



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DINFO
DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

DISIT
DISTRIBUTED SYSTEMS
AND INTERNET
TECHNOLOGIES LAB

 **SNAP4CITY**



Smart City verso i Digital Twins

Paolo Nesi, Università degli Studi di Firenze

paolo.nesi@unifi.it

<https://www.Snap4City.org>

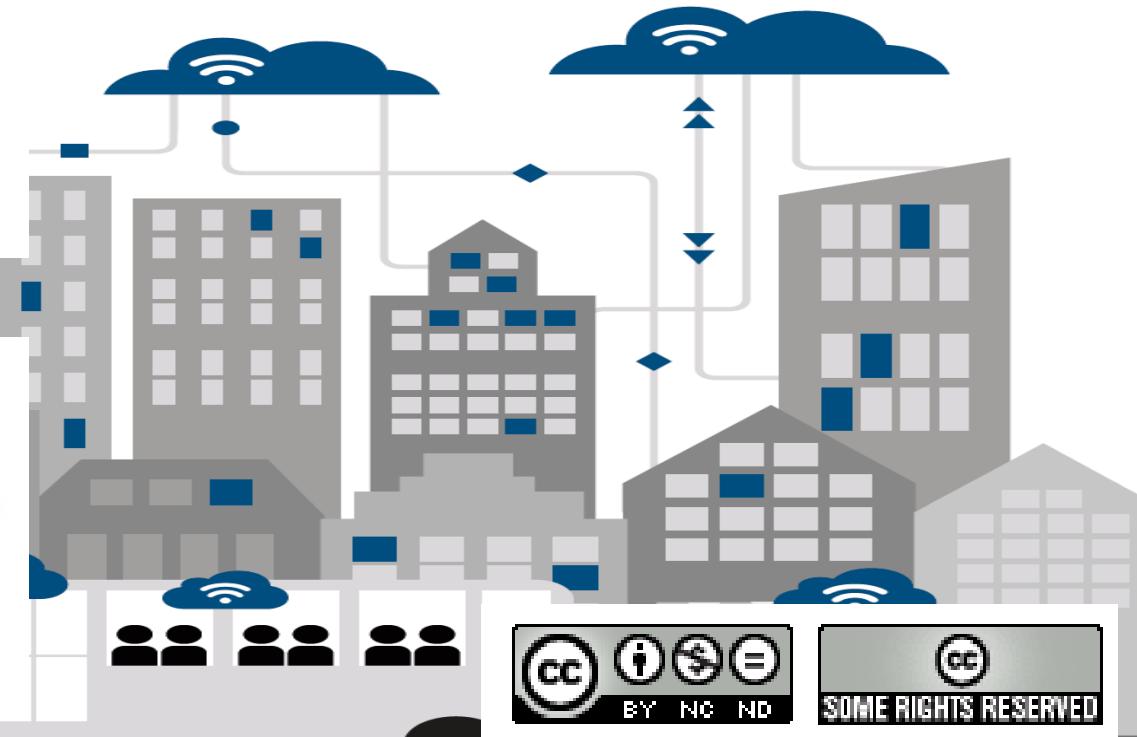
<https://www.Km4City.org>

<https://www.disit.org>



CNEL
consiglio nazionale
economia e lavoro
osservatorio
politiche urbane
territoriali

Prossimità, Digital Twins, Big Data e Gestione dei Territori, 13 Luglio 2022





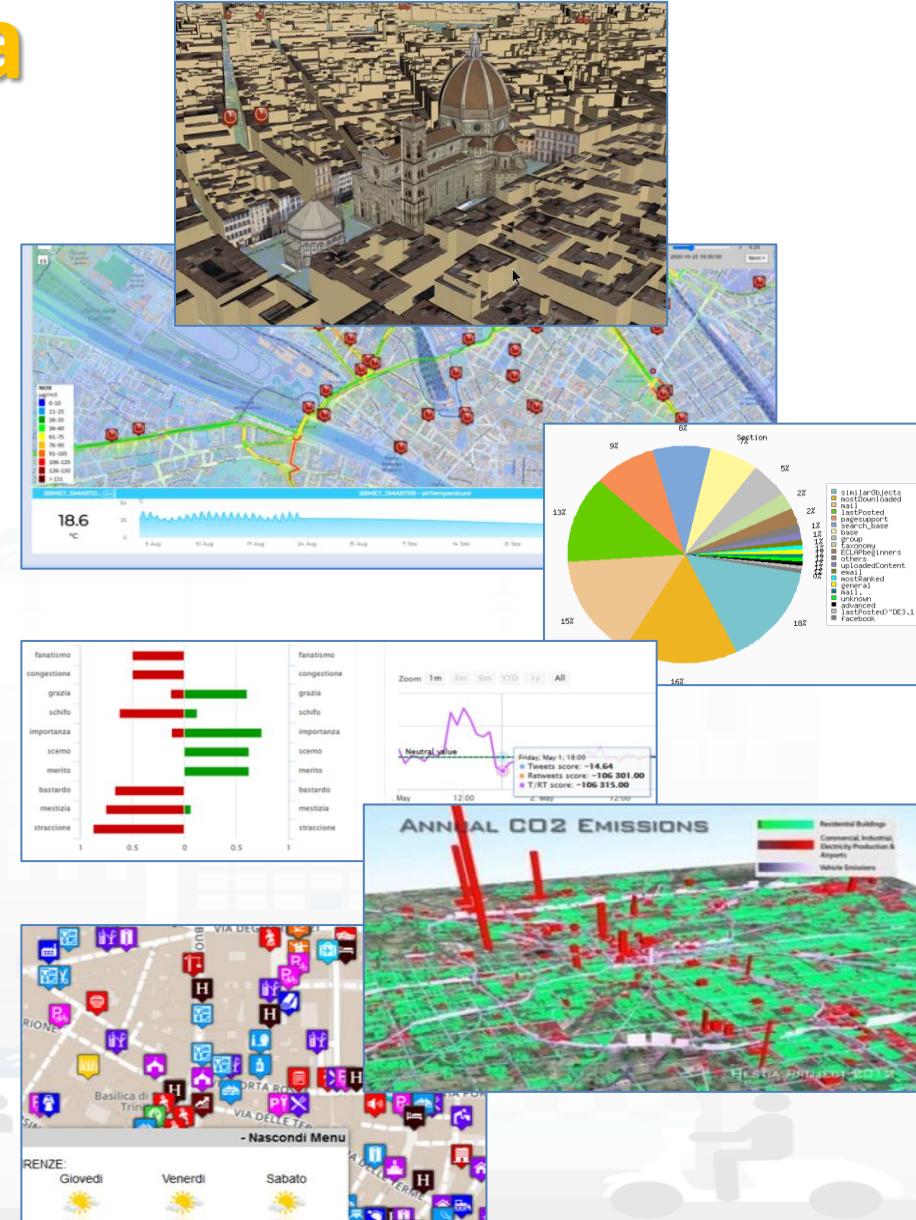
		WHO guidelines	
		Concentration	Comments
PM _{2.5}	One day		25 µg/m ³ (*) 99 th percentile (3 days/year)
PM _{2.5}	Calendar year	Target value, 25 µg/m ³	The target value has become a limit value since 1 January 2015
PM ₁₀	One day	Limit value, 50 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 35 days per year.
PM ₁₀	Calendar year	Limit value, 40 µg/m ³ (*)	20 µg/m ³
O ₃	Maximum daily 8-hour mean	Target value, 120 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 25 days per year, averaged over three years
NO ₂	One hour	Limit value, 200 µg/m ³ (*)	Not to be exceeded more than 18 times a calendar year
NO ₂	Calendar year	Limit value, 40 µg/m ³	200 µg/m ³ (*)

Le Sfide

- **migrazione** verso le città più grandi che garantiscono maggior reddito e qualità della vita
- **città a 15 Minuti** (per la quale i servizi primari devono essere accessibili entro 15 minuti a piedi) [2];
- **Sustainable Development Goals**, SDG, delle Nazioni Unite (per i quali le città si possono impegnare maggiormente sul raggiungimento di alcuni dei 17 SDG, <https://sdgs.un.org/goals>);
- **obiettivi della Commissione Europea** in termini di emissioni di NO₂, PM10, PM2.5 (https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en);
- **Smart Work**: andare verso quartieri o aree periferiche dove gli ambienti sono più orientati alla qualità della vita, etc.

