

# MITIGAZIONE DEI RISCHI NATURALI PER LA SICUREZZA E LA MOBILITÀ NELLE AREE MONTANE DEL MEZZOGIORNO

Convegno 22-23 Giugno 2023, Potenza

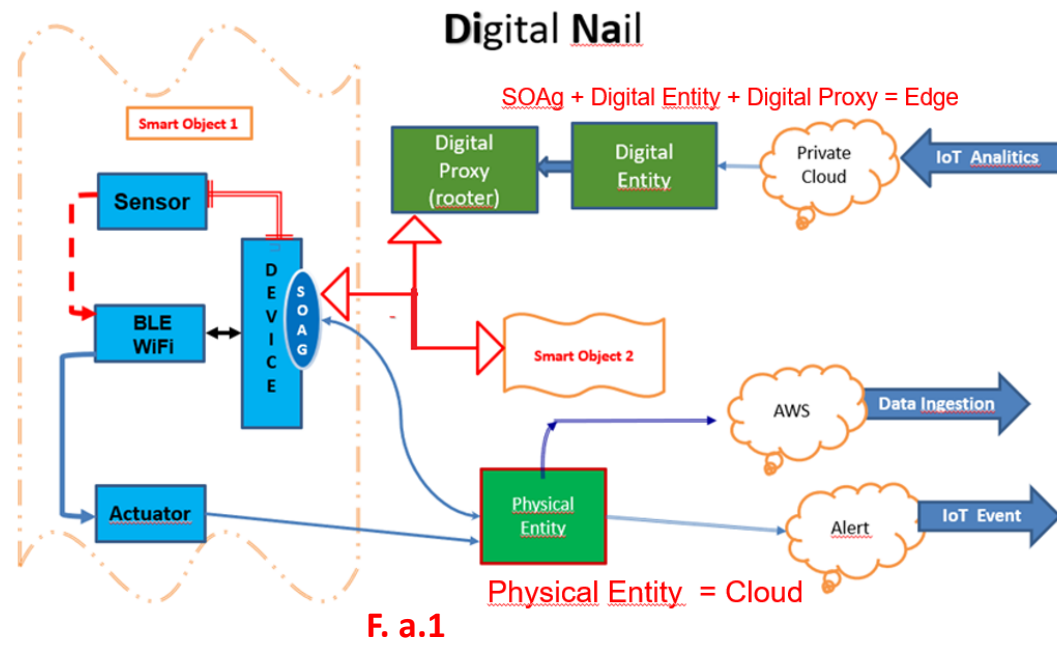


PublisyS - Tito (PZ)



## SISTEMA CIBERFISICO

In futuro Internet of Things (IoT) consentirà una gamma di sistemi che sono in grado di percepire/attivare, calcolare e comunicare (**Smart Object**), e quindi svolgere un ruolo centrale e cruciale se i risultati sono attivi in rete geografica (**Cloud**). Questo nuovo contesto cyber-fisico in rete richiederà paradigmi informatici adeguati ed efficaci per soddisfare i vari requisiti dell'ingegneria dei sistemi IoT, generati sui criteri logici del Machine Learning.



Il paradigma di calcolo basato su agenti (SOaG) permette di supportare l'analisi, la progettazione e l'implementazione dei network di sistemi IoT denominati **Digital Nail** (F. a1) ed incorpora soluzioni di **Edge Computing**. L'incontro sinergico degli agenti SOaG con l'IoT dotato di **microcomputer dual core** (F a2) consente di sviluppare sistemi IoT intelligenti e dinamici per applicazioni apparentemente differenti. L'approccio agent-oriented si basa sulla metodologia **agent-based cooperating** per Smart Object e sul relativo middleware: fornisce efficaci modelli di progettazione e programmazione di agenti insieme a strumenti efficienti per la costruzione effettiva di un sistema IoT in termini di un sistema multiagente.



Smart Object for monitoring and control - Mitigo OR6



Smart Object for monitoring Mitigo OR4

In Mitigo viene realizzato un caso di studio riguardante lo sviluppo di un sistema IoT complesso, applicato al **monitoraggio di una frana** per mostrare l'efficacia e l'efficienza dell'approccio. Come si può vedere dalla F. a.3 abbiamo due **Smart Object per le funzioni di monitoring e control**. Entrambi hanno il microcomputer dual core (F. a.2) dotato di doppio canale di comunicazione on Board Wi-Fi e BLE. La prima stazione monta fino a 16 sensori IoT microclimatici ambientali mentre la seconda può collegare cinque sensori ambientali ed una microcam. Hanno un ventilatore programmabile per l'equilibrio indoor-outdoor dell'ambiente.

