



## PAVIMENTAZIONI AUTOSTRADALI: STRATEGIE PER UNA MANUTENZIONE SOSTENIBILE

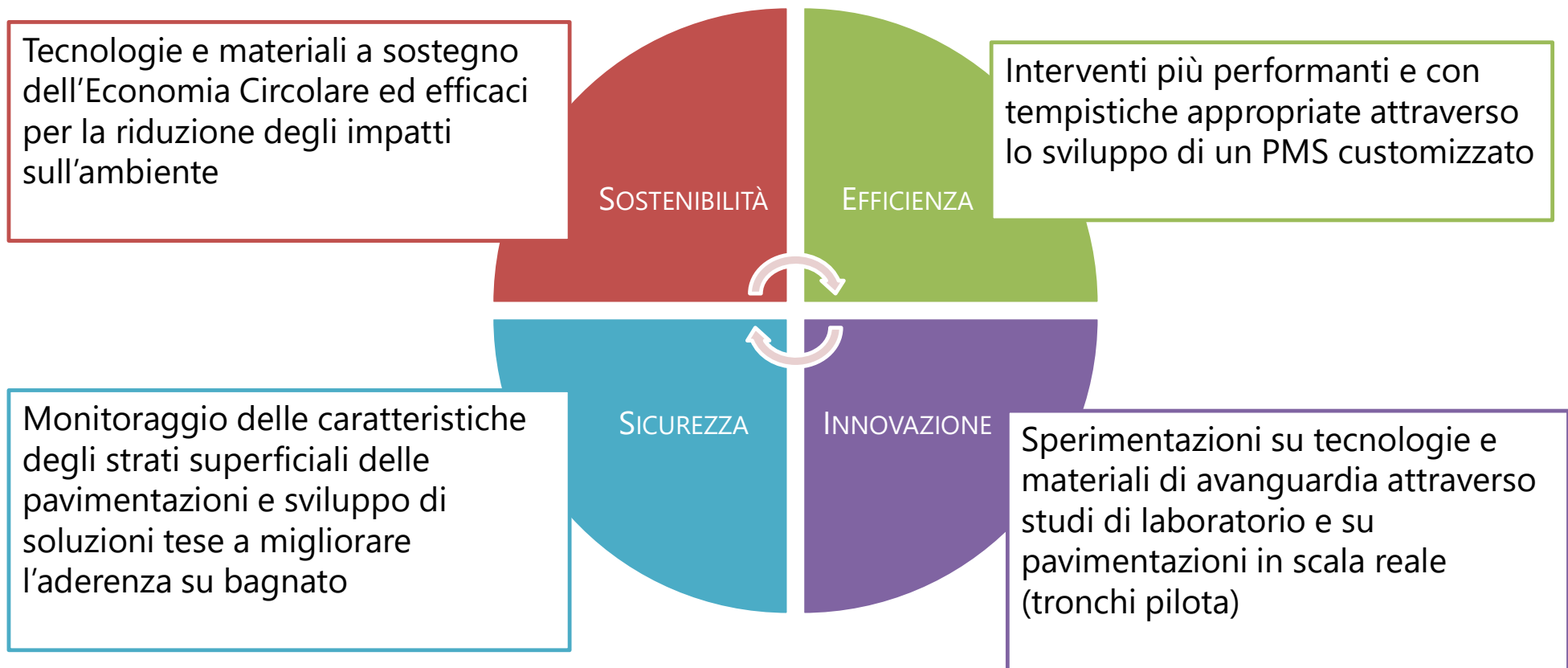
Webinar: MOBILITÀ E PNRR: IL CONTRIBUTO DEL BITUME PER LA SICUREZZA STRADALE E LA DECARBONIZZAZIONE

Ing. Paolo SPINELLI - Autostrade per l'Italia – Business Unit Operation\Pavimentazioni e Laboratori



Roma, 13 Aprile 2021

## LA STRATEGIA ASPI PER UNA MANUTENZIONE PREVENTIVA E SOSTENIBILE GENESI DEL PROGETTO HIPER



## DESCRIZIONE DEL PROGETTO HiPER



HIPER (HIGHWAY PAVEMENT EVOLUTIVE RESEARCH) NASCE DALL'ESIGENZA DI TRADURRE L'ESPERIENZA DI ASPi NELL'AMBITO DELLA TECNICA DELLE PAVIMENTAZIONI IN UN CONCETTO DI MANUTENZIONE DELLA RETE IN GRADO DI CONIUGARE EFFICIENZA, INNOVAZIONE, SICUREZZA E SOSTENIBILITÀ.

