

# Digital transformation of infrastructures

Speaker: Ing. Riccardo Ricci

Content authors: Ing. Dario Coletta, Ing. Riccardo Ricci

Movyon, Autostrade per l'Italia Group



Politecnico  
di Torino

SIIV Academy - ADVANCEMENTS IN ROAD ENGINEERING TOWARDS  
GREEN AND DIGITAL TRANSITION

15<sup>th</sup> April 2024

*autostrade* // per l'italia



# Agenda

1. Introduction
  - a) *Overview of main infrastructures within ASPI's network*
  - b) *Examples of ASPI's digital solutions for infrastructure management*
2. ARGO: digital asset management platform for bridges, viaducts and tunnels
3. Latest trends and future challenges of digitalization
4. Conclusions

# 01.a

Overview of main  
infrastructures within  
ASPI's network

# ASPI's network and infrastructures

Autostrade per l'Italia (ASPI) is the **largest road operator in Europe**.

Its network includes **several types of key infrastructures**, each of which must be managed according to its specific characteristics.



≈ **3.000 km**  
of motorway network  
(for each carriageway)



≈ **2.000**  
of bridges  
and viaducts  
(> 10 m)



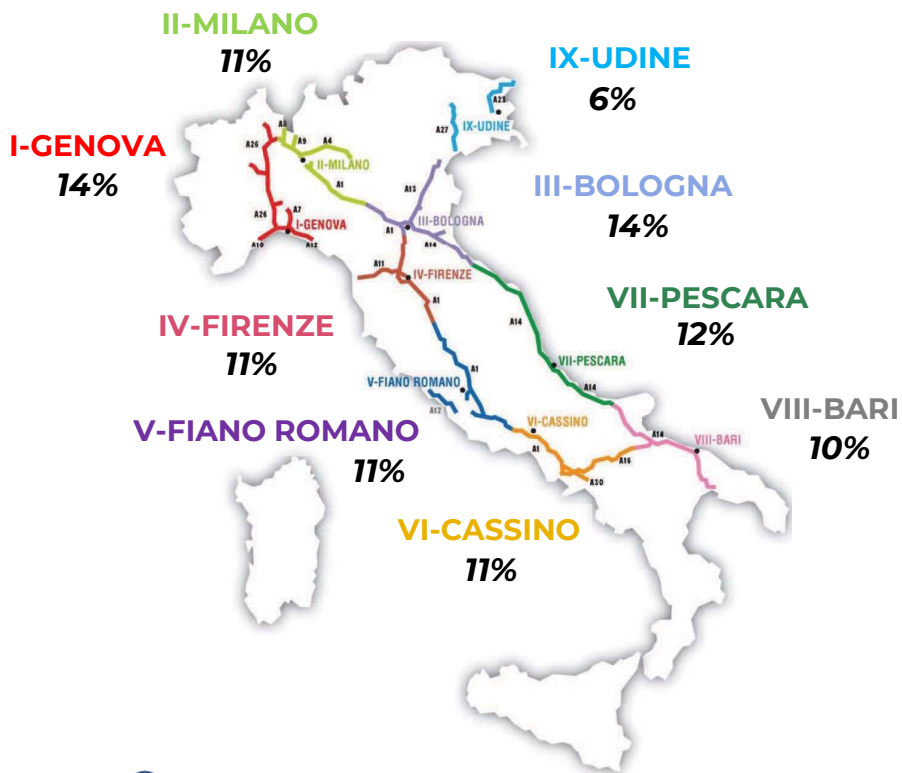
≈ **600**  
Tunnels  
(≈ 420 km)

These infrastructural assets are **distributed in the national territory** across the entire ASPI network, which is divided in **nine** sub-networks called «**Direzioni di Tronco**».

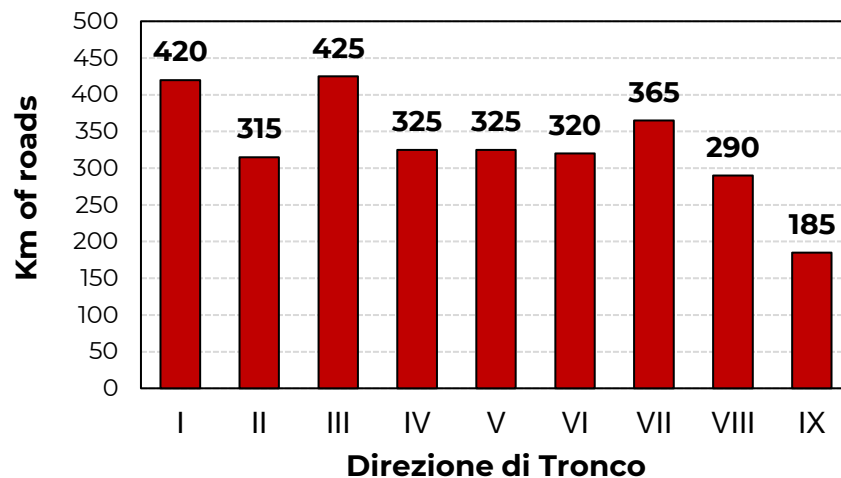


# Roads

## Distribution on the national territory– Direzioni di Tronco



- **DTI-Genova** and **DT3-Bologna** are the ones with the **highest road length**, with around **14%** on the total network length.
- **DT2-Milano**, **DT4-Firenze**, **DT5-Fiano Romano**, **DT6-Cassino**, **DT7-Pescara** and **DT8-Bari** show a **similar road length**, in the range **10-12%**
- **DT9-Udine** is the one with the **lowest road length**, with about **6%** of the total network length.