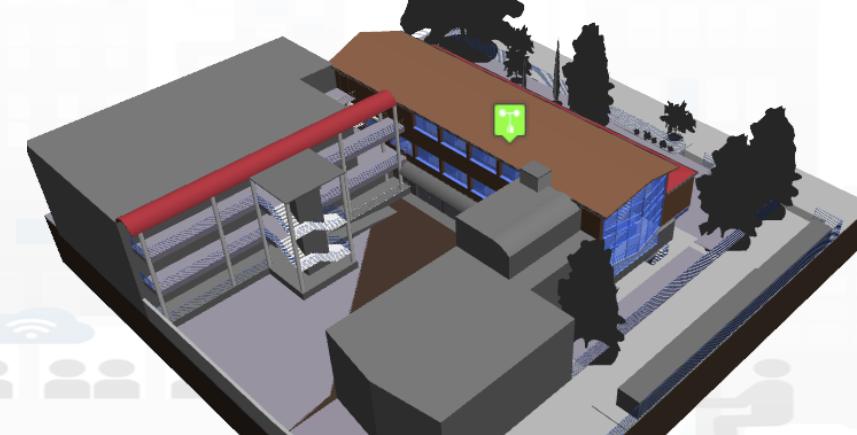
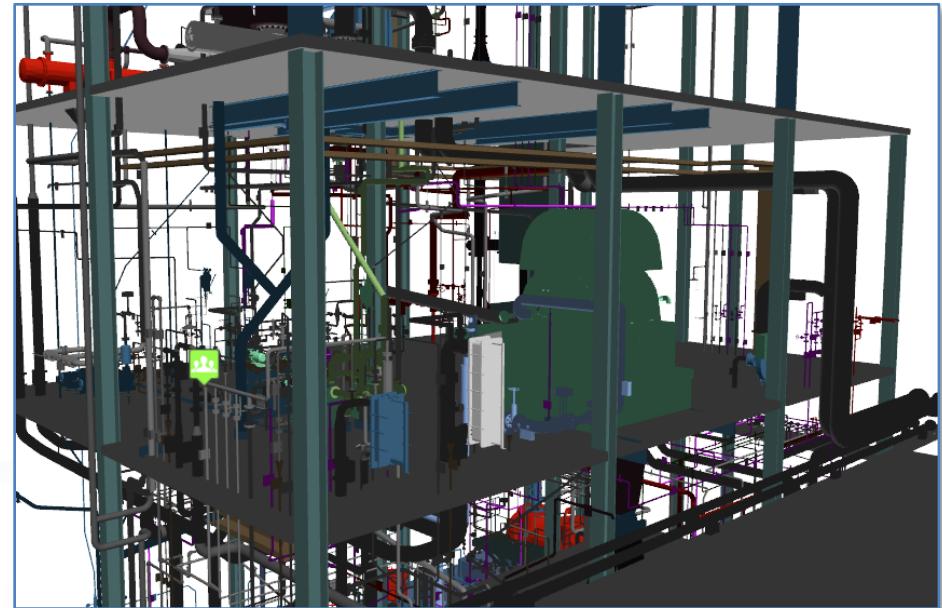
Sfide vs Tecnologia

- soluzioni per il supporto alle decisioni (**DSS, Decision Support Systems**), Obiettivi Multipli
 - **qualità delle vita** dei cittadini, il miglioramento dei servizi, la riduzione dei **costi**, l'innovazione, l'**attrattività** per turisti e/o industrie e/o attività commerciali, etc.
- fornire al processo decisionale strumenti di simulazione integrati ad algoritmi di predizione a breve, lungo, e lunghissimo termine
 - **what-if analysis**
 - analizzare scenari incipienti per far fronte eventi
 - analizzare situazioni future per la pianificazione strutturale,
- **Opportunità e necessità**
 - sfruttare **enormi moli di dati eterogenei (Big Data)** che provengono dal territorio, dalle strutture e dai servizi della città e dagli stakeholder.
 - **modelli e strumenti di analisi** flessibili, dinamici e interoperabili
 - **accessibili** per
 - gli operatori, per i decisori, per gli stakeholder
 - i cittadini come strumento per illustrare e discutere con loro possibili soluzioni e piani di sviluppo.



Il Digital Twin Local

- **Digital Twin:** un gemello digitale
 - singolo sottosistema (**Local Digital Twin**) come
 - intera città o di parte di questa (**Global Digital Twin**)
 - modellare dati di **varia natura e di mantenerli collegati fra di loro** e con la sua controparte nel mondo fisico.
 - un **edificio con il suo modello BIM** (Building Information Modeling) con il dettaglio dei piani, dei sottosistemi idraulici, elettrici, servizi, dei materiali costruttivi, etc.;
 - i **sistemi di controllo** con i dati in tempo reale (dati del mondo IoT) degli stessi (caldaie, condizionatori, impianti elettrici, sensori, connessione di rete, etc.);
 - **eventi e loro evoluzione dello stato;**
 - **aspetti funzionali e strutturali;**
 - **uso** che ne viene fatto;
 - **aspetti microclimatici;** etc.



Global Digital Twin

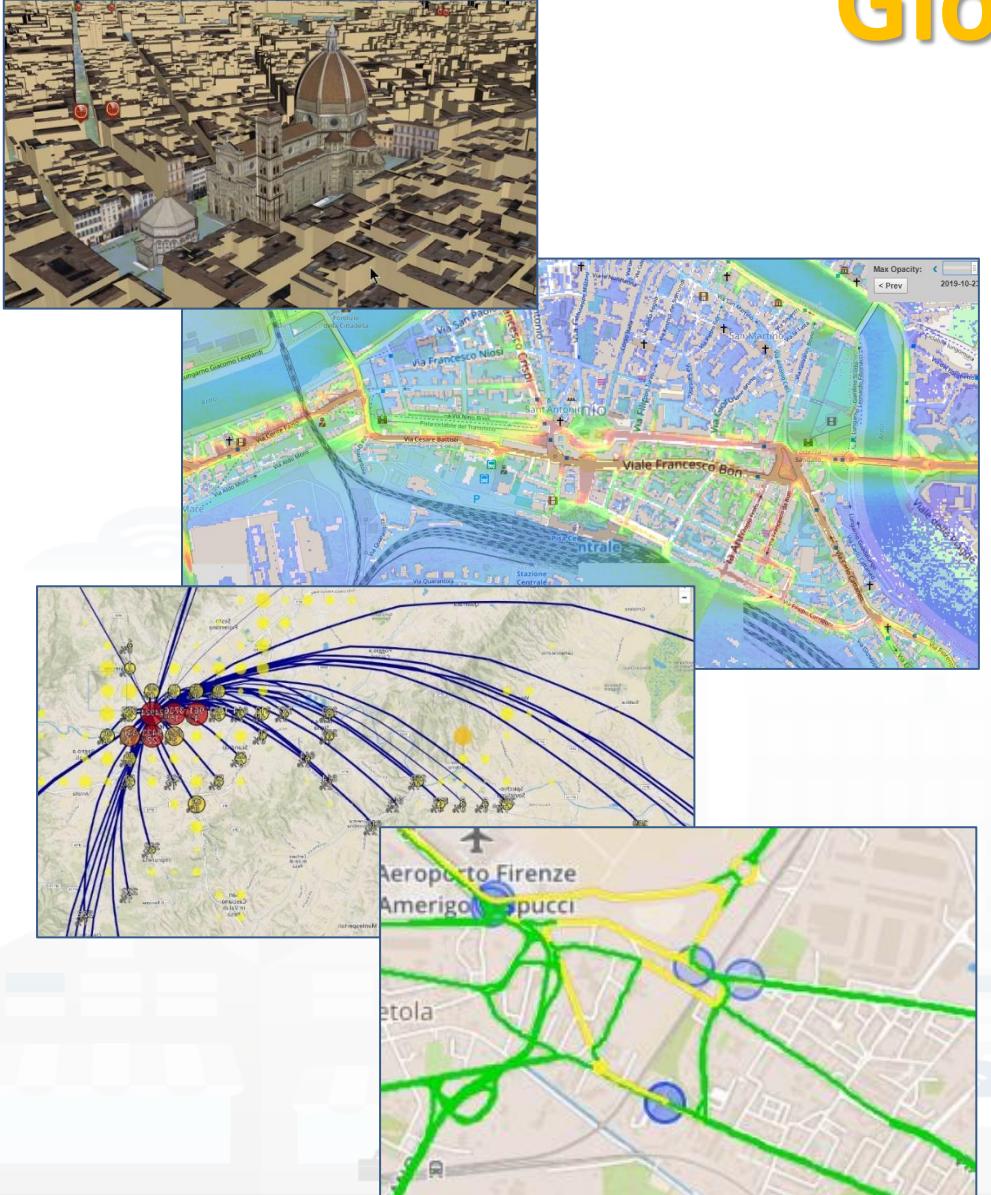
Rappresentazione 3D della città con

- gli aspetti geomorfologici, idrogeologici, etc.
- reti di trasporto private e pubbliche,
- dei sistemi di recupero dei rifiuti,
- le condizioni meteo, clima e microclima,
- gli eventi, emergenze, ..., i parcheggi, gli sharing, ...
- i flussi turistici e di city user, le matrici di origine destinazione,
- le attività commerciali, il decoro urbano, l'illuminazione pubblica,
- le aree verdi, la pulizia, .., la sicurezza sulla strada e nelle parti pedonali,
- i luoghi di intrattenimento, le attività culturali, i punti attrazione e aggregazione della città,

Informazioni complesse ed eterogenee, strutturate e non strutturate, storiche ed in tempo reale, pubbliche ma anche private e presentare dati sensibili per la sicurezza.

