti una serie di servizi agli utenti finalizzati a migliorare la qualità della circolazione e della sicurezza stradale; in questo contesto la conoscenza del traffico, del meteo, degli eventi, ma anche della geometria della strada, delle opere, della segnaletica e dei relativi vincoli, ecc. costituiscono informazioni utili per gli utenti ma anche per il Gestore sia per la parte strettamente connessa al controllo e gestione del traffico ma anche per le attività manutentive.

L'innovazione tecnologica dell'infrastruttura, orientata a migliorare i servizi offerti agli utenti, può quindi riguardare anche le attività manutentive che si svolgono sulla strada: in una strada connessa anche la manutenzione, la sorveglianza e la gestione degli eventi possono, anzi devono essere supportati da nuovi strumenti tecnologici e pertanto la strada deve modellarsi e dotarsi dei sistemi utili ad una serie di attività ed in particolare:

- Sistemi per la gestione, il monitoraggio e delle operazioni di manutenzione delle strade stesse;
- Sistemi di controllo del traffico e delle condizioni stradali, meteorologiche e logistiche;
- Sistemi di trasferimento delle informazioni eterogenee (traffico, condizioni ambientali, sensoriali) da e per le centrali operative;
- Sistemi di comunicazione bidirezionale verso l'utenza e dall'utenza "citizens as sensors".

Lo studio sviluppato dal CT è stato orientato proprio a capire come, in una visione d'insieme, sia possibile integrare tecnologie di campo, software dedicati, attrezzature innovative, sistemi di supporto alle decisioni, per una moderna ed intelligente gestione delle attività invernali.

Quanto sopra da utilizzare sicuramente in un ambiente "smart road" ma anche, per step successivi, sulla rete stradale ordinaria in funzione della graduale implementazione di impianti e sistemi.

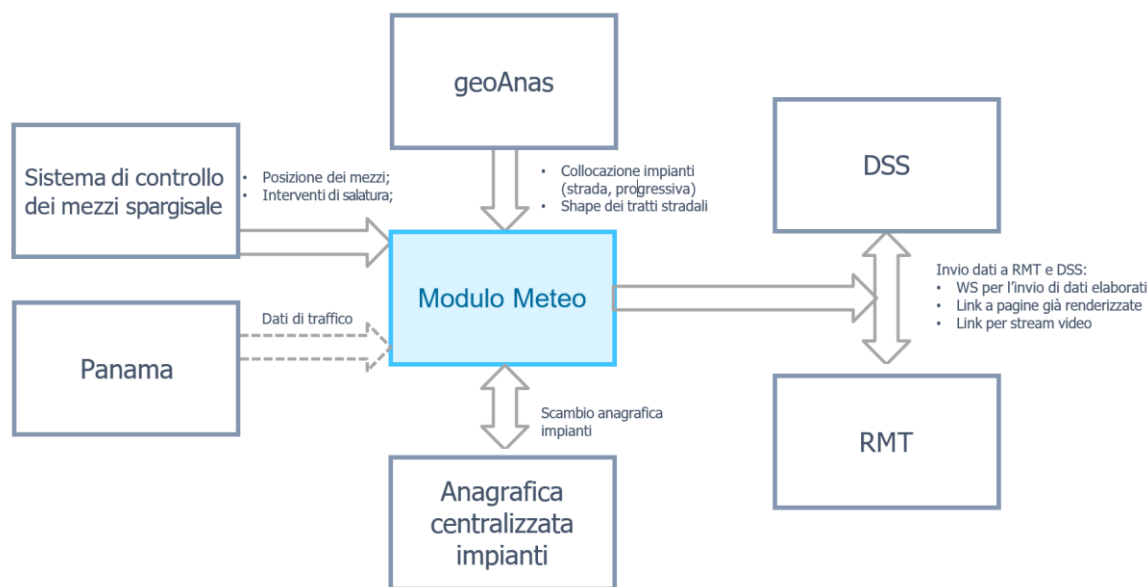


Figura 2 - Overview

Gli elementi fondamentali di questo "sistema" sono:

- Il Meteo
 - La conoscenza "macro" dell'evoluzione delle condizioni meteo e dei fenomeni per area e identificazione delle tratte stradali interessate;
 - La conoscenza puntuale delle condizioni meteo lungo specifici tratti di strada;
 - La costruzione della "mappatura termica" della strada;
 - Lo sviluppo di un algoritmo che sulla base dei dati "storici" e real-time identifica le tratte a rischio.
- La Strada
 - La conoscenza della strada (geometria, opere d'arte ecc) mediante installazione dei dispositivi IoT che consentono di identificare i punti o le componenti caratteristiche che necessitano di una comunicazione al sistema di gestione delle attrezzature.
- I Veicoli e le Attrezzature
 - Lo sviluppo di dispositivi e di algoritmi che dalle informazioni raccolte dal sistema di gestione e/o dalla strada consentono una gestione automatizzata ed "intelligente" delle attrezzature deputate alla manutenzione invernale (lama e spargisale).
- Sistema di Supporto alle Decisioni:
 - L'insieme delle informazioni meteo, unitamente a quelle del traffico, degli eventi, i dati puntuali forniti dai mezzi operativi ecc., attraverso idonei algoritmi restituiscono informazioni al Gestore (attraverso le Sale Operative) per l'ottimale coordinamento delle attività manutentive e per le tempestive e puntuali informazioni all'utenza.

Il Meteo

Il punto di partenza è l'acquisizione di puntuali e dettagliate informazioni sulle previsioni meteo e sulle condizioni locali. L'azione si è sviluppata su tre direttrici, operando lungo la prima "smart road" di ANAS, la SS 51 "di Alemagna" ed in particolare:

Postazioni meteo fisse:

Si è proceduto con il posizionamento di stazioni meteo di qualità lungo la tratta stradale sulla base della conoscenza del territorio da parte degli operatori del Gestore e degli eventi storici prevalenti, per il rilievo dei parametri meteo in aria ed al suolo.

