

PREVEDERE E PREVENIRE LE ROTTURE DEI SOTTOSERVIZI A RETE

Definizione della PROPENSIONE ALLA ROTTURA mediante modellazione 3D applicata a GEO-database relazionali del sottosuolo e tecniche avanzate di interferometria SAR satellitare per la misura delle deformazioni superficiali

Dr. Geol. Francesco Benincasa
(mobile: 338-8484605, mail: benincasa_francesco@alice.it)

Dr. Geol. Vittorio Bisaglia
(mobile: 368-7217303)

Dr. Geol Silvia Puliero

Coordinamento scientifico Prof. Mario Floris Università di Padova
Coordinamento scientifico Prof. Alessandro Fontana Università di Padova

PREMESSA

La valutazione della probabilità di rottura di una condotta interrata (gas, acqua, fognatura industriale e civile, ecc.) costituisce un fattore di estrema importanza per gli Enti gestori e le Multiutility, sia per ragioni legate alla sicurezza, sia per ragioni di tipo economico e di corretta utilizzazione delle risorse naturali e, naturalmente, per assicurare un'adeguata qualità del servizio offerto all'utenza.

Notevoli energie e risorse aziendali vengono indirizzate al mantenimento della rete in adeguate condizioni di affidabilità e sicurezza.

Risulta utile quindi, per i Gestori dei sottoservizi a rete, disporre di una metodologia che consenta di individuare i tratti più suscettibili a rottura e questo, sia per impostare un piano preventivo di sostituzione della rete di distribuzione, sia per una corretta ed efficace gestione del pronto intervento.

L'utilizzazione dei Sistemi Informativi Geografici (G.I.S.) costituisce per alcune Multiutility, una realtà ormai consolidata, attraverso la quale vengono gestiti numerosi processi: dalla progettazione delle reti tecnologiche, alla gestione del pronto intervento. Attraverso l'uso di banche dati relazionali (RDMS) viene archiviata un'importante mole di dati relativi agli interventi di riparazione effettuati sulle reti, che ad esempio, possono costituire una preziosa fonte di informazioni per la comprensione dei processi alla base delle rotture delle condotte e per l'individuazione dei fattori ad esse maggiormente correlati.

PROPOSTA

A oggi non esistono tecnologie che consentano di prevedere con esattezza il sito e le tempistiche di eventuali rotture improvvise, tuttavia, la presente proposta permette di individuare le aree a maggiore criticità (propensione al guasto/rottura) rappresentando la migliore soluzione per orientare gli interventi di progettazione e manutenzione alle infrastrutture, oltre al notevole risparmio di materiali, mezzi e risorse.

METODOLOGIA DI ANALISI

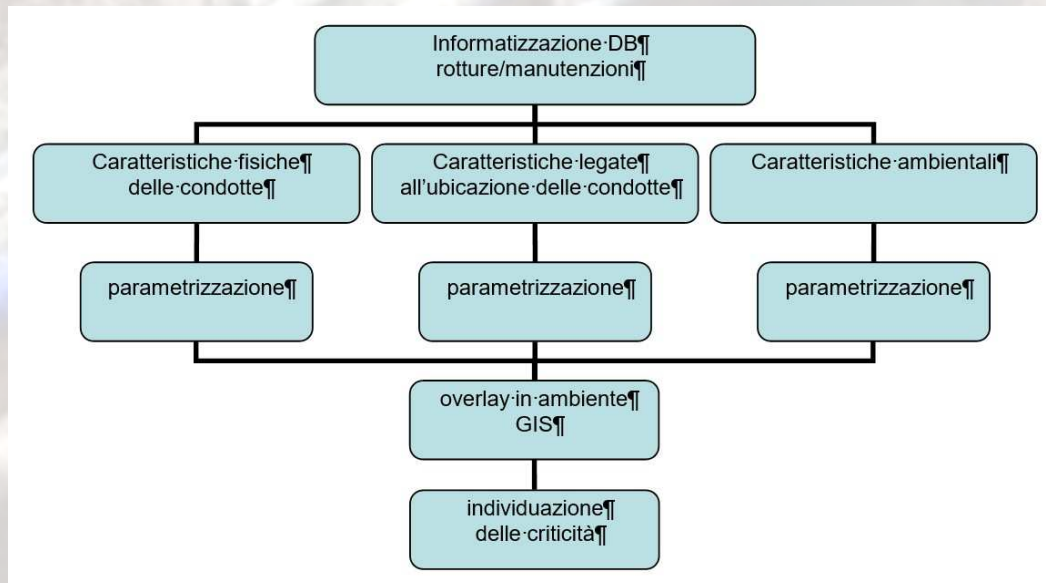
L'attribuzione della propensione alla rottura di un tratto di condotta, viene eseguito mediante la reiterazione di overlay topologici e procedure di parametrizzazione in ambiente PostgreSQL/Postgis.

