



Addressing the environmental impact of salt use on the roads



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO





CLEAN-ROADS



Gli attori:

Provincia Autonoma di Trento

- Servizio Gestione Strade
- Servizio Prevenzione Rischi (Ufficio Previsioni e Pianificazione)
- Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente



• Famas System



• TIS innovation park



Progetto approvato dalla Commissione Europea con co-finanziamento del Programma comunitario per l'ambiente LIFE+



CLEAN-ROADS



Obiettivi del progetto

Ridurre l'impatto ambientale causato dalle operazioni di manutenzione stradale invernale attraverso un **uso più efficiente delle risorse disponibili**, garantendo lo **stesso livello di sicurezza stradale**

- affrontare il problema *dell'inquinamento ambientale* prodotto dall'utilizzo del sale disgelante nelle operazioni di manutenzione stradale invernale nella Provincia Autonoma di Trento
- massimizzare l'efficienza delle *operazioni di spargimento sale* per prevenire la formazione e l'accumulo di ghiaccio o neve sulle strade
- garantire gli attuali *standard di sicurezza stradale* per gli utenti



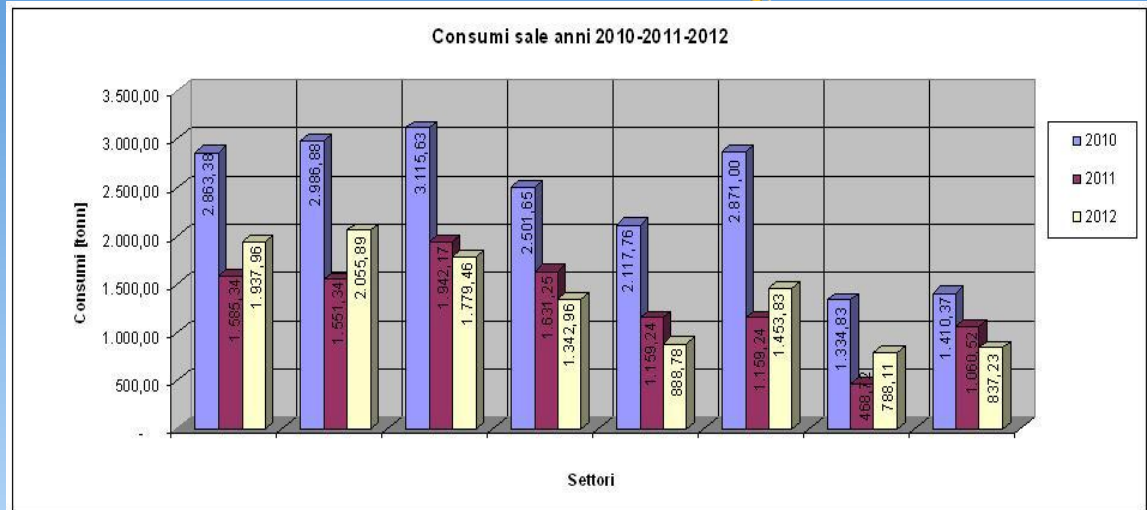
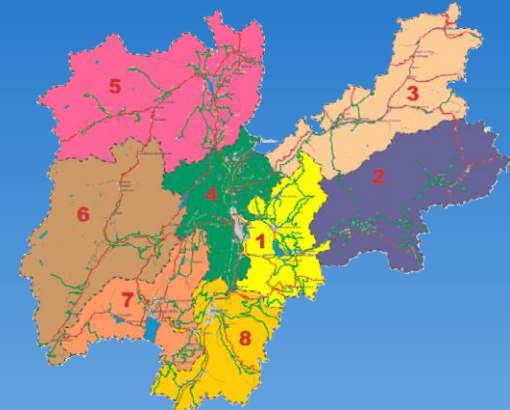


CLEAN-ROADS



Lo stato dell'arte nella P.A.T.

- Al fine di garantire livelli di sicurezza stradale elevati durante la stagione invernale vengono utilizzati quantitativi significativi di sale disgelante. Il **Cloruro di Sodio** (NaCl) è il più comune prodotto disgelante utilizzato, con un consumo che può arrivare a circa **20.000 ton per ogni stagione invernale**.
- L'inerte utilizzato per i trattamenti antighiaccio è in genere costituito da materiale calcareo con piccole pezzature (ghiaino)





CLEAN-ROADS



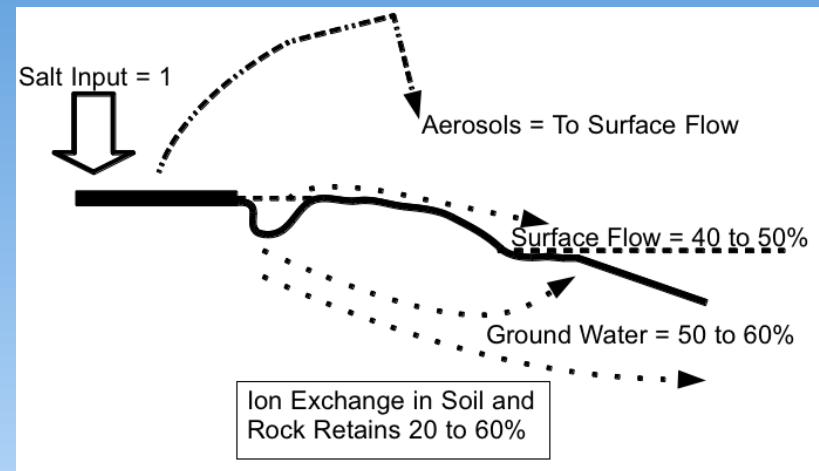
Mezzi, attrezzature e infrastrutture impegnate

- Il Servizio Gestione Strade dispone di:
 - Autocarri pesanti dotati di alerone e spargitore di sale e ghiaia a cassone: 88
 - Unimog dotati di alerone, e o turbina, o mezza fresa e spargitore a cassone: 53
 - Furgoni leggeri dotati di spargitore a cassone: 58
 - Trattori dotati di alerone, e o turbina, o fresa neve e spargitore autocaricante: 12
 - Pale gommate: 11
 - Fresaneve semoventi: 25
 - circa 280 operatori suddivisi in circa 45 squadre
- Durante la stagione invernale viene effettuata un'intensa **attività di monitoraggio**. Gli **operatori stradali** hanno il compito di controllare le condizioni meteorologiche durante la notte ed il week-end ed **allertare** i propri colleghi in caso di emergenza.