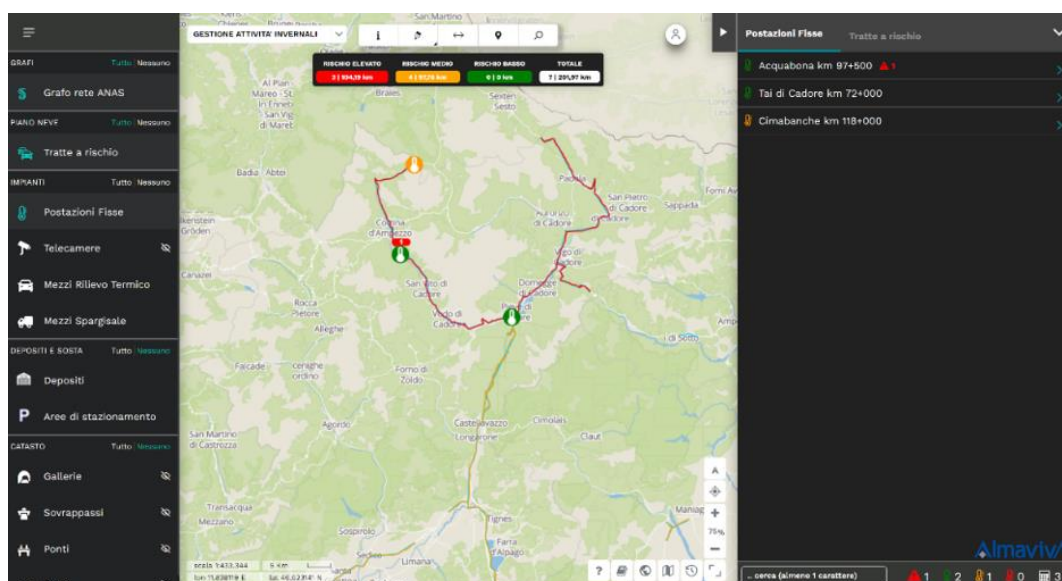


Figura 3 – Postazioni fisse

Le stazioni meteo sono composte da:

- Sensori atmosferici quali temperatura, umidità relativa, velocità e direzione del vento, presenza e tipologia di precipitazioni, pressione atmosferica ed irraggiamento solare;
- Sensori di temperatura per misurare la temperatura superficiale e sub-superficiale della strada e per classificare la condizione della superficie stradale in termini di asciutto, bagnato o ghiacciato;
- Sensori di presenza e concentrazione di sale sulla superficie stradale.

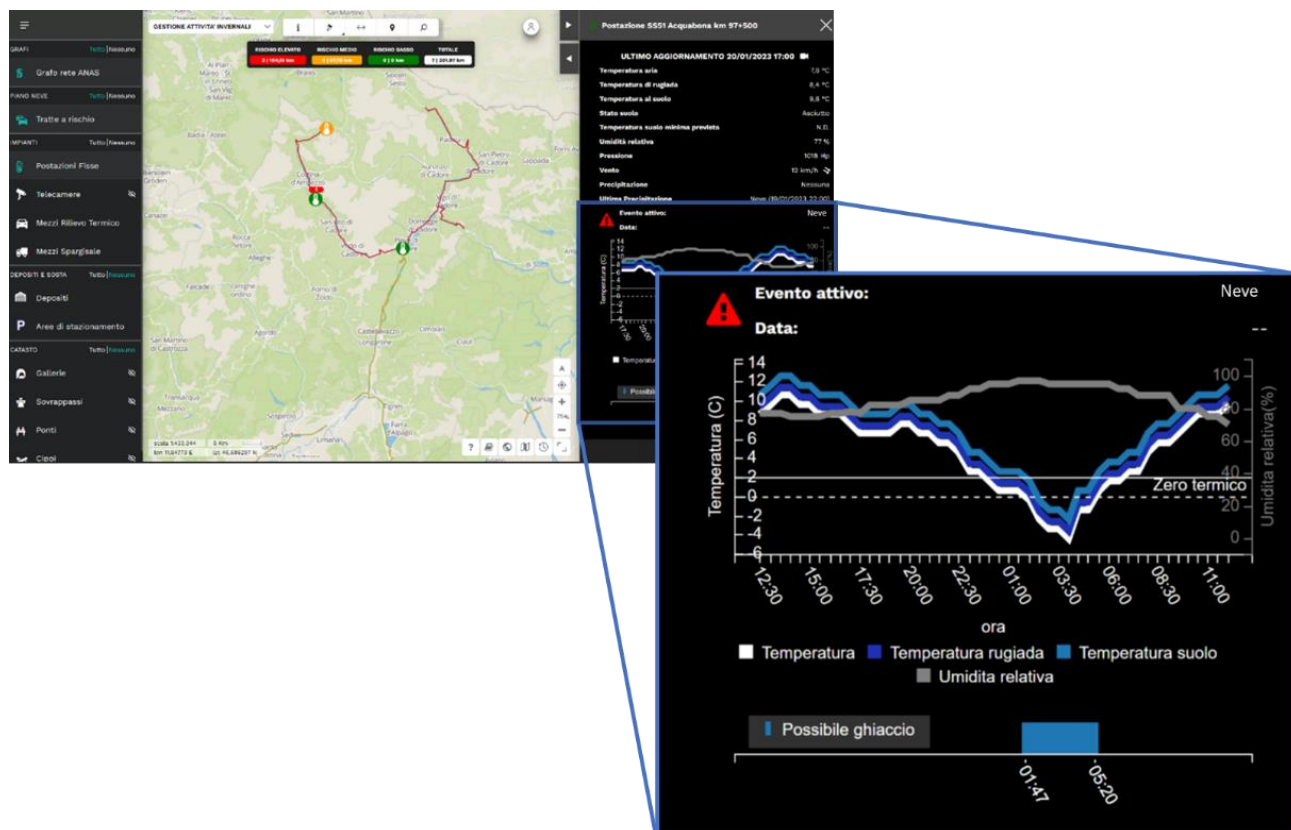


Figura 4 - Dettaglio Grafico e Sinottico rilevazioni delle postazioni fisse in condizioni di Alert Neve

La postazione meteo consiste in un palo recante i sensori per la misura dei dati atmosferici, dei sensori installati nella superficie stradale per la misura dei parametri e una centralina elettronica per la raccolta, l'elaborazione e la trasmissione dei dati.

La centralina meteo utilizzata è in grado di raccogliere, elaborare e memorizzare i dati acquisiti da vari sensori operanti sia per il monitoraggio meteorologico sia per il traffico ed è in grado anche di gestire immagini video tramite il collegamento con una telecamera radar. Dati ed immagini sono inviati a intervalli di tempo specifici a un server Anas attraverso il protocollo standard TCP/IP.

Le principali caratteristiche tecniche sono le seguenti:

- Controllo del traffico, delle condizioni meteorologiche e del manto stradale;
- Output di dati in tempo reale;
- Elevata capacità di comunicazione (via rete cablata, radio o cellulare);
- Basso fabbisogno energetico;
- Custodia compatta e a tenuta stagna IP66;
- Memoria interna: 2 GB;
- Compatibile con sensori meteo digitali e analogici;
- Collegamento di fino a 10 sensori per la superficie stradale;
- Possibilità di collegamento sensori rilevamento traffico;
- Sistema operativo: Embedded Linux.