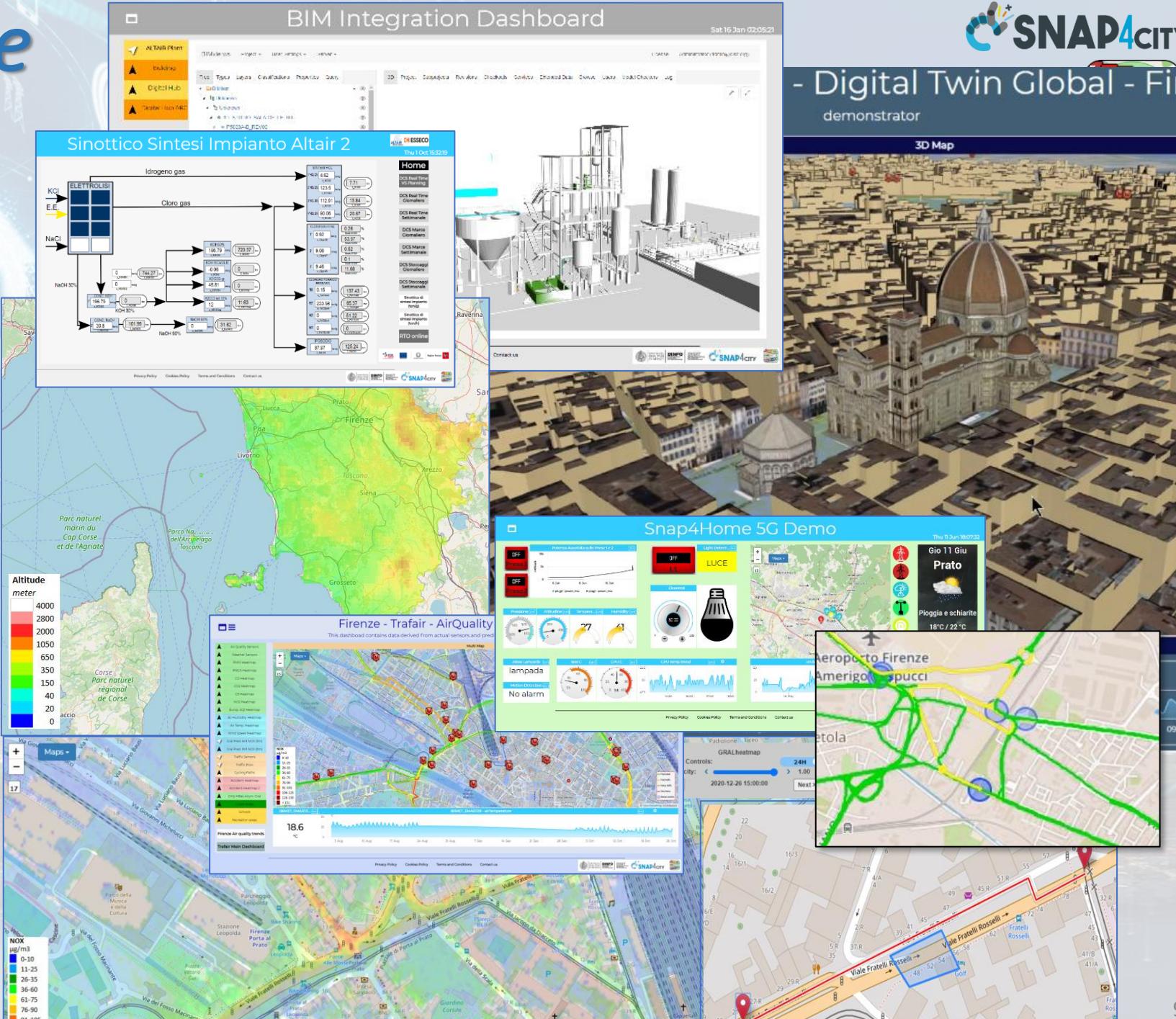
- → **Riuso dei sistemi legacy**

- GIS (Geographical Information System),
- ITS (Intelligent Transport System),
- AVM per la gestione mezzi,
- dai sistemi e dalle reti IoT (Internet of Thing),



Data Type Coverage

- POI, IOT, shapes,..
- maps, orthomaps, GTFS, GIS WFS/WMS, GeoTiff, ..
- calibrated heatmaps, ..
- traffic flow, typical trends, ..
- trajectories, events, ..
- 3D, BIM, Workflow, ..
- Dynamic icons/pins, ..
- OD Matrices, scenarios, ..
- prediction models,
- decision scenarios,
- Synoptics, animations, ..
- social media, Routing, ..
- Satellite data, ..
- KPI, personal KPI,..
- etc.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

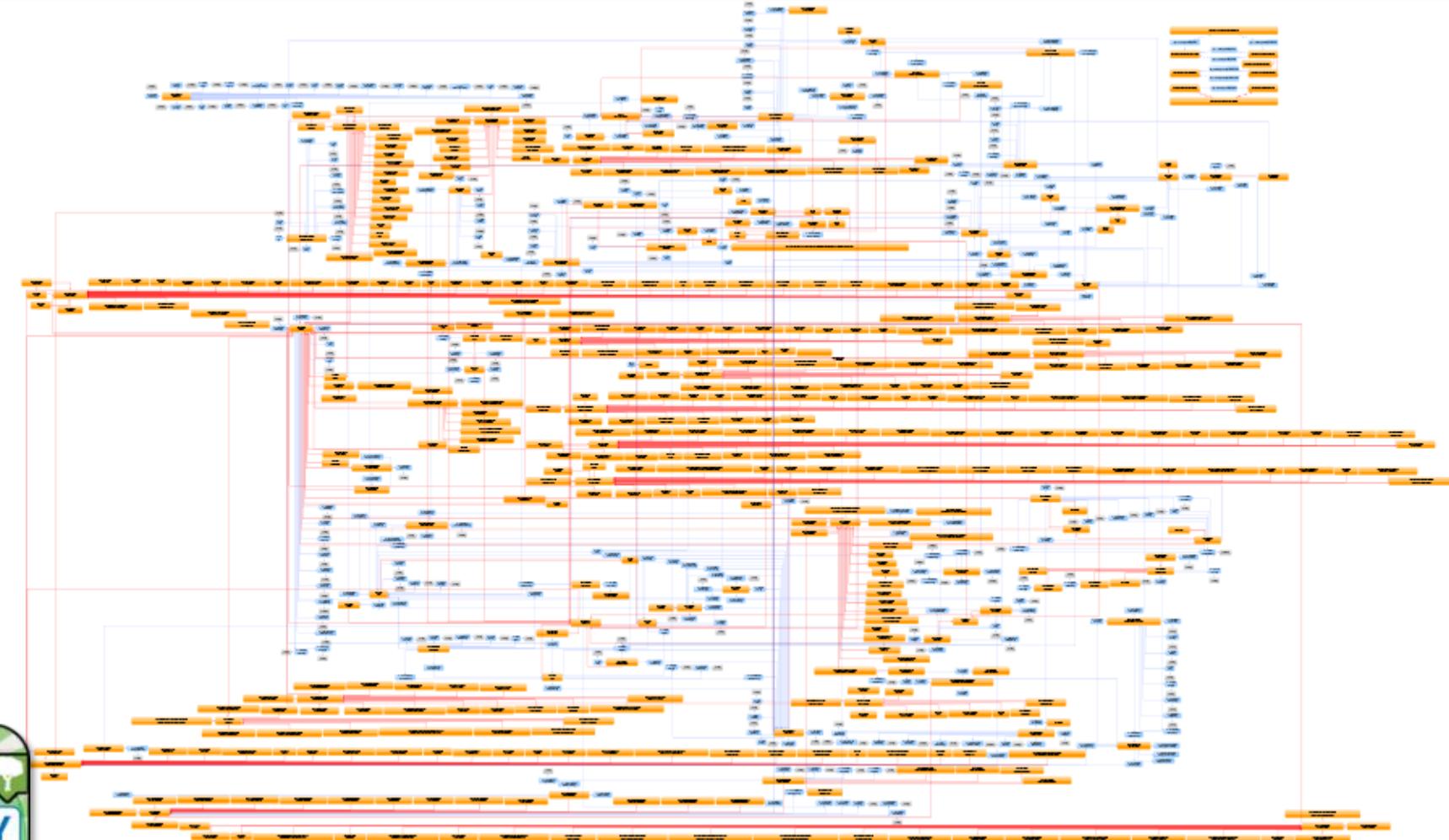
DINFO
DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

DISIT
DISTRIBUTED SYSTEMS
AND INTERNET
TECHNOLOGIES LAB

Expert System: ragionamenti semantici



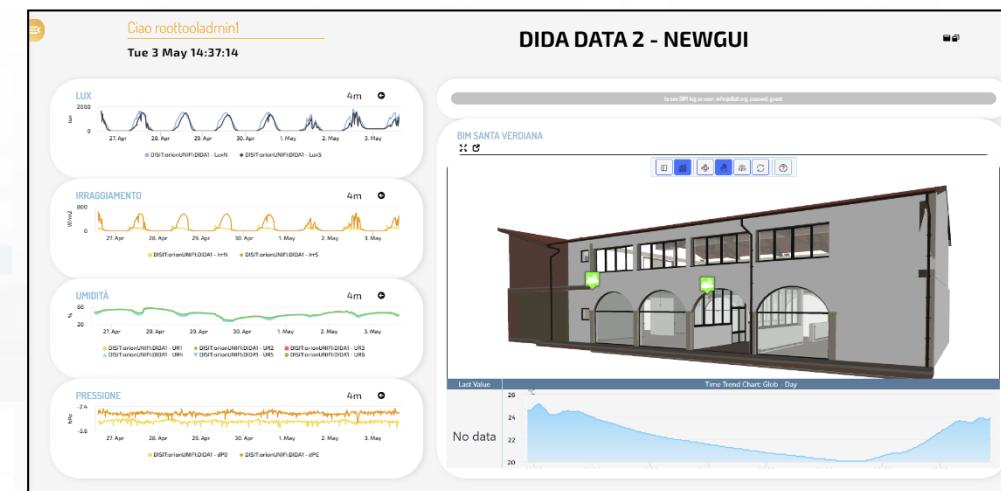
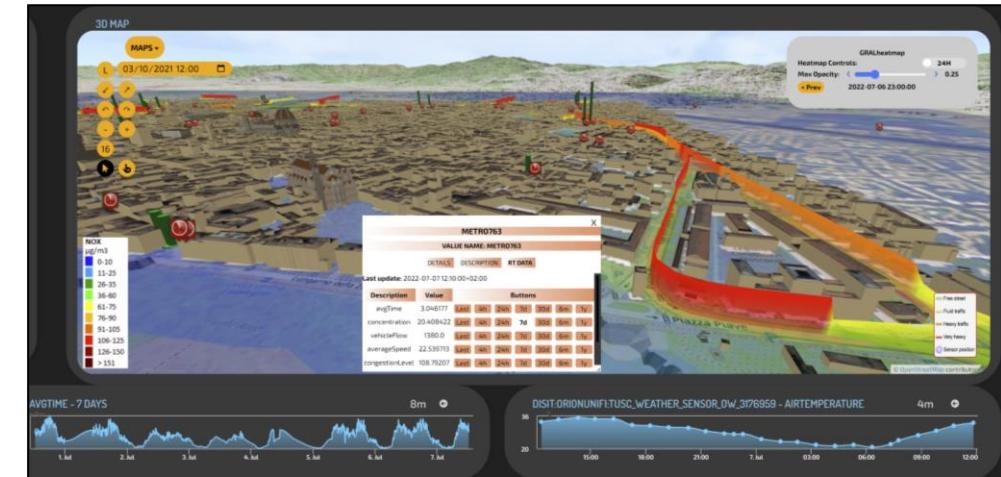
- via:
- Smart City API for Apps and third party
- MicroServices data driven develop via visual language Node-RED
- Ontology