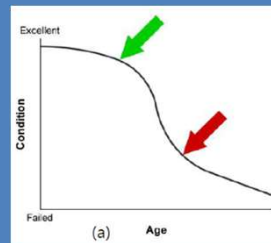
IL PROGETTO È SVILUPPATO IN COLLABORAZIONE CON L' **UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE** (RESPONSABILE SCIENTIFICO PROF. FRANCESCO CANESTRARI) E SI SOSTANZIA NELLA DEFINIZIONE DI UN PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM, CHE GARANTISCA UN EFFICIENTAMENTO DELLA MANUTENZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI INTESO COME OTTIMIZZAZIONE DELLE STRATEGIE DI AZIONE SIA IN TERMINI DI TIPOLOGIA CHE DI TEMPISTICHE DI INTERVENTO.

HIPER È ANCHE RICERCA DI METODOLOGIE DI INTERVENTO INNOVATIVE E SI ARTICOLA NELLA SPERIMENTAZIONE DI TECNOLOGIE E MATERIALI ALL'AVANGUARDIA PER LA PRODUZIONE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO, RISPONDENTI ALLE ESIGENZE DELL'UTENTE E CONCORDI ALLE PRESCRIZIONI DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE IN VIA DI DEFINIZIONE (CAM STRADE).

## E-PMS EVOLUTIVE PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

dati traffico, regolarità [IRI],  
aderenza [CAT], portanza  
[SCI300], dati storici  
riguardanti la tipologia e le  
date di interventi di  
manutenzione, geometria  
planoaltimetrica del  
tracciato, incidentalità etc.