Figura 5 - Centralina meteo



Figura 6- Centraline meteo installate lungo la SS 51 "di Alemagna"

Ciascuna centralina è costituita da:

1. **Sensore polifunzionale integrato per rilevare, ad altezza palo, temperatura aria, umidità relativa, pressione barometrica, velocità e direzione del vento, irraggiamento solare;**



Figura 7 - Sensore polifunzionale integrato

Dati rilevati:

- Velocità vento: trasduttore ultrasonico, campo di misura 0...60m/s, risoluzione 0.01m/s, precisione +/- 0.2m/s o +/- 2%;
- Direzione del vento: trasduttore ultrasonico, campo di misura 0.360°, risoluzione 0.1°, precisione +/- 2°, direzione nord automatica tramite bussola elettronica incorporata, precisione bussola +/- 1°;
- Temperatura aria: trasduttore Pt100, campo di misura -40°C...+60°C, risoluzione 0.1°C, precisione +/- 0.1°C;
- Umidità relativa (opzionale): trasduttore capacitivo, campo di misura 0...100%UR, risoluzione 0,1%UR, precisione +/- 1.5% UR;
- Pressione barometrica: trasduttore piezoresistivo, campo di misura 600...1100hPa, risoluzione 0.1hPa, precisione +/- 0.5 hPa;
- Radiazione globale: trasduttore a termopila, campo di misura 0.2000W/mq, risoluzione 1W/mq, precisione classe 2 secondo WMO (world meteorological organisation).

2. Sensore ottico per il rilevamento, ad altezza palo, della tipologia e della quantità di precipitazione.

Trasduttore:

- Barriera ottica generata da diodi laser a luce rossa;
- Doppio ricevitore ottico.

Misurazioni effettuate:

- Dimensione e velocità delle gocce, fiocchi, chicchi.

Tipologia di precipitazioni identificate:

- Pioggia, neve, nevischio, grandine, graupel, forme miste.

Quantità e intensità di precipitazione:

- Mm per pioggia;
- Nessuna, debole, media, forte per tutte le tipologie di precipitazioni;
- Intensità in mm/h per pioggia;



Figura 8 - Sensore ottico

3. Sensore stradale per il rilevamento dei parametri di pavimentazione:

- Temperatura superficie, stato superficie, sonda per misurazione temperatura in profondità.

Trasduttori:

- 3 elettrodi in alluminio;
- 3 termoresistenze Pt100, classe 1/3 DIN (4 fili).

Misure:

- Temperature (da -40°C a +60°C):
 - della superficie stradale;
 - 4 cm sotto il manto stradale;
 - in profondità a -40 cm.
- Temperatura di congelamento (da -25°C a 0°C);
- Gradiente di salinità (0 a 100%);
- Stato della superficie stradale (asciutta, umida, bagnata, bagnata con sale, allarmi di possibile brina e possibile ghiaccio);
- Precisione tipica: 0,2 °C.



Figura 9 - Sensore stradale



Figura 10 – storico mappatura termica

Postazioni meteo mobili

Ad integrazione delle centraline meteo fisse, si è proceduto a dotare un veicolo in uso al "sorvegliante" della tratta stradale in argomento, di una centralina meteo "mobile". Il "Sorvegliante" percorre periodicamente la tratta di competenza rilevando in continuo i parametri e contribuendo a costituire un data base sulle variazioni delle condizioni locali che contribuiranno ad alimentare l'algoritmo previsionale.



Figura 5 - Postazione meteo mobile – auto sorvegliante ANAS

Il "veicolo sonda" fornisce misure della temperatura stradale per tutto il tratto percorso e quindi indipendentemente dalla posizione delle centraline meteo. Le misure rilevate durante i viaggi del veicolo sonda, i cosiddetti viaggi di mappatura termica, permettono di ricavare infatti una vera e propria mappa delle temperature lungo i vari tratti stradali. I dati vengono utilizzati per ricavare il "profilo termico della strada". Il profilo termico è l'andamento caratteristico della temperatura suolo lungo l'asse di un tratto stradale ed è espresso come differenza tipica di temperatura tra un punto qualsiasi del tratto stradale e un punto prefissato dello stesso tratto stradale (tipicamente il punto di installazione del sensore suolo fisso). Il profilo termico vale quindi per un determinato tratto stradale, al quale fa capo una centralina meteo con sensore suolo.

Oltre al veicolo del sorvegliante, saranno dotati di sensori meteo anche i veicoli adibiti alla manutenzione invernale che, durante le loro movimentazioni, implementano la raccolta dei dati ed alimentano il sistema per l'elaborazione dei dati.

Scopo del profilo termico è innanzitutto l'individuazione dei tratti critici, ovvero punti tendenzialmente più freddi rispetto ai dintorni e dove quindi tendono per prima a crearsi delle situazioni a rischio (gelo o brina) e che pertanto richiedono una maggior attenzione per le attività di pianificazione e gestione della manutenzione invernale. Il profilo termico è utilizzato anche per la stima della temperatura minima raggiunta lungo tutto il percorso stradale.

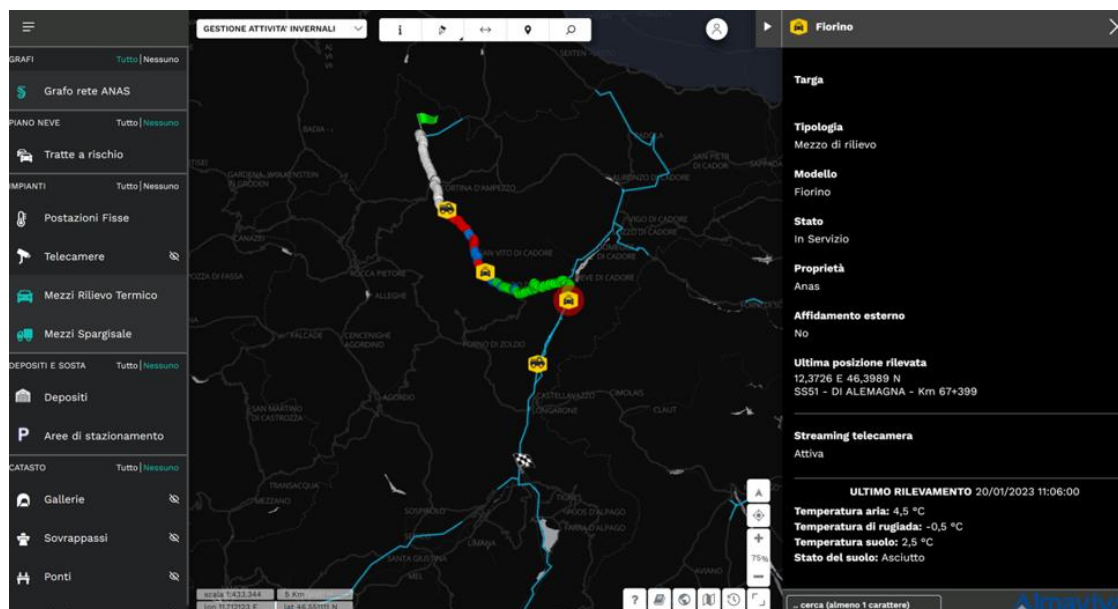


Figura 6 - Rilevazione Postazione meteo mobile

Dati rilevati

Temperatura superficie stradale fino ad una velocità di percorrenza massima di 70 km/h.