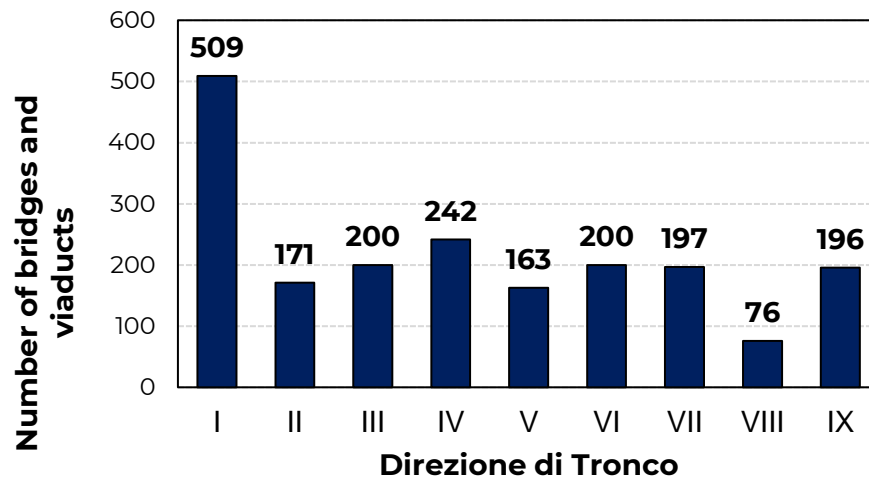


# Bridges and viaducts

Distribution on the national territory– Direzioni di Tronco

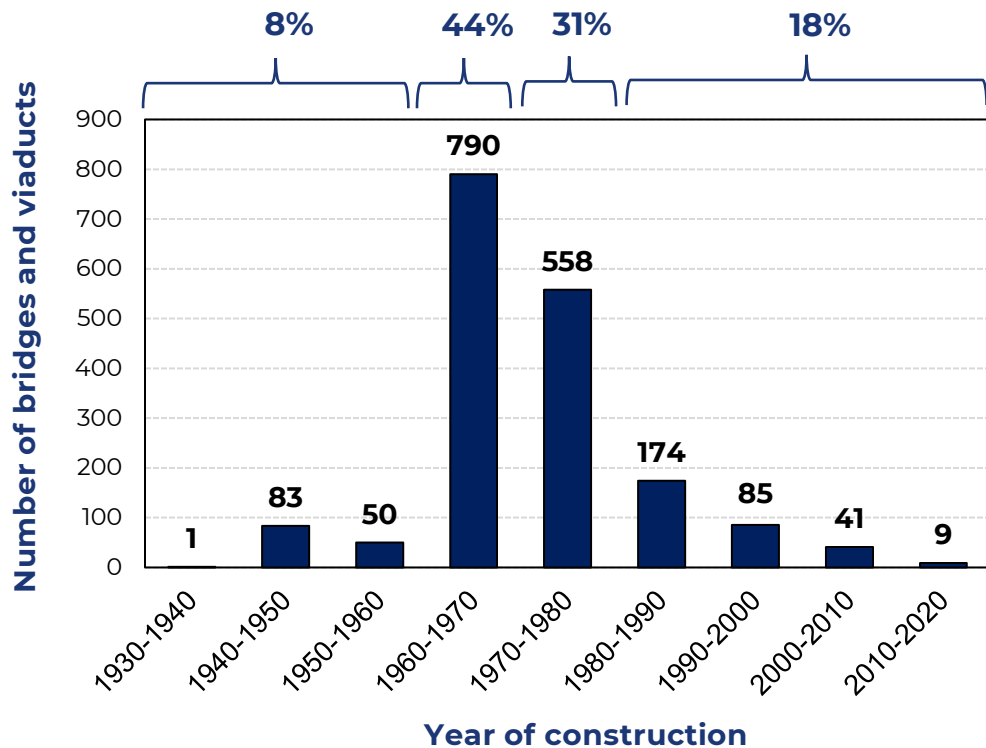


- **DTI-Genova** has the **highest concentration of bridges and viaducts**, with about **26%** of the total network amount.
- **DT2-Milano, DT3-Bologna, DT4-Firenze, DT5-Fiano Romano, DT6-Cassino, DT7-Pescara, DT9-Udine** have a **similar concentration of bridges and viaducts**, in the range of **8-12%**.
- **DT8-Bari** has the **lowest concentration of bridges and viaducts**, with about **4%** of the total network amount.