### Algoritmi

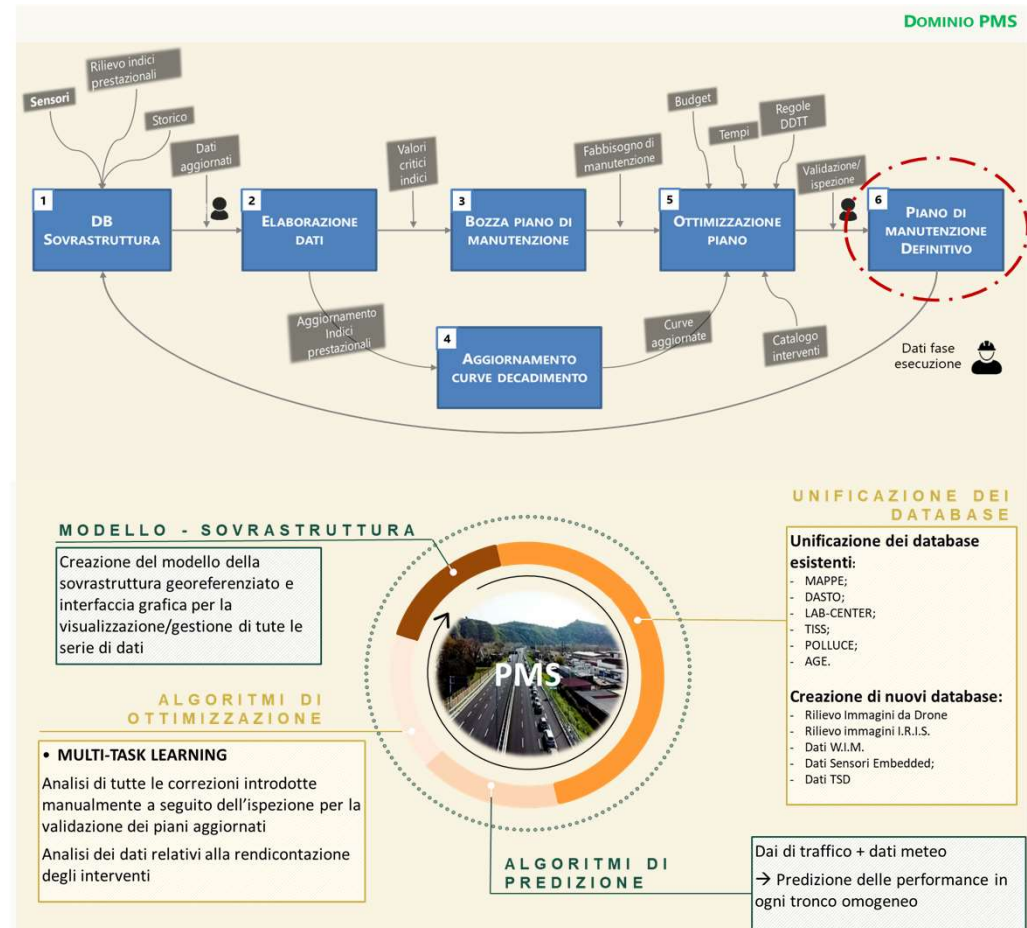


Vita residua  
Intervento di ripristino

## E-PMS EVOLUTIVE PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

### DESCRIZIONE

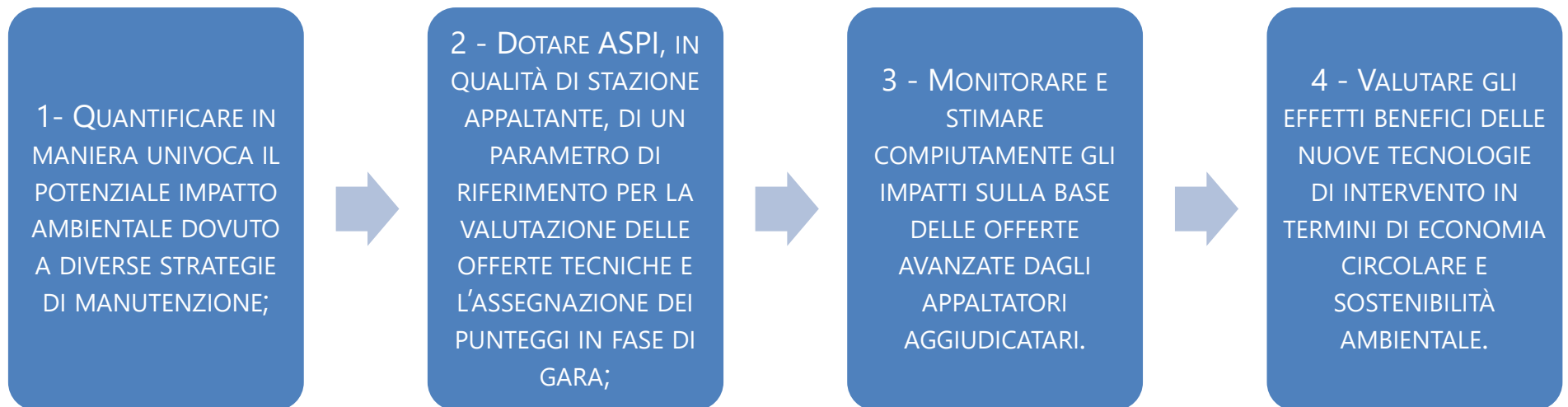
Il PMS, tramite algoritmi che mettono in relazione una molteplicità di parametri descrittivi della pavimentazione (dati traffico, regolarità [IRI], aderenza [CAT,MPD], portanza [SCI300], dati storici riguardanti la tipologia e le date di interventi di manutenzione, geometria plano-altimetrica del tracciato, incidentalità etc.), restituisce un'indicazione della **vita utile residua** della pavimentazione ed individua l'intervento manutentivo più adeguato al mantenimento degli standard qualitativi prefissati, promuovendo l'incremento di interventi di "manutenzione preventiva" attraverso un efficace modello di analisi costi/benefici meglio nota come **Life Cycle Cost Analysis (LCCA)**.



## EAR – ENVIRONMENTAL ASPHALT RATING

L' **ENVIRONMENTAL ASPHALT RATING (EAR)** è un indice di impatto ambientale da associare alle miscele di conglomerato bituminoso impiegate nell'ambito dei piani di manutenzione programmata.