**Elementi fondanti del Digital Nail** di F. a1 sono il **Physical Entity**, un oggetto utilizzato per il trasferimento dei dati, e il **Digital Entity**, un'entità software che può essere lo strumento per la trasmissione del SOaG allo specifico IoT Smart. Il **Digital Entity** ha alcune proprietà fondamentali:



esso è lo strumento software che associa le entità fisiche agli oggetti digitali e permette, nella estensione network, di identificare con ID l'oggetto rappresentato.

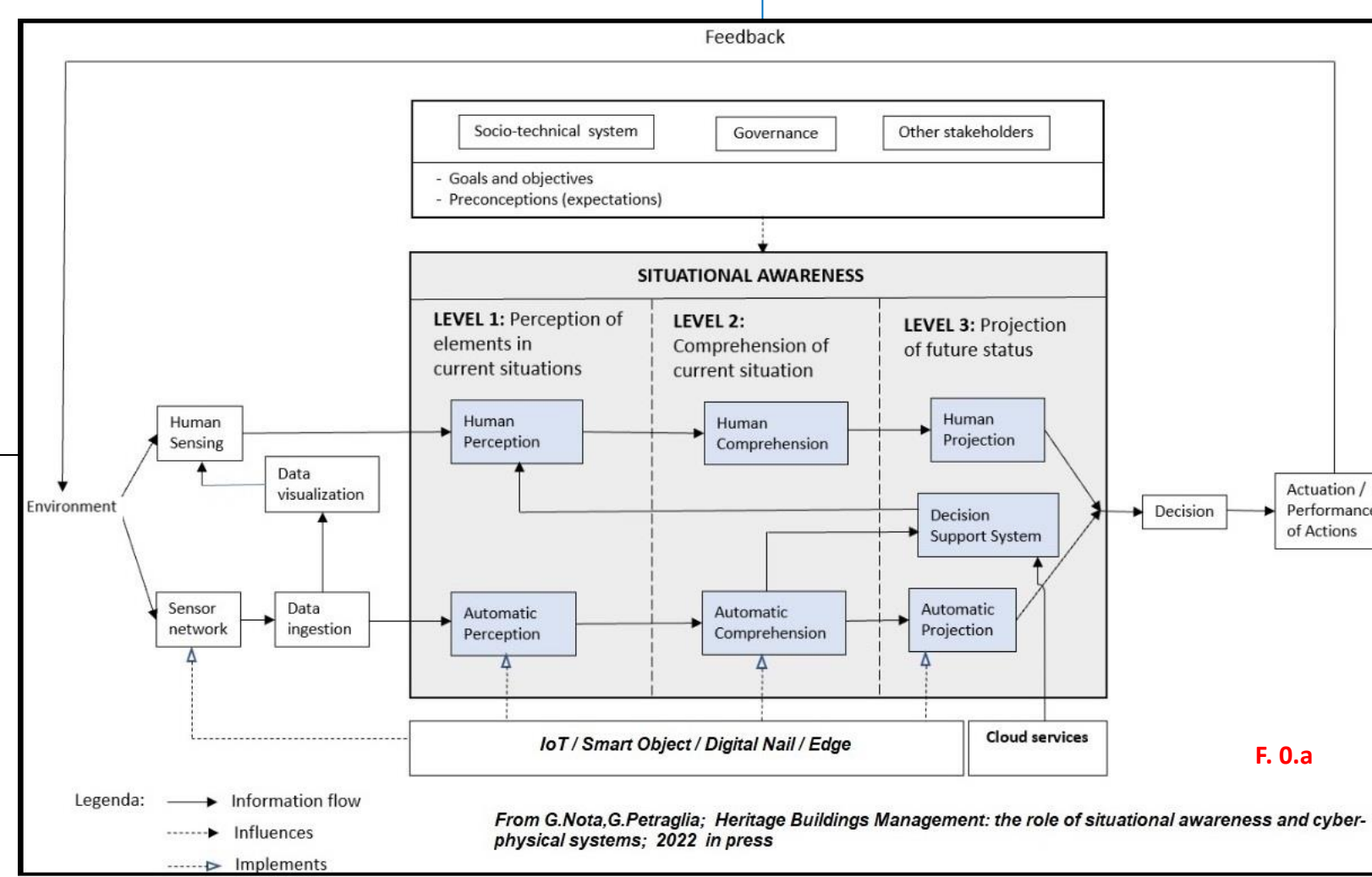
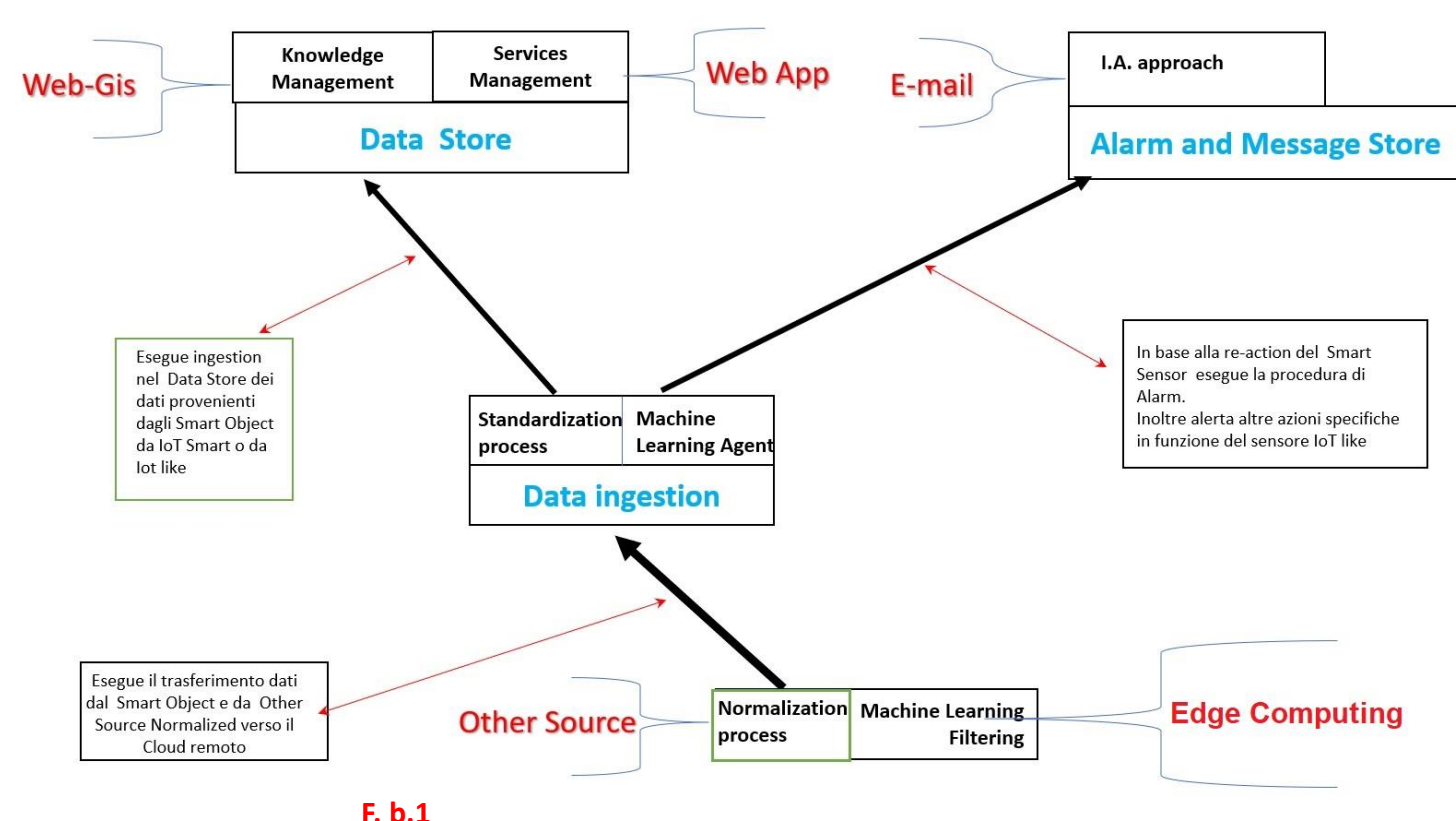
## DATA INGESTION