<https://www.snap4city.org/19>

Perché costruire Digital Twin

- Aumentano il **livello di confidenza della percezione e comprensione** del sistema fornendo informazioni di varia natura in una stessa vista
 - **modello fisico** non è in grado di fornire informazioni integrate in modo immediato, alcune non sono facilmente raggiungibili o percepibili/visibili
- Possono fornire una **visione preventiva/predittiva della situazione** che si verrà a creare nel futuro contestualmente / realistica e a basso costo. L'impatto delle ristrutturazioni su
 - traffico stradale
 - Rumore, NOX, CO2, etc. Distribuzione particolato
 - offerta del trasporto pubblico, → cittadini
- Visioni sono uno strumento di ausilio alla:
 - Gestione della complessità
 - Comprensione e concertazione





3D Multi Data Map - Digital Twin Global - Firenze

demonstrator

Sun 3 Apr 16:03:52



Ciao gpantaleo1

Thu 7 Jul 12:21:00

3D MAP

MAPS ▾ 03/10/2021 12:00

NOX µg/m³

0-10
11-25
26-35
36-60
61-75
76-90
91-105
106-125
126-150
>151

METRO763

VALUE NAME: METRO763

DETAILS DESCRIPTION RT DATA

Last update: 2022-07-07 12:10:00+02:00

Description	Value	Buttons
avgTime	3.046177	Last 4h 24h 7d 30d 6m 1y
concentration	20.408422	Last 4h 24h 7d 30d 6m 1y
vehicleFlow	1380.0	Last 4h 24h 7d 30d 6m 1y
averageSpeed	22.539713	Last 4h 24h 7d 30d 6m 1y
congestionLevel	108.79207	Last 4h 24h 7d 30d 6m 1y

GRALheatmap

Heatmap Controls: 24H Max Opacity: 0.25 < Prev 2022-07-06 23:00:00

Legend: Free street, Fluid traffic, Heavy traffic, Very heavy, Sensor position

OpenStreetMap contributor

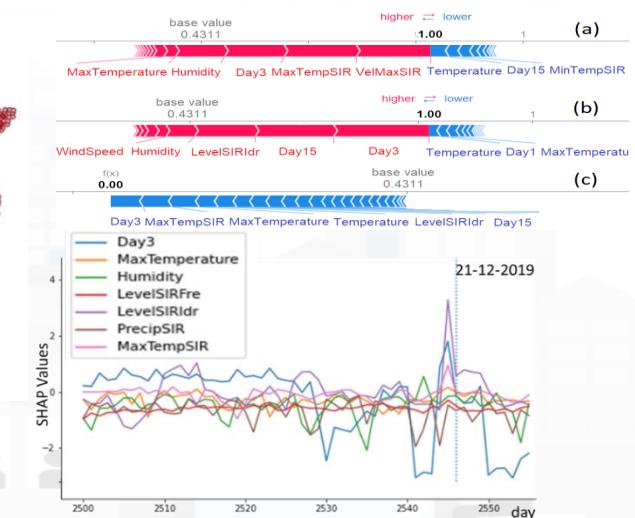
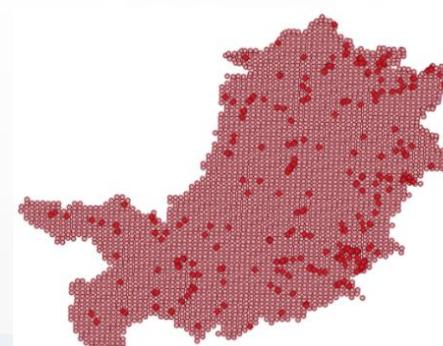
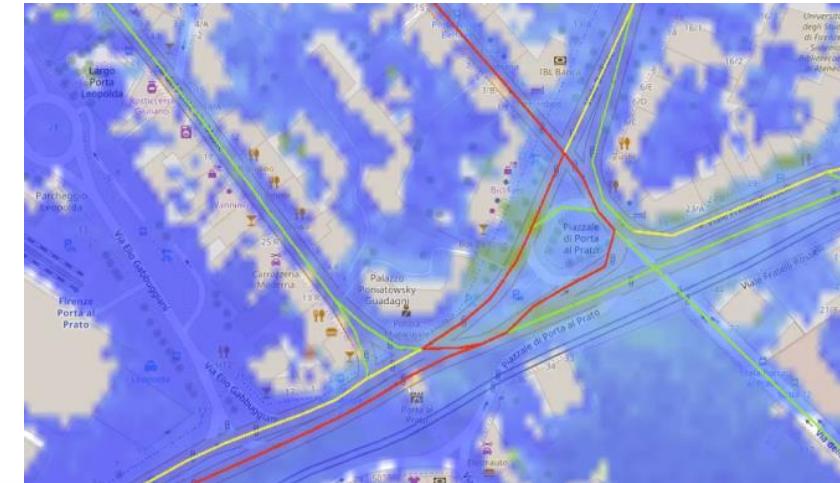
AvgTime - 7 Days

DISIT:ORIONUNIFI:TUSC_WEATHER_SENSOR_OW_3176959 - AIRTEMPERATURE

13

La Differenza la fanno i modelli computazionali

- modelli di simulazione,
- tecniche della statistica e della ricerca operativa
- tecniche di Machine Learning e Intelligenza Artificiale, AI
 - sfruttamento di dati eterogenei, **BIG DATA**
 - Predizioni, Early Warning, ..
 - **What-If Analysis** per integrazione di modelli predittivi e di simulazione
 - **Explainable AI, XAI, per fornire al decisore pubblico**
 - **spiegazioni di dettaglio** sulle motivazioni alla base dei suggerimenti forniti dal modello al decisore in modo che questo possa comprendere il processo e le motivazioni
 - **evidenza del rispetto degli aspetti etici con confidenza**
 - *Per arrivare a poter utilizzare i sistemi come si farebbe con un esperto di fiducia.*



15MinCityIndex

What would support my neighborhood to become a 15-Minute City?

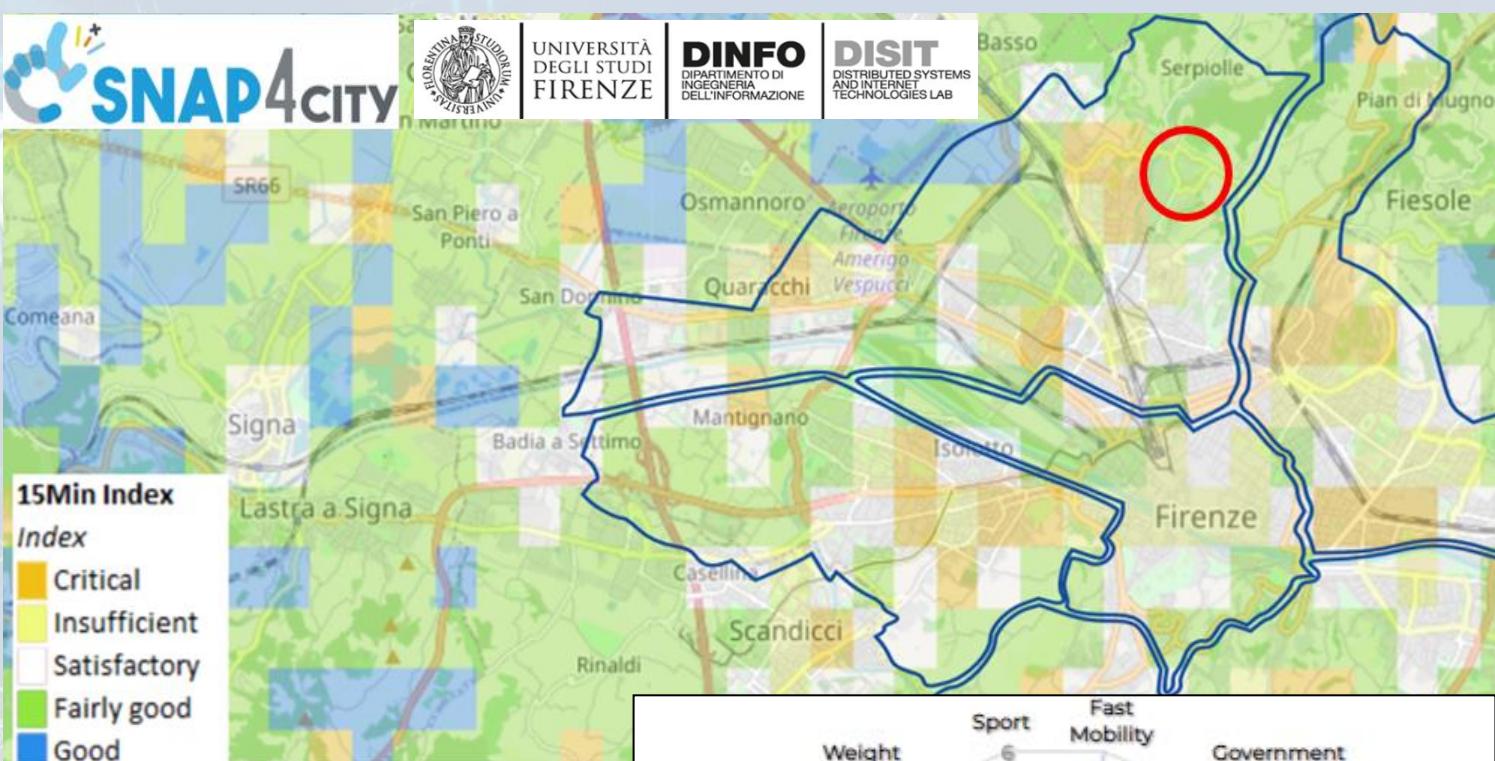
Using the Open Data:

We developed a data analytic tool based on municipal and national open data to assess services adequacy for people living in each 15 minutes areas of the city.

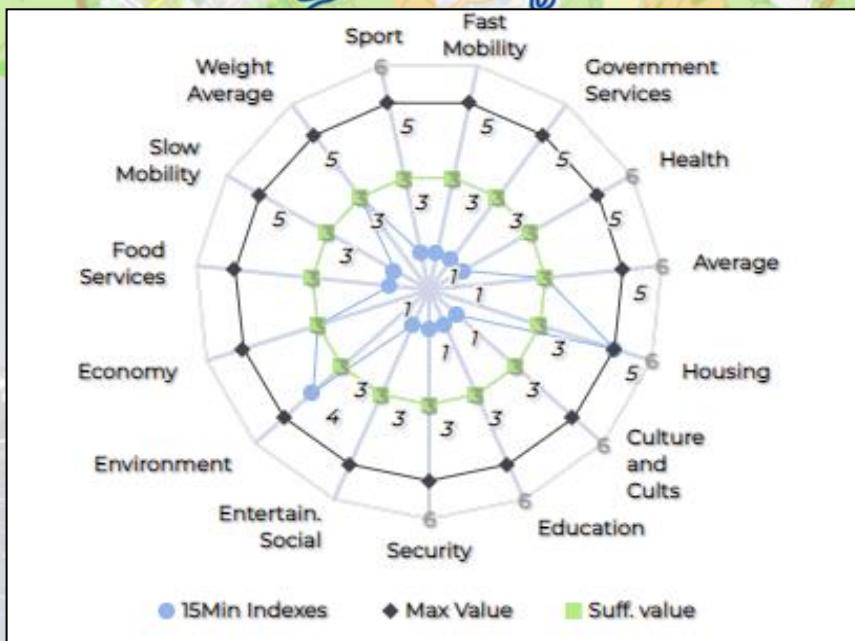
Good public transport services: bus, new tram line, train stations, cycle paths.



Careggi/Rifredi is a relevant district in Florence because of hosting the main Florence/Tuscany hospitals Careggi and Meyer, but also university headquarters and many other workplaces.



The tool supports the becoming of a 15-Minute city evaluating the service level in various domains.



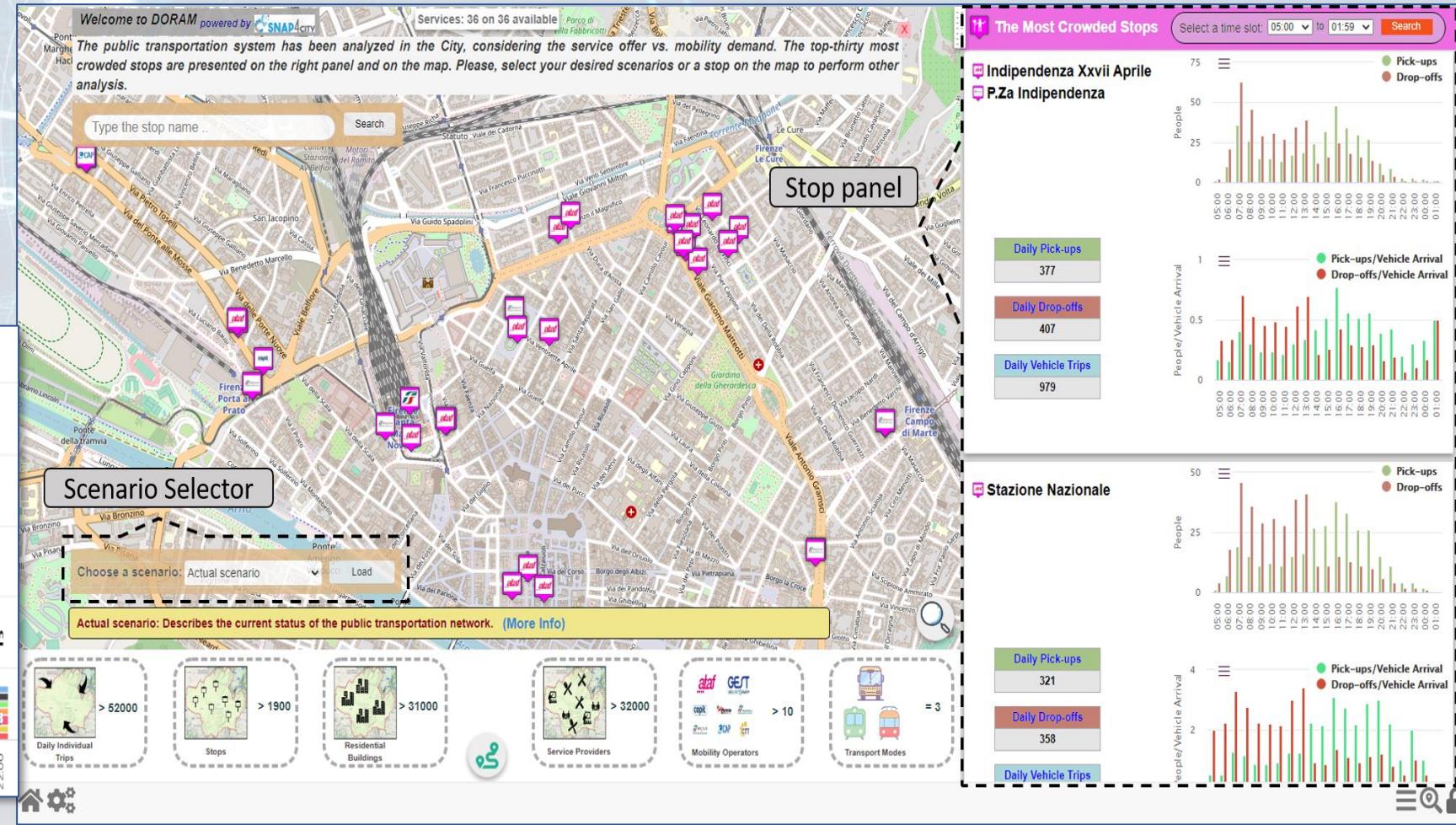
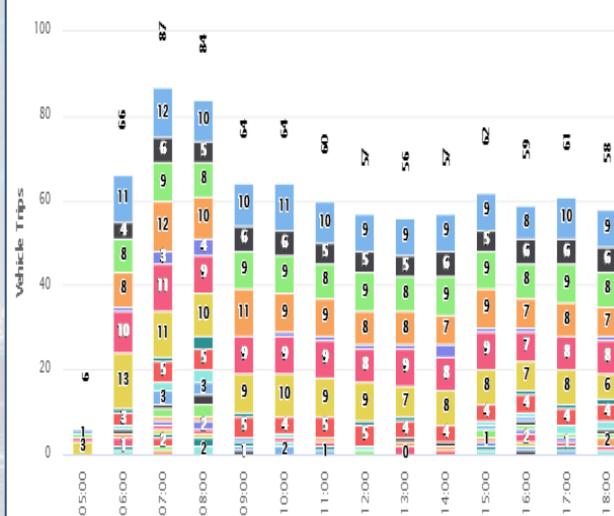
<https://www.snap4city.org/dashboardSmartCity/view/index.php?iddashboard=MjkzOA==>

What-if Analysis sul trasporto pubblico

- Definition of scenarios impact on
 - Traffic, Pollutant, parking, public transport, private flows, etc.
 - KPI analysis