Campo di rilevamento: -40°C fino a +80°C.

Tecnologia

Termometro ad infrarossi.

Il sensore è fissato al paraurti utilizzando il gancio per il traino di emergenza in dotazione al veicolo ed è alimentato dall'impianto elettrico veicolare. Trasmette i dati via collegamento radio Bluetooth verso un terminale Android su cui è installata un'apposita App, la quale invia i dati misurati, corredate delle coordinate GPS del punto di rilevamento verso i server di Anas



Figura 7 - Sensore di temperatura installato su Postazione meteo mobile



Figura 8 - Trasmissione dati

Acquisizione dati e di informazioni meteo su scala nazionale e regionale

I dati rilevati dalle centraline meteo fisse e mobili sono implementati da informazioni acquisite da qualificati soggetti esterni sia a livello nazionale che regionale che, attraverso immagini satellitari, immagini radar ecc. consentono di visualizzare l'evoluzione delle perturbazioni identificando altresì i tratti stradali interessati da detti fenomeni. Il sistema è predisposto per raccogliere tali dati ed elaborarli.

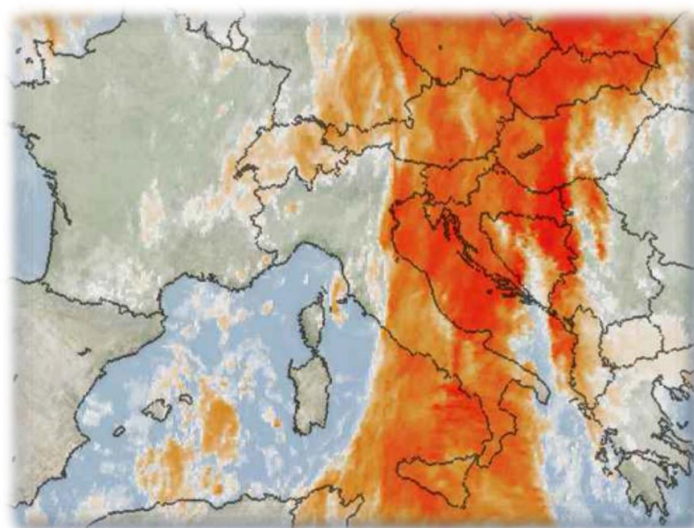


Figura 9 - Dati meteo rilevati

Elaborazione dati

La seconda fase prevede l'analisi e l'elaborazione dei dati e la costruzione della "mappatura termica" della strada che consente di osservare:

- Andamento, nel tempo, dei parametri T° aria, T° suolo, temperatura di rugiada, stato della pavimentazione (asciutto/bagnato) con riferimento a ciascuna postazione meteo con possibilità di visione dello "storico" (per giorno e per fascia oraria). Ogni postazione meteo genera un "profilo termico" ed un "bollettino previsionale";

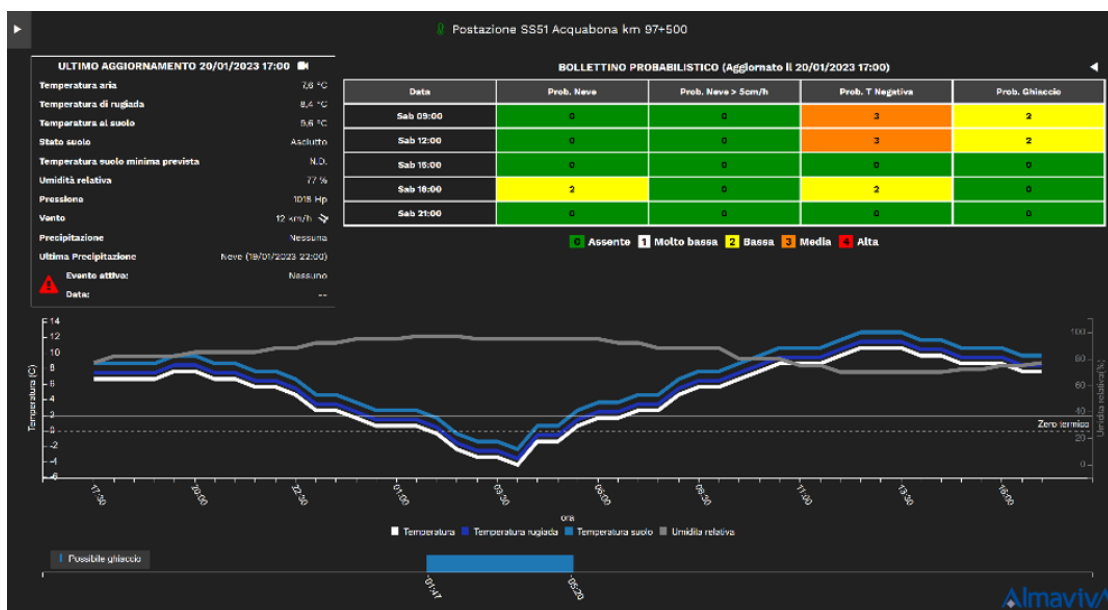


Figura 10 - Costruzione della mappatura termica e bollettino – postazione meteo fissa

- Andamento dei dati rilevati dalle centraline meteo fisse, implementati di quelli della centralina mobile, rapportati allo sviluppo della strada (mappatura termica) con indicazione dello stato "real-time" e "previsionale" e con indicazione quindi delle condizioni dei singoli tratti omogenei e della tendenza prevista sui medesimi tratti. Anche in questo caso è possibile una visione dello storico, utile per la conoscenza del microclima della strada e per "allenare" la parte previsionale del sistema.

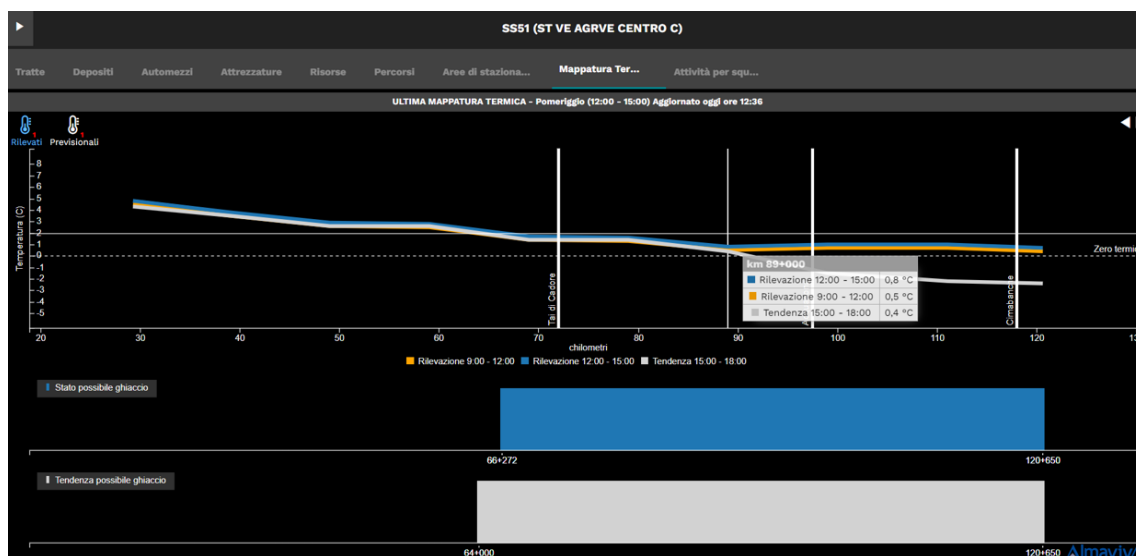


Figura 11 - Mappatura termica al suolo – variazione rispetto alle progressive ed alert