Gli obiettivi dell'indice EAR possono essere riassunti come segue:



## EAR – ENVIRONMENTAL ASPHALT RATING

### A ] I M P A T T I A M B I E N T A L I

POTENZIALE DI RISCALDAMENTO GLOBALE	<b>GWP</b>	[kg CO <sub>2</sub> eq]
POTENZIALE DI RIDUZIONE DELLO STRATO DI OZONO STRATOSFERICO	<b>ODP</b>	[kg CFC <sub>11</sub> eq]
POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE DEL SUOLO E DELL'ACQUA	<b>AP</b>	[kg SO <sub>2</sub> eq]
POTENZIALE DI FORMAZIONE DI OZONO TROPOSFERICO	<b>POCP</b>	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq]
POTENZIALE DI EUTROFIZZAZIONE	<b>EP</b>	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> eq]
POTENZIALE DI ESAURIMENTO ABIOTICO DELLE RISORSE NON FOSSILI	<b>ADPE</b>	[kg Sb eq]
POTENZIALE DI ESAURIMENTO ABIOTICO DELLE RISORSE FOSSILI	<b>ADPF</b>	[MJ]

## EAR – ENVIRONMENTAL ASPHALT RATING

### B ] U S O D I R I S O R S E

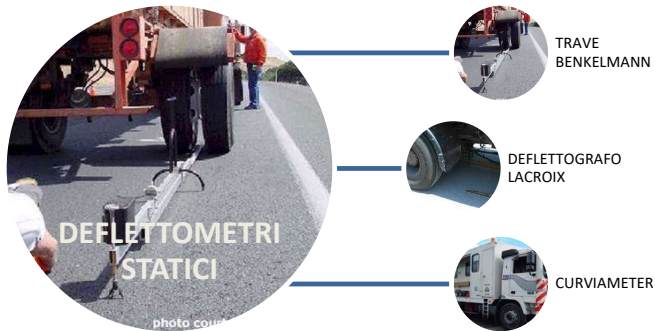
#### PARAMETRO UNIT DEFINIZIONE SECONDO LA EN 15804

<b>PERE</b>	MJ	Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials	$PERE = PERT - PERM$
<b>PERM</b>	MJ	Uso di risorse energetiche rinnovabili come materie prime	
<b>PERT</b>	MJ	Uso totale delle risorse energetiche primarie rinnovabili	
<b>PENRE</b>	MJ	Uso delle risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili usate come materie prime	$PENRE = PENRT - PENRM$
<b>PENRM</b>	MJ	Uso di risorse energetiche primarie non rinnovabili come materie prime	
<b>PENRT</b>	MJ	Uso totale delle risorse energetiche primarie non rinnovabili	
<b>SM</b>	kg	Uso di materie secondarie	
<b>RSF</b>	MJ	Uso di combustibili secondari rinnovabili	
<b>NRSF</b>	MJ	Uso di combustibili secondari non rinnovabili	
<b>FW</b>	m <sup>3</sup>	Uso di acqua dolce	



# MISURE DI PORTNZA DELLA PAVIMENTAZIONE

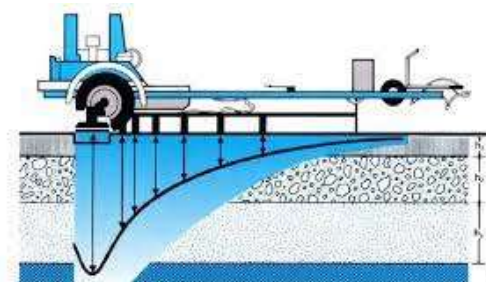
## MISURE DEFLETTOMETRICHE



- I metodi più affidabili per monitorare la capacità portante delle pavimentazioni sono quelli non distruttivi basati sulla misura delle deflessioni;
- A partire dagli anni '80 il Falling Weight Deflectometer (FWD) è diventata l'apparecchiatura di riferimento a livello mondiale per la misura della capacità portante



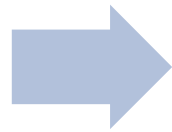
F.W.D.



## TRAFFIC SPEED DEFLECTOMETER

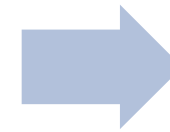
### Ammaloramenti della Pavimentazione

- Spesso causati da condizioni strutturali non soddisfacenti



### Valutazione strutturale con HWD

- Consente di predire e di prevenire il danneggiamento delle pavimentazioni



### Misura delle caratteristiche strutturali tramite RWD

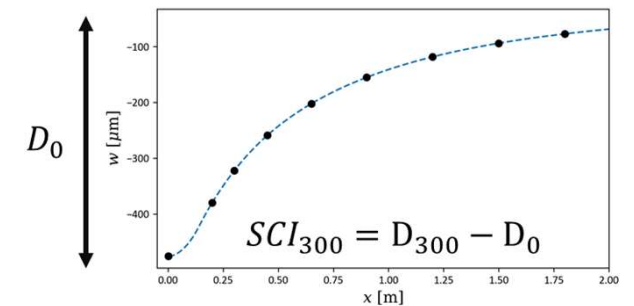
- Misura in continuo della capacità portante