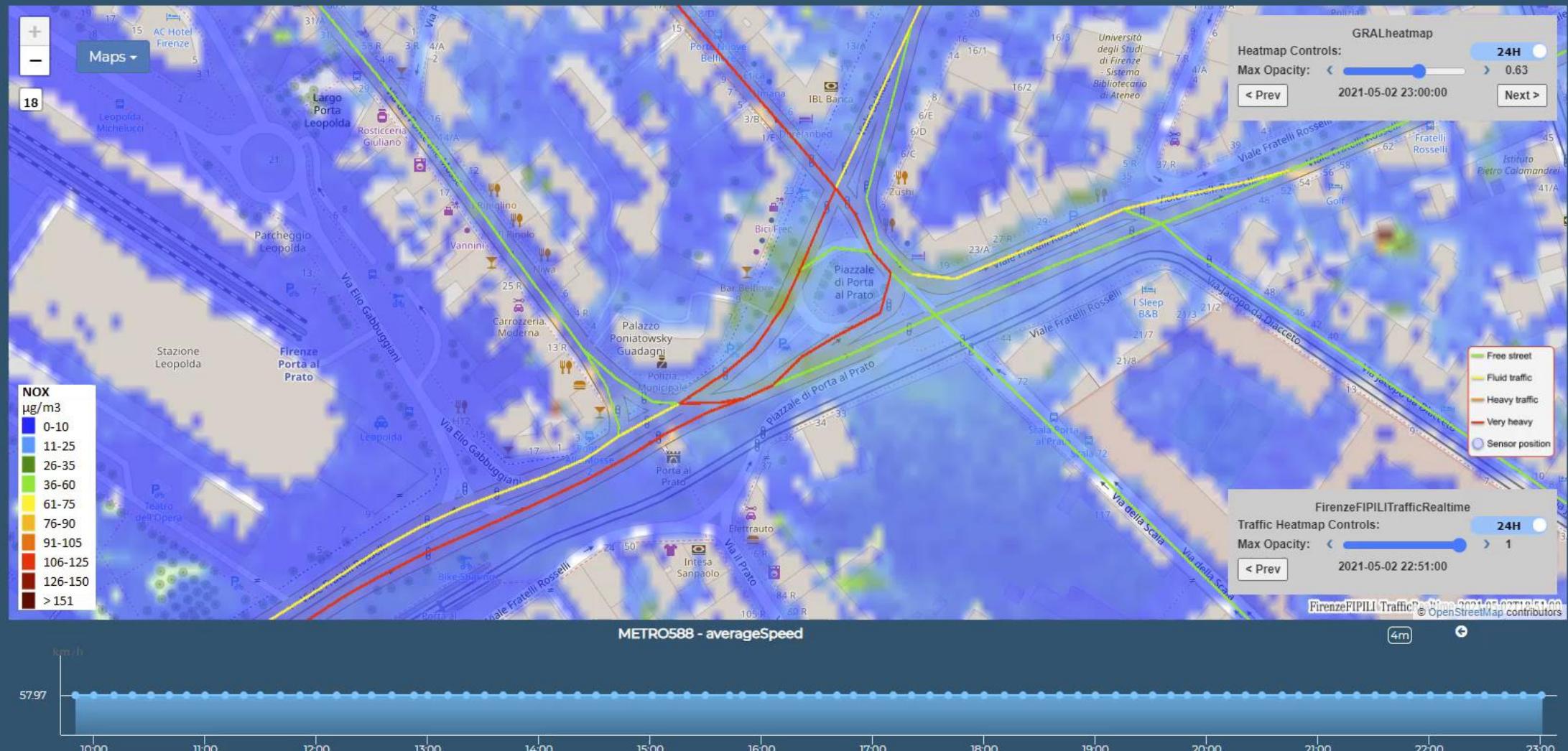
Public Services

Stop(s): Indipendenza Xvii Aprile, P.Za Indipendenza



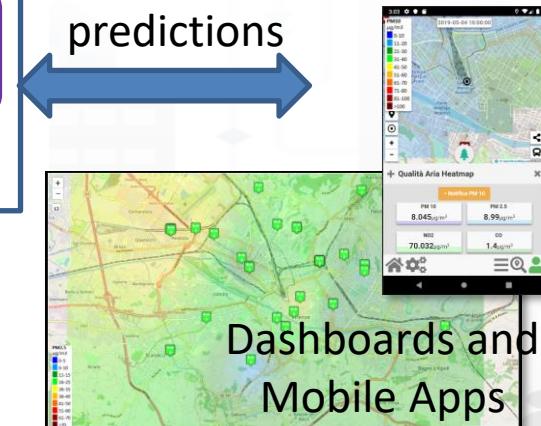
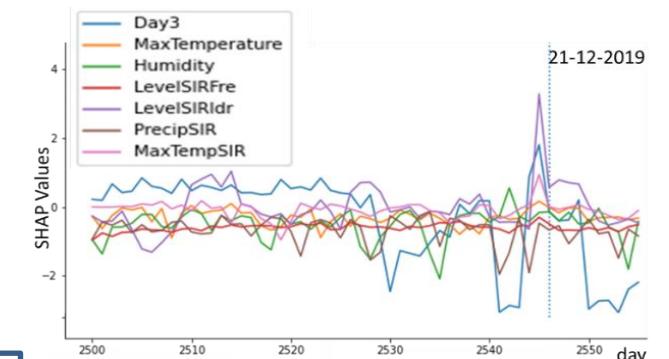
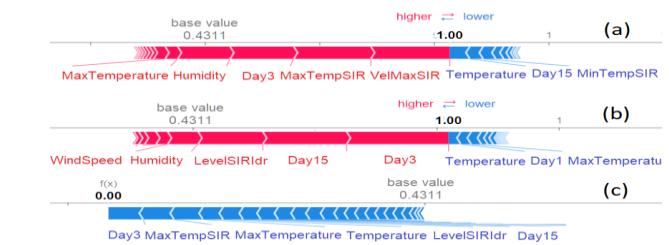
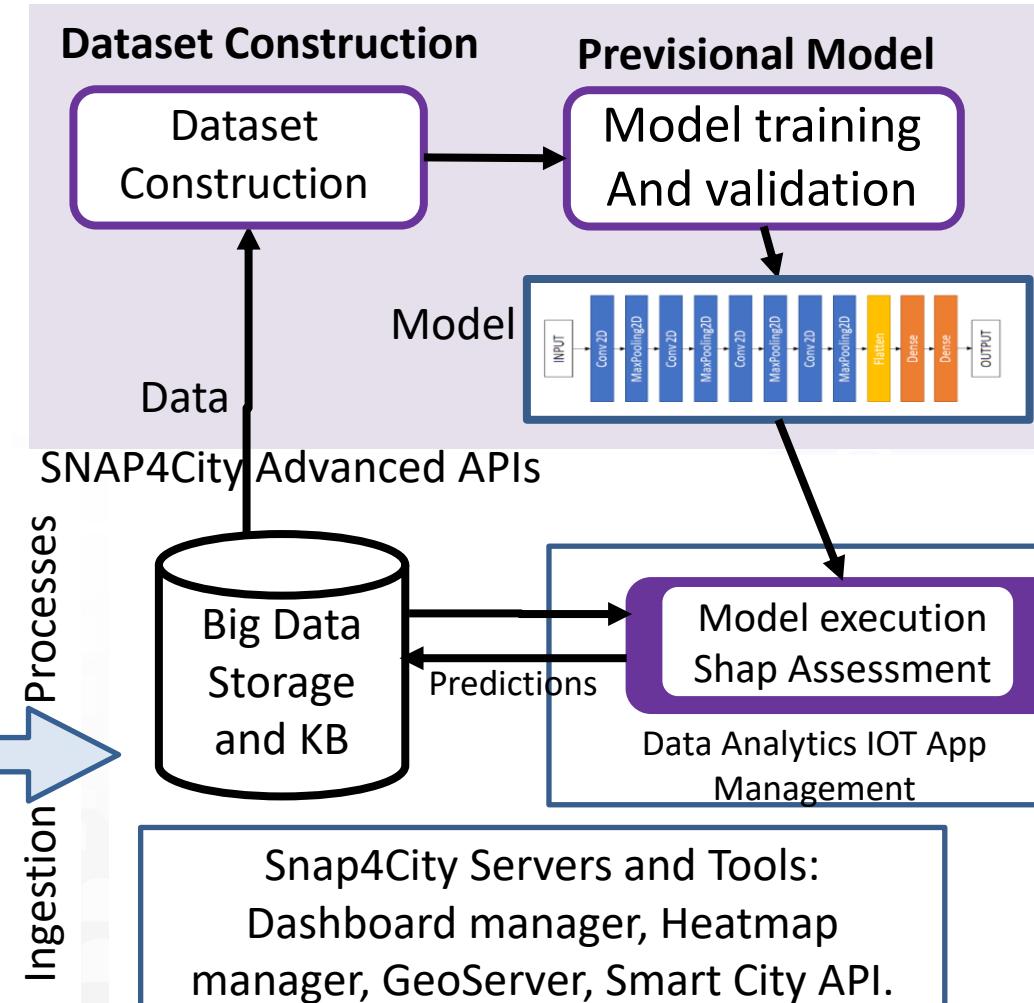
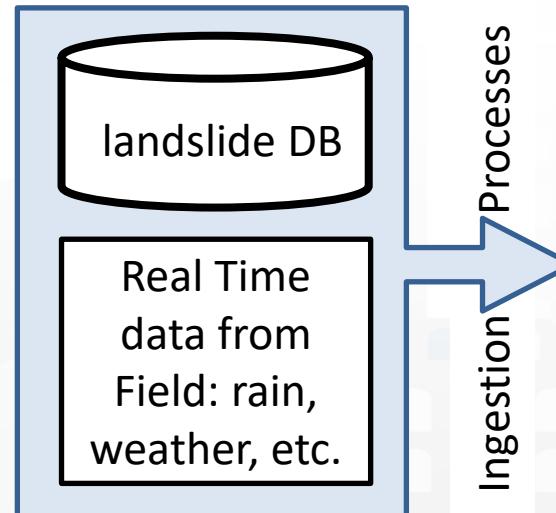
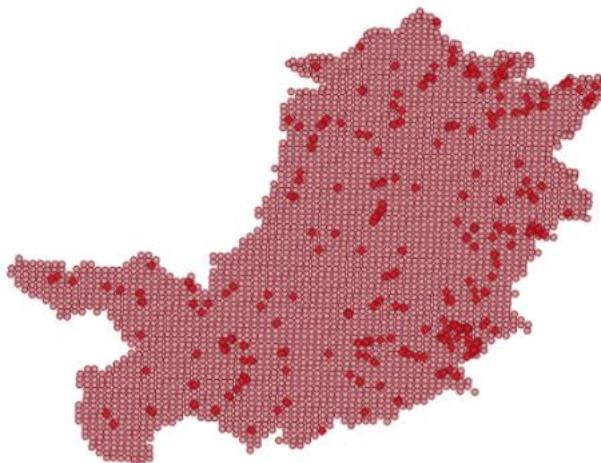
Traffic Flow Manager on multiple cities