- Generazione di "alert": Individuazione dei valori di soglia in corrispondenza dei quali viene generato e trasmesso un allarme a tutte le strutture/soggetti deputati ad intervenire e/o a gestire le attività manutentive.
 - Precipitazione nevosa prevista;
 - Precipitazione nevosa in corso;
 - Formazione ghiaccio prevista;
 - Formazione ghiaccio presente;
 - Pioggia sopraffusa o congelantesi (pericolo gelicidio);
 - Pericolo neve trasportata dal vento.
- Implementazione di un modello previsionale.

Il sistema consente la previsione dello sviluppo delle temperature della superficie stradale nelle successive 12/24 ore ed in particolare la previsione delle temperature minime raggiunte durante la notte in modo da poter valutare il rischio di formazione di brina e ghiaccio ed ottimizzare le uscite di salatura preventiva. Il modello utilizzato per la previsione è denominato Metro ed è stato progettato e sviluppato a partire dall'inizio anni 2000 da Environment and Climate change Canada (il Ministero per l'Ambiente, il Cambiamento Climatico e la Meteorologia del Canada). Il modello prende, in ingresso, sia i dati rilevati dalle centraline meteo, in particolare i dati delle temperature stradali e sull'irraggiamento solare, sia i dati di previsione forniti dai servizi di meteorologia generale e calcola la previsione della temperatura di superficie stradale per le successive 48 ore.

L'insieme dei dati meteo storici, dei dati climatologici satellitari e/o derivati da stazioni meteo, opportunamente elaborati e finalizzati costituiscono sia un potente strumento previsionale sia una precisa conoscenza per l'utilizzo delle attrezzature invernali.

In questo contesto il veicolo opera "guidato" dalle informazioni che riceve dalla strada e dal centro di controllo per le attività di manutenzione invernale (governo della lama e dello spargisale), utilizzando sempre parametri ottimali e sempre perfettamente adattato alle reali condizioni sia della geometria della strada che del meteo (di un'area e locale).

La Strada

Per potere attivare correttamente le attrezzature in dotazione, come detto in precedenza, oltre ai parametri meteo, è anche necessaria la perfetta conoscenza delle caratteristiche fisiche e geometriche della infrastruttura stradale lungo la quale vengono svolte le attività manutentive ed in particolare di quelle relative alla geometria della sede stradale, alla presenza di punti singolari (es. giunti), alle opere d'arte, gallerie, ma anche alla presenza di impedimenti temporanei (es. cantieri) o della tipologia della pavimentazione (es. asfalto drenante).

Queste informazioni vanno ad arricchire un modello digitale che risulta essere un vero e proprio gemello digitale dell'infrastruttura (Digital Twin) e le moderne tecniche di Machine Learning e di Geolocalizzazione dei dati e dei mezzi migliorano gli algoritmi di elaborazione dei dati e quelli delle previsioni.

Le informazioni sulla geometria stradale, rilevate attraverso sensori localizzati, elaborate dal sistema a bordo veicolo, consentono una ottimale gestione delle attrezzature, unitamente all'adeguamento dei parametri di spargimento connessi ai dati meteo. Tali dati/informazioni consentono di ottenere la migliore gestione delle attività manutentive, anche da parte di personale non necessariamente a conoscenza delle condizioni locali (come invece accadeva in passato) perché non storicamente assegnato a tale tratta stradale.



Figura 18 – caratterizzazione infrastruttura stradale

I veicoli e le attrezzature

Gli operatori alla guida dei mezzi adibiti alle attività invernali hanno spesso molte operazioni da eseguire contemporaneamente: oltre all’attenzione alla guida, che si svolge in condizioni non ottimali per visibilità, aderenza ecc., devono anche intervenire manualmente sui dispositivi che azionano le attrezzature di cui il veicolo è dotato ad esempio la lama e lo spargisale. In particolare la lama, può richiedere regolazioni delle pressioni al suolo diverse o essere alzata /abbassata o orientata per tenere conto dello stato della pavimentazione, della quantità di neve da rimuovere ma anche delle caratteristiche della infrastruttura (presenza di giunti, ingresso in galleria, presenza di cantieri o restringimenti della sede stradale, punti singolari da attenzionare ecc.), lo spargimento dei prodotti da disgelo (sale, soluzioni saline) va adattato alle condizioni ambientali e della pavimentazione, in termini di qualità (sale asciutto, sale umidificato), della quantità (presenza di asfalto drenante, passaggio su viadotto o in gallerie ecc.) e della geometria della strada (ampiezza dello spargimento).



Figura 19- Mezzo neve in azione

Dalle valutazioni eseguite dai tecnici di una importante azienda costruttrice di attrezzature invernali (Giletta S.p.A. – Bucher Municipal) , si stima che in una autostrada di montagna l'operatore esegue in media il cambio di tre parametri relativi allo spargimento dei prodotti da disgelo per ogni chilometro e di 6 parametri relativi alla movimentazione della lama per ciascun chilometro; in una strada urbana questi valori possono anche essere di 12 per chilometro per lo spargimento e 25 per chilometro per la movimentazione della lama.

La non corretta impostazione da parte dell'operatore della grammatura della soluzione da spargere (gr/mq di strada) o della umidificazione dello stesso, non garantiscono l'ottimale risultato in termini di azione nei confronti del ghiaccio o della neve, oltre a comportare, come detto, un inutile danno economico per le eccessive quantità di sale sparso, ambientali perché il sale si disperde nell'ambiente circostante, e per l'infrastruttura stradale, alle pavimentazioni ed alle opere in cemento armato.

Quanto sopra conduce a due considerazioni:

- Durante le operazioni di manutenzione invernale, per garantire il più alto standard di sicurezza stradale, si richiede all'operatore di agire rapidamente per valutare le caratteristiche (mutevoli) della pavimentazione ed adattare continuamente i parametri di lavoro (dosaggio gr/mq, asimmetria, larghezza di diffusione, dosaggio solido/liquido, ecc.) metro per metro;
- Durante le operazioni di manutenzione invernale l'operatore deve porre la massima attenzione anche alla guida del veicolo in considerazione delle condizioni della strada (neve, nebbia, traffico, ghiaccio ecc.).