Il **Cyber Physical System** utilizzato è caratterizzato da queste componenti: **(1) la tecnologia** (Smart Object, Edge Computing, Cloud), **(2) gli algoritmi** (Machine Learning in Smart Object, Digital Entity in Edge Computing, Data injection in Cloud), **(3) i processi** (generazione dei dati nello

Smart Object, interpretazione dei dati nell'Edge, attuazione del datastore nel Cloud). Gli **algoritmi utilizzati nello Smart Object** tengono conto della presenza di un microprocessore dual core dotato di Ram e sono basati sulla logica del **Reinforcement Machine Learning**. E' un modello di Machine Learning simile all'apprendimento supervisionato ma non addestrato all'utilizzo di dati precedenti. Questo modello apprende nel tempo utilizzando anche tentativi ed errori. Una sequenza di risultati positivi rafforza lo sviluppo di una migliore raccomandazione per un dato problema. Un ruolo fondamentale è l'**algoritmo di Data Injection nel Cloud**, come si può vedere in F. b.1, che è alla base del sistema di allarmi via e-mail e del datastore per il Web-Gis e per la fruizione timeline tramite Web-APP.

La soluzione Data Ingestion che rende fruibili i dati relativi al monitoraggio con tecnologia IoT e disponibili in una soluzione Cloud specifica per IoT avviene mediante popolamento di un Data Lake ed utilizza meccanismi di accesso/trasferimento dati quali NFS, SMB, SFTP o FTP utilizzando files di dati sorgenti in formato Json. I dati, provenienti dall'edge computing, sono trasferiti come flussi di file dati, effettuando operazioni batch programmate a tempo o ad evento, per poi consentirne le successive elaborazioni previste dall'algoritmo di Data Ingestion nel Cloud. Per il trasferimento dei dati vengono utilizzati differenti algoritmi di processamento, a seconda della tipologia del file nel percorso di alimentazione. Vengono definiti specifici contenitori di oggetti per il Cloud, sul quale vengono attuate specifiche policy e di controllo degli accessi (ACL). Il primo algoritmo di processamento, Cloud Gateway, consente di creare un'architettura Cloud ibrida tra un ambiente esterno allo stesso cloud.

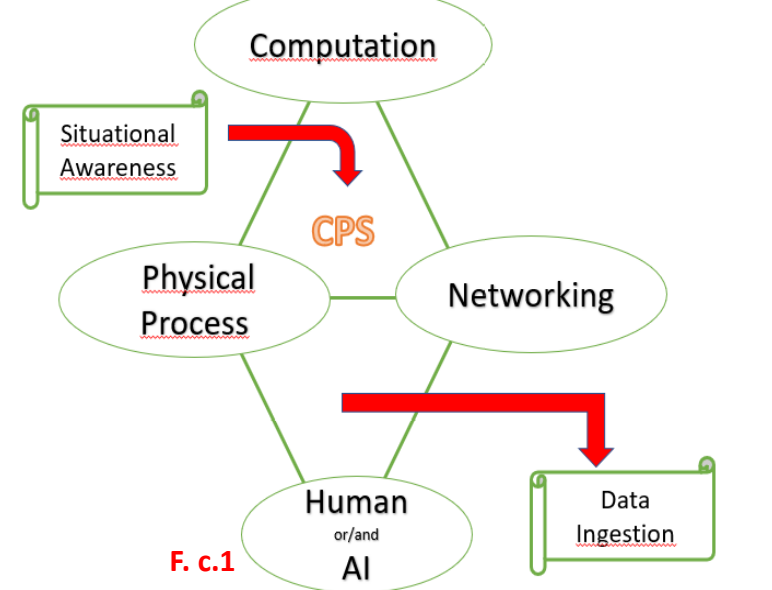
In particolare, tale servizio consente di interfacciare un file system di rete, presente in area di input-extra cloud, direttamente con un Data Container presente nel cloud. Prima del trasferimento, i file ricevuti in formato Json o nativo (mp3, mp4, jpeg...) vengono convertiti in formato standard nativo per le funzioni di output. Ciò consente in un tempo successivo di accedere a tali dati nel loro formato nativo e di renderli disponibili ad altri servizi, ed in particolare a tre famiglie di servizi, di cui due per presentazioni web (web-gis e web-app) ed una terza per invio messaggi (E-mail). Uno specifico algoritmo Transfer consente di gestire il trasferimento di file dati tramite protocolli quali SFTP o FTP, in aree di deposito presente nel cloud, gestito con le funzioni di scalabilità e ad elevato accesso