# Bridges and viaducts

## Year of Construction



## Key Considerations

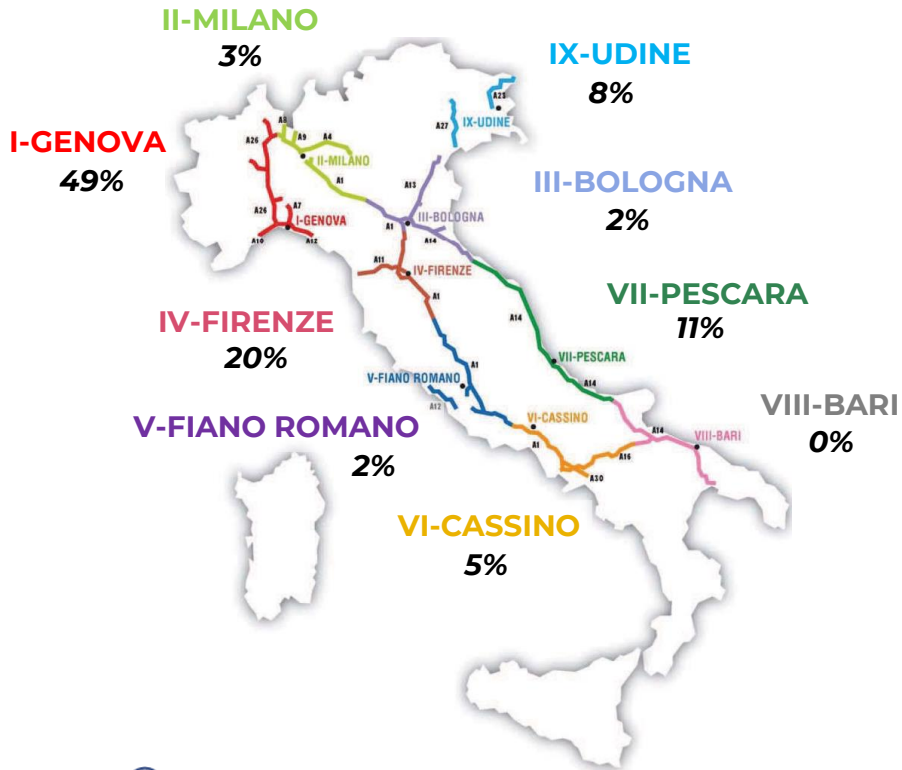
- ✓ ASPI's network has a total of about **2000 bridges and viaducts** (length > 10m).
- ✓ Among these :
  - About **8%** were built **before 1960**
  - About **44%** were built **between 1960 and 1970**
  - About **31%** were built **between 1970 and 1980**
  - About **18%** were built **after 1980**



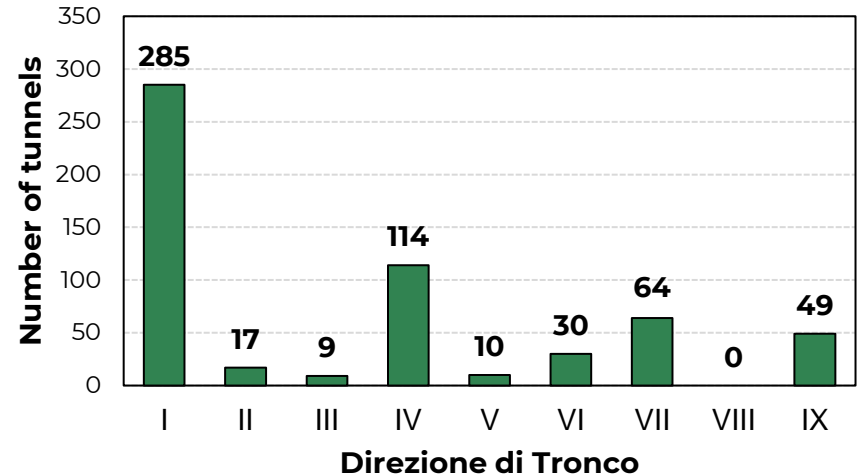
**More than 50% of bridges and viaducts are over 50 years old.**

# Tunnels

## Distribution on the national territory– Direzioni di Tronco



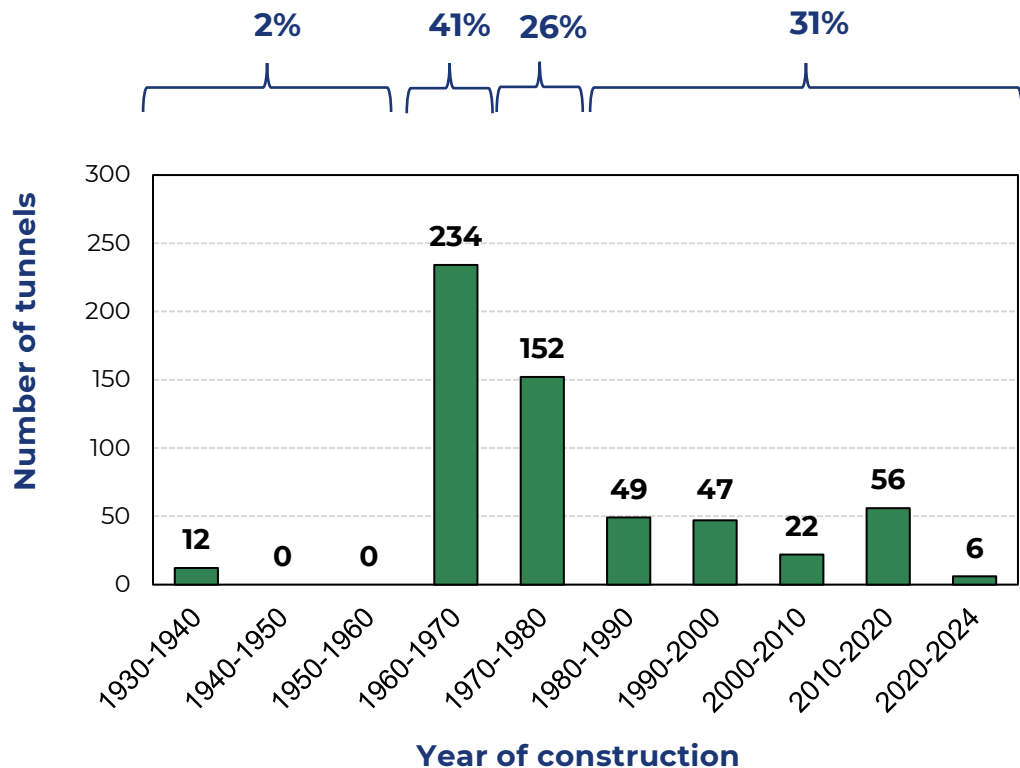
- **DTI-Genova** has the **highest concentration** of tunnels, with about **49%** of the total network amount.
- Second and third place go to, respectively, **DT4-Firenze** with **20%** and **DT7-Pescara** with **11%** of the total network amount. Fourth place is occupied by **DT9-Udine** with **8%**.
- **DT2-Milano**, **DT3-Bologna**, **DT5-Fiano Romano** and **DT6-Cassino** have similar concentrations of tunnels, in the range of **2-5%**. **DT8-Bari** has **no tunnels** at all.