Gli aspetti ambientali

- Studi disponibili in letteratura hanno dimostrato che più del 50% del sale utilizzato per operazioni anti-ghiaccio è tipicamente **disperso attraverso soluzioni acquose**, sia per quanto riguarda le acque superficiali, sia le falde acquifere profonde tramite la percolazione attraverso il suolo, con un danno potenziale che è rilevabile per diverse centinaia di metri dalla strada trattata.
- Una frazione del sale viene anche dispersa in **forma solida**, che rimane sulla superficie stradale o viene disperso sulle adiacenti banchine.
- Una frazione del sale viene infine dispersa come **aerosol**, sospinta dal traffico o dal vento, rilevabile nella vegetazione limitrofa fino ad una distanza di 100 metri.



Fonte: "Maine Winter Roads: Salt, Safety, Environment and Cost" (2010)



CLEAN-ROADS



Punti di criticità – prospettive dei cantonieri

1. **RESPONSABILITA'** nel caso di controversie con automobilisti – necessità di giustificare le scelte e le operazioni di manutenzione invernale.
2. **TRATTAMENTI INDIVIDUALI BENCHE' CONCORDATI** (1 persona per mezzo) – problematico soprattutto nel caso ci fosse la necessità di avere testimonianze dirette delle attività di manutenzione realizzate.
3. **BASE INFORMATIVA DI SUPPORTO.** Attualmente i trattamenti vengono basati solamente sull'analisi delle condizioni meteo, che vengono interpretate in funzione dell'esperienza delle singole persone.
4. **CONDIZIONI DI LAVORO** – difficili per quanto riguarda la reperibilità (no strumenti automatici di allerta).
5. **ABITUDINI AUTOMOBILISTI.** Va cambiata la mentalità comune (diffusa soprattutto tra i più «cittadini») di richiedere sempre, ovunque e in ogni condizione un livello di servizio «ideale».



CLEAN-ROADS



Tecnologie implementate:

- **RWIS:** Road Weather Information System

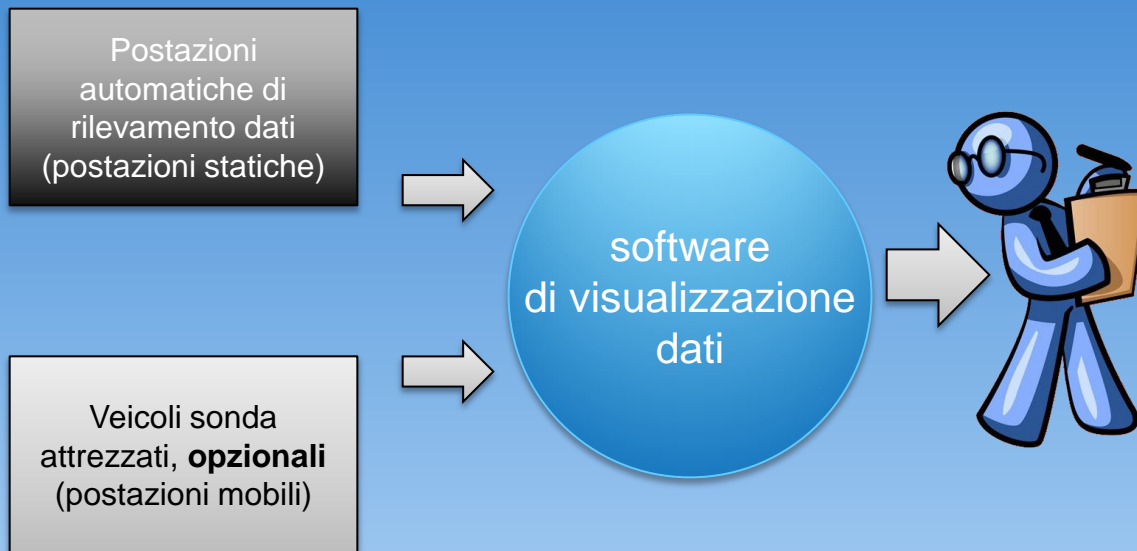
Sistema informativo della meteorologia stradale

- **MDSS:** Maintenance Decision Support System

Sistema (informativo) di supporto per la manutenzione (delle strade)



