

ROTTURE NELLA RETE HERA: OBIETTIVI E METODI DI ANALISI

Prof.ssa Valentina Ciriello

Dipartimento DICAM

Università di Bologna



Manutenzione predittiva

- azione preventiva
- basata su metriche elaborate a partire da dati e modelli

Comprendere i fattori che influenzano il rischio di rottura delle condotte

Indirizzare le attività di manutenzione sulla rete al fine di ottimizzare le risorse disponibili e diminuire il rischio di disservizio

SICUREZZA Infrastrutturale

imprescindibile per garantire con continuità servizi essenziali ai cittadini



SOSTENIBILITÀ

capacità di contribuire alla tutela dell'ambiente

Risparmio idrico



RESILIENZA

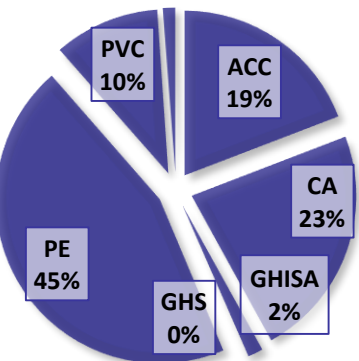
capacità di fare fronte all'evoluzione (imprevista) del contesto

*Sviluppo
Cambiamento Climatico*

Rete di distribuzione della risorsa idrica gestita da Hera S.p.A. in Emilia-Romagna al 2018

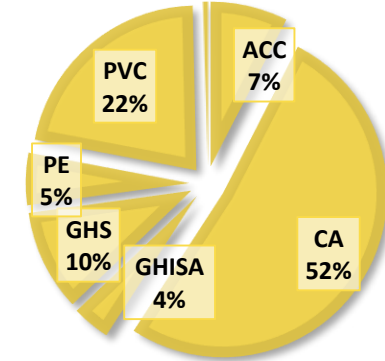
ATO5

Lunghezza Rete: 9195 km
Età media Rete: 34 anni
Tasso di rottura: 0.52



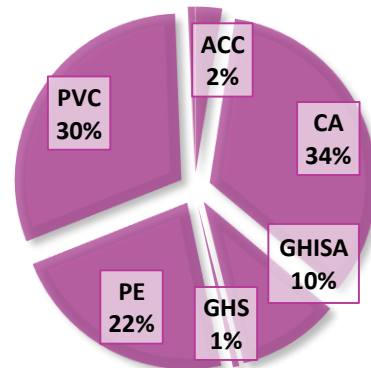
ATO6

Lunghezza Rete: 2525 km
Età media Rete: 43 anni
Tasso di rottura: 0.32



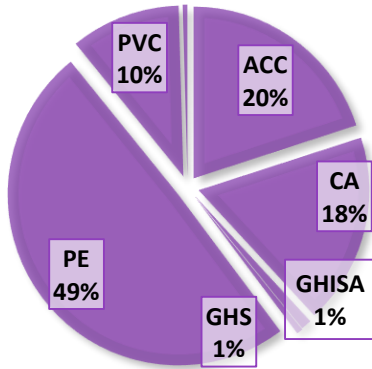
ATO7

Lunghezza Rete: 3811 km
Età media Rete: 32 anni
Tasso di rottura: 0.18



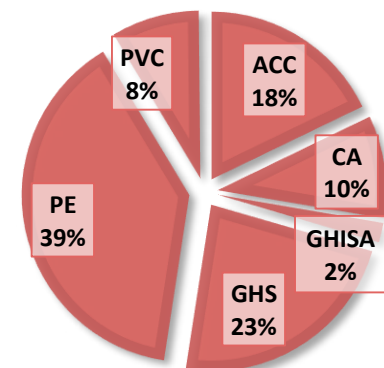
ATO4

Lunghezza Rete: 4646 km
Età media Rete: 34 anni
Tasso di rottura: 0.38



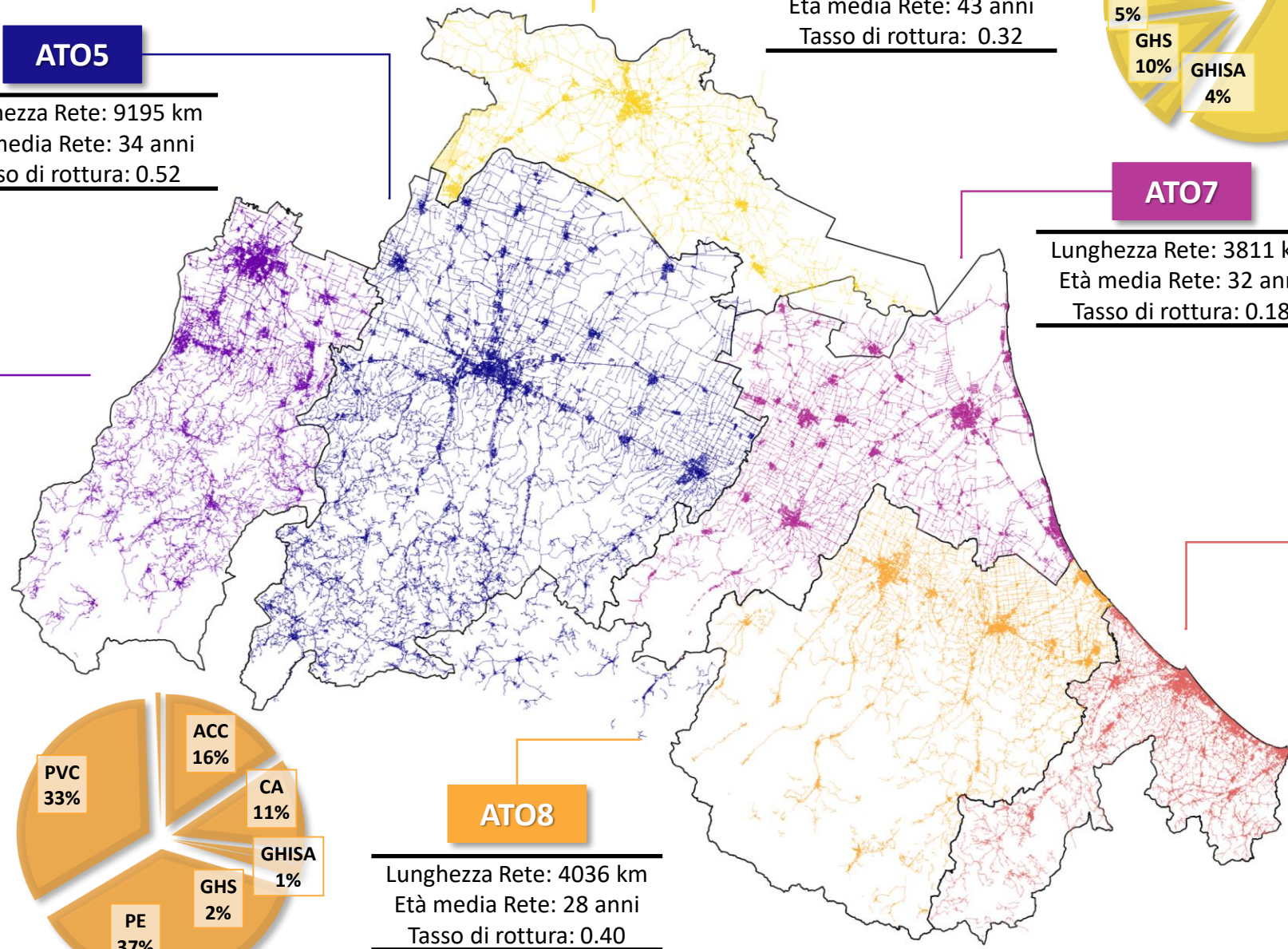
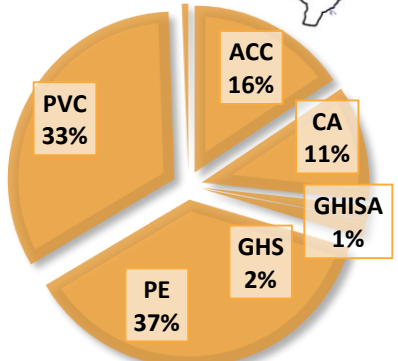
ATO9

Lunghezza Rete: 3005 km
Età media Rete: 33 anni
Tasso di rottura: 1.00



ATO8

Lunghezza Rete: 4036 km
Età media Rete: 28 anni
Tasso di rottura: 0.40

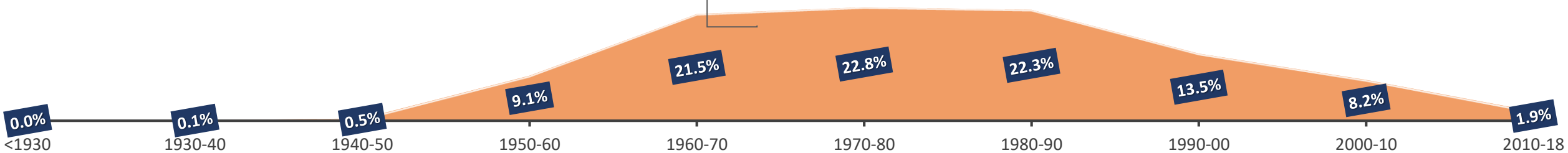
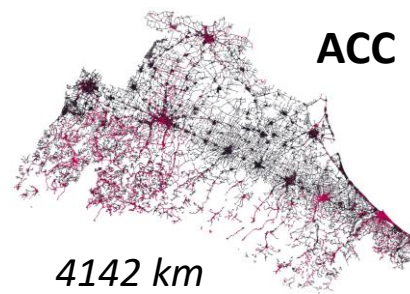


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale

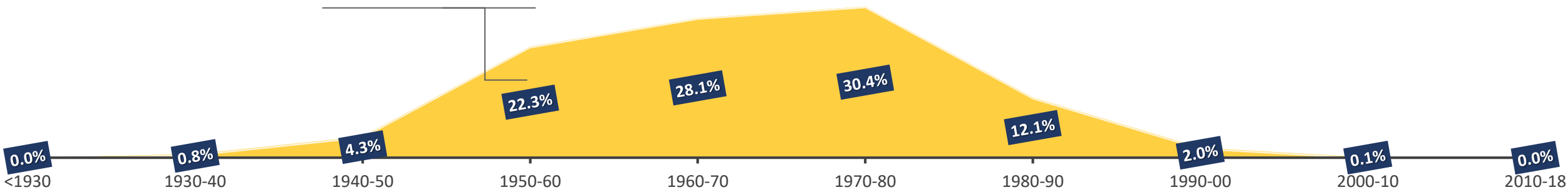
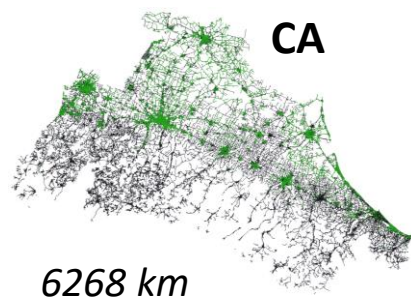