# Tunnels

## Year of Construction



## Key Considerations

- ✓ The ASPI's network has a total of about **600 tunnels**.
- ✓ Among these :
  - About **2%** were built **before 1960**
  - About **41%** were built **between 1960 and 1970**
  - About **26%** were built **between 1970 and 1980**
  - About **31%** were built **after 1980**



**More than 50% of tunnels are over 50 years old.**

# Infrastructure management

The analysis of the several network's assets requires attention to **different technical aspects, problems and difficulties** that characterize the **existing infrastructural heritage**.



Vulnerability of materials to **environmental actions** (e.g., concrete degradation and corrosion of reinforcement)



Current loads and **traffic flows** that are higher than those expected by the project



**Intrinsic brittle behavior** of some structural elements, for which even minimal variations in the structural characteristics compromises the resistant mechanisms for which they were designed (e.g., dapped end beams, post-tensioned cables)



**Exceptional actions** linked to longer return periods that can compromise infrastructures' safety (e.g., earthquakes, landslide, floods)

The **efficient management** of several infrastructural assets can only be achieved exploiting the potential of **digital innovations**.



# Guidelines for bridges and viaducts



Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile  
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

LINEE GUIDA PER  
LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO,  
LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA  
ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI

Allegato al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 54/2022,  
espresso dall'Assemblea Generale in data 10.06.2022.

## 1.6 MODELLI INFORMATIVI

La classificazione e le azioni di verifica e monitoraggio delle infrastrutture, per essere efficaci, devono essere inserite in un quadro complessivo di gestione anche informativa delle opere che, tenendo conto delle effettive necessità e delle risorse disponibili, miri a garantire livelli di sicurezza adeguati al patrimonio infrastrutturale nazionale.

L'articolo 23, comma 13, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, definisce le modalità di introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dei metodi e strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche. Tali metodi sono introdotti progressivamente con un orizzonte temporale di obbligatorietà al 2025 nell'ambito della realizzazione delle opere pubbliche.

Si raccomanda pertanto ai gestori, nell'ambito delle attività di classificazione, verifica e monitoraggio, l'adozione progressiva di modelli informativi dell'infrastruttura, ovvero l'insieme di contenitori di informazione strutturata e non strutturata, generata da tali strumenti digitali, che consentono una gestione efficace e trasparente del cespite attraverso l'utilizzo di ambienti di condivisione dati e piattaforme interoperabili dei dati, degli oggetti costruttivi e dei modelli informativi.

Tali modelli informativi, creati in un primo tempo nell'ambito della verifica strutturale approfondita (Livello 4), sulla base dei rilievi, delle prove materiche e dei monitoraggi effettuati ed in corso, possono costituire lo scheletro informativo dell'Archivio Informatico Nazionale delle Opere Pubbliche (AINOP). Si raccomanda inoltre che detti modelli possano essere anche aggiornati in tempo reale, costituendo quindi un banca dati aggiornata per le necessarie azioni di *asset management*.

I gestori infine creano progressivamente una banca dati digitale aperta di tutti i ponti e viadotti, da rendere disponibile ai competenti uffici del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, iniziando da quelle opere che presentano una classe di attenzione più alta e procedendo, gradualmente, verso la completa digitalizzazione delle infrastrutture di che trattasi.

# Guidelines for tunnels



Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile  
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

LINEE GUIDA PER  
LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO,  
LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA  
ED IL MONITORAGGIO DELLE GALLERIE  
ESISTENTI

Allegate al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 29/2022,  
espresso dall'Assemblea Generale in data 08.04.2022

## 1.6 MODELLI INFORMATIVI

La classificazione e le azioni di verifica e monitoraggio delle infrastrutture, per essere efficaci, devono essere inserite in un quadro complessivo di gestione anche di sistemi informativi delle opere che, tenendo conto delle effettive necessità e delle risorse disponibili, mirino a garantire livelli di sicurezza adeguati al patrimonio infrastrutturale nazionale.

L'articolo 23, comma 13, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, definisce le modalità di introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dei metodi e strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche. Tali metodi sono introdotti progressivamente con un orizzonte temporale di obbligatorietà al 2025 nell'ambito delle nuove realizzazioni di opere pubbliche.

Si raccomanda pertanto agli Enti gestori, nell'ambito delle attività di classificazione, verifica e monitoraggio, di valutare per le opere esistenti di maggiore lunghezza, in cui è presente inoltre una rilevante componente impiantistica, l'adozione progressiva di modelli informativi dell'infrastruttura ovvero l'insieme di contenitori di informazione strutturata e non strutturata, generata da tali strumenti digitali, che consentano una gestione efficace e trasparente del cespite attraverso l'utilizzo di ambienti di condivisione dati e piattaforme interoperabili dei dati, degli oggetti costruttivi e dei modelli informativi.