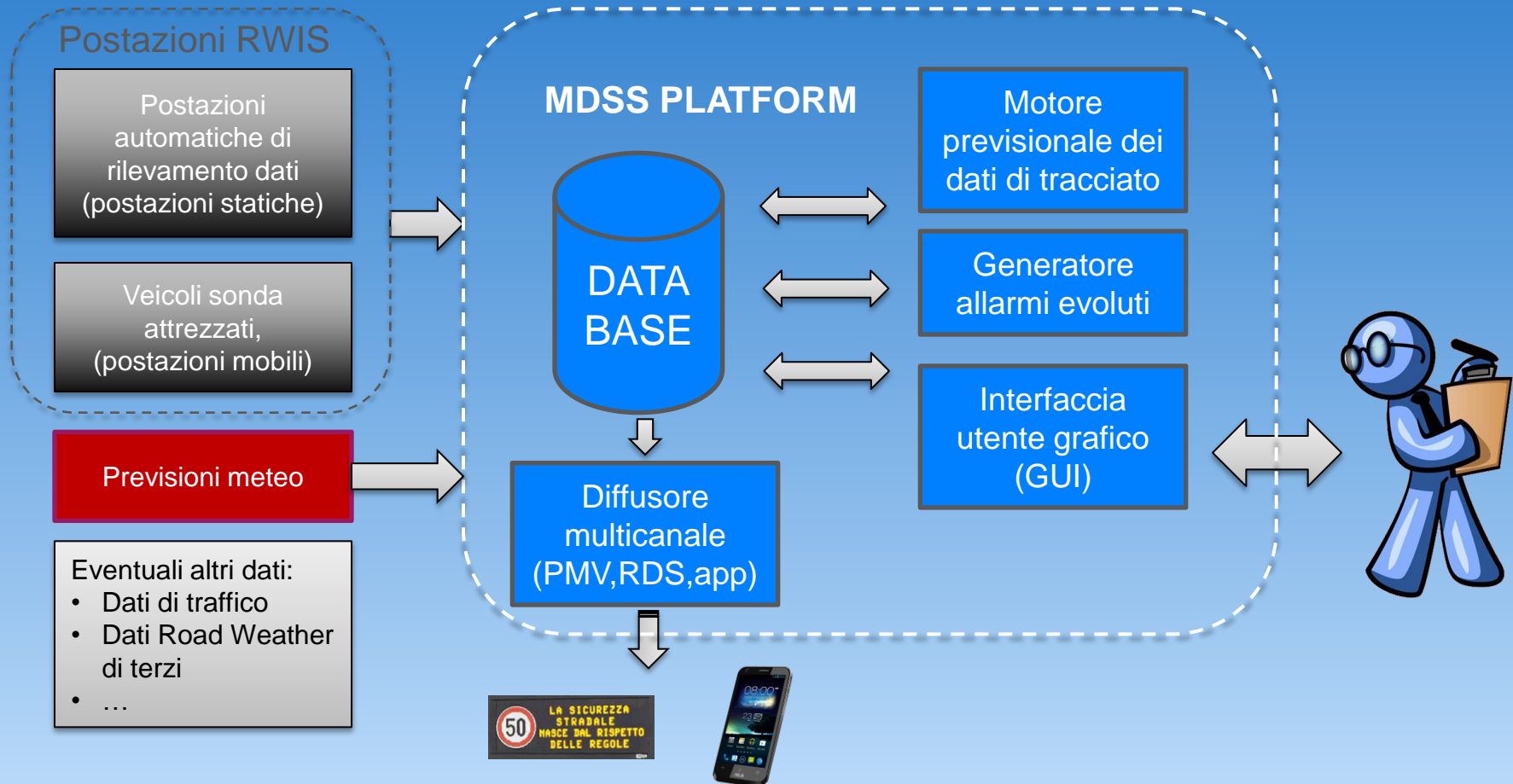
Struttura di un sistema RWIS tradizionale



- Dati in tempo reale:
 - Temperatura
 - Umidità
 - Punto rugiada
 - Present weather
 - Temperature stradali
 - Stato superficie e presenza sale
 - ...
- Possibili evoluzioni (tendenze)
- Allarmi semplici (inizio precipitazioni nevose, pericolo brina ...)

Sistemi RWIS evoluti

Struttura di un sistema RWIS evoluto con MDSS





RWIS : Dati rilevati



Postazione RWIS: I dati forniti

- ✓ Temperatura aria, umidità relativa, pressione atmosferica
- ✓ Punto di rugiada
- ✓ Presenza e tipo precipitazione
- ✓ Velocità e direzione vento
- ✓ Irraggiamento solare
- ✓ Copertura nuvolosa (sky view)
- ✓ Altri dati
 - Per esempio visibilità (distanza visiva)
 - Dati di traffico con postazioni multifunzionali
- ✓ Dati della superficie stradale (temperatura superficie, presenza anticongelante, stato superficie)
- ✓ Temperatura sottosuolo



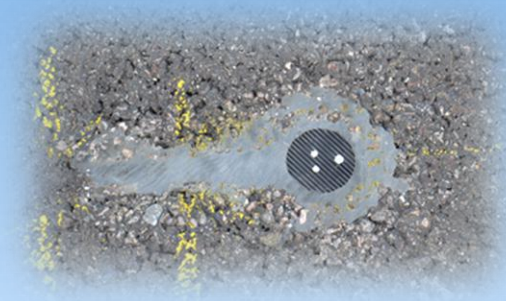


Sensori stradali



Sensori suolo intrusivi e non intrusivi

- Sensori intrusivi per l'installazione richiedono il taglio della pavimentazione e successiva sigillatura
- Devono essere reinstallati in seguito a lavori di ripavimentazione
- I Sensori non intrusivi misurano la temperatura della superficie stradale
- Per misurare la concentrazione di sale residua non esistono ad oggi soluzioni non intrusive
- Nel progetto Clean Roads vengono utilizzati sia sensori intrusivi che non intrusivi
- Sono apparsi sul mercato sensori non intrusivi per la misura del grip





RWIS: Rete di rilevamento



Rete distribuita RWIS, principali utilizzatori

- Società di gestione autostrade
 - ANAS
 - Regioni
 - Province
- 
- In Italia diffusi praticamente solo sulla rete autostrade (ca. 150 postazioni)
 - Anas ha di recente iniziato una sperimentazione
 - All'estero: per esempio oltre 800 postazioni in Germania, oltre 1500 in Finlandia, circa 200 postazioni in Slovenia, negli stati uniti sistemi RWIS sono in uso in almeno 42 stati con qualche centinaio di postazioni per stato.