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale

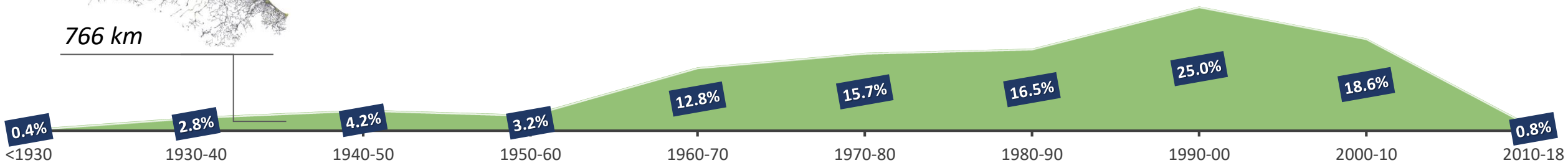
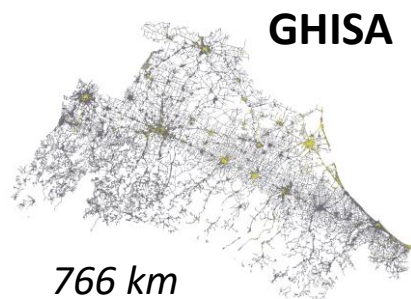


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale

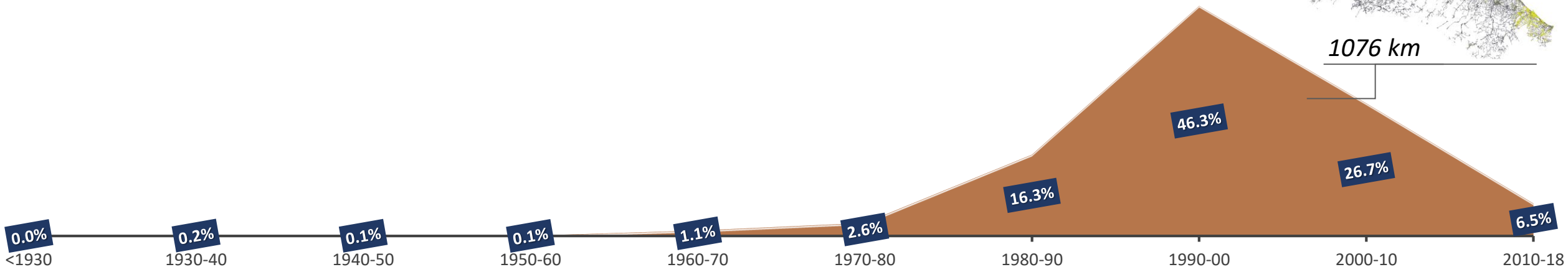
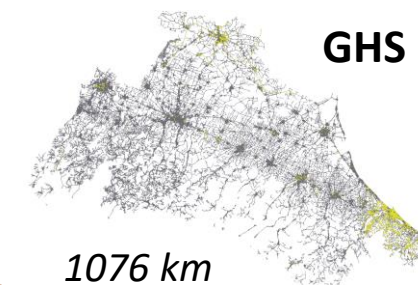


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale

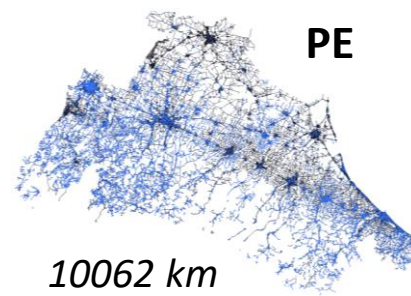


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

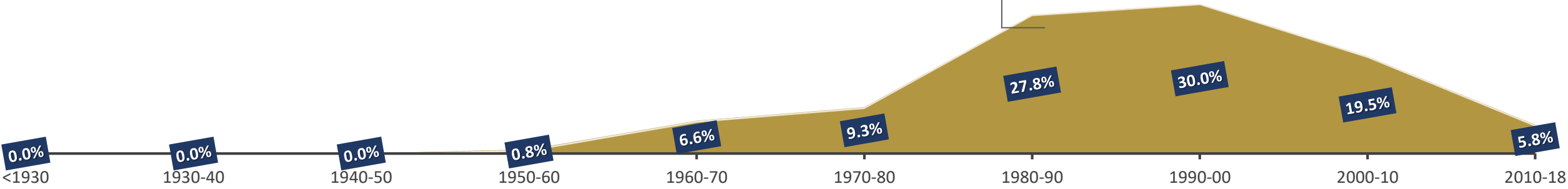
Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale



10062 km

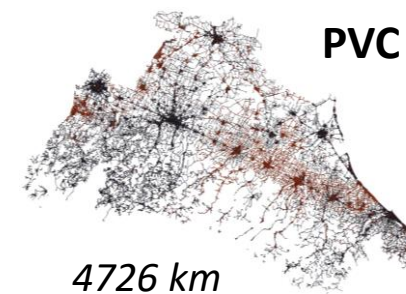


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale

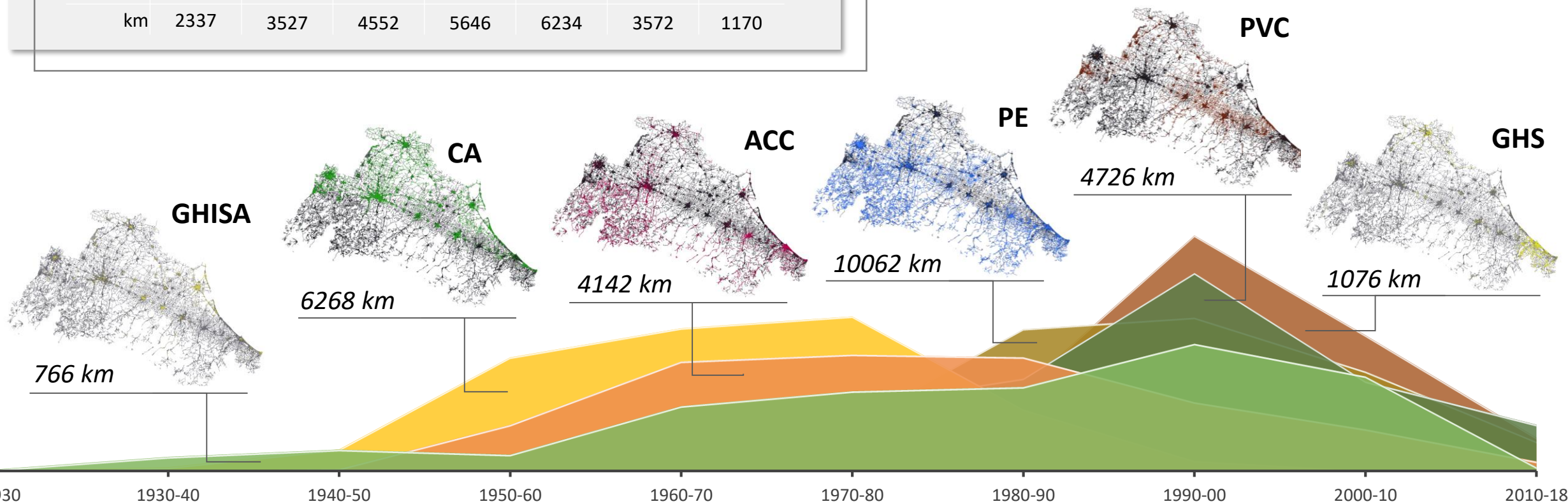


Rete Hera in RER: materiali ed evoluzione temporale

Evoluzione temporale della posa della rete
acquedottistica nelle ATO 4-9 e % dei materiali
impiegati nei diversi decenni

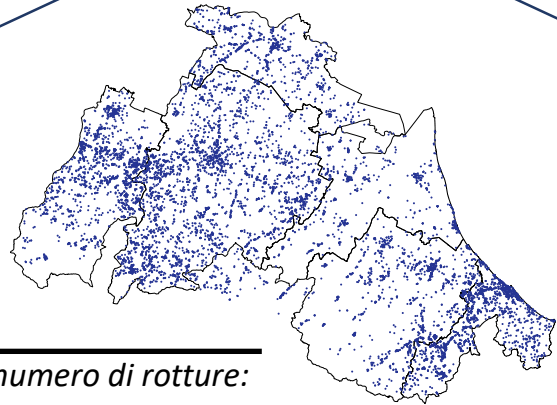
	<1960	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10	2010-18
ACC	17.1%	25.3%	20.8%	16.4%	9.0%	9.5%	6.8%
CA	73.3%	49.9%	41.8%	13.5%	2.0%	0.1%	0.1%
GHISA	3.5%	2.8%	2.6%	2.2%	3.1%	4.0%	0.5%
GHS	0.2%	0.3%	0.6%	3.1%	8.0%	8.0%	6.0%
PE	3.6%	18.8%	20.6%	49.6%	48.5%	55.0%	49.8%
PVC	2.2%	3.0%	13.5%	15.2%	29.4%	23.3%	36.8%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
km	2337	3527	4552	5646	6234	3572	1170

Evoluzione temporale della posa di
ogni singolo materiale



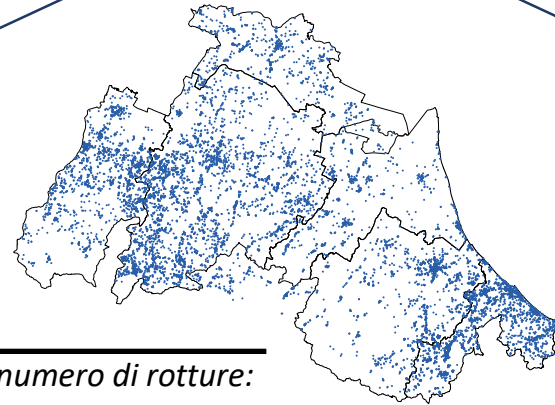
Rotture di condotte d'acquedotto 2013-2018