From G.Nisa, G.Pezzaglia: Heritage Buildings Management: the role of situational awareness and cyber-physical systems, 2022, in press

## MODELLO DI MACHINE LEARNING

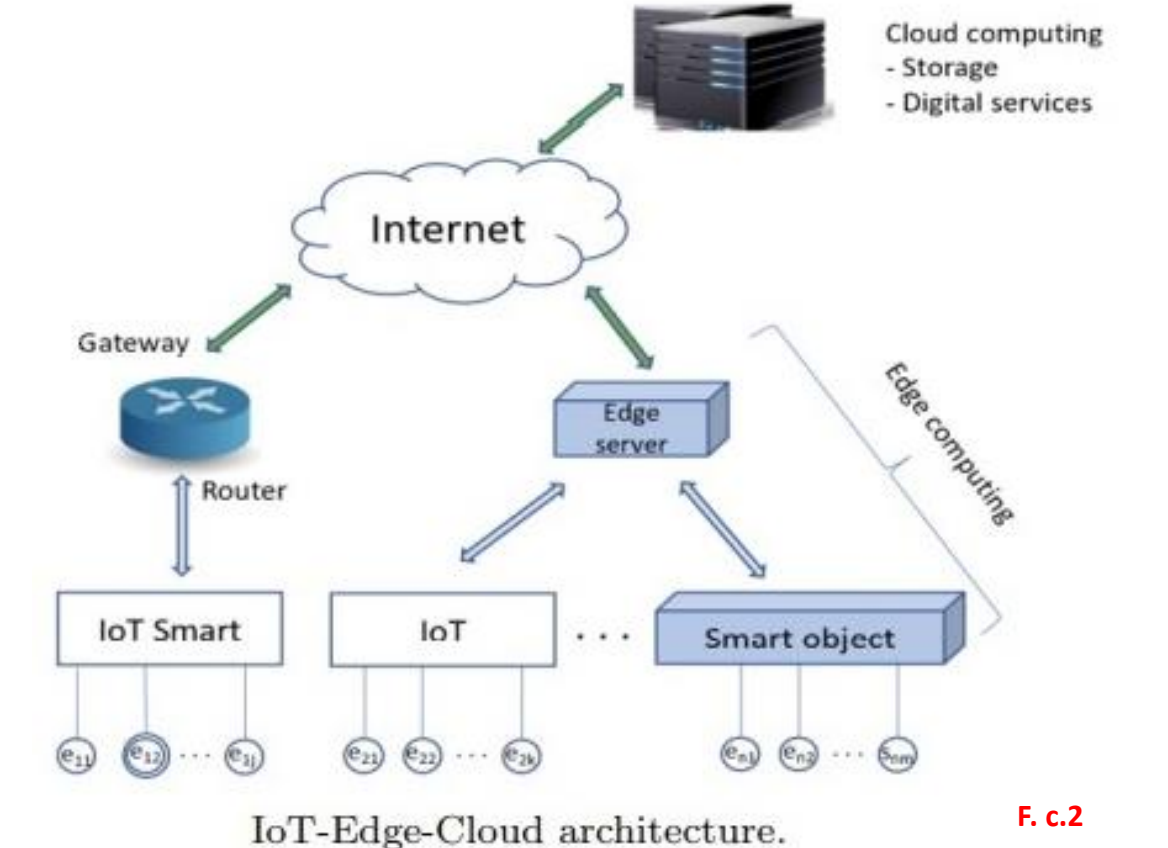
Il cyberworld creato dalla **Situational Awareness** di un sistema da monitorare o controllare è fatto da IoT Smart, Smart Object, Edge computing e funzionalità Cloud che, essendo una rappresentazione virtuale del mondo reale, consentono sia il monitoraggio e controllo sia la produzione di **applicazioni Geo-DSS** (Geographic Decision Support System). Si tratta infatti di un modello di sistema aperto in grado di dialogare con altri CPS, ricevere messaggi da agenti SO esterni o inviare messaggi ad altri CPS o dati a un DSS.