RWIS: Rete di rilevamento



Rete distribuita RWIS, densità ed indipendenza da allacci

- Durante il progetto Clean Roads verranno elaborate delle linee guida per determinare il numero ideale di postazioni di misura
- I veicoli sonda attrezzati permettono una copertura completa della rete integrando i dati misurati dalle postazioni fisse
- Allo stato attuale le postazioni spesso richiedono allacciamenti elettrici, difficili e costosi da realizzare
- Il posizionamento dovrebbe essere in funzione alle esigenze di rilevamento non alla disponibilità di allacci
- **Famas System**, nell'ambito del progetto CLEAN-ROADS, sviluppa sistemi di misura alimentabili ad energia fotovoltaica, indipendenti da allacci elettrici e di rete dati





Veicolo sonda



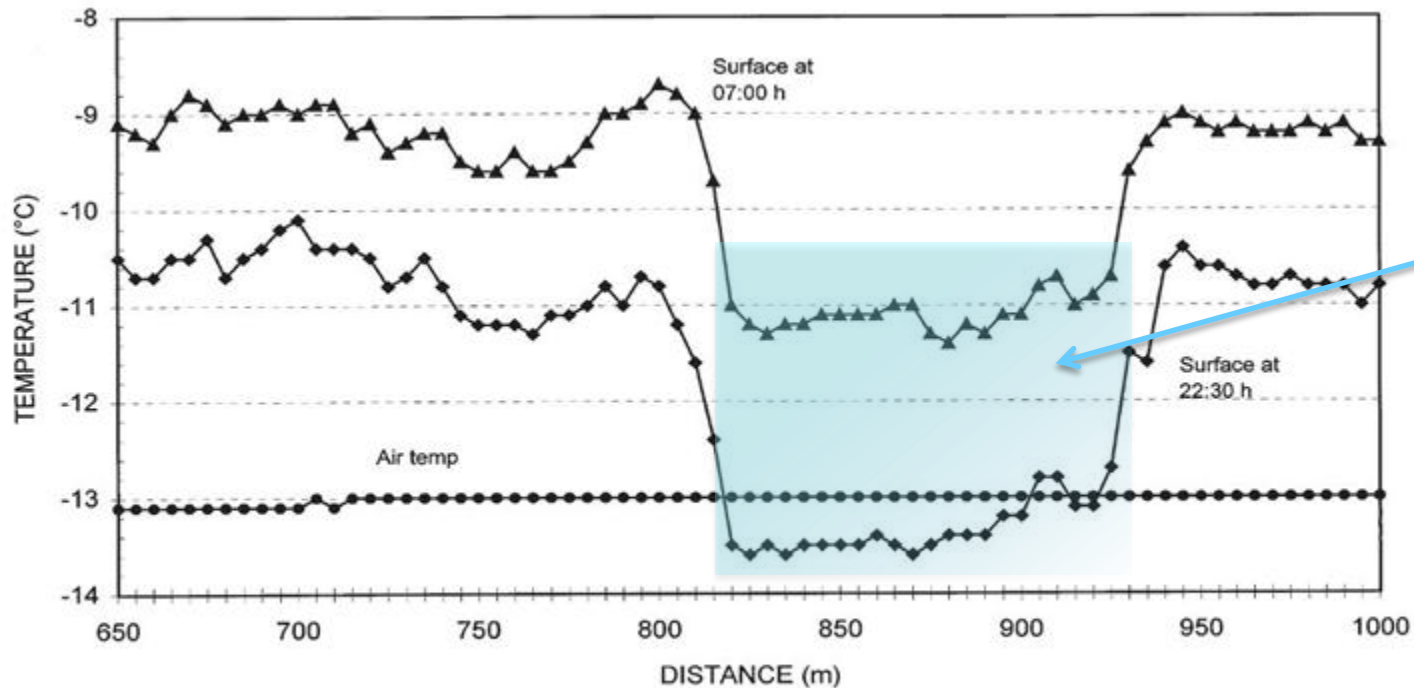
Veicolo sonda attrezzato, prototipo dell'inverno 2013/14

- Veicolo di servizio (assistenza al traffico etc.)
 - Dotato di sonda per la misura della temperatura della pavimentazione
 - Invia i dati corredati di coordinate GPS e riferimento orario al centro via rete cellulare
- Permette di ricavare il profilo termico della rete stradale percorsa (thermal mapping)
- Basso costo, limitato all'acquisto dell'attrezzatura per strumentare il veicolo
- Nessun costo «vivo», si attrezza un veicolo che «circola comunque»



Utilità della mappatura termica

La temperatura della superficie stradale varia in maniera significativa lungo l'asse stradale in funzione alla costruzione ed in funzione anche al tempo meteorologico.

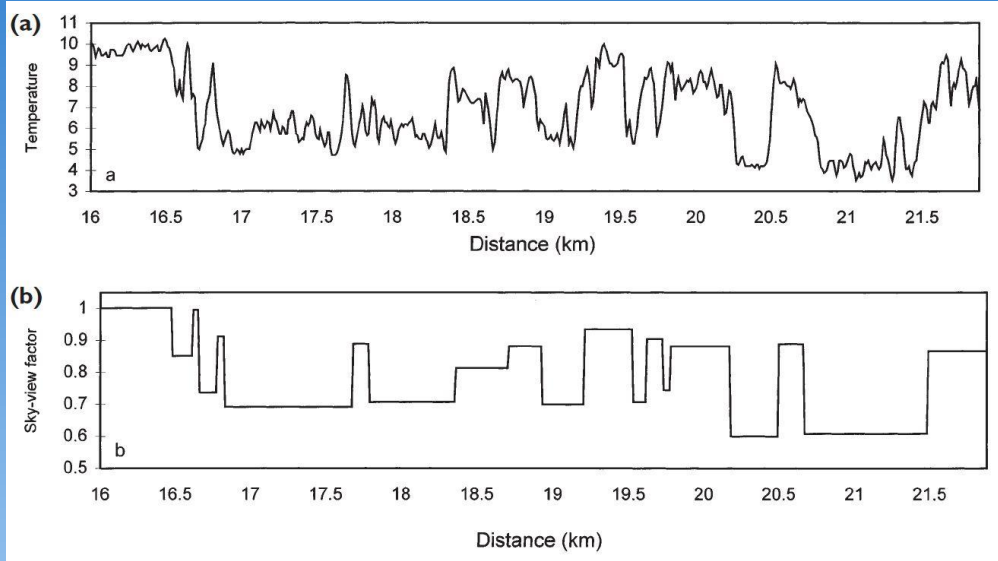


Tratto di strada su viadotto

Variation in surface and air temperatures along a test road outside Luleå in the northern part of Sweden