2013



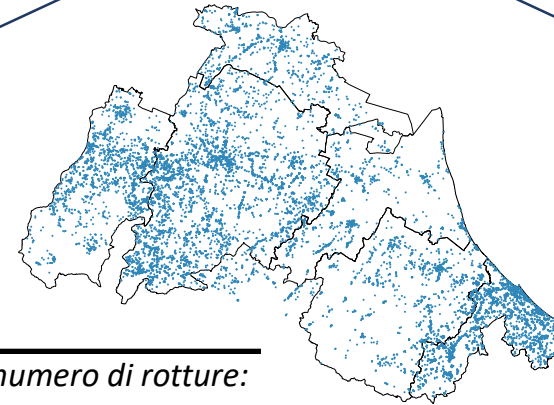
numero di rotture:
10086

2014

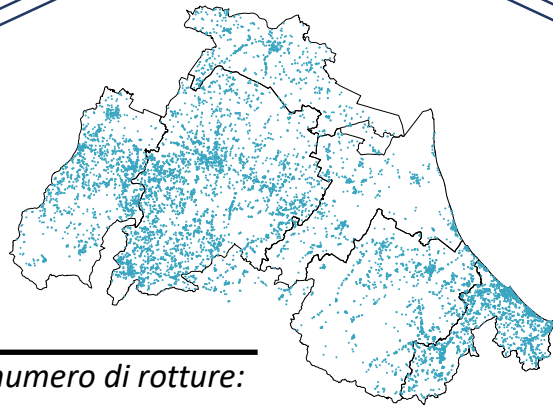


numero di rotture:
11223

2015

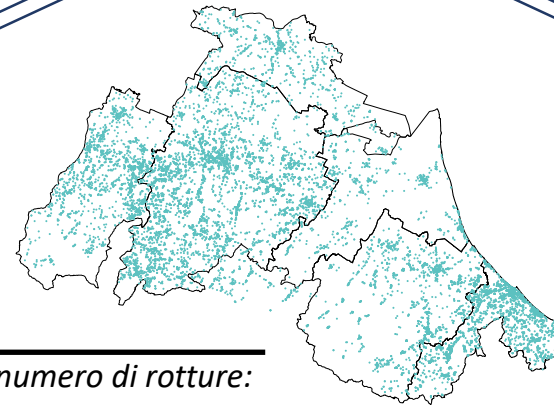


numero di rotture:
12824



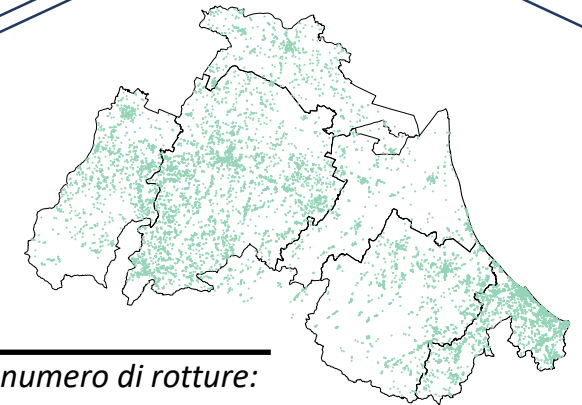
numero di rotture:
12233

2016



numero di rotture:
13911

2017



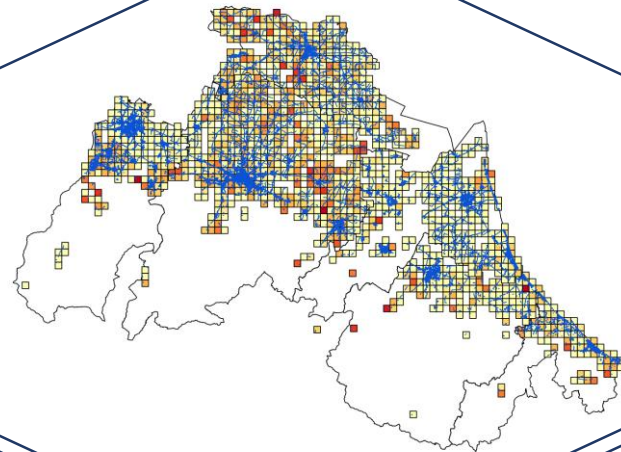
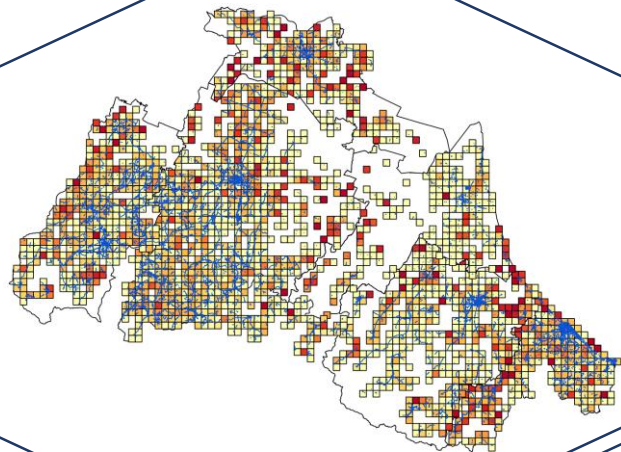
numero di rotture:
12768

2018

Tassi di rottura medi per materiale: variabilità spaziale

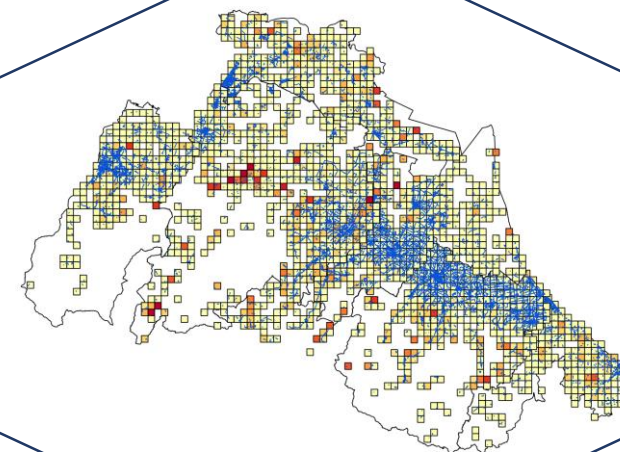
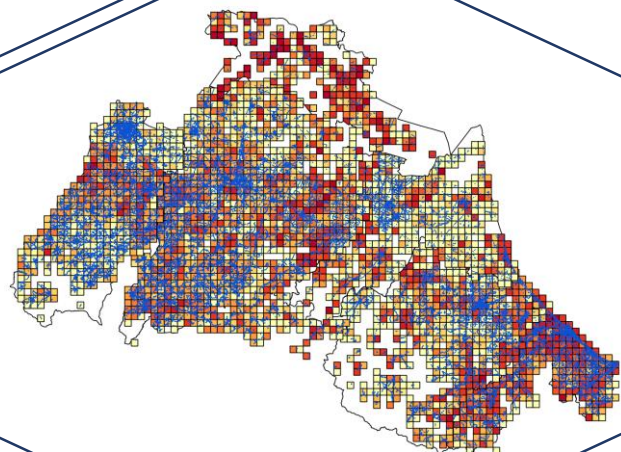
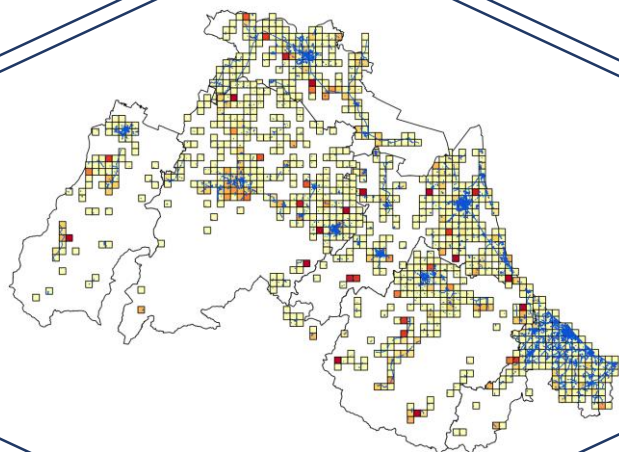
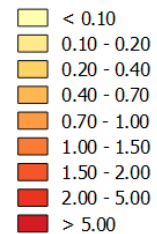
ACC

CA



— Rete idrica Hera S.p.A.

Tasso medio di rottura

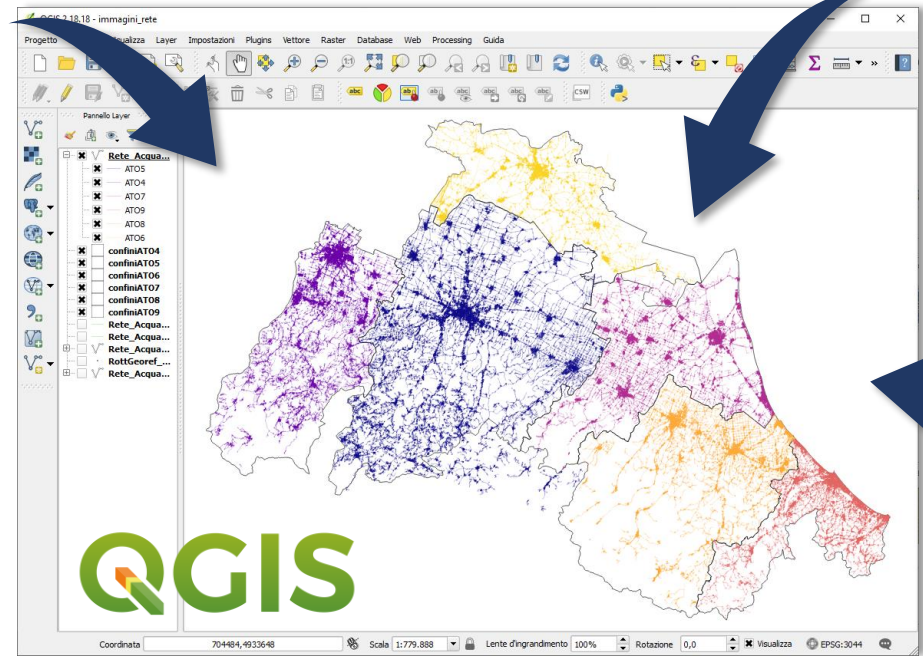
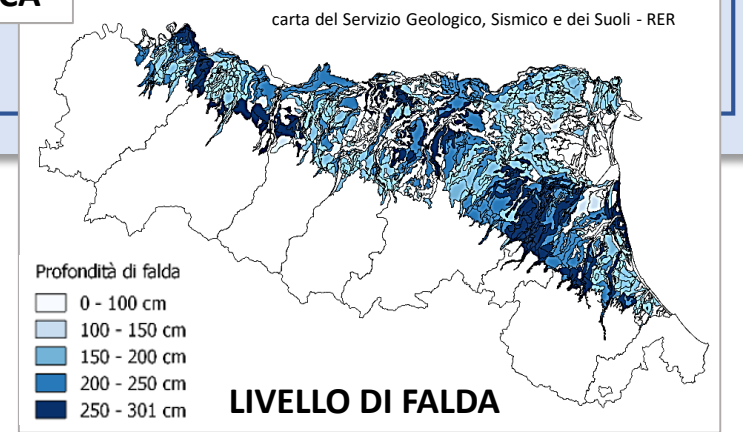
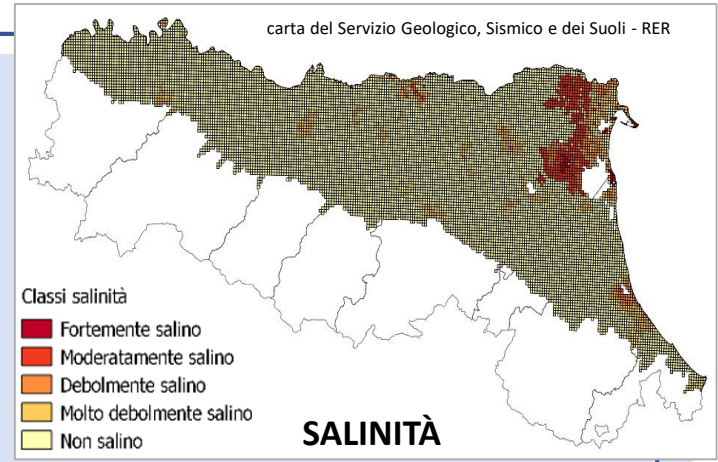
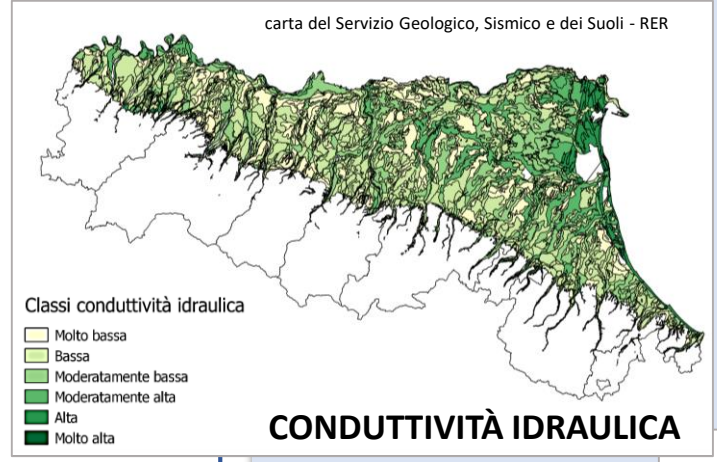
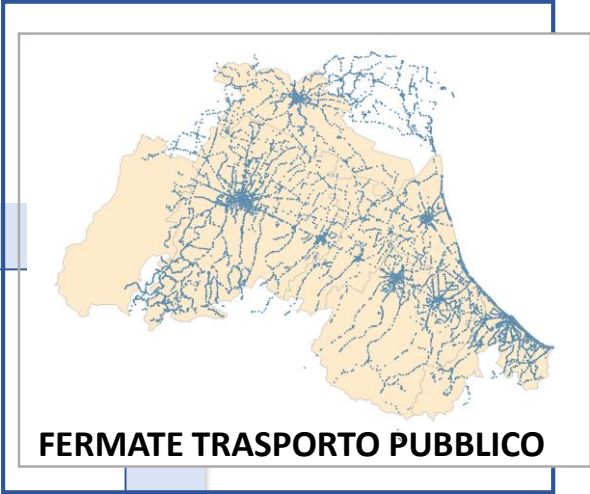
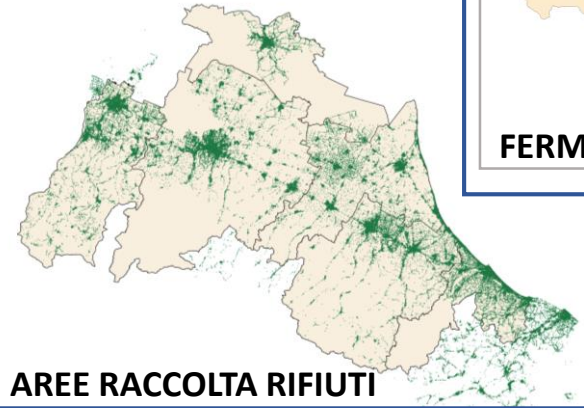