Sun 2 May 23:16:31

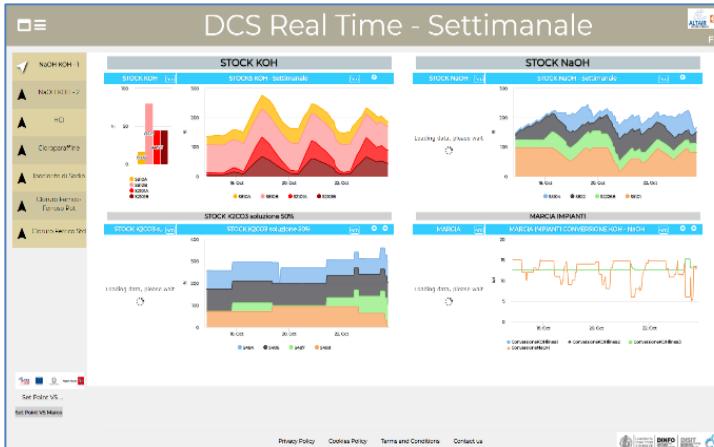


Privacy Policy Cookies Policy Terms and Conditions Contact us

Predizioni sugli eventi di frana

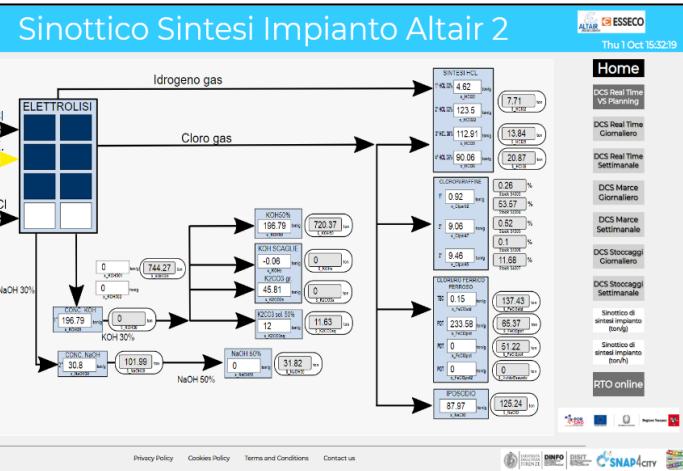


Closing the loop

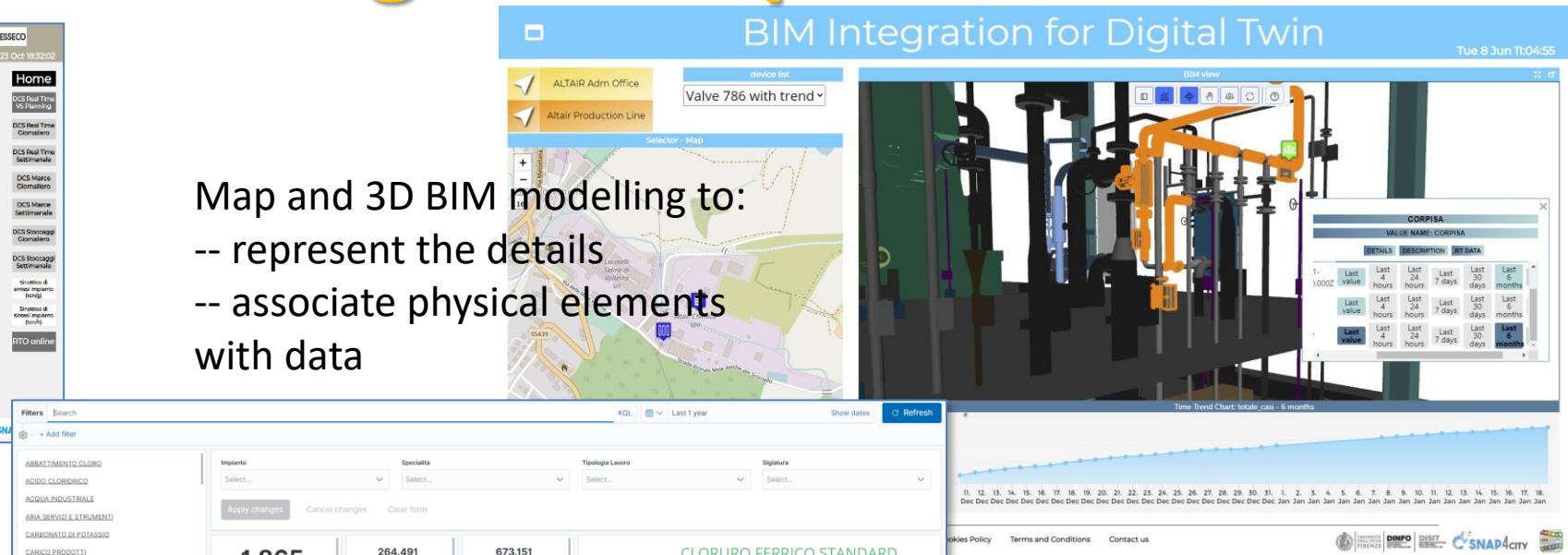


Historical and Real Time Data

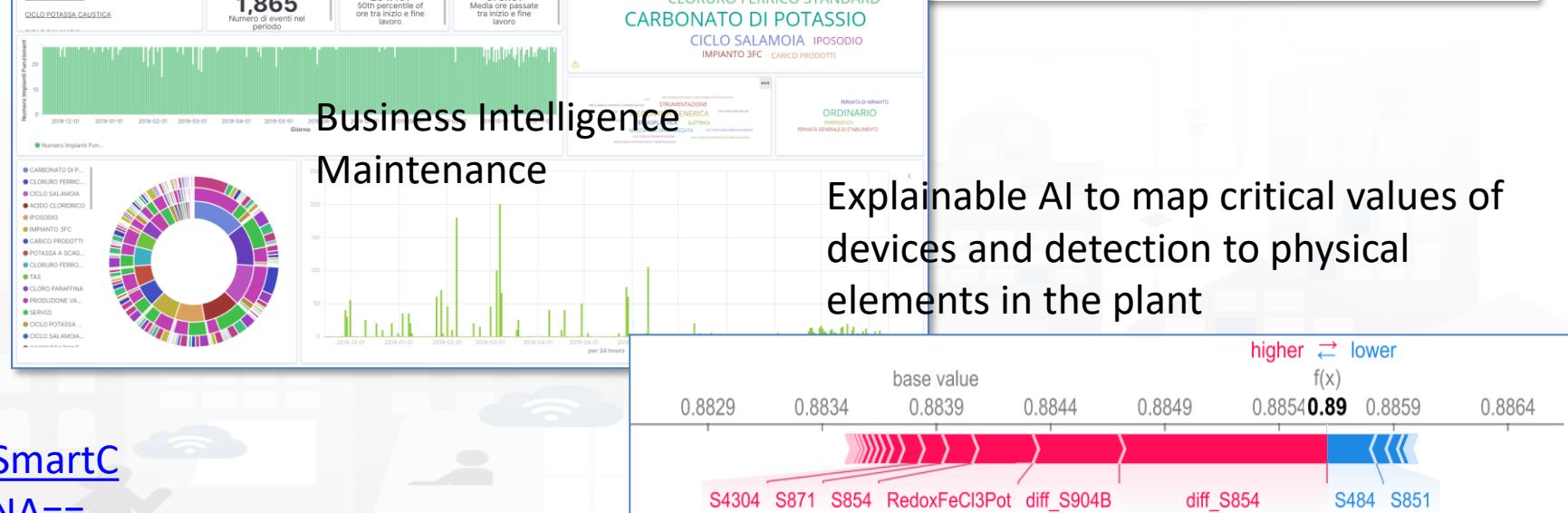
Synoptics for real time monitoring



<https://www.snap4city.org/dashboardSmartCity/view/index.php?iddasboard=MzA1NA==>



Map and 3D BIM modelling to:
-- represent the details
-- associate physical elements
with data



Business Intelligence Maintenance

Explainable AI to map critical values of
devices and detection to physical
elements in the plant



Smart City Control Room

Florence Metropolitan City



reference



• Multiple Domain Data

- Thousands of Open/Private data, POI, IOT, etc.
- ***mobility and transport***: accidents, public transport, parking, traffic flow, Traffic Reconstruction, KPI, ...
- ***AND***: environment, civil protection, gov KPI, covid-19, social & social media, people flow, tourism, energy, culture, ...