**Quando intervengo?  
Come intervengo?**



**Processo di misurazione lento;  
Misurazione con interdizione di traffico (riduzione);  
Impatto sulle condizioni di sicurezza.**



## MISURE DI PORTNZA CON APPARECCHIATURE R.W.D.

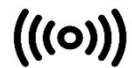
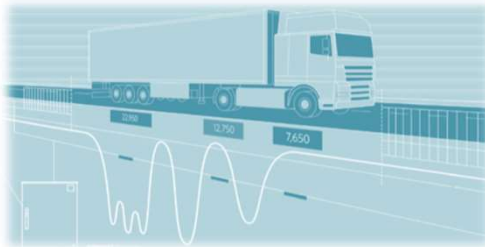
### TRAFFIC SPEED DEFLECTOMETER



- Misura la risposta della pavimentazione nei confronti di un carico in movimento:
  - Misura in continuo;
  - Misure eseguite a una velocità compresa fra 1 km/h – 90 km/h;
- Misura della deflessione attraverso sistema di laser Doppler vibrometers
- È interessante notare che lo *SCI300* è correntemente utilizzato poiché il suo valore è correlabile alla deformazione orizzontale sia in superficie ( $\epsilon_{top}$ ) che alla base degli strati bituminosi ( $\epsilon_{bottom}$ ):  
$$\epsilon_{top} = 194.9 - 20.78 \log SCI300$$
$$\epsilon_{bottom} = 0.481 + 0.881 \log SCI300$$

## E-PMS EVOLUTIVE PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

### INPUT

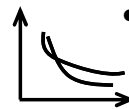


- **Monitoraggio continuo**
  - rilievo delle caratteristiche della pavimentazione



- **Rilevazione diretta**
  - rilievi dei dissesti con sistemi evoluti;
  - **Smart Tires**

### KEY FEATURES



- **Curve di decadimento Adattive**
  - Modello di **Predictive Maintenance** basato su AI



- **Multi-task learning**
  - **Ottimizzazione degli interventi** tramite **ulteriori dati** ed **intervento umano**