Tali modelli informativi, creati sulla base dei rilievi, delle prove materiche e dei monitoraggi effettuati ed in corso, possono costituire il riferimento informativo dell'Archivio Informatico Nazionale delle Opere Pubbliche (AINOP). Si raccomanda inoltre che detti modelli possano essere anche aggiornati in tempo reale, costituendo quindi un banca dati aggiornata per le necessarie azioni di *asset management*.

Gli Enti gestori infine creano ed alimentano progressivamente la banca dati digitale di tutte le gallerie, compatibilmente con i contenuti previsti dall'art.13 del D.L. 28 Settembre 2018 n. 109 e secondo le relative regole di alimentazione del sistema AINOP, archivio dinamico, da rendere disponibile ai competenti soggetti che svolgono attività di vigilanza, iniziando da quelle opere che presentano una classe di attenzione più alta e procedendo, gradualmente, verso la completa digitalizzazione delle infrastrutture di che trattasi.

I gestori delle gallerie nella implementazione e gestione dei loro sistemi informativi, a partire dalla compilazione in formato elettronico delle schede di censimento delle gallerie (Livello 0), adotteranno formati elettronici interpretabili senza ricorso a software soggetti a licenza, tali da consentire il trasferimento e migrazione in via informatizzata degli stessi dati sulla piattaforma AINOP e verso qualunque altro sistema di interesse dei soggetti vigilanti e di altri soggetti istituzionali.

# 01.b

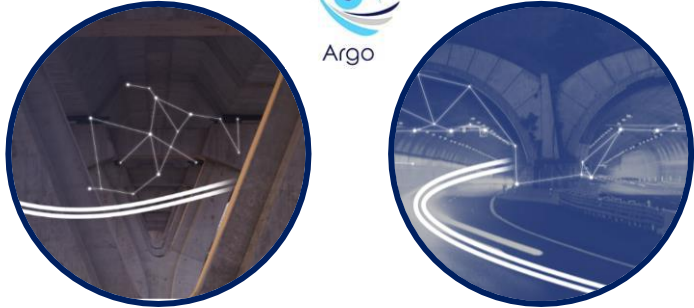
Examples of ASPI's digital solutions for infrastructure management

# Digital solutions for infrastructure management

Autostrade per l'Italia has adopted innovative **digital solutions** to enable an **optimized management** of its network's **infrastructural assets**.

Two examples of such tools are represented by **ARGO**, for the management of bridges, viaducts and tunnels, and **E-PMS**, for the management of road pavements.

## ARGO



A unique platform for **bridges, viaducts and tunnels** monitoring and **lifecycle management**, for road operators and public administration.

## E-PMS

### Evolute - Pavement Management System



For an advanced monitoring of **pavement** health conditions and an easier management of **maintenance activities**.

# 02

ARGO

Asset management platform  
for bridges, viaducts and  
tunnels



# ARGO: an integrated asset management system



## Retain

the knowledge and skills acquired in over 30 years of infrastructure management



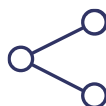
## Innovate

available tools, introducing cutting-edge technologies and solutions



## Increase

The operational possibilities of network's infrastructural assets managers

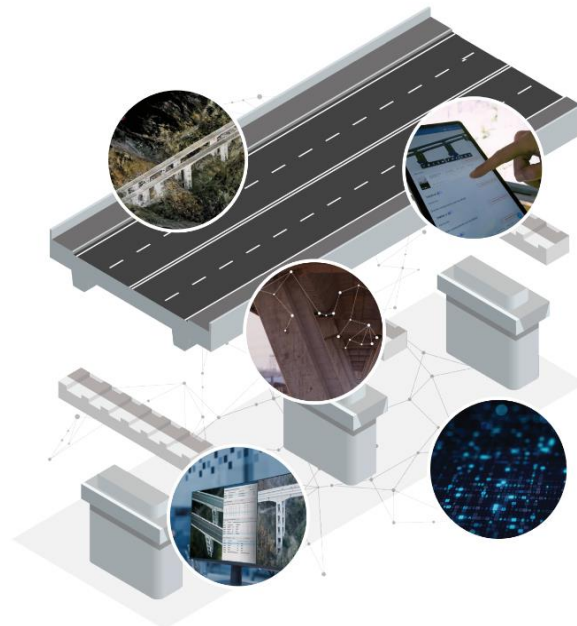


## Share

and ensure the traceability of information with stakeholders in total transparency



An **innovative, integrated and certified** system based on the **IBM Maximo** platform capable of integrating the inspection process, structural monitoring and maintenance.





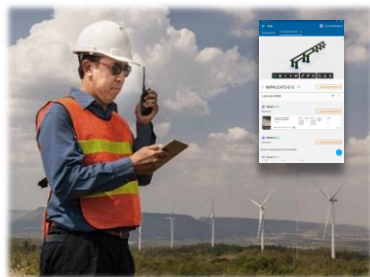
# ARGO: main features

## Digital inventory and BIM



**Management** of the **data** and **information** of the network assets (bridges, tunnels, etc.)

## Inspections, App and Reporting



Digitalization of the **inspection process** using a dedicated mobile app, **dynamic reporting** with a data analytics system

## Digital Twin and AI



Using Lidar, Drones, and Photogrammetry to Achieve a **Digital Twin of the Asset**