• Multiple dash/tool Levels & Decision Makers

- Real Time monitoring, Alerting, quality assess.
- Predictions, KPI, DSS, what-if analysis

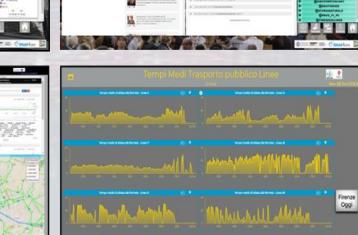
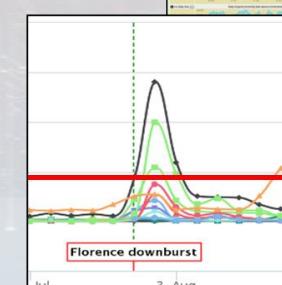
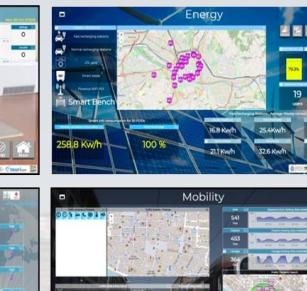
• Historical and Real Time data

- Billions of Data

• Services Exploited on:

- Multiple Levels, Mobile Apps, API

• Since 2017



<https://www.snap4city.org/747>

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FIRENZEDINFO
DIPARTIMENTO DI
INFORMATICA
E TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONEDISIT
DISTRIBUTED SYSTEMS
INFORMATION TECHNOLOGIES LABSNAP4CITY
KM4CITYwww.snap4city.oraPowered by
 FIWAREFREE
TRIALPEN Test
PassedEU GDPR
COMPLIANTSNAP4
Appliances and Dockers
InstallationsEUROPEAN OPEN
SCIENCE CLOUD

Node-RED

JS Foundation

EØ15
digital ecosystem

NVIDIA

Tools for rapid implementation of sustainable Smart Solutions and Decision Support Systems

DASHBOARDS AND APPS - CONTROL ROOMS - DECISION SUPPORT SYSTEMS - WHAT-IF ANALYSIS - VISUAL ANALYTICS

PREDICTION - ANOMALY DETECTION - ENVIRONMENTAL MODEL - 3D MODEL
KPI - SIMULATION - EARLY WARNING - SYNOPTIC - DIGITAL TWIN - VIRTUAL REALITY

EXPERT SYSTEM KNOWLEDGE BASE STORAGE

BIG DATA ANALYTICS EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE BUSINESS INTELLIGENCE MACHINE LEARNING

DATA FLOWS, DATA DRIVEN WORKFLOWS, MICROSERVICES PARALLEL DISTRIBUTED PROCESSING

INDUSTRY4.0

ENVIRONMENT

HEALTH

ENERGY

MOBILE

WASTE

BUILDING

TRANSPORT

SATELLITE

CONTROL ROOM

SECURITY

Smart City Services

Analysis & Design

Data Analytics

Data Flow

Deployment

Testing

Mobile and Web Apps

Advanced Smart City API and Microservices

Application Requirements Analysis

Development

Deployment

Testing

Mobile and Web Apps

Methodologies Living Labs Courses and Community Development Tools

Map of Europe showing various project locations.

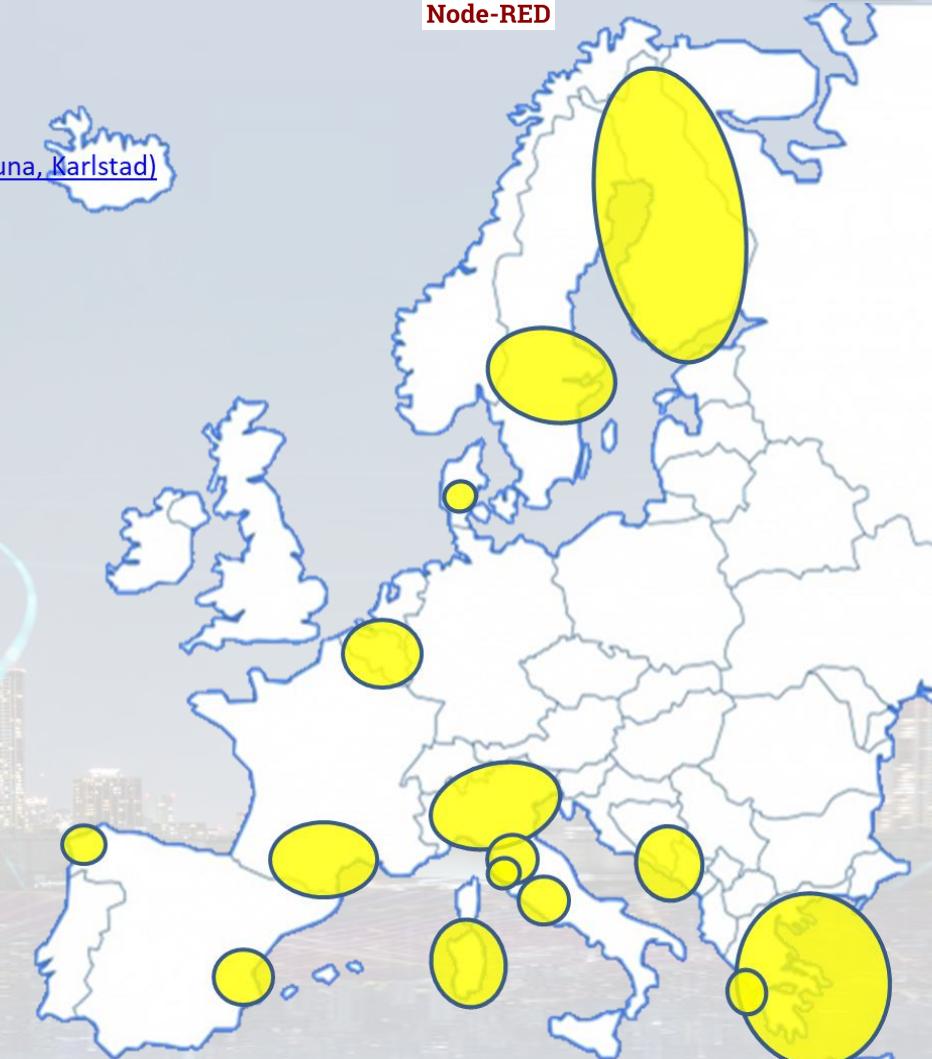


- > 7 running installations
 - Toscana, Pisa, Sweden, ISPRA, Snap4.eu,
 - Altair, Italmatic,
- 13 actions, 12 pilots on 10 Countries
 - >40 cities/areas
- **Wide MULTI-tenant deploy, e.g.,**
 - 19 Tenants / Organizations
 - > 7700 users on
 - > 1400 Dashboards
 - > 16 mobile Apps
 - > **2 Million of structured data per day**
 - > 520 IoT Applications/node-RED
 - > 700 web pages with training
 - > 75 videos, training videos

<https://www.snap4city.org/download/video/cov/>

Main Organizations/areas

- [Antwerp area \(Be\)](#)
- [Bologna \(I\)](#)
- [Capelon \(Sweden: Västerås, Eskilstuna, Karlstad\)](#)
- [DISIT demo \(multiple\)](#)
- [Dubrovnik, Croatia](#)
- [Firenze area \(I\)](#)
- [Garda Lake area \(I\)](#)
- [Greece \(Gr\)](#)
- [Helsinki area \(Fin\)](#)
- [Livorno area \(I\)](#)
- [Lonato del Garda \(I\)](#)
- [Modena \(I\)](#)
- [Mostar, Bosnia-Herzegovina](#)
- [Oslo & Padova \(Impetus\)](#)
- [Pisa area \(I\)](#)
- [Pistoia \(I\)](#)
- [Pont du Gard, Occitanie \(Fr\)](#)
- [Prato \(I\)](#)
- [Roma \(I\)](#)
- [Santiago de Compostela \(S\)](#)
- [Sardegna Region \(I\)](#)
- [Siena \(I\)](#)
- [SmartBed \(multiple\)](#)
- [Toscana Region \(I\), SM](#)
- [Valencia \(S\)](#)
- [Venezia area \(I\)](#)
- [WestGreece area \(Gr\)](#)



- Trials in Israel, Colombia, Australia, India, etc.....

Conclusioni

- **Ricerca e sviluppo di Strumenti per**
 - What-IF analysis
 - Decision Support Systems
- **Che usano tecniche di**
 - AI/XAI techniques
 - Modelllazione e Simulazione
 - Rappresentazione dati e relazioni
 - Digital Twin: global e local



TOP



Be smart in a SNAP!

CONTACT

DISIT Lab, DINFO: Department of Information Engineering
Università degli Studi di Firenze - School of Engineering

Via S. Marta, 3 - 50139 Firenze, ITALY
[https://www.disit.org](http://www.disit.org)

www.snap4city.org

Email: snap4city@disit.org

Office: +39-055-2758-515 / 517
Cell: +39-335-566-86-74
Fax.: +39-055-2758570



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DINFO
DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

DISIT
DISTRIBUITO SYSTEMS
ARCHITECTURES
TECHNOLOGIES LAB