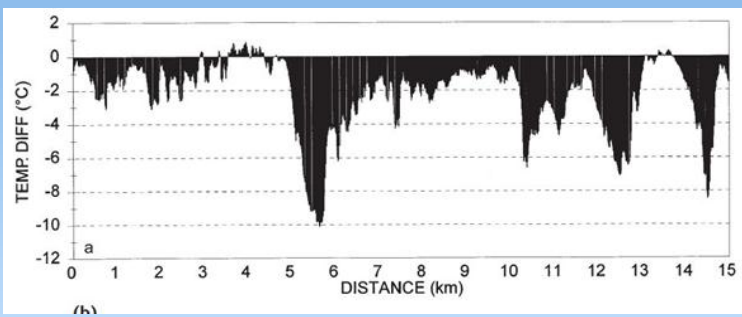
Utilità della mappatura termica

La temperatura stradale varia in maniera significativa lungo l'asse stradale per stagnazione di aria fredda e diversa insolazione (sky view)



L'influenza della radiazione in ingresso (insolazione) è percepita fino a 5 ore dopo.

(E' evidente nelle ore serali)



Saccature di aria fredda rilevabili per esempio nei rilevamenti eseguiti durante le ore del mattino.

Mappatura termica, nuovo approccio

Approccio tradizionale:

- 3 (oppure 5) rilevamenti eseguiti da un terzista incaricato in 3 condizioni tipo:
 - Cielo sereno ed assenza di vento
 - Cielo nuvoloso, tempo umido e ventilato
 - Condizione intermedia



Nuovo approccio in Clean Roads

Rilevamento continuo tramite veicolo di servizio attrezzato

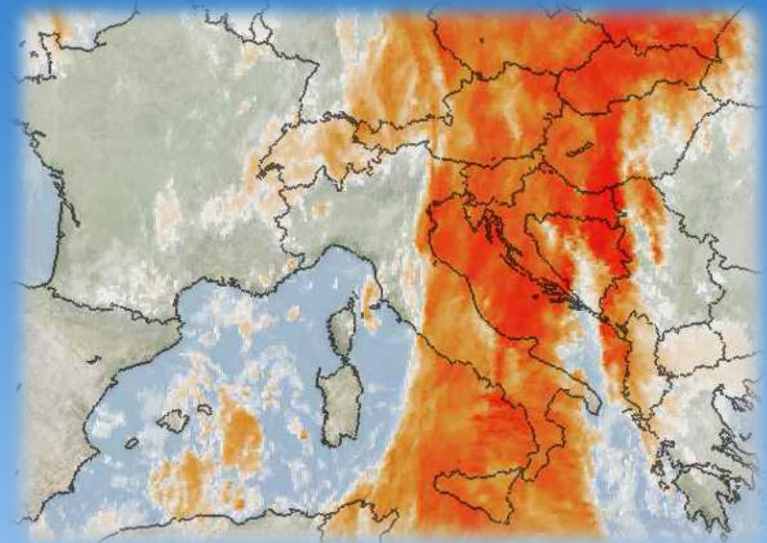
- Dati disponibili costantemente
- Aggiornamenti frequenti
- Ampia base dati per modelli statistici di previsioni 2D
- Estensione precisa dei dati su scala 2D



MDSS : Generazione Previsioni



- Il motore previsionale elabora le previsioni a breve termine (da 6 a 48 ore) delle temperature e dello stato della superficie stradale
- Viene alimentato con i dati preparati appositamente dal servizio meteorologico MeteoTrentino
- Utilizza modelli matematici per generare le previsioni (METRo, FASST, GeoTOP)





MDSS : I dati forniti da MeteoTrentino



- ECMWF : 2 RUN giornalieri (Centro Meteo Europeo)
- CISMA - WRF : 2 RUN giornalieri (Gruppo di ricerca locale)
- COSMO : 8 RUN giornalieri (Associazione europea servizi meteo)

ORARI (UTC) DISPONIBILITA' PARAMETRI MODELLO								
	RUN 00	RUN 03	RUN 06	RUN 09	RUN 12	RUN 15	RUN 18	RUN 21
ECMWF	7.00				2.00			
CISMA - WRF	6.30				18.30			
COSMO	5.00	8.00	11.00	14.00	17.00	20.00	23.00	2.00

La previsione fornita va adattata alla situazione locale (problema della risoluzione del modello), mediante filtri di Kalman e previsore umano

L'output finale del modello previsionale costituisce l'input per il MDSS.