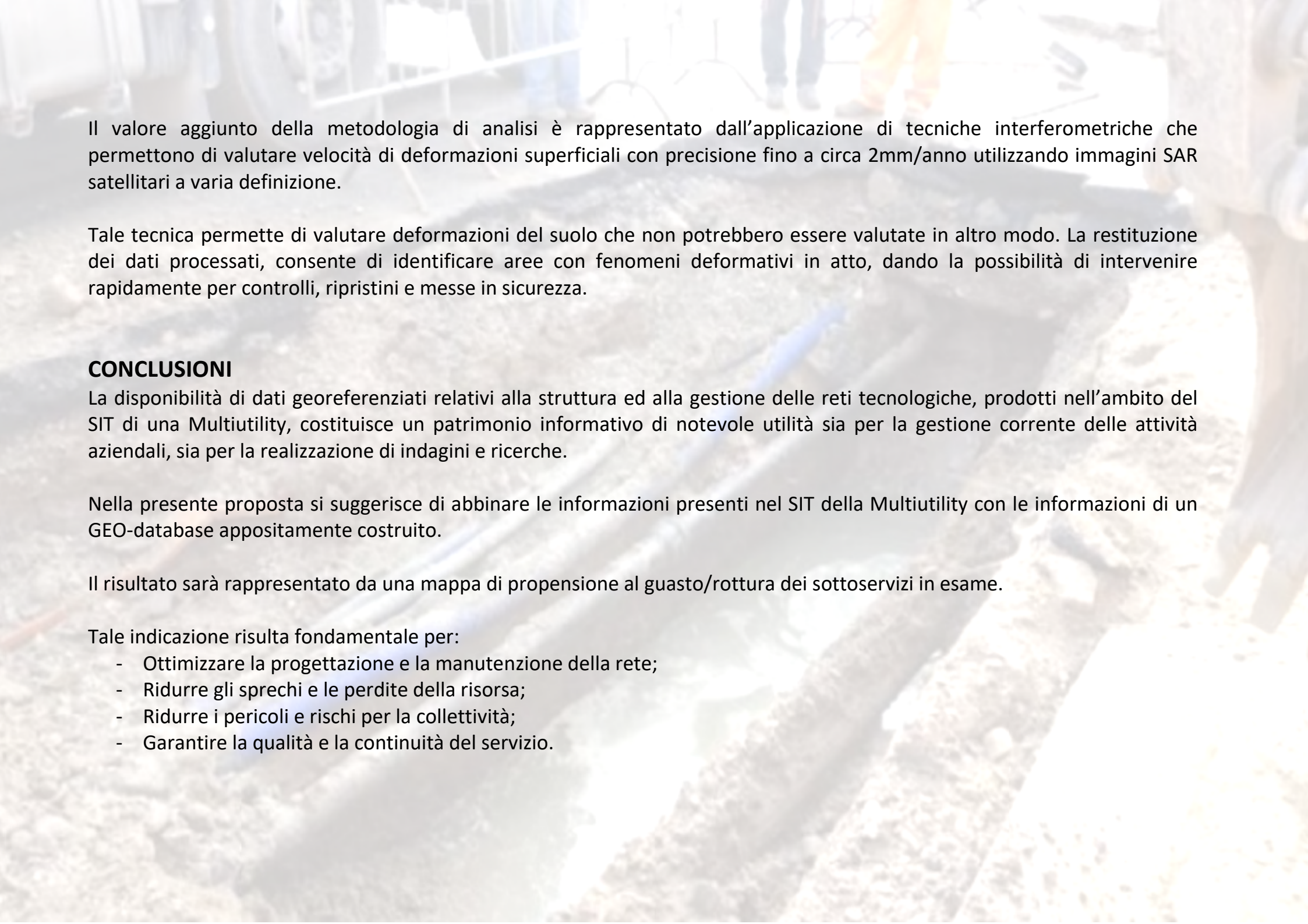
Gli overlay principali sono:

- 1) Modello litologico 3D del sottosuolo
- 2) Morfologia e uso del suolo
- 3) Circolazione idrica del sottosuolo
- 4) Traffico e vibrazioni

La carta di sintesi dell'overlay topologico permette di derivare la mappa delle aree soggette a maggiore deformazione.

Tale rappresentazione viene ulteriormente confrontata con le caratteristiche della rete interrata (materiali, geometria, rotture pregresse), permettendo la determinazione degli indici di propensione alla rottura.





Il valore aggiunto della metodologia di analisi è rappresentato dall'applicazione di tecniche interferometriche che permettono di valutare velocità di deformazioni superficiali con precisione fino a circa 2mm/anno utilizzando immagini SAR satellitari a varia definizione.

Tale tecnica permette di valutare deformazioni del suolo che non potrebbero essere valutate in altro modo. La restituzione dei dati processati, consente di identificare aree con fenomeni deformativi in atto, dando la possibilità di intervenire rapidamente per controlli, ripristini e messe in sicurezza.

CONCLUSIONI

La disponibilità di dati georeferenziati relativi alla struttura ed alla gestione delle reti tecnologiche, prodotti nell'ambito del SIT di una Multiutility, costituisce un patrimonio informativo di notevole utilità sia per la gestione corrente delle attività aziendali, sia per la realizzazione di indagini e ricerche.

Nella presente proposta si suggerisce di abbinare le informazioni presenti nel SIT della Multiutility con le informazioni di un GEO-database appositamente costruito.

Il risultato sarà rappresentato da una mappa di propensione al guasto/rottura dei sottoservizi in esame.

Tale indicazione risulta fondamentale per:

- Ottimizzare la progettazione e la manutenzione della rete;
- Ridurre gli sprechi e le perdite della risorsa;
- Ridurre i pericoli e rischi per la collettività;
- Garantire la qualità e la continuità del servizio.

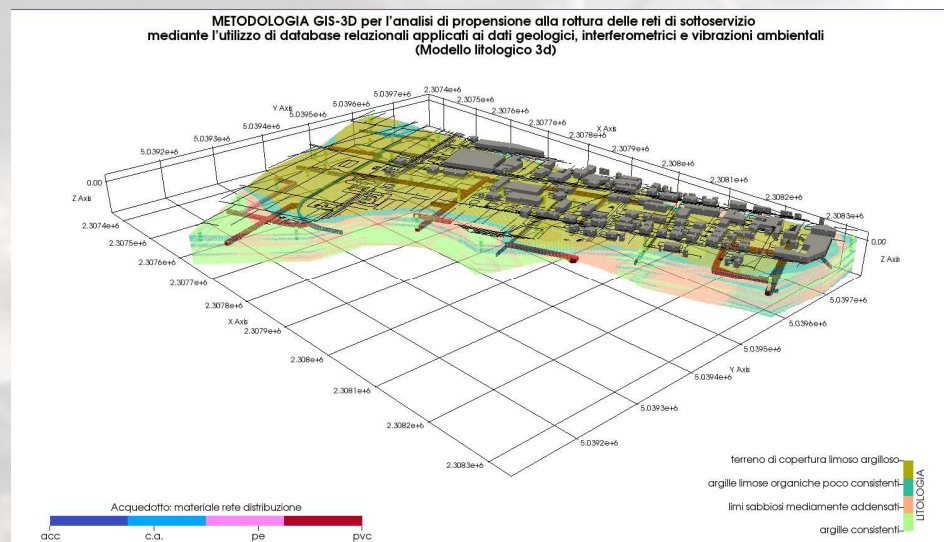
ALCUNE RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE 3D OTTENUTE DA GEO-DATABASE RELAZIONALI

La creazione di un modello geologico 3D prodotto con software G.I.S. Open Source (es. GRASS) permette di correlare un gran numero di informazioni di diversa natura e tipologia per la creazione di un modello geologico rappresentativo della realtà del sottosuolo in cui sono contenute le condotte a rete.