Partendo da queste considerazioni la società Giletta S.p.A. - Bucher Municipal, primaria azienda attiva nel campo della manutenzione invernale, unitamente a prestigiosi partners a livello europeo, dopo anni di studi e ricerche, ha sviluppato un sistema dedicato denominato ASSIST che consente all'operatore ed al veicolo di raccogliere in tempo reale tutte le informazioni sullo stato della strada, interfacciandosi ai sistemi sopra descritti, ed elaborare tramite un algoritmo brevettato, il lavoro da svolgere rispetto all'ambiente in cui agiscono. In questo modo i veicoli per la manutenzione invernale ricevono automaticamente i parametri ed i settaggi operativi senza l'ausilio dell'operatore con un duplice vantaggio: l'operatore può concentrarsi sulla guida del veicolo ed i parametri di lavoro solo esattamente quelli necessari e legati alle reali condizioni stradali-adali.

Acceso il veicolo il sistema attiva la connessione tra Back-end e Front-end ed una volta fatto il cloud invia all'attrezzatura una o più missioni da eseguire programmate o definite dal Responsabile del servizio. Il veicolo attraverso il Comando di Bordo riceve in tempo reale i dati meteo per ottimizzare lo spargimento in base alle puntuali condizioni meteo e della pavimentazione. Il sistema messo a punto dalla società Giletta consente di valutare analiticamente i parametri di lavoro geolocalizzati al fine di massimizzare l'efficacia del trattamento di manutenzione invernale; l'applicazione dei parametri è affidata ad ECOSAT, un dispositivo intelligente montato sullo spargitore in grado di controllare automaticamente l'attrezzatura. Il SW installato a bordo veicolo è in grado di elaborare i dati ricevuti attraverso un apposito algoritmo, e dare i corretti input di funzionamento alle attrezzature installate per consentire il funzionamento degli stessi con parametri ottimali.



Figura 20 – interazione veicolo – attrezzature – parametri esterni

Figura 20 – interazione veicolo – attrezzature – parametri

Questo significa sia una corretta ed ottimale grammatura in funzione delle caratteristiche meteo locali, dello stato



Figura 21 - Schermo gestione attrezzature su veicolo adibito a manutenzione invernale

della pavimentazione (asciutto/bagnato) ottenendo quindi sempre la quantità/qualità ottimale di sale sparso.

E' a tutti nota l'importanza della conoscenza delle condizioni di umidità del manto stradale per decidere se umidificare o meno il sale da spargere; tale valutazione è di rilevante importanza sull'effetto finale dell'attività perché spargere sale asciutto su strada asciutta significa vanificare totalmente l'operazione preventiva svolta e disperdere inutilmente grandi quantità di sale nell'ambiente.

Gli appositi sensori posizionati lungo la strada e/o dati geometrici precedentemente memorizzati (larghezza, pendenza, linea centrale, presenza di barriere laterali, ecc.) consentono inoltre una gestione intelligente dello spargimento:

- Apertura/chiusura in galleria;
- Variazione quantità spargimento su viadotto;
- Variazione quantità spargimento (grammatura) in funzione della tipologia di pavimentazione (chiusa/drenante);
- Variazione ampiezza spargimento in presenza di restringimenti, cantieri ecc. ma anche variazione della posizione della lama alzata/abbassata in corrispondenza di galleria o giunto.

Partendo da queste considerazioni è assolutamente evidente che un'infrastruttura digitalizzata e mezzi adibiti alle operazioni invernali opportunamente equipaggiati con tecnologie e SW applicativi adeguati, consente di:

- Incrementare la sicurezza degli operatori, che possono dedicarsi unicamente alle attività di guida;
- Ottimizzare il funzionamento delle varie attrezzature disponibili rispetto alle reali e puntuali condizioni nelle quali si opera con effetti sui risultati operativi;
- Ottimizzare il consumo del sale e delle soluzioni da disgelo con evidenti vantaggi per la vita utile delle infrastrutture stradali e dell'ambiente (sperimentazioni già condotte in ambito urbano in Italia hanno comportato la riduzione dei quantitativi di cloruri sparsi valutati intorno al 50%).

- Ridurre il costo complessivo dell'attività di manutenzione.

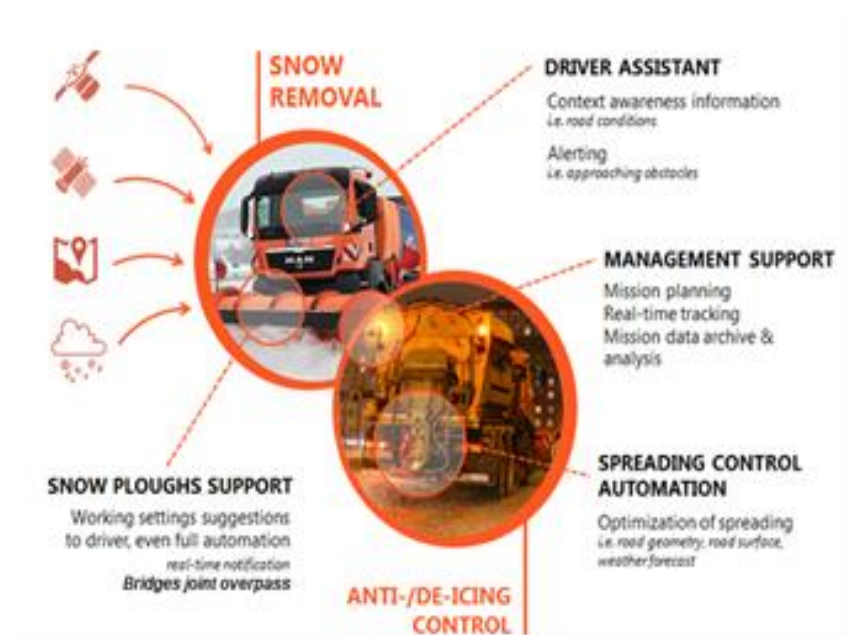


Figura 22 - Sistema integrato

Sale Operative – Road Management Winter Tool (RMTW)

L'insieme dei dati "statici" (conoscenza della infrastruttura stradale intesa come geometria, contesto, localizzazione attrezzature fisse, depositi sale, tvcc ecc.) e "dinamici" (condizioni meteo previsionali ed attuali, posizione e funzionamento dei mezzi operativi, traffico, eventi, PMV ecc.) confluiscono nel sistema di gestione presente presso la Sala Operativa del Gestore della infrastruttura e consentono la corretta pianificazione ed attuazione dei programmi di manutenzione invernale.