## Monitoring and IoT sensors



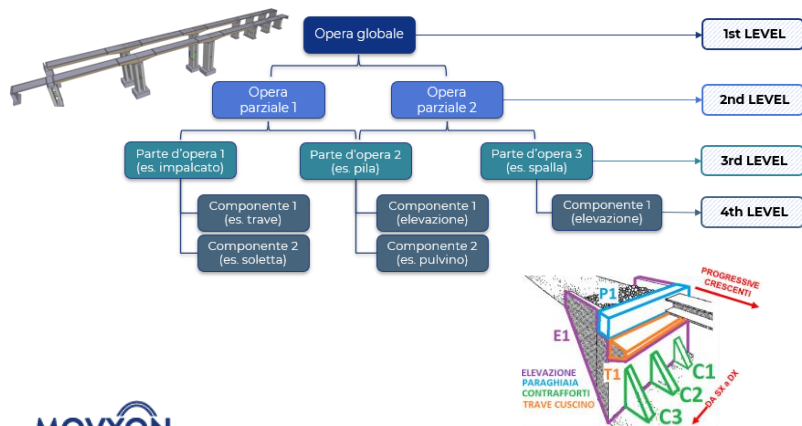
Automatic data acquisition from **sensors** based on the **IoT paradigm**

# ARGO: Digital inventory

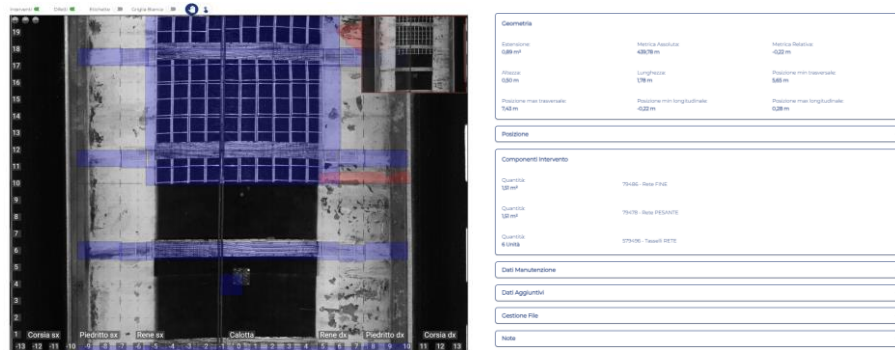
The **digital archive**, based on IBM Maximo technology, is integrated with the Italian MIT AINOP system, allowing for the definition of data governance instruments and data control, quality of information and processes.

**Data represents the asset and its parts:** placements, classifications and attributes identify the work in its context. On each individual element it is possible to insert or modify **several attributes** related to the conformation and composition of the work.

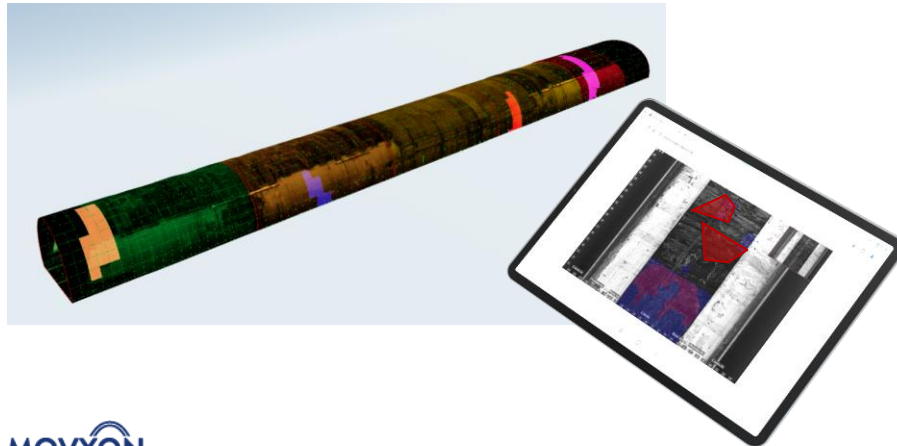
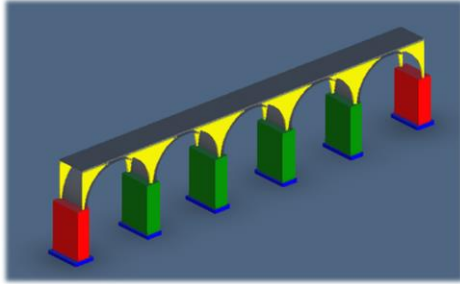
Each bridge or viaduct is **discretized** to have the information related to the **specific elements**.



The tunnel is broken down into its **physical elements** (barrels, by-passes, pits, culverts, portals and pitches) and **logical elements** (segments).



# ARGO: BIM, inspections and mobile app



- The system generates the **simplified BIM model** of the infrastructure and integrates it with the morphological data of the asset. **Inspection** can be planned and carried out by **considering the history** of asset status, tests and maintenance interventions (carried out and planned)
- The defects will be accompanied by the information assets in an **analytical and concise representation**, through photographs, indicators of extent and severity, etc., showing the parts of the work verified and the anomalies found by the inspector in charge
- The system is accessible through **PCs, smartphones and tablets** and all activities are carried out under a single authorization process using a workflow consistent with the responsibilities assigned by the concessionaire
- **Information can be traced during maintenance interventions**, regarding the status of the asset at the beginning and end of the intervention, performed operations, used materials, elapsed time and future recommendation

# ARGO: Dynamic reporting



All data flows into a **data analytics system**, where it is possible to carry out analysis in **aggregated form** across the whole network