In questo contesto il **cloud storage** è il luogo in cui i dati, le informazioni e la conoscenza generata sono automatizzati e viene mantenuta la conoscenza per finalità gestionali e decisionali. Questa interpretazione del CPS è illustrata nella F. c.1 dove viene mostrata la vista del modello mentre in F. c.2 è riportata l'attuazione ingegneristica con i suoi tre livelli, e cioè l'architettura IoT-Edge-Cloud. I **nodi di calcolo**, come gli **Smart Object dotati di Edge computing**, sono dispositivi complessi per la presenza di microprocessori dual core dotati di Ram che rendono possibili **algoritmi di ML** in grado di effettuare attività di preprocessing iterativo sulla timeline dei dati provenienti dagli IoT e possono fornire un gran numero di funzionalità. Invece particolari sistemi **Edge computing** sono necessari per il calcolo quando la rete è costituita principalmente da nodi IOT convenzionali o da IoT Smart dotati anche di logica di controllo. Questo è un tipico scenario per contesti dove la tipologia dei nodi suggerisce lo **sviluppo on board di sistemi di telecomunicazione** WiFi e BLE. Ed è questo il caso di Mitigo. Per il progetto Mitigo sono stati progettati e prototipizzati **Network di Smart Object** dotati onboard di sistemi di telecomunicazione denominati **Digital Nail (DiNa)** che possono restare collegati fino a **800mt**. Ovviamente il network per poter funzionare deve essere dotato di due differenti tipologie di sistemi di telecomunicazioni: Essi sono il **DiNa Base** con funzionalità prevalente di stazione trasmittente dei dati prodotti negli Smart Object verso il **DiNa Bridge** (F. c.3). Questa ultima, invece, ha la funzionalità base di trasmissione in 4G e 5G dei dati ricevuti dai DiNa Base e diretti verso l'Edge Computing.



Digital Nail Bridge F. c.3



F. c.2

## COMPONENTI DEL DECISION SUPPORT SYSTEM NELLA LOGICA GIS

Case Study : Frana Costa della Gaveta

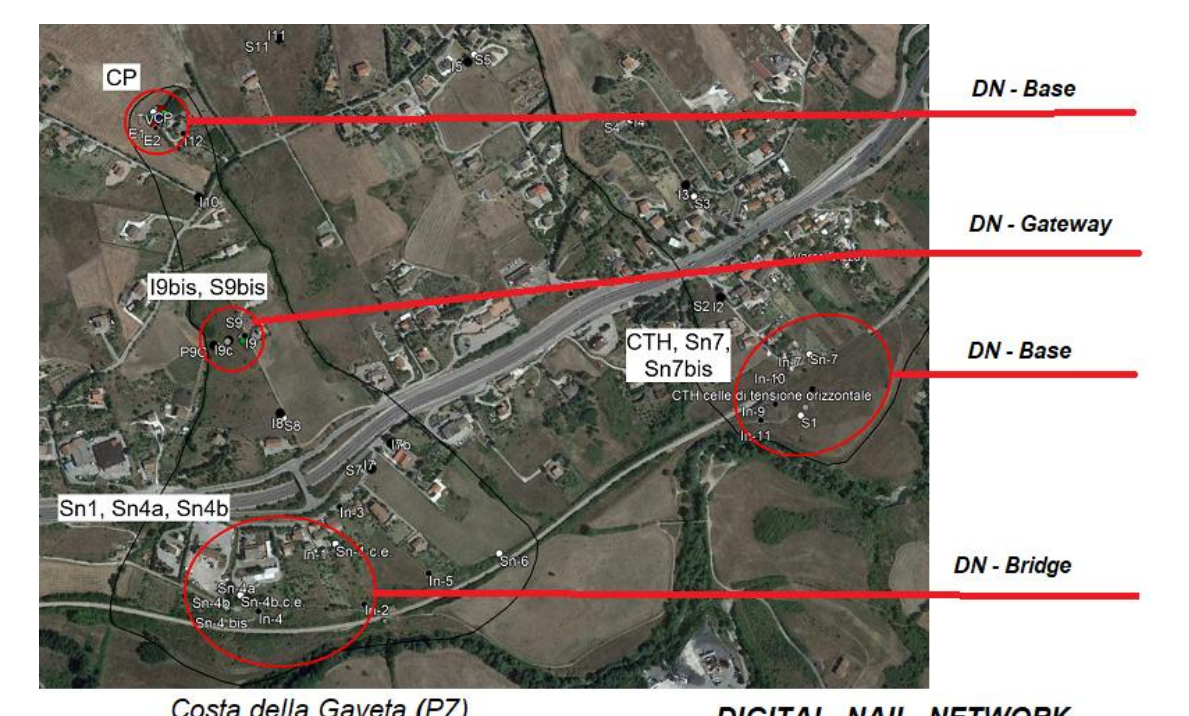
Nell'approntamento del Case Study gli elementi utilizzati sono:

la variante dello Smart Object denominata **DiNa Network** in quanto viene utilizzato anche il processo di telecomunicazione al Edge Computing presente nel Cloud privato, ed il sistema di **Data Ingestion** disegnato ed implementato nel Cloud, dove prevalgono come input sia i **files json** provenienti dal Edge computing, e sia i files spazio-temporali Spatialite relativi al **modello LOOM** per i fenomeni franosi. Inoltre sono presenti anche **file KML**, relativi alla mappa dell'area, provenienti da Other Source.

Le regole per il disegno del processo di costruzione sono visibili in F. 0.a, dove si evidenzia che è la Situation Awareness a coordinare, indirizzare e controllare il sistema CPS. Per la definizione dell'obiettivo si utilizzano i suggerimenti della prof.ssa C. Di Maio e viene scelta la frana Costa della Gaveta, di cui in F. d.1 è riportata la mappa. Come si può vedere dalla F. d.1. esistono quattro aree per il monitoraggio, dove inserire i Digital Nail costituiti da piezometro e mems oscillometrico e dal sistema di telecomunicazione LoRa. Tralasciando i DiNa Base che non presentano particolare interesse, vengono previsti un DiNa Gateway per raccogliere i dati della propria area e dei DiNa Base connessi e per trasmetterli al DiNa Bridge via LoRa. Quest'ultima raccoglie i dati della propria area e li unisce a quelli del DiNa Gateway per trasmetterli al sistema EDGE del Cloud Remoto tramite il circuito 4G-5G.

Nel progetto MITIGO è stato applicato il modello LOOM (Valiante et al., 2021) al caso **Frana Costa della Gaveta** (F. d.1) con l'utilizzo dei seguenti IoT: quattro piezometri, alcuni mems e una stazione meteoropluviometrica integrata. I dati cartografici delle frane preesistenti sono stati ristrutturati secondo le specifiche object-oriented e event-based della struttura **LOOM**, in modo tale da costruire una relazione funzionale tra smart objects e oggetti cartografici spazio-temporali, al fine di creare una piattaforma web GIS interattiva e dinamica per la visualizzazione dei dati di monitoraggio real-time contestualizzati negli ambiti cartografici corrispondenti. Il sistema di Data Ingestion, che è descritto in dettaglio in sezione 3, effettua il riconoscimento delle stringhe, li separa in due grandi famiglie, ed in particolare la prima denominata Alarm and Message Store e la seconda Datastore (F. b.1). Per rendere operativo il **GoLive** del sottoprogetto

Digital Nail Network e soprattutto del Data Ingestion AWS è stata costituita una **Control Room** con i principali referenti coinvolti per il supporto straordinario: essa è composta da personale tecnico informatico, da docenti universitari esperti di dominio, da **referenti di progetto**, dal **project manager** e da **personale tecnico** di servizi innovativi. Inoltre è stato organizzato un supporto **Hypercare** al processo di funzionamento delle due piattaforme **Web App** e **Web GIS** anche con l'uso di un risponditore automatico e di code telematiche



Costa della Gaveta (PZ) F. d.1 DIGITAL NAIL NETWORK



sviluppa e fornisce soluzioni e servizi di ICT rivolti alla Pubblica Amministrazione attraverso attività di ricerca, di consulenza e in outsourcing.

implementa sistemi basati su:

- **INTELLIGENZA ARTIFICIALE** : Tramite machine learning è stato possibile automatizzare i processi documentali ed analizzare i contenuti facilitando il recupero delle informazioni
- **BLOCK CHAIN e IOT** : Tramite utilizzo di tecnologie IoT, di sistemi di data ingestion e di Smart Contract è possibile la fruizione di spazi e strutture pubbliche non presidiate, il monitoraggio di eventi climatici e ambientali, di disastri idrogei e di controllo incendi boschivi, ecc."