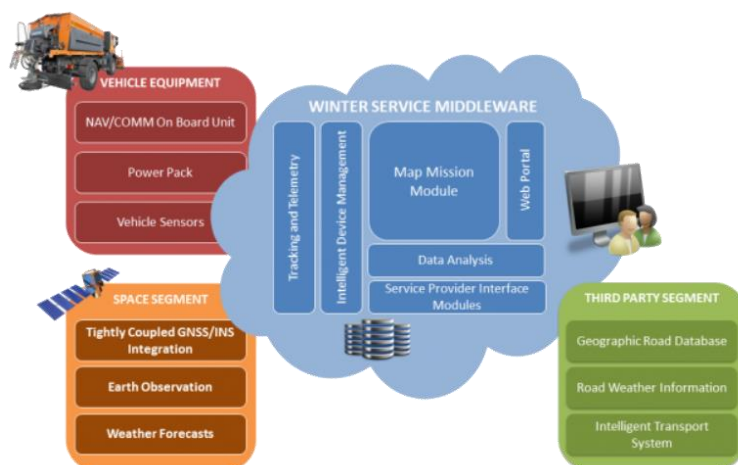


Figura 23 - Winter Service Middleware

La conoscenza puntuale dei dati meteo, abbiamo visto essere di fondamentale importanza per una corretta gestione delle attività, ma per poter correttamente utilizzare le informazioni disponibili è altrettanto necessario che le Sale di Controllo dispongano di un appropriato strumento (Road Management Winter Tool) che:

- Consenta il caricamento e la visualizzazione del "Piano Neve" predisposto dal Gestore con la visione, su base cartografica di riferimento, di:

- Tratte suddivise per livelli di rischio neve/ghiaccio (alto/medio/basso);
- Posizione mezzi geolocalizzati, attrezzature (depositi sale, soluzioni);
- Dislocazione tvcc, Pannelli a Messaggio Variabile;
- Percorsi alternativi alle tratte critiche;
- Aree di stazionamento mezzi pesanti;
- Aree di filtraggio controllo catene/pneumatici da neve.

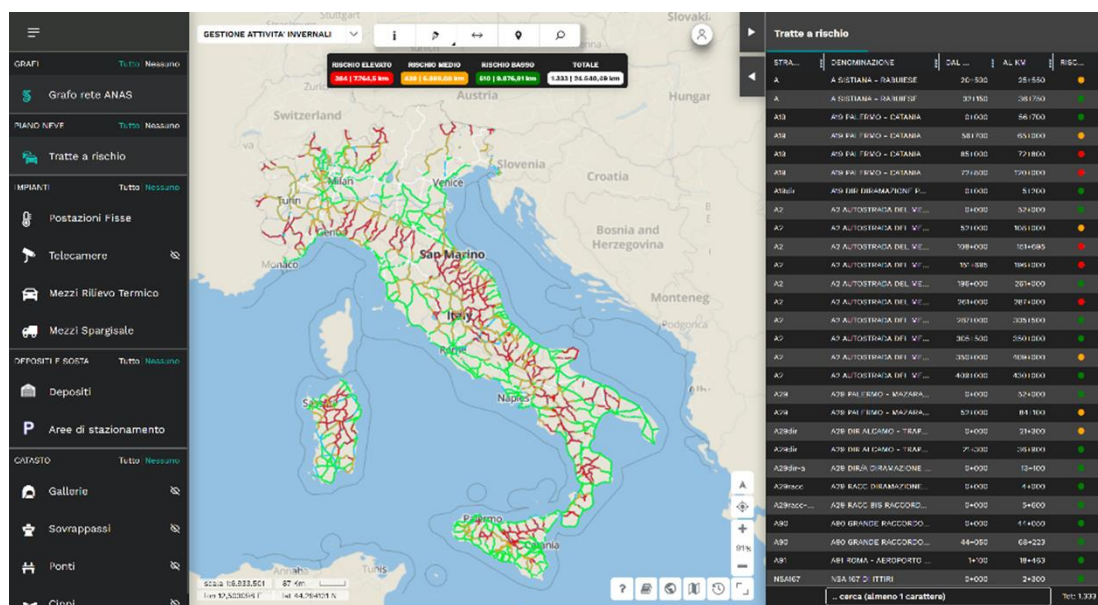


Figura 24 – Sistema di gestione integrata delle attività invernali

- Consenta la visualizzazione, per tratta omogenea di strada, delle condizioni meteo attuali e previsionali al fine di:
 - Individuare le tratte a rischio con previsione temporale;
 - Generare gli allarmi come da piani operativi previsti dal Gestore;
 - Visualizzare sulla mappa cartografica del Gestore, la “previsione” per tratta omogenea, (colorando diversamente le tratte con previsione di ghiaccio, neve ecc.) al fine di consentire l’attivazione delle attività preventive nonché le azioni previste dalle procedure di manutenzione;
 - Visualizzare sulla mappa cartografica del Gestore l’indicazione dello stato della pavimentazione in tempo reale (presenza di neve, ghiaccio, acqua, ecc.) al fine di consentire la visualizzazione della evoluzione delle attività operative;
 - Gestire le telecamere fisse sulle tratte critiche;
 - Generare le previsioni del traffico sulla base di dati storici e di dati in tempo reale per attivare le attività gestionali definite dagli scenari previsti nei piani operativi (percorsi alternativi/stazionamento mezzi pesanti/filtraggio ecc.);
 - Gestire tutti i sistemi di comunicazione verso l’utenza secondo scenari precaricati e mediante idonei apparati quali PMV, Info-traffico, comunicazione strada – veicolo o strada – utente, disponibili in quel momento.

Tale pacchetto informativo/gestionale costituisce un potente sistema di supporto alle decisioni (DSS) che, con l'automatizzazione delle attrezzature utilizzate per la manutenzione invernale consentono un radicale miglioramento della gestione del traffico in condizioni meteo avverse.