MDSS : Previsione dei parametri stradali

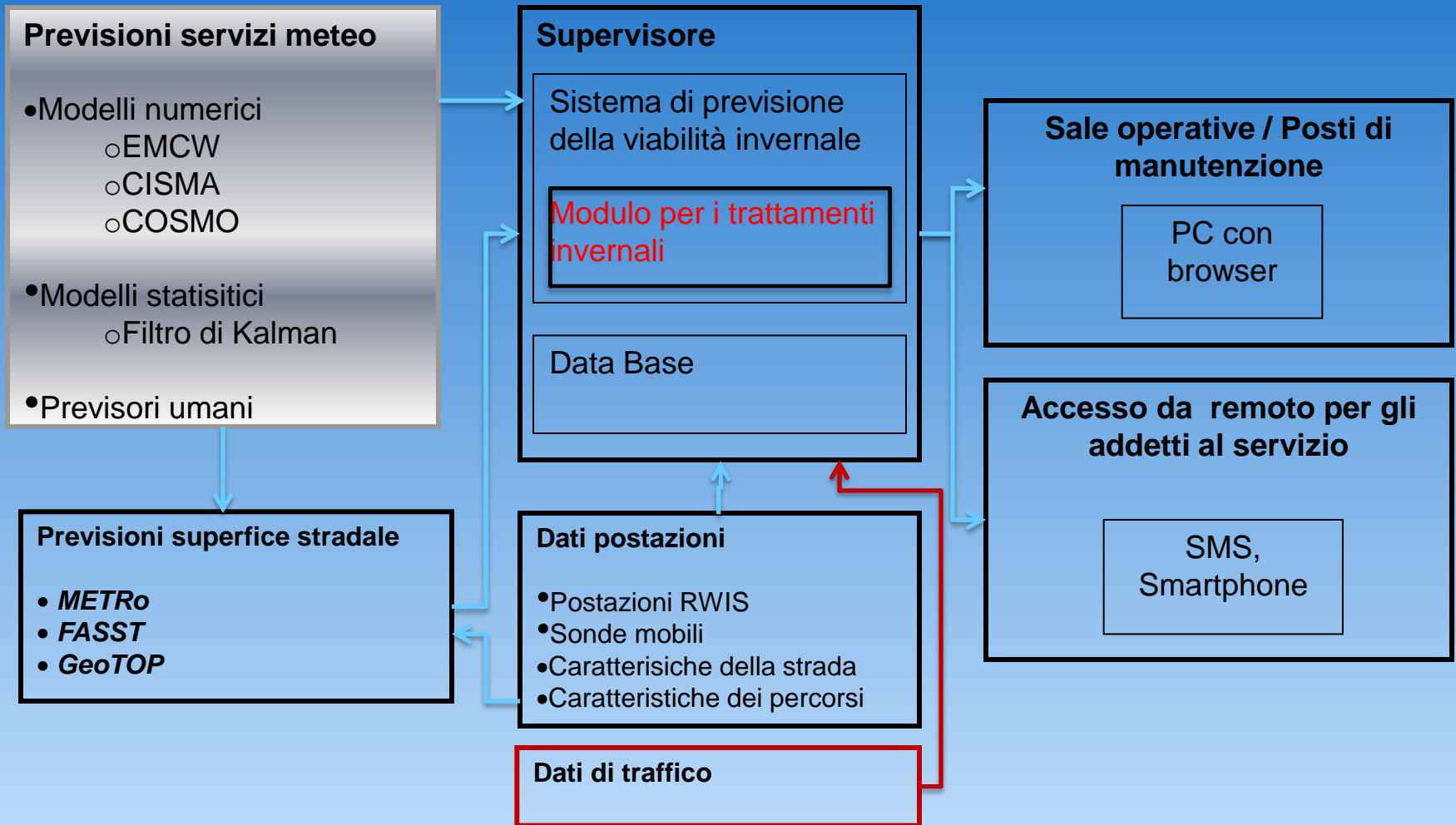


Il modello METRo

- Sviluppato ed in uso presso il servizio meteorologico del Canada
- Utilizza le misure delle postazione RWIS e le previsioni meteo per determinare l'evoluzione prevista della temperatura stradale, dello stato atteso della superficie stradale e l'eventuale accumulo di precipitazione nevosa (altezza neve al suolo)
- Richiede lo storico delle misure
- La previsione è puntuale (monodimensionale) per la posizione della postazione RWIS
- Consiste in 3 componenti:
 - Modello di bilanciamento energetico
 - Modello di conduzione termica
 - Modulo integrativo per la determinazione dell'accumulo di precipitazione (previsione di formazione ghiaccio ed accumuli di neve)



MDSS : Composizione





MDSS : Vantaggi attesi



Vantaggi attesi dal introduzione del progetto

- Riduzione dei costi del servizio di manutenzione invernale
- Aumento della tempestività ed efficacia degli interventi di sgombero e trattamento durante le precipitazioni
- Conoscenza tempestiva della reale situazione di viabilità invernale
- Informazione efficace delle condizioni agli utenti della strada (automobilisti)

Minor impatto ambientale dovuto alla riduzione della quantità di sale necessaria per garantire le condizioni di sicurezza alla circolazione stradale.



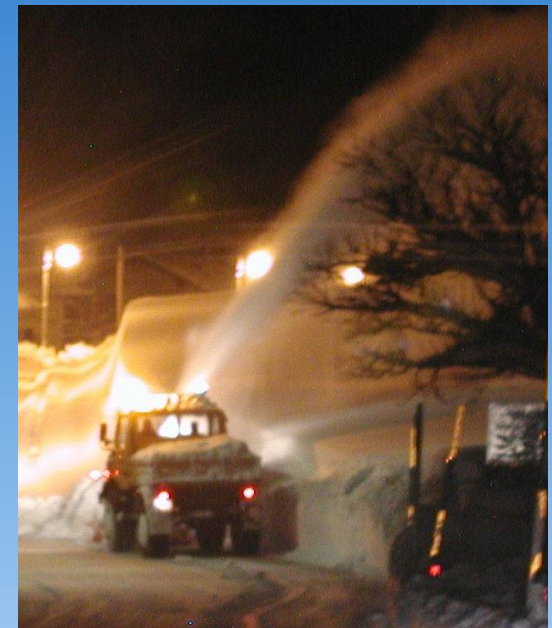
CLEAN-ROADS



L'architettura del sistema

Per raggiungere gli obiettivi del progetto, verrà introdotto un **Road Weather Information System (RWIS)** composto da:

- un sistema di monitoraggio integrato basato su (i) stazioni fisse e (ii) sonde mobili in grado di raccogliere dati in tempo reale in merito alle condizioni della superficie stradale;
- un **Maintenance Decision Support System (MDSS)** in grado di elaborare lo stato attuale delle condizioni del manto stradale, ed una sua previsione sul breve periodo (nowcasts) e (ii) fornire un supporto decisionale agli operatori stradali attraverso una presentazione adeguata di dati ed informazioni disponibili.