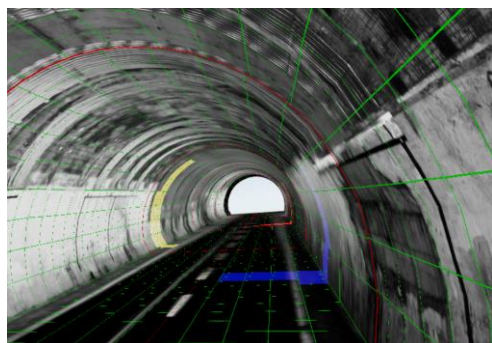
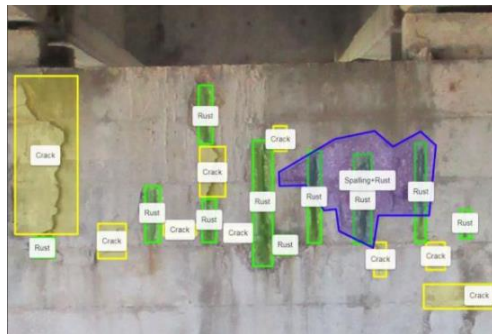
Results can be visualized through **plots** and **maps**, and it is possible to produce **dynamic reports**



Infrastructure managers can take **strategic decisions** on a **data-driven** basis, optimizing processes and costs



# ARGO: Digital Twin e Artificial Intelligence



**Drones**, equipped with cameras and LIDAR lasers, can perform **3D scan** of the infrastructure. The **Digital Twin** can be created and integrated with the simplified BIM



It can be possible (if permitted by regulations) to carry out **remote inspections**, without impacting traffic, operations and with a higher level of safety

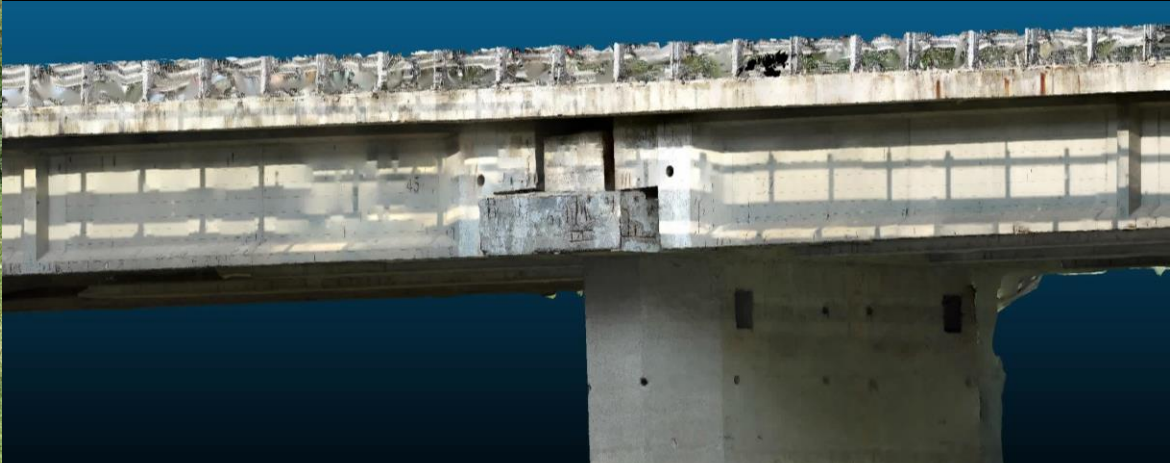


This technology makes it possible to carry out **inspections that can be fully replicated** over the years. It is possible to observe the **evolution** of defects and anomalies **over time**.



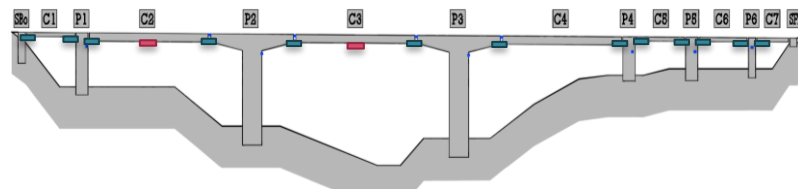
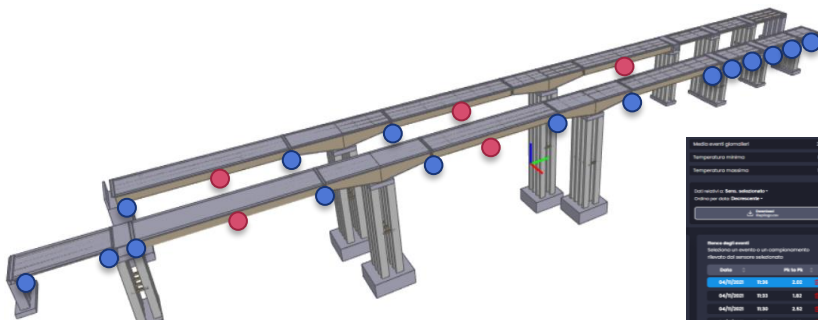
**High-definition images** of hard-to-reach structure components can be collected, and **AI can be applied to support inspectors**





# ARGO: Monitoring and IoT sensors

The **IoT sensors** installed on the infrastructures **monitor their health**. They **generate data** that is automatically **recorded on the platform** and flows into the system in **aggregated form**, providing precise **indicators for assessment**. Drill-down can be performed on the individual components.