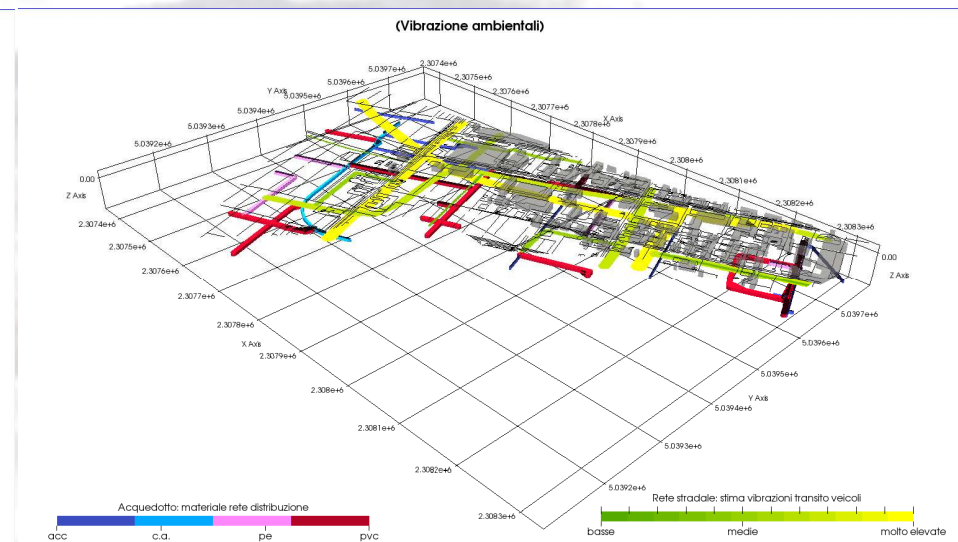
I GEO-database vengono usati per raccogliere e organizzare i dati al fine di georiferire le informazioni geologiche nelle tre dimensioni, consentendo poi di creare un modello 3D del suolo che sarà a sua volta tarato con dati geognostici reali. A questo seguirà l'analisi dell'andamento spaziale di strutture omogenee tramite elaborazione di un numero illimitato di sezioni del modello stesso con un passo di campionamento prestabilito.

I vantaggi più significativi dell'uso di questa metodologia sono legati sicuramente ad un costo ridotto dell'elaborazione, grazie ai software Open Source, di dataset di archivio ben organizzati, facilmente aggiornabili nel tempo e costituiti da informazioni acquisite da più tipi di indagine e che permettono una visione chiara e intuitiva del sottosuolo.

Estratto del modello litologico 3d



Estratto del modello vibrazionale



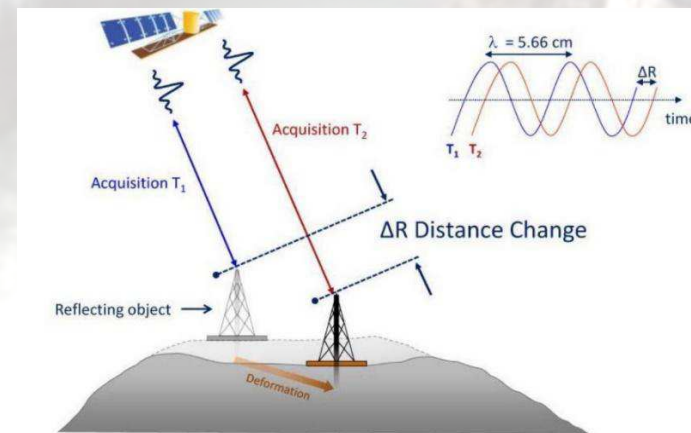
ALCUNE RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OTTENUTE DAL PROCESSAMENTO DI DATI INTERFEROMETRICI

Negli ultimi anni questa tecnica ha avuto notevole sviluppo grazie allo sviluppo del software necessario per il processamento delle immagini da satellite e alla possibilità di ottenere gratuitamente le immagini. I sensori Radar da satellite hanno il grande vantaggio di acquisire durante la notte e in qualsiasi condizione meteorologica (anche in presenza di nubi), quindi ad ogni passaggio del sensore sull'area in esame (mediamente 6-12 giorni).