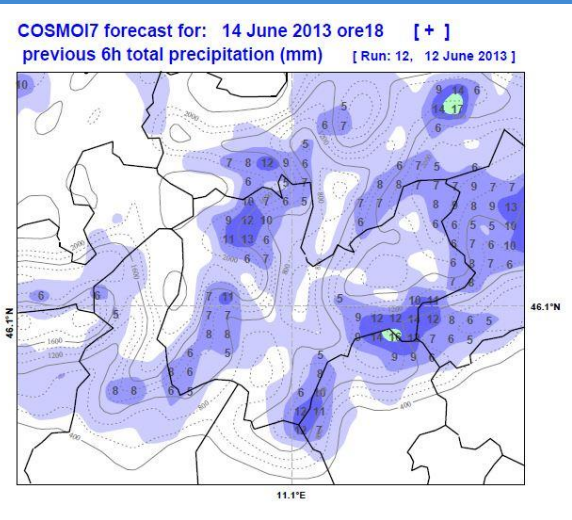


CLEAN-ROADS



L'architettura del sistema

RWIS System



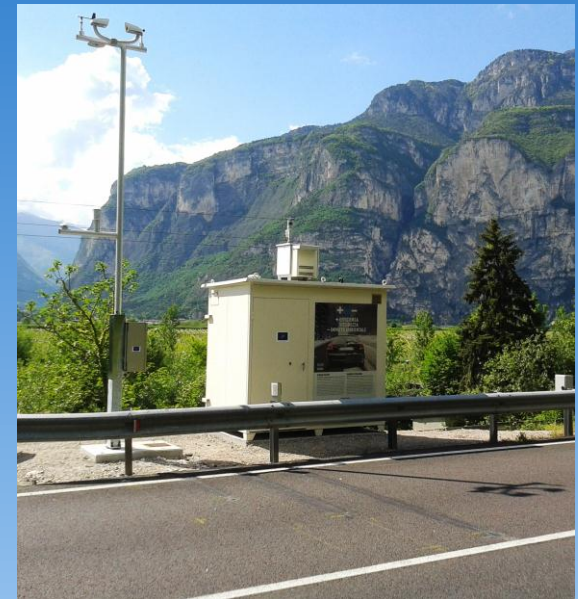
PREVISIONI METEO

Parametri per le successive 18 ore



STAZIONE MOBILE

Osservazioni distribuite nello spazio

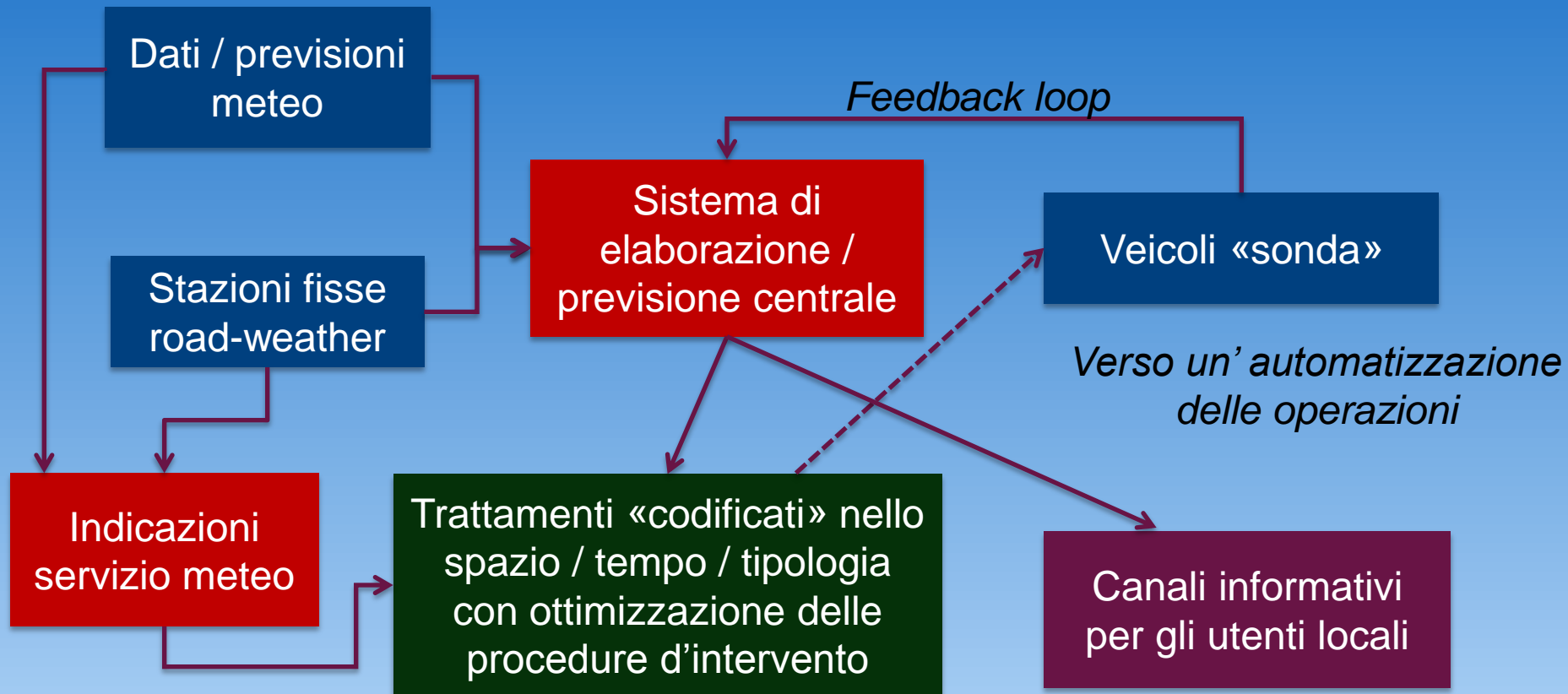


STAZIONE STATICA

Osservazioni in tempo reale



Sistema CLEAN-ROADS



Il personale del cantoniere deve avere a disposizione informazioni elaborate, facilmente interpretabili (es. $RST < T_{dew}$) ed essere in grado di accedere anche ai dati «grezzi» -> FORMAZIONE!!