Media e sensori generati

temperatura ambiente	0.7
temperatura umidità	0.0

Controlla lo Stato, Modifica  
Clicca per info, Disattiva

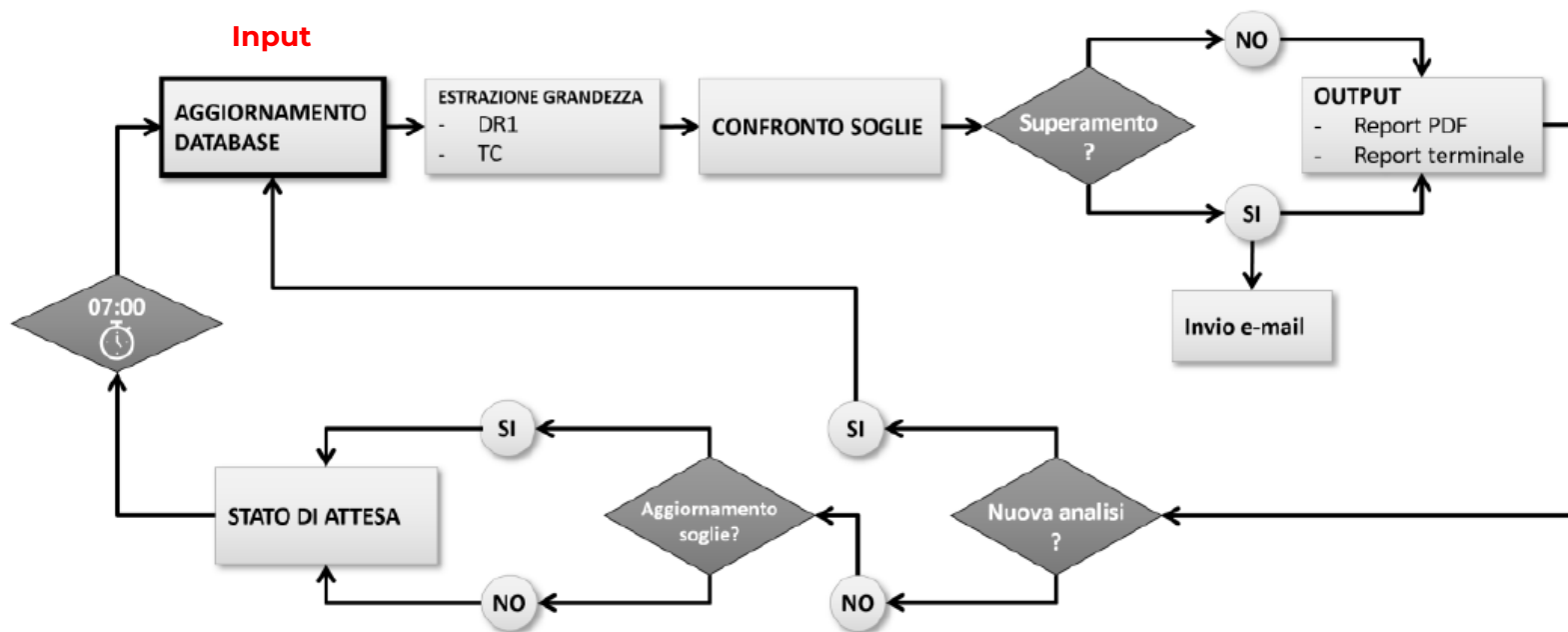
Mostra dettagli  
Seleziona un modello o un componente  
Mostra gli ultimi aggiornamenti

Nome	PKto PK
442/0000	0.00
442/0001	0.00
442/0002	0.00
442/0003	0.00
442/0004	0.00
442/0005	0.00
442/0006	0.00
442/0007	0.00
442/0008	0.00
442/0009	0.00



# ARGO: Monitoring and IoT sensors

It is then possible to produce a **Decision Support System** for **monitoring, identifying**, and **communicating** to the bridge manager anomalous behavior of the monitored work with respect to its **previous behavior** or to reference **limit states**, in a fully automated manner.



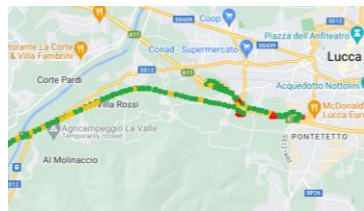
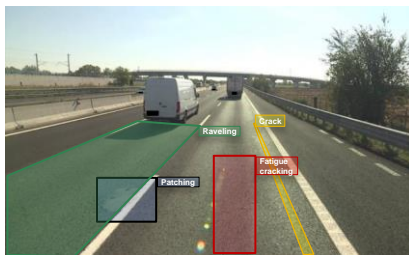
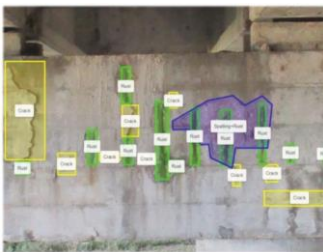


# 03

## Latest trends and future challenges of digitalization

# Latest trends and future challenges

- **Artificial Intelligence**
- **Connected vehicles** and **smart infrastructures**
- Dynamic **Digital Twins** at large scale for risk and **resilience** assessments



# 04

## Conclusions

# Conclusions

- ✓ Reasons why **digitalization is needed** in infrastructure management
- ✓ Examples of **ASPI's digital solutions** to optimize infrastructure management across its network
- ✓ Latest **trends** and future **challenges**



New digital technologies can serve as **decision support tools** for infrastructure management, allowing:

- **Identification** of critical situation
- **Data driven** decisions
- Transparent **communication**



Thank you



**autostrade** // *per l'italia*