L'interferometria è una tecnica del telerilevamento che permette di studiare le deformazioni della superficie di ampie aree con un'elevata precisione, tramite l'uso di immagini Radar satellitari ad alta risoluzione. Si basa sul principio Radar secondo cui un'onda elettromagnetica emessa da un sensore di tipo attivo, montato su un satellite, colpisce un oggetto a terra, il quale retrodiffonde il segnale ottenendo l'informazione sulla distanza sensore-bersaglio.

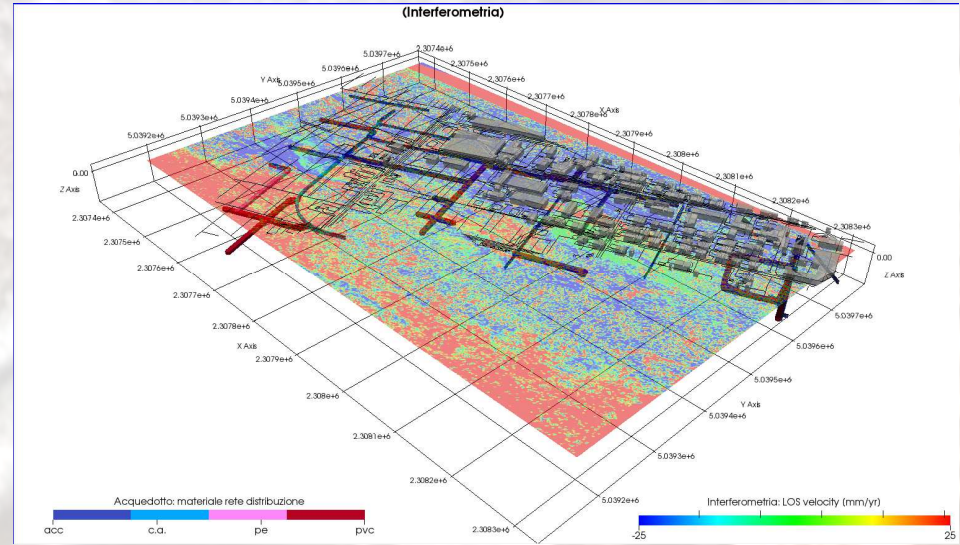
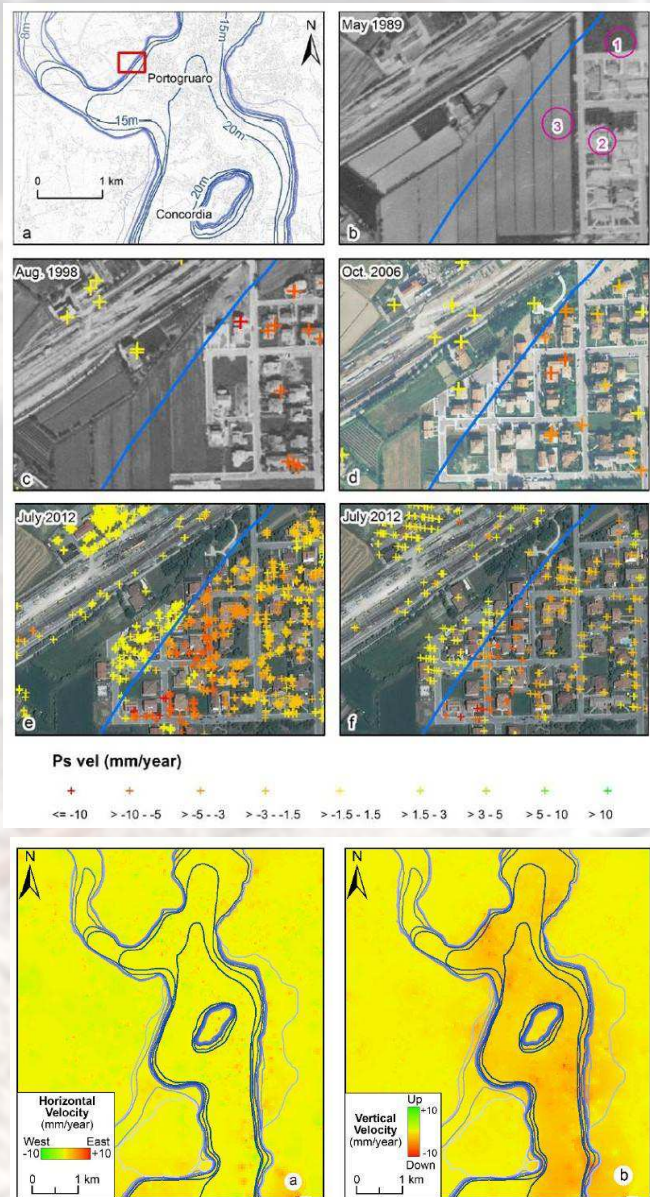
Mediante la metodologia InSAR (Interferometric Synthetic-Aperture Radar), si individua il valore di spostamento del bersaglio tramite la variazione di fase dei segnali retrodiffusi dallo stesso, nel caso di deformazione tra un'acquisizione e quella successiva. L'utilizzo dell'interferometria consente di identificare anche le velocità di deformazione del suolo con la generazione di mappe temporali.