CLEAN-ROADS



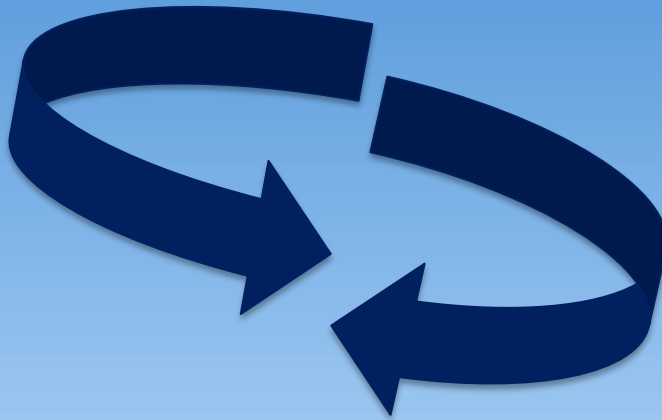
La tripla innovazione introdotta dal progetto

Innovazione nel welfare locale

- Efficienza nell'uso delle risorse disponibili e risparmi significativi da un punto di vista ambientale, sociale e finanziario

Innovazione tecnologica

- Stato dell'arte dei **sensori meteo stradali** avvalendosi (dove possibile) di tecnologie non invasive e ad alta efficienza energetica
- Introduzione di **stazioni RWIS mobili**, i.e. sistemi di monitoraggio meteo stradali installati a bordo di veicoli speciali
- Studio di nuove metodologie nei campi del **data mining** e dei **modelli previsionali**



Innovazione nei processi e nelle metodologie di manutenzione stradale invernale

- Verranno sviluppate procedure standardizzate ottimizzate per le procedure di manutenzione stradale invernale



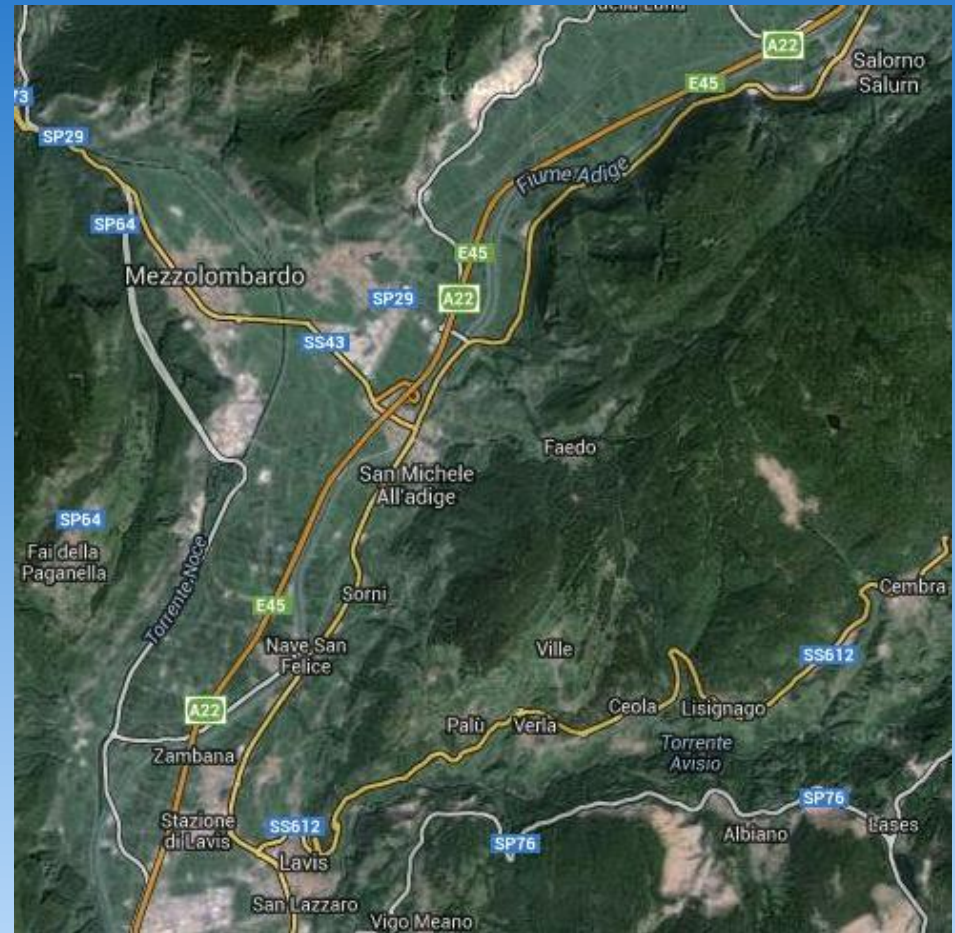
Il caso di studio: S.S.12



Il caso di studio: la S.S. 12



La prima stazione meteorologica-ambientale sita in loc. Cadino





Il caso di studio: S.S.12



Sistema di raccolta e monitoraggio acque di run-off stradale

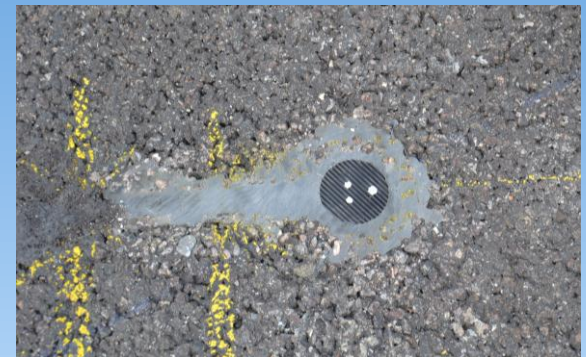




CLEAN-ROADS



Stazione meteorologica





Project plan



La durata temporale:

Stagione invernale	Descrizione
2013/2014	<ul style="list-style-type: none">Prima campagna di raccolta empirica di dati (prima stazione RWIS, stazione RWIS mobile), prime sessioni di test sui componenti
2014/2015	<ul style="list-style-type: none">L'intero sistema CLEAN-ROADS viene testato, calibrato e validato tecnicamente
2015/2016	<ul style="list-style-type: none">Il sistema CLEAN-ROADS viene utilizzato per implementare procedure ottimizzate di manutenzione stradale invernale



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



CLEAN

ROADS



**Provincia Autonoma di Trento
Servizio Gestione Strade
Ilaria Pretto**

**Famas System s.p.a.
Thomas Tschurtschenthaler**

www.clean-roads.eu

Grazie per l'attenzione