GHISA & GHS

PE

PVC

Analisi in ambiente GIS e predisposizione delle banche dati



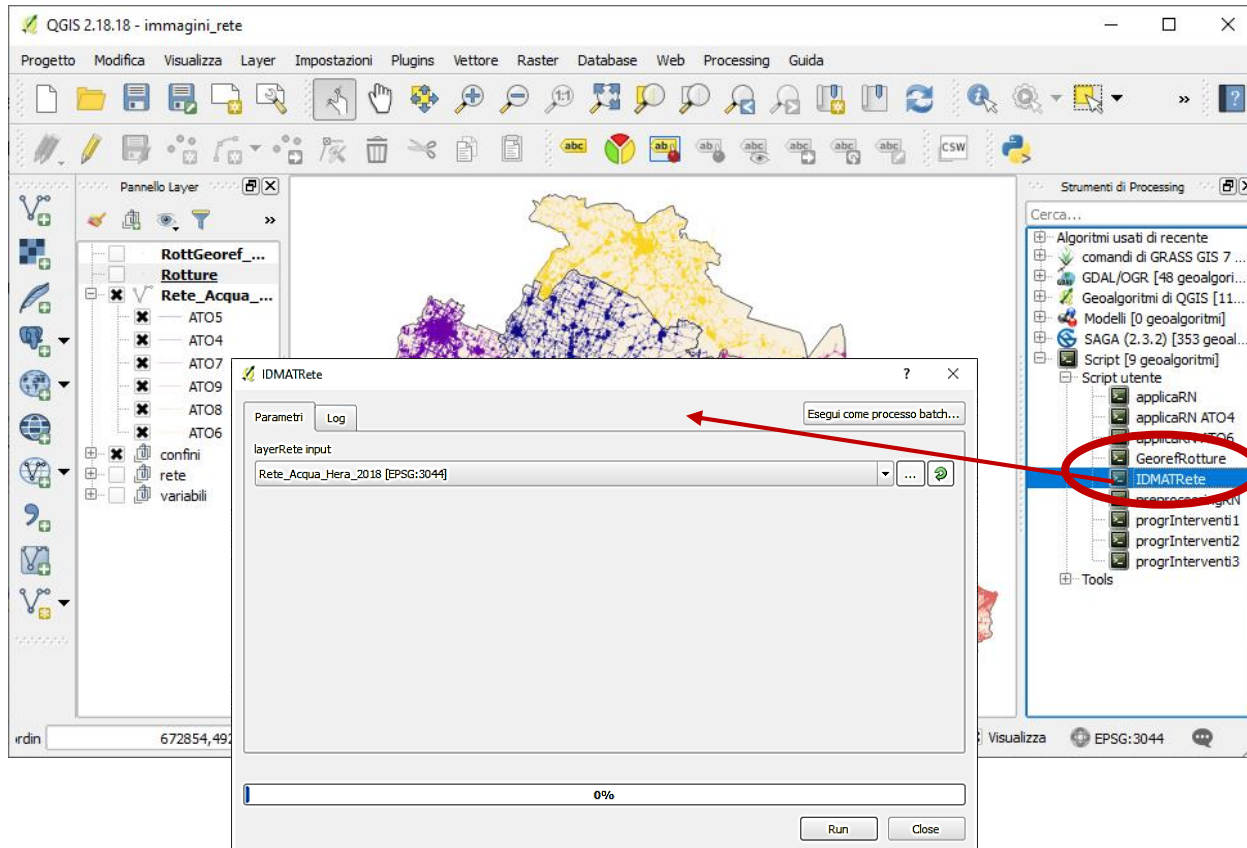
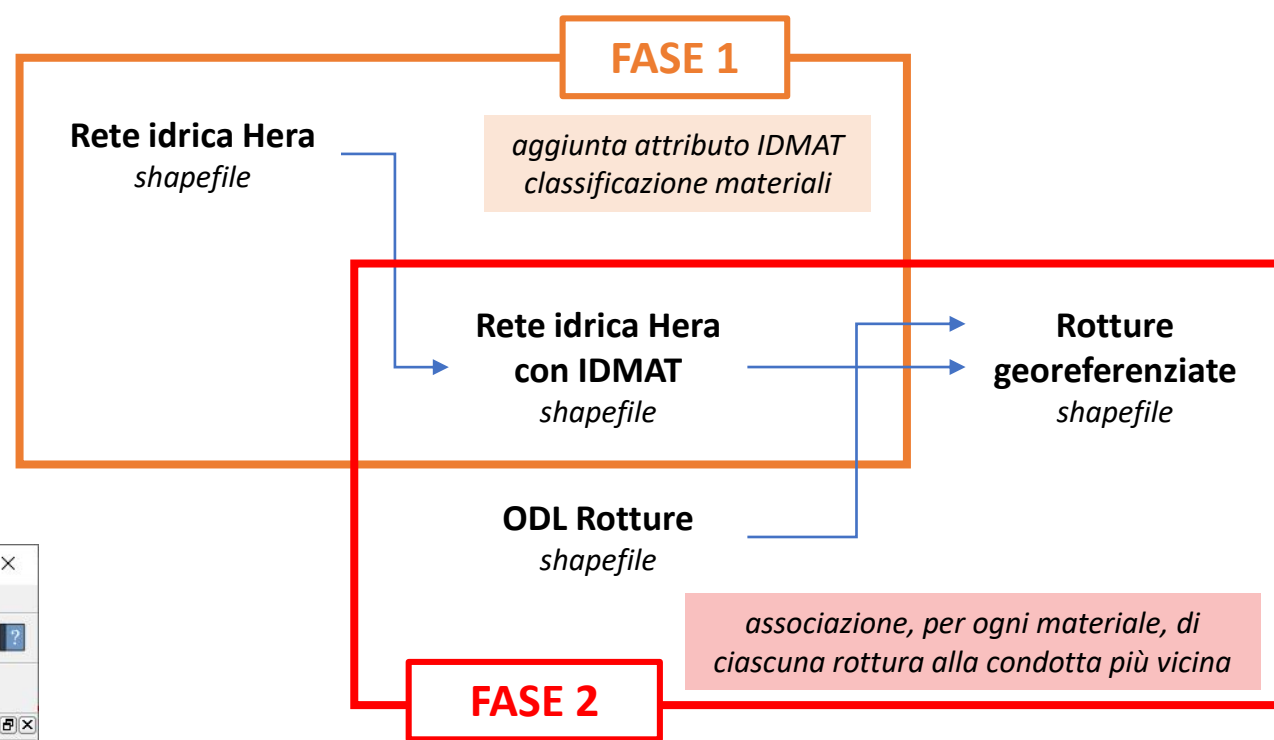
**TEMPERATURA
PRESSIONE**

Integrazione delle basi dati nel sistema informativo geografico (GIS)

Georeferenziazione automatica delle rotture: associazione ODL – condotte di rete in GIS

A ciascuna rottura registrata nel file degli ODL (ordini di lavoro) viene associata una condotta, rispettando un criterio di minima distanza e corrispondenza dei materiali.

Il processo è eseguito tramite un algoritmo in due fasi in linguaggio Python, destinato all'utilizzo come plugin all'interno del software QGIS.



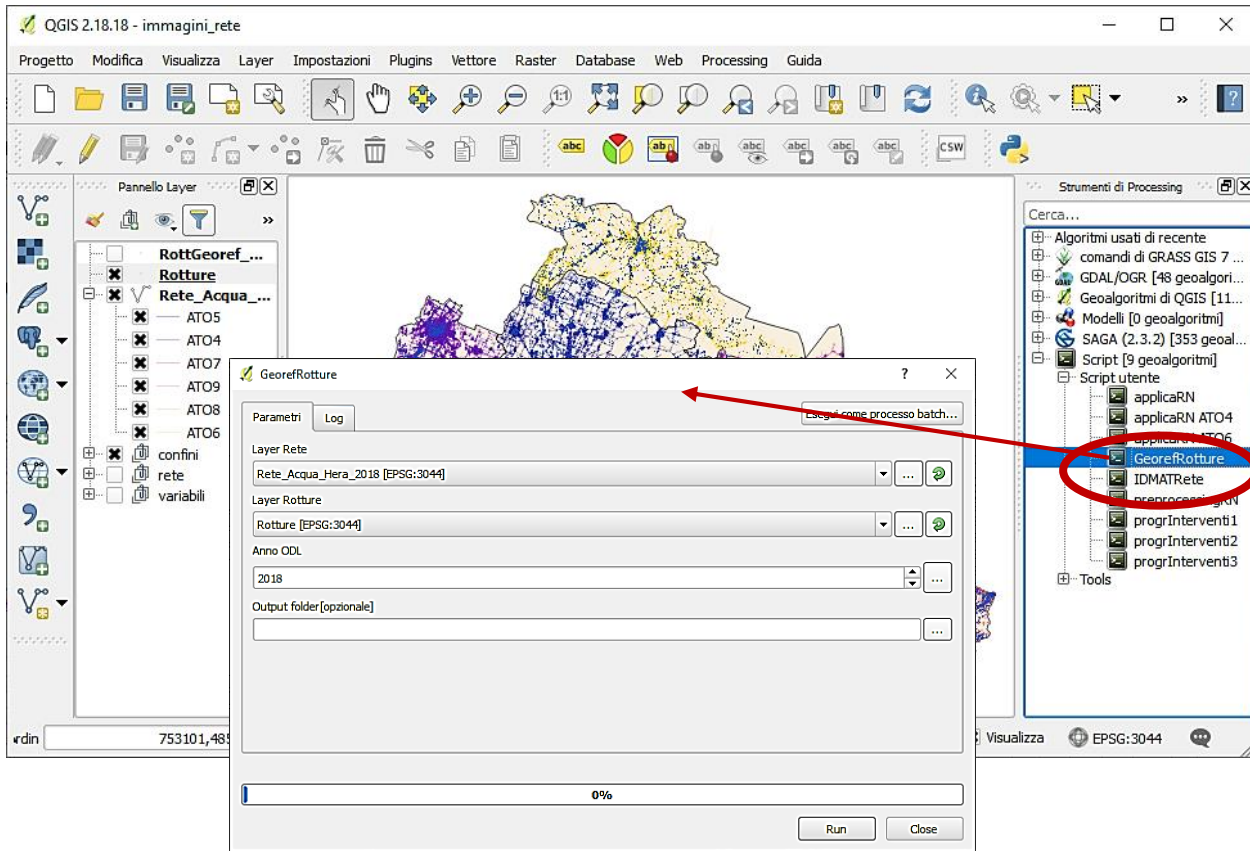
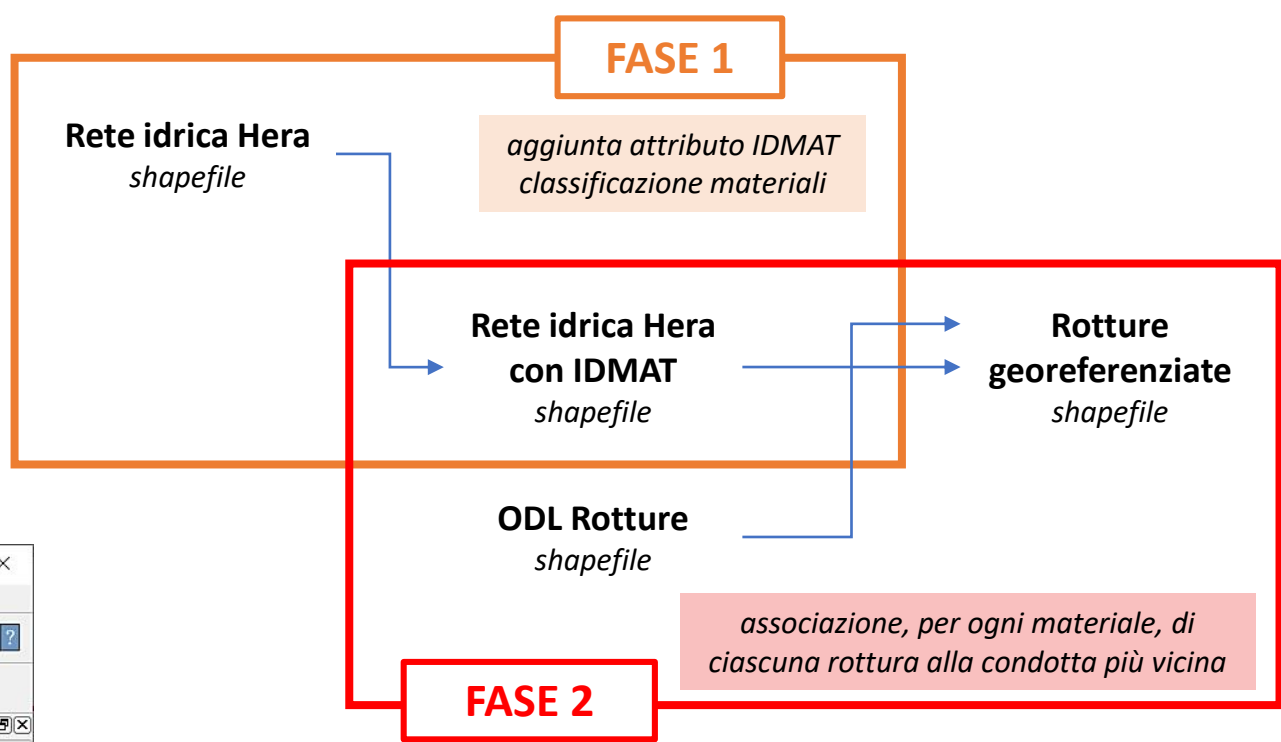
Rete_Acqua_Hera_2018 :: Elementi totali: 381180, filtrati: 381180, selezionati: 0

	IDSAP /	TIPORETE	STATUOSORE	ATO	MATERIALE	DIAMETRO	TIPOPOSA	ANNOPOSA	PROFONDITA	CITY_NAME	STREET	Shape_Len	IDMAT
1	10005881	15	INSE	ATO7	CA	50.0000000...		1974	0.000000000...	RAVENNA		45.2773268...	CA
2	10005882	15	INSE	ATO7	CA	50.0000000...		1974	0.000000000...	RAVENNA		0.8412792...	CA
3	10007025	15	INSE	ATO5	GHS	100.0000000...	INTERRATA	1980	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	2.2230154...	GHS
4	10007028	15	INSE	ATO5	GHS	200.0000000...	INTERRATA	1980	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	2.3846539...	GHS
5	10007029	15	INSE	ATO5	GHS	100.0000000...	INTERRATA	1980	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	2.4420732...	GHS
6	10007256	15	INSE	ATO5	GHS	200.0000000...	INTERRATA	1980	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	1.7819783...	GHS
7	10007257	15	INSE	ATO5	GHS	200.0000000...	INTERRATA	1980	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	2.5183108...	GHS
8	10007279	15	INSE	ATO5	GHS	250.0000000...	INTERRATA	2011	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	2.3183008...	GHS
9	10007280	15	INSE	ATO5	PE	250.0000000...	INTERRATA	2011	0.000000000...	ZOLA PRED...	VIA GES...	602.920671...	PE
10	10007623	15	INSE	ATO7	GHISA	80.0000000...	INTERRATA	1985	1.250000000...	RAVENNA		0.4301737...	GHISA
11	10007624	15	INSE	ATO7	GHISA	400.0000000...	INTERRATA	1974	1.000000000...	RAVENNA		2.9929003...	GHISA
12	10007625	15	INSE	ATO7	GHISA	400.0000000...	INTERRATA	1974	1.000000000...	RAVENNA		31.8878169...	GHISA
13	10007627	15	INSE	ATO7	GHISA	80.0000000...	INTERRATA	1974	1.250000000...	RAVENNA		70.8755992...	GHISA
14	10007628	15	INSE	ATO7	GHISA	80.0000000...	INTERRATA	1974	1.250000000...	RAVENNA		0.9973511...	GHISA
15	10007657	15	INSE	ATO6	ACC	100.0000000...	INTERRATA	1987	0.000000000...	FERRARA	VIA RAB...	12.5992278...	ACC
16	10007682	15	INSE	ATO6	CA	300.0000000...	INTERRATA	1946	0.000000000...	FERRARA	VIA DU...	303.8890519...	CA

Georeferenziazione automatica delle rotture: associazione ODL – condotte di rete in GIS

A ciascuna rottura registrata nel file degli ODL (ordini di lavoro) viene associata una condotta, rispettando un criterio di minima distanza e corrispondenza dei materiali.

Il processo è eseguito tramite un algoritmo in due fasi in linguaggio Python, destinato all'utilizzo come plugin all'interno del software QGIS.



RottGeoref_epurato_noTERZieNC :: Elementi totali: 73045, filtrati: 73045, selezionati: 0

Ordine	AMBITO_ATE	Località	Via	civ	segnalati	Segn	descrizi	giuse	Descrizi_1	MT	ISCRIZI	Coord_X	Coord_Y	Data	Ora	Materiale	ANNO	SESE	IDMAT	distance	lineID	
1	213000003	ATO5	MONTE S...	VIA ...	10	PRIV...	24	ACQU...	44	RIPARA...	4	Cond...	674978.9...	4925531...	7/28/2013	8:28:52 AM	ACCIAIO	2013	7	ACC	18.8112788...	1234071
2	213000018	ATO4	PRIGNAN...	VIA ...	2061	PRIV...	7	MANC...	48	RIPARA...	4	Cond...	640429.9...	4925836...	7/28/2013	10:46:01 ...	POLIETILENE	2013	7	PE	363.644514...	3310342
3	213000028	ATO8	PREDAPPIO	LOC ...	17	PRIV...	33	ACQU...	44	RIPARA...	4	Cond...	735032.6...	4888412...	7/28/2013	10:26:26 ...	ACCIAIO	2013	7	ACC	231.145531...	4453489
4	213000029	ATO6	FERRARA	VIA ...	494	PRIV...	33	ACQU...	43	RIPARA...	4	Cond...	706747.7...	4955546...	7/28/2013	10:31:00 ...	CEMENTO/A...	2013	7	CA	158.362027...	6352363
5	213000036	ATO9	SANTARC...	VIA ...	82	CLIE...	24	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	775439.2...	4882246...	7/28/2013	10:50:55 ...	POLIETILENE	2013	7	PE	27.2691231...	4245867
6	213000055	ATO8	CIVITELLA...	VIA ...	...	CLIE...	24	ACQU...	49	RIPARA...	4	Cond...	740750.0...	4881250...	7/28/2013	11:34:08 ...	PVC VETRO...	2013	7	PVC	1.91778110...	4455282
7	213000059	ATO5	BOLOGNA	VIA ...	6	PRIV...	23	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	685895.1...	4929111...	7/28/2013	11:55:00 ...	POLIETILENE	2013	7	PE	62.7369615...	5275432
8	213000068	ATO5	GAGGIO ...	VIA ...	140	CLIE...	24	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	656363.1...	4895164...	7/28/2013	1:08:00 PM	POLIETILENE	2013	7	PE	199.169886...	8788550
9	213000076	ATO5	ANZOLA D...	VIA ...	5	CLIE...	33	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	674461.8...	4935282...	7/28/2013	4:30:00 PM	POLIETILENE	2013	7	PE	56.1234921...	1194168
10	213000091	ATO5	CASALFIO...	VIA ...	1	PRIV...	24	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	709459.0...	4908387.0...	7/28/2013	3:33:11 PM	POLIETILENE	2013	7	PE	97.3653627...	1591090
11	213000124	ATO5	MONZUNO	VIA ...	181	CLIE...	7	MANC...	48	RIPARA...	4	Cond...	682467.5...	4909969...	7/28/2013	6:22:33 PM	POLIETILENE	2013	7	PE	135.931125...	8303801
12	213000127	ATO4	FORMIGINE	VIA ...	...	POLI...	24	ACQU...	43	RIPARA...	4	Cond...	649341.6...	4939647.5...	7/28/2013	6:40:52 PM	CEMENTO/A...	2013	7	CA	209.078819...	3303754
13	213000152	ATO5	BOLOGNA	VIA ...	...	POLI...	24	ACQU...	43	RIPARA...	4	Cond...	682713.4...	4930384...	7/28/2013	7:39:47 PM	CEMENTO/A...	2013	7	CA	61.4918291...	1188216
14	213000160	ATO6	BONDENO	VIA ...	15	POLI...	32	ACQU...	43	RIPARA...	4	Cond...	690383.5...	4973716...	7/28/2013	7:51:39 PM	CEMENTO/A...	2013	7	CA	83.4650161...	8923801
15	213000177	ATO9	TALAMELLO	FRA ...	...	CLIE...	24	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	762822.2...	4866320...	7/28/2013	8:54:37 PM	POLIETILENE	2013	7	PE	95.2484554...	5083799
16	213000199	ATO4	SAVIGNA...	VIA ...	955	CLIE...	24	ACQU...	48	RIPARA...	4	Cond...	662846.1...	4932230...	7/29/2013	5:22:00 AM	POLIETILENE	2013	7	PE	600.790988...	3251164

Associazione ad ogni condotta di rete delle rotture e degli attributi spaziali di riferimento

ODL	ATO	Coord_X	Coord_Y	DATA	...	IDMAT	DISTANZA	IDSAP
2180091884	ATO 6	703639.43	4967042.66	8/13/2018		ACC	73.06	3882727
2180136063	ATO 8	771346.29	4899320.27	11/26/2018		ACC	158.7	4413750
2180147446	ATO 4	647248.80	4922762.97	12/30/2018		ACC	42.0	8118131
2180130734	ATO 9	782794.83	4882322.72	11/12/2018	...	ACC	12.6	4281560
2180000164	ATO 4	638301.69	4907550.74	1/2/2018		ACC	30.3	3247358
2180071450	ATO 5	698953.04	4905318.44	7/2/2018		ACC	117.4	1589780
2180065032	ATO 9	786309.23	4884197.99	6/18/2018		ACC	8.8	4297734
2180091053	ATO 7	689007.55	4974197.63	8/10/2018		ACC	2.3	3882225

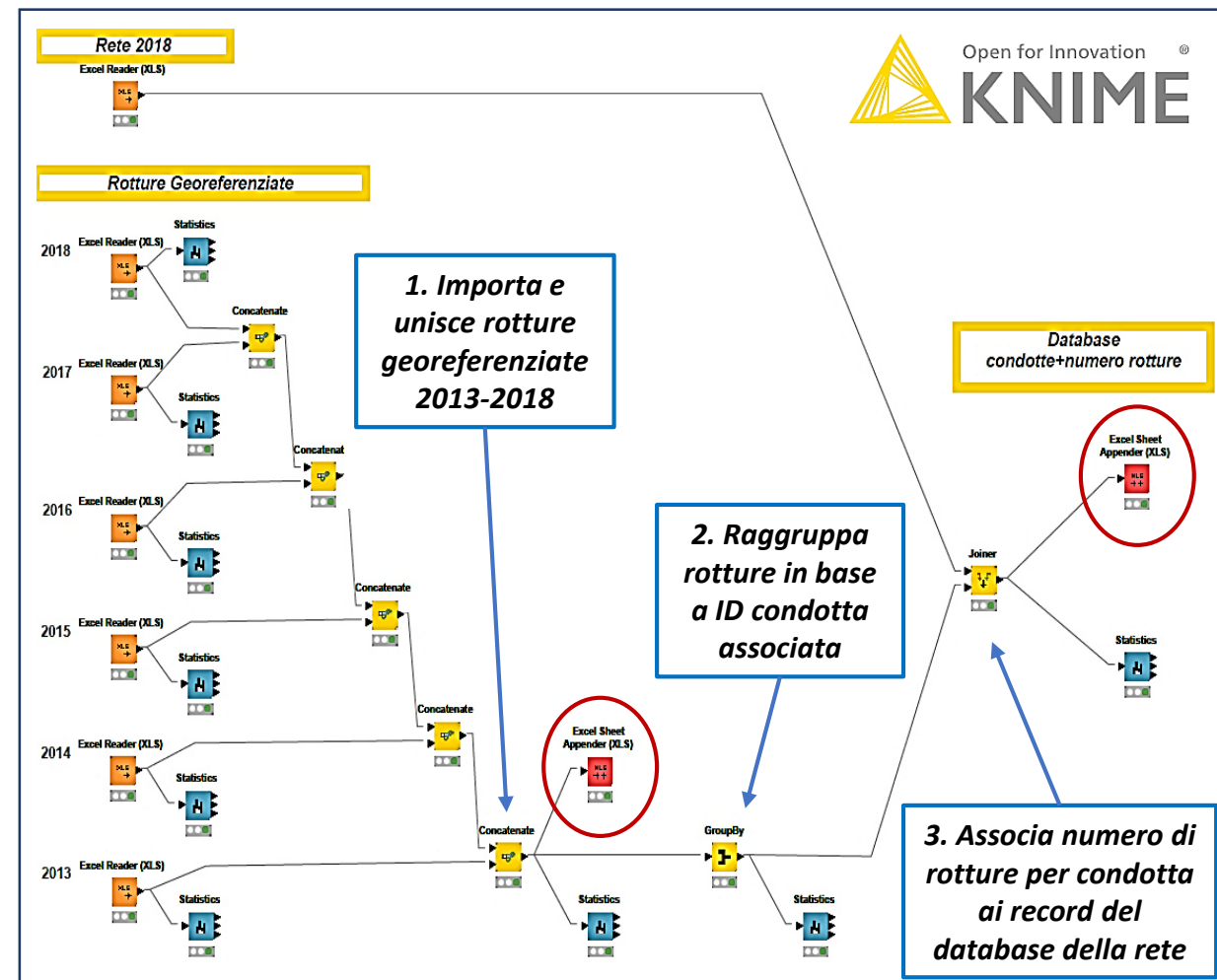
elenco rotture con associata condotta coinvolta

ODL → CONDOTTA

RETE → ROTTURE

elenco condotte con numero di rotture avvenute

IDSAP	ATO	MATERIALE	DIAMETRO	ANNOPOSA	...	LUNGHEZZA	IDMAT	N° ROTTURE
1605863	ATO7	PE	25	1970		14.101	PE	1
1604859	ATO4	GHISA	60	1965		27.540	GHISA	1
5368221	ATO5	PVC	90	1998		18.475	PVC	1
5368236	ATO5	PE	90	1970	...	775.901	PE	13
1587587	ATO5	GHS	32	1960		20.870	PE	1
5365640	ATO6	ACC	60	1950		7.150	CA	0
5365651	ATO8	PE	60	2000		29.835	PE	1
5365693	ATO9	CA	90	1970		117.405	CA	2
5365722	ATO5	PE	63	1970		293.055	PE	0



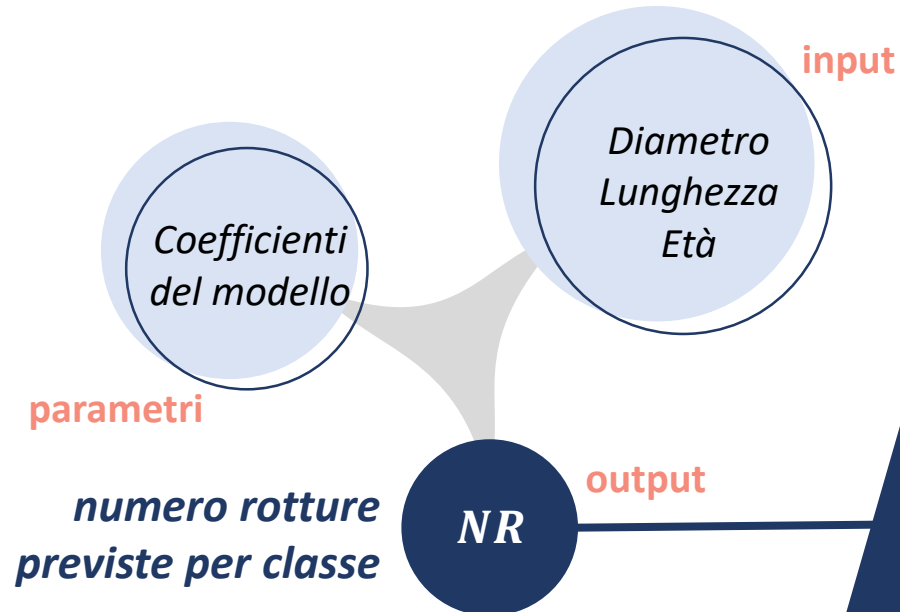
informazioni relative alle variabili esogene che possono influenzare il fenomeno di rottura

- caratteristiche terreno in cui è situata la condotta
- numero fonti di sollecitazione nelle pressioni della condotta
- media temperature di rottura
- pressioni in condotta

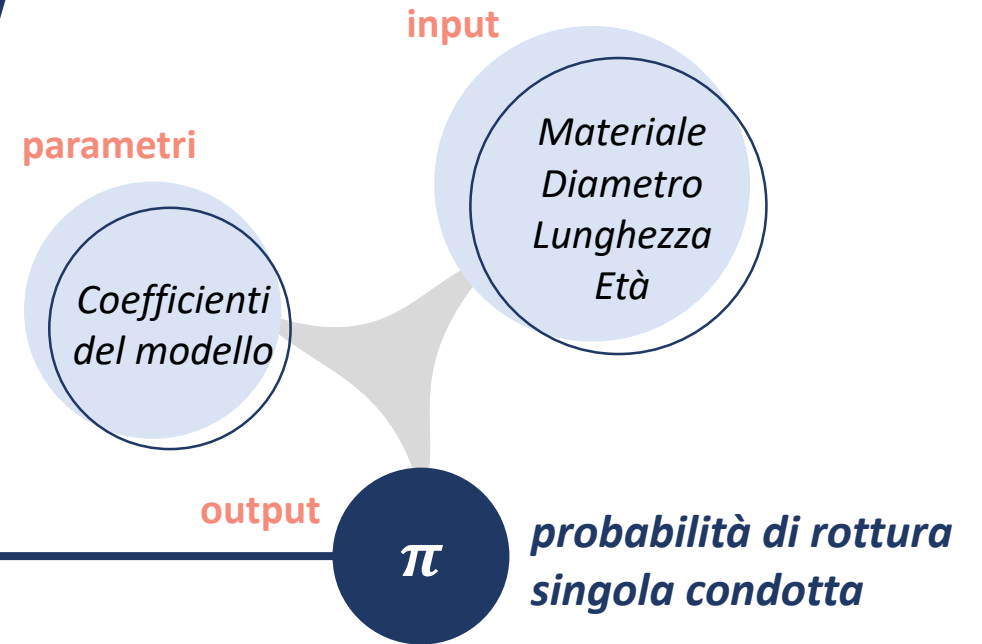
Modelli per la previsione delle rotture: modellazione data-driven

Regressione Polinomiale

- Si sviluppa un modello per ogni materiale
- Si definisce una suddivisione in classi uniformemente popolate di condotte in base ad età e diametro
- Si valutano i valori medi delle variabili di input per ogni classe
- Si calibra il modello su tali valori
- Si testano diverse forme del modello (additiva, moltiplicativa) e si sceglie quella che garantisce la performance migliore



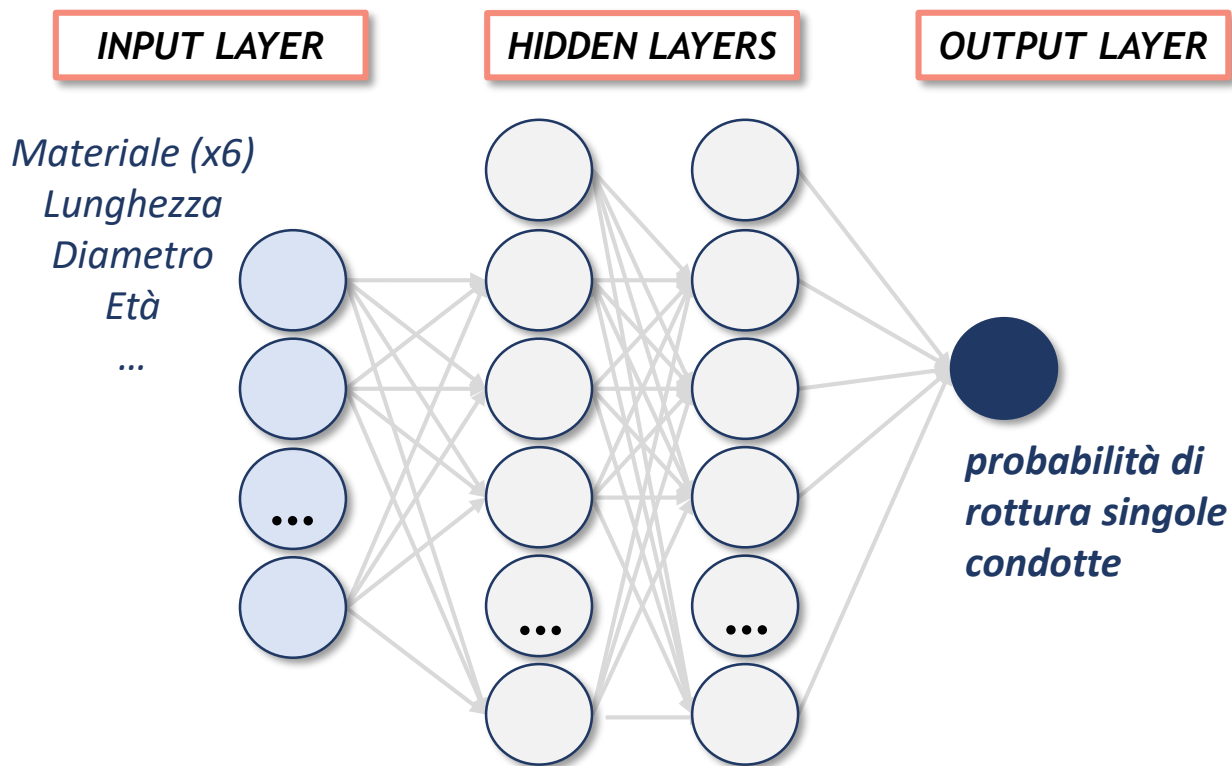
Regressione Logistica



- Si sviluppa un modello unico per l'intera porzione di rete considerata
- Si traduce la variabile non numerica 'materiale' in una serie di variabili binarie che rappresentano l'appartenenza ad ogni materiale
- Si calibra il modello su un sottoinsieme della popolazione di condotte in analisi (training set)
- Si definisce la soglia di probabilità di rottura che discrimina tra condotte suscettibili di rottura e condotte previste sane
- Si valuta la performance del modello sulla porzione di database ancora non utilizzata (test set)

Modelli per la previsione delle rotture: modellazione data-driven

Rete Neurale



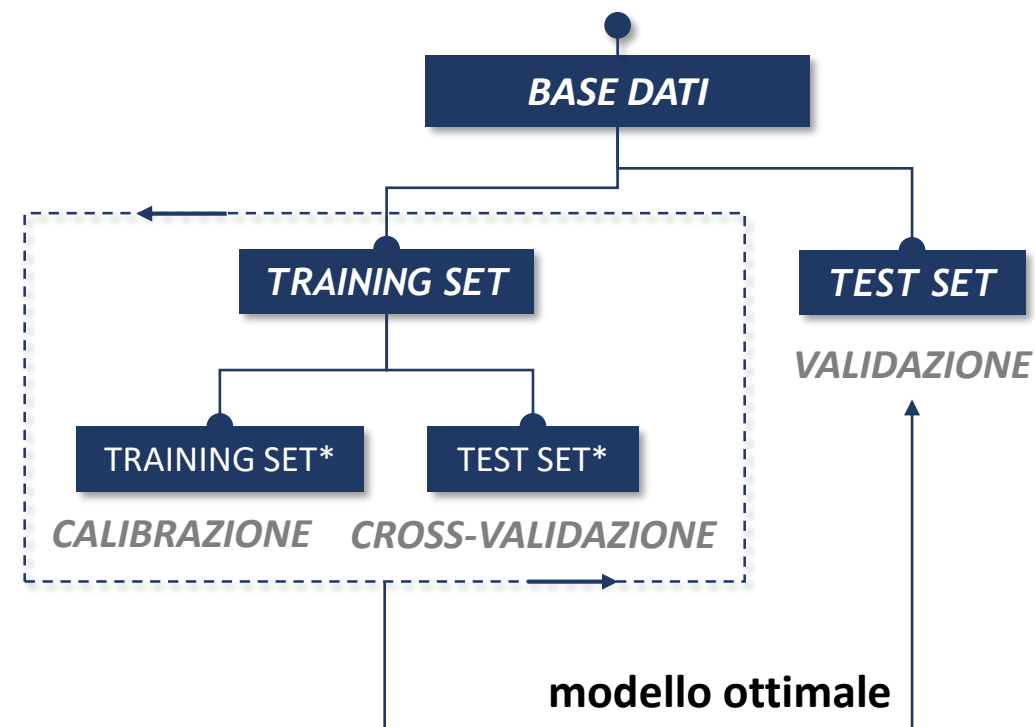
La rete neurale riceve le variabili di input sul primo strato di nodi. L'informazione passa attraverso nodi interni, organizzati in più livelli, in modo da riprodurre attraverso strutture non-lineari relazioni complesse. Ogni nodo elabora i segnali ricevuti e trasmette il risultato ai nodi successivi fino allo strato finale che fornisce l'output del modello.

Si sviluppa un modello unico per l'intera porzione di rete considerata

Si calibra il modello su un sottoinsieme della popolazione di condotte in analisi (training set)

Si definisce la soglia di probabilità di rottura che discrimina tra condotte suscettibili di rottura e condotte previste sane

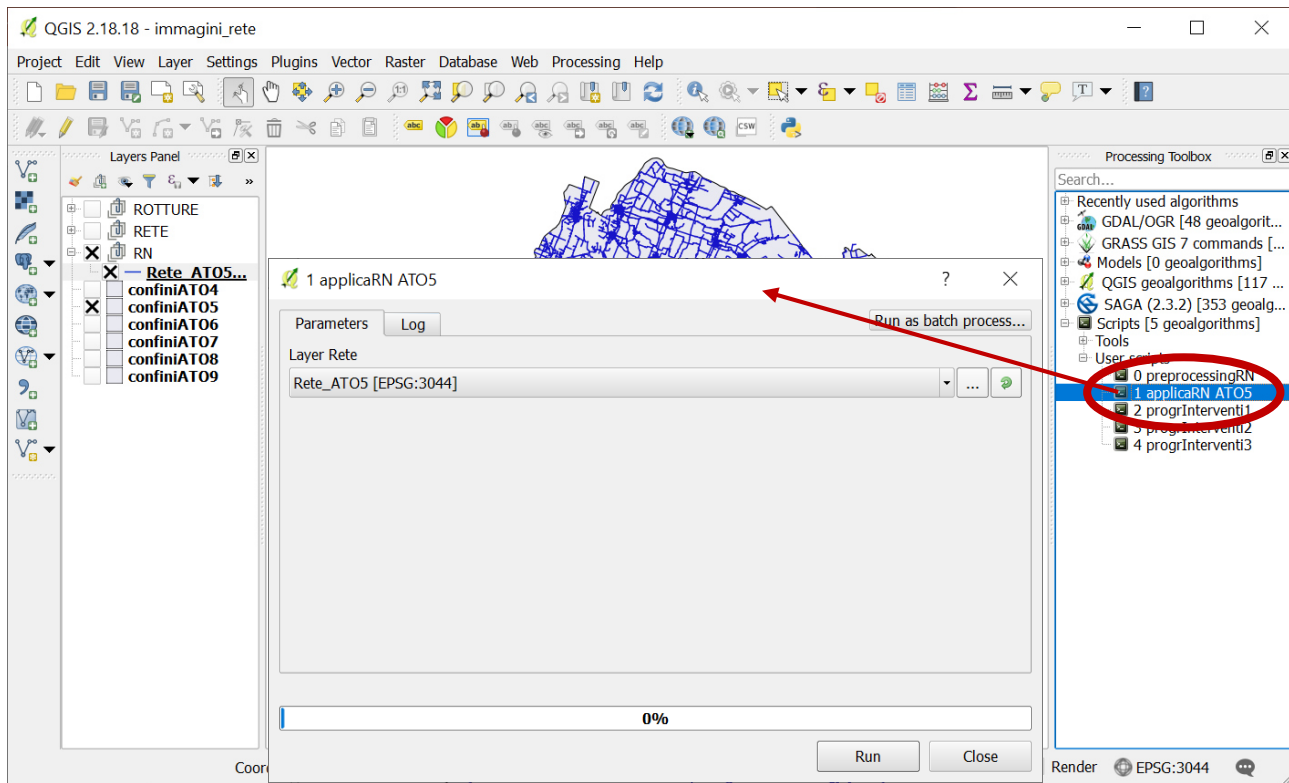
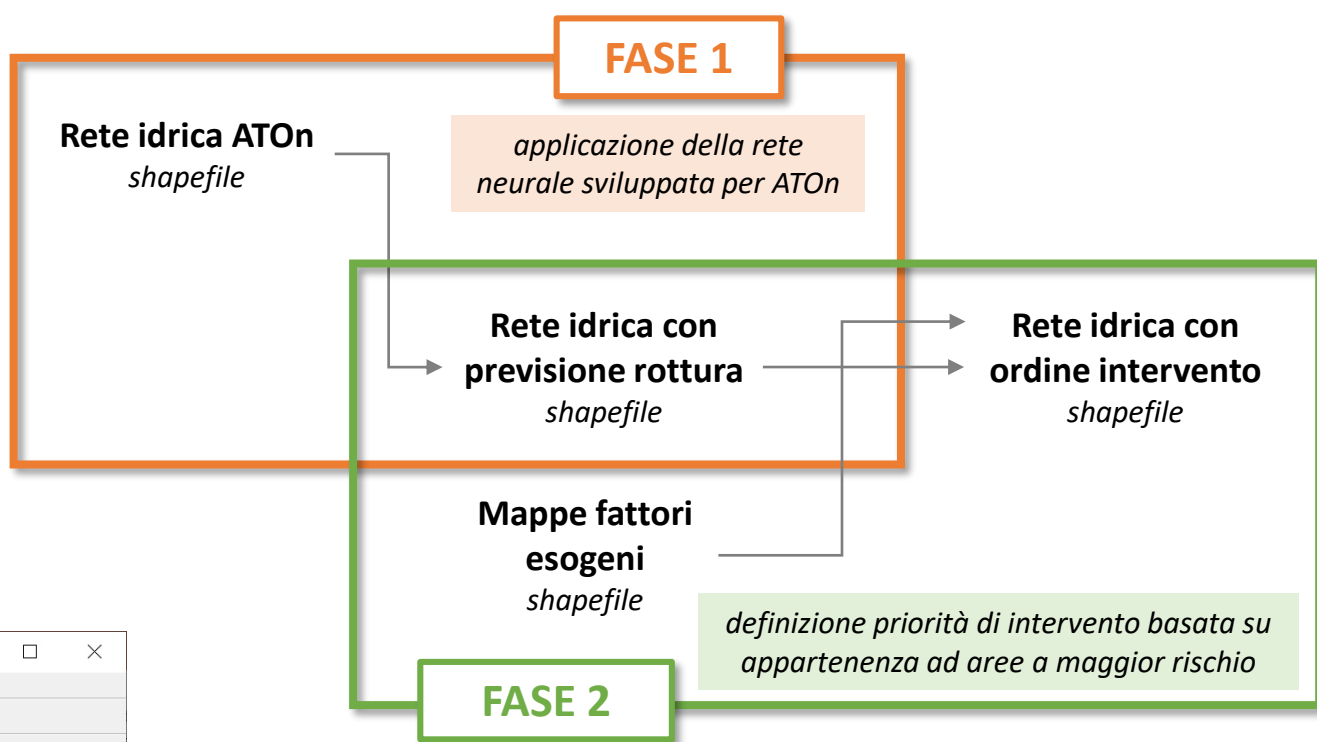
Si valuta la performance del modello sulla porzione di database ancora non utilizzata (test set)



Implementazione algoritmo di previsione in GIS

Si calcola la probabilità di rottura di ciascuna condotta tramite l'applicazione della rete neurale precedentemente calibrata e poi si affina la previsione fornita dal modello stabilendo un ordine di priorità di intervento basato sull'influenza dei fattori di rischio esogeni.

Il processo è eseguito tramite algoritmi redatti in linguaggio Python e destinati all'utilizzo come plugin all'interno del software QGIS.



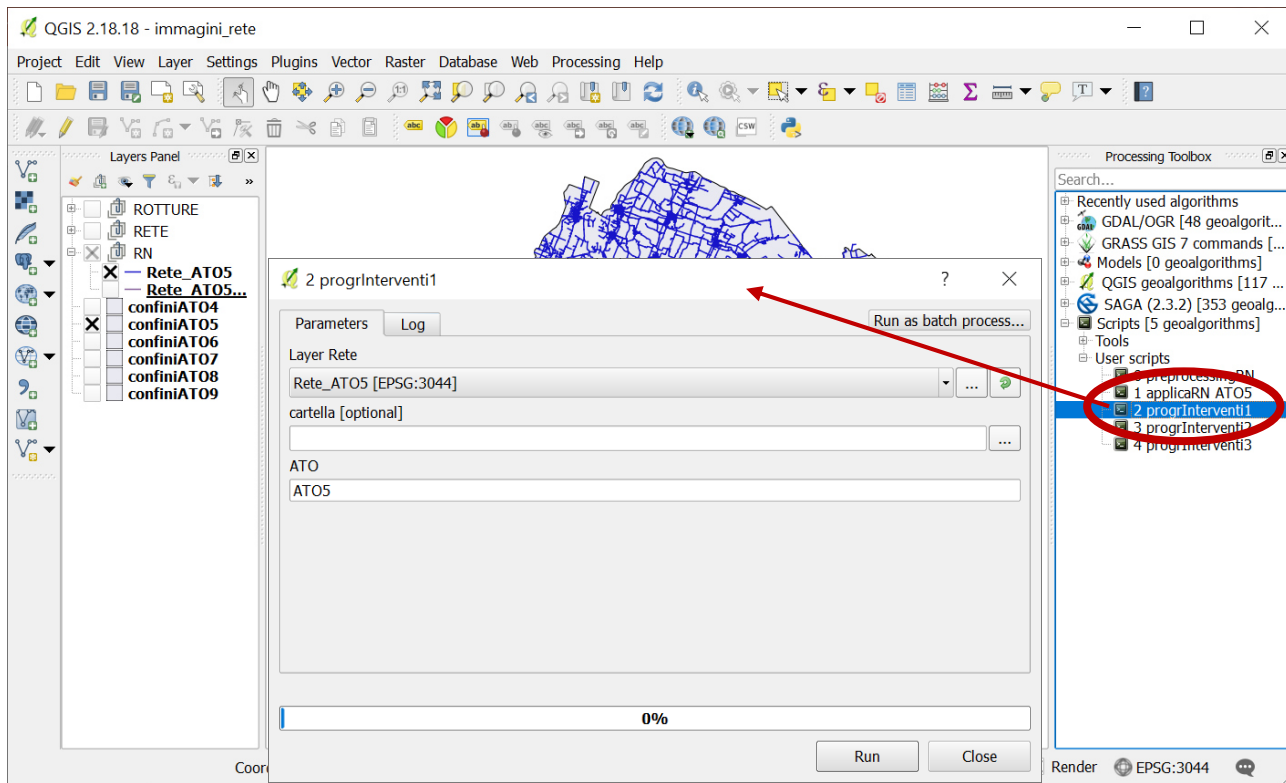
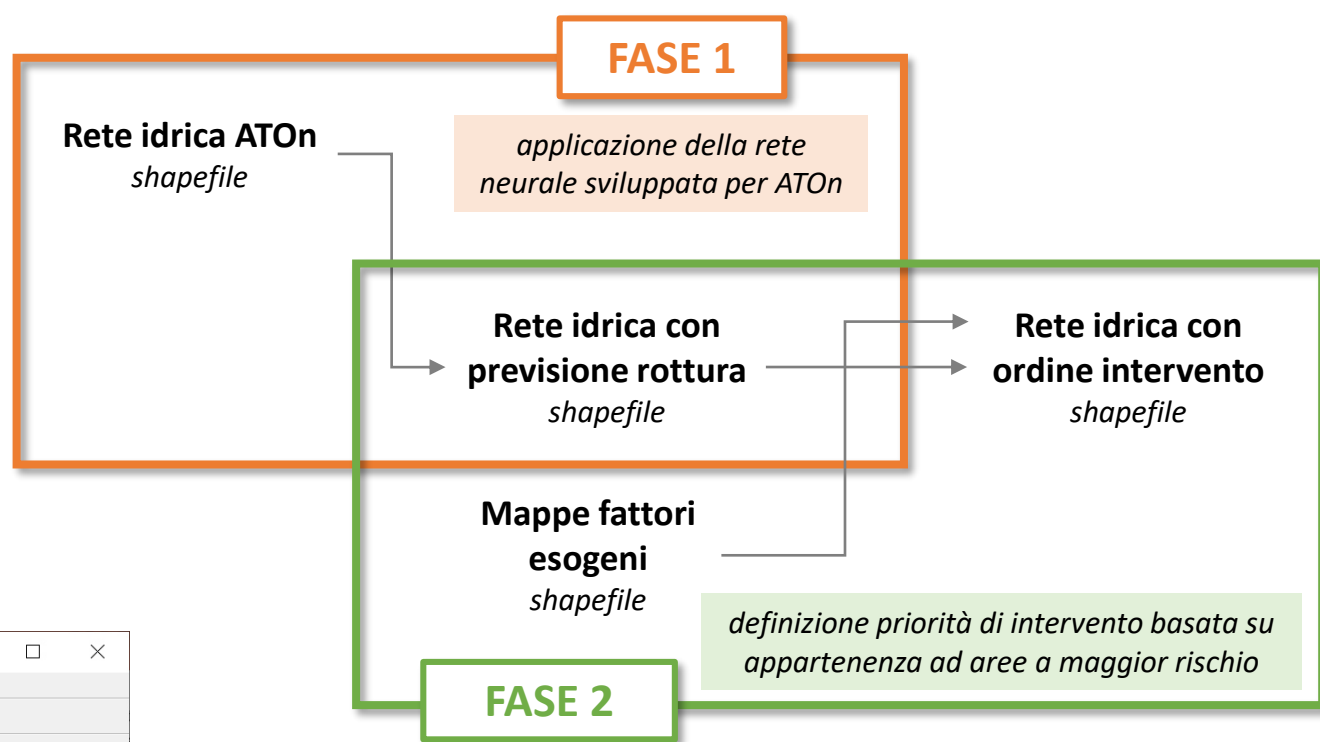
Rete_ATO5 :: Features total: 109329, filtered: 109329, selected: 0

	IDSAP	D	A	L	ACC	CA	GHISA	GHS	PE	PVC	yr_QGIS
1	99530194	90.000000...	0	5.3952552...	0	0	0	0	1	0	0
2	99530193	90.000000...	0	159.95409...	0	0	0	0	0	1	0
3	99530188	90.000000...	0	127.89944...	0	0	0	0	0	1	0
4	9952943	100.00000...	0	0.7178036...	0	0	0	1	0	0	0
5	9952942	100.00000...	0	0.8102079...	0	0	0	1	0	0	0
6	9952197	300.00000...	37	366.13128...	0	1	0	0	0	0	1
7	9952195	300.00000...	37	65.567246...	0	1	0	0	0	0	0
8	9952189	160.00000...	9	2.7635553...	0	0	0	0	1	0	0
9	9952188	160.00000...	9	125.73483...	0	0	0	0	1	0	1
10	9952151	110.00000...	0	239.30398...	0	0	0	0	0	1	1
11	9952150	100.00000...	0	1.1174703...	0	0	0	1	0	0	0
12	9952105	110.00000...	0	82.334528...	0	0	0	0	0	1	0
13	9952104	100.00000...	0	0.6711460...	0	0	0	1	0	0	0

Implementazione algoritmo di previsione in GIS

Si calcola la probabilità di rottura di ciascuna condotta tramite l'applicazione della rete neurale precedentemente calibrata e poi si affina la previsione fornita dal modello stabilendo un ordine di priorità di intervento basato sull'influenza dei fattori di rischio esogeni.

Il processo è eseguito tramite algoritmi redatti in linguaggio Python e destinati all'utilizzo come plugin