Relazione tra lo spostamento della superficie e la variazione di fase del segnale



Analisi interferometrica eseguita nel territorio di Portogruaro (VE)

Estratto del modello interferometrico



APPLICAZIONI

Ianoschi R., Schouten M., Leezenberg P.B., Dheenathayalan P., Hanssen R. (2013) - Satellite Radar interferometry for risk management of gas pipeline networks.

Nel 2008 si è verificata un'importante esplosione di gas nella città di Amsterdam. Con questo studio si è voluta mostrare la potenzialità dell'analisi di immagini satellitari ai fini di monitorare le tubature di gas in area soggetta a subsidenza, tramite gli spostamenti della superficie avvenuti in un determinato arco temporale (2003-2012). Con lo scopo nei prossimi anni di sostituire tutte le tubature difettose e di individuare le aree più soggette a rischi di rottura. Lo studio conclude con la considerazione che la tecnica interferometrica possiede il grande vantaggio nel valutare i casi più urgenti.

Sawyer G., Dubost A., De Vries M. (2016) – Copernicus Sentinels' product economic value: a case of study. Pipeline infrastructure monitoring in the Netherlands.

Lo studio, effettuato per ESA in area olandese soggetta a subsidenza, dimostra come fornitori di sottoservizi locali Oasen e Stedin possono trarre vantaggio e benefit dall'uso dell'interferometria radar satellitare. A seconda del tipo di risoluzione del sensore usato è possibile indagare un'area con un diverso grado di dettaglio. La differenza sostanziale nella scelta delle immagini da processare è nel costo: le Sentinel, con una risoluzione minore (25m), sono disponibili gratuitamente, invece le TerraSAR-X, che hanno una risoluzione migliore (3m), hanno un costo. Il fatto di riuscire a monitorare le deformazioni superficiali permette di ottenere informazioni sullo stato delle tubature in modo da prevenirne le rotture, traendone benefit economici sia per le compagnie fornitrici, che possono di conseguenza migliorare anche le proprie tecnologie individuando i materiali più adatti alla costruzione della rete, sia per l'economia locale e i cittadini evitando interruzioni dei servizi e diminuendo i rischi di morte, come nel caso di esplosioni legate al gas.

BIBLIOGRAFIA

Bisaglia V., Alessi S., Iasio C. (2018) "Metodologia Open Source per la modellazione geologica tridimensionale mediante l'utilizzo di geodatabase relazionali: il caso di un sito contaminato a Marghera – Mestre, Provincia di Venezia". Pubblicazione "Geologia Tecnica & Ambientale" 2-18, rivista Consiglio Nazionale Geologi.

Bisaglia V. e Alessi S. (2019) "Modellazione geologica tridimensionale. L'utilizzo di database spaziali e software G.I.S. Open Source per la gestione, elaborazione e rappresentazione del dato geologico", Convegno FOSS4G-IT 2019, Sessione GEO-IDRO-4

Floris M., Fontana A., Tessari G., Mulè M. (2019) "Subsidence zonation through Satellite Interferometry in coastal plain environments of NE Italy: a possible tool for geological and geomorphological mapping in urban areas", Remote Sensing, 11, 165, pp. 1-23. Doi:10.3390/rs11020165