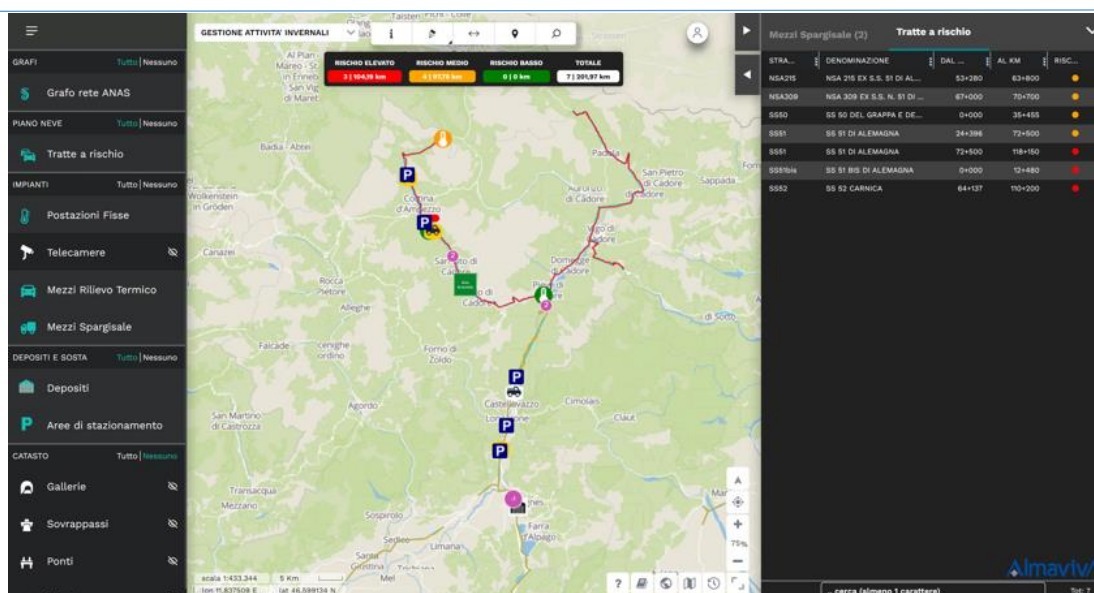


Figura 25 - - Applicazioni Gestione Attività Invernali

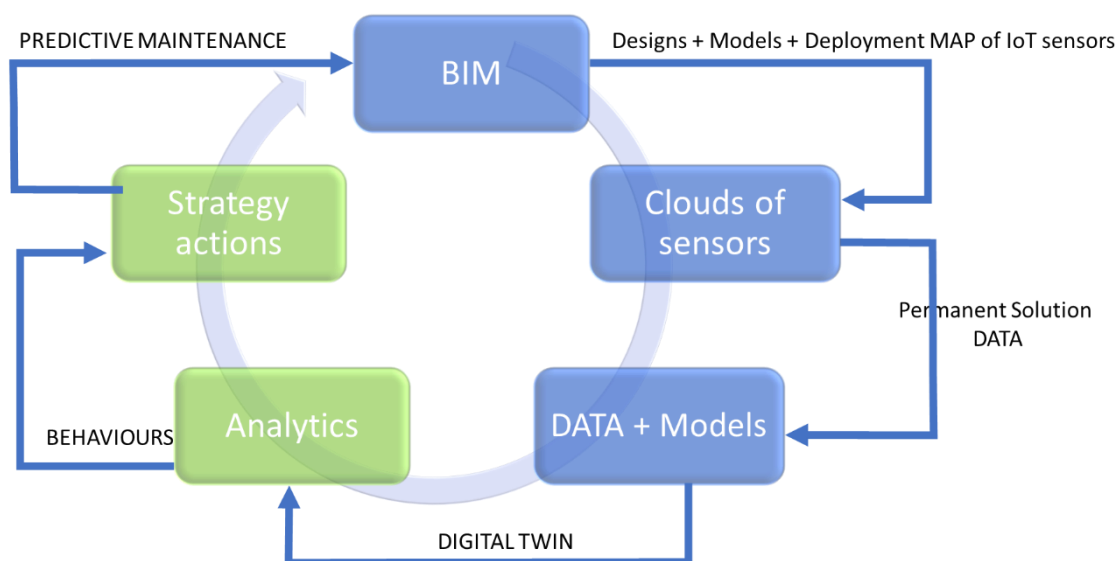


Figura 26 - Modello digitale

Case Study – Città di Torino

La società Giletta-Bucher ha avviato una sperimentazione del sistema ASSIST con la città di Torino. Torino ha una rete viaria pianeggiante con un centro storico antico ed acciottolato, una zona fluviale ad alta umidità ed una zona collinare che raggiunge i 715 metri. Le disomogeneità rilevate in città necessitano, da parte dei mezzi adibiti alla manutenzione invernale, un costante aggiornamento dei parametri che richiedono non solo attenzione del conducente ma anche la conoscenza della strada e del meteo. Lo studio ha visto diverse fasi di sviluppo e precisamente:

- Analisi generale del territorio;
- Analisi della morfologia del territorio per evidenziare le aree critiche della città ed individuare le aree omogenee;
- L'individuazione della flotta;
- Il rilevamento delle condizioni meteorologiche del manto stradale.

Il monitoraggio delle condizioni meteo è stato affidato ad un sensore contactless in grado di rilevare tutti i dati fondamentali, tra cui temperatura dell'asfalto, temperatura dell'aria, condizioni della pavimentazione (asciutto, bagnato, neve, ghiaccio) umidità ecc.

Una attenta analisi dei percorsi ha consentito di individuare in una prima fase del progetto 7 aree territoriali omogenee, per condizioni meteo e stradali simili, diventate 13 in una seconda fase. All'interno di queste aree è transitato il bus attrezzato con un sensore mobile che ha individuato le condizioni poi condivise con tutte le strade dell'area omogenea.

I risultati della sperimentazione hanno consentito di trarre le seguenti conclusioni:

- Le operazioni di spargimento fondenti fatte manualmente hanno un sovradosaggio importante (anche intorno al 50%) con relative conseguenze in termini di costi, deterioramento alle opere d'arte e danni all'ambiente circostante;
- In alcuni viaggi monitorati, operati manualmente durante una nevicata, si sono riscontrati sovradosaggi di sale anche più elevati del dato sopra riportato;
- La grammatura media utilizzata è stata di 5-10 gr/mq (sufficiente per trattare la superficie stradale); gli operatori, agendo manualmente, nelle stesse condizioni avrebbero impostato dosaggi di 20-35 gr/mq con un corrispondente aumento anche del 100% della quantità di sale sparso.

Conclusioni

L'uso dell'intelligenza artificiale nel settore della manutenzione stradale invernale sarà fondamentale per arrivare ad una Gestione Integrata delle Attività Invernali. La possibilità di collegare i sensori dei veicoli ai sensori delle strade, monitorare i dati, elaborarli in tempo reale, fornire indirizzi operativi, fornire informazioni ai sistemi di bordo dei veicoli, trasferire informazioni in tempo reale agli utenti sullo stato delle strade, sulle previsioni localizzate ecc costituiranno un passaggio cruciale per aumentare la sicurezza della circolazione, la sicurezza degli operatori, la salvaguardia dell'ambiente e delle infrastrutture stradali.

Siamo solo all'inizio ma ci sono tutte le premesse per interessanti e rapidi sviluppi.





L'Associazione Mondiale della Strada

PIARC, Associazione Mondiale della Strada, è la più antica associazione Internazionale che si occupa di ingegneria stradale, di politica stradale e di gestione delle reti stradali ed ha lo scopo di favorire il progresso in campo stradale in tutti i suoi aspetti, con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo delle reti stradali, e di studiare i problemi della sicurezza stradale e rappresentare il punto focale di interscambio delle tecnologie stradali nel mondo. Questo obiettivo viene perseguito mediante il confronto e la diffusione dei risultati conseguiti dalle ricerche effettuate dai vari Paesi.

Guarda come operiamo su www.piarc-italia.it.