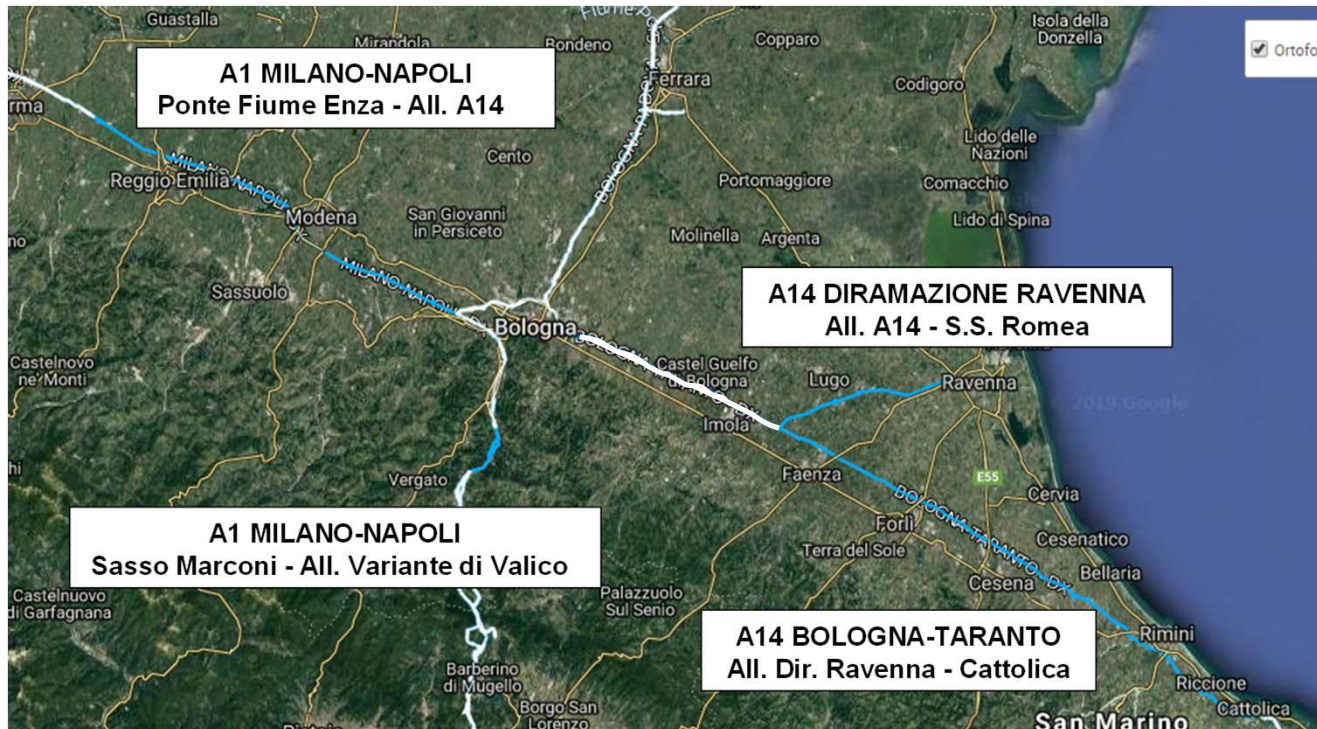
### OUTPUT



- **Piano di manutenzione definitivo: Ottimizzazione delle risorse**

- **dati e info post interventi di manutenzione** aggiunti come **nuovi input del sistema**

## E-PMS EVOLUTIVE PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM SVILUPPO PROTOTIPO SU TRONCO PILOTA



DA UN PUNTO DI VISTA GEOGRAFICO LE TRATTE PILOTA SONO COLLOCATE ATTORNO AL NODO DI BOLOGNA

- ✓ FASE 1 – CONOSCITIVA;
- ✓ FASE 2A – SVILUPPO PROTOTIPO PMS;
- ✓ FASE 2 – IMPLEMENTAZIONE SU TUTTA LA RETE ASPI;

Autostrada	Tratta	Livello di traffico	Corsie	Note strato di usura
A1 MILANO -NAPOLI	Ponte Fiume Enza - Allacc. A14	Elevato	3 (km 119+500 - 155+500)	drenante
			4 (km 155+500 - 188+900)	
A14 BOLOGNA-TARANTO	Allacc. Dir. Ravenna - Cattolica	Medio	3	
A14 DIRAMAZIONE RAVENNA	All. A14 - S.S. Romea	Basso	2	
A1 MILANO-NAPOLI	Sasso Marconi - Allacc. Variante di Valico	Medio	3	chiuso

# E-PMS EVOLUTIVE PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

## SVILUPPO PROTOTIPO SU TRONCO PILOTA - STIMA DELLA VITA UTILE RESIDUA

PMS
Home Dati DashBoard Elaborazioni Mappa Impostazioni
Utente: ChiolaD(Administratore) LogOut

### Storico Elaborazioni Sezioni Omogenee

Data Salvataggio	Descrizione
13/Mar/21 21:13	2019
18/Mar/21 10:58	Prova 1
31/Mar/21 13:38	2020

### Configurazioni

Autostrada	Tratta	Carreggiata	Direzione	Descrizione	prog. Inl.	prog. Fin.
A14	AL. A14/DIR. RA - FAENZA	AL. A14/DIR. RA - FAENZA andata	Dx	Marcia Lenta	56700	64500
A14	FAENZA - FORLI'	FAENZA - FORLI' andata	Dx	Marcia Lenta	64500	81600
A14	FORLI' - CESENA NORD	FORLI' - CESENA NORD andata	Dx	Marcia Lenta	81600	93600
A14	CESENA NORD - CESENA	CESENA NORD - CESENA andata	Dx	Marcia Lenta	93600	99700
A14	CESENA - VALLE RUBICONE	CESENA - VALLE RUBICONE andata	Dx	Marcia Lenta	99700	110069
A14	VALLE RUBICONE - RIMINI NORD	VALLE RUBICONE - RIMINI NORD andata	Dx	Marcia Lenta	110069	117300
A14	RIMINI NORD - RIMINI SUD	RIMINI NORD - RIMINI SUD andata	Dx	Marcia Lenta	117300	127400

Carica Dati

### Vita residua portanza TSD [anni]

### Vita residua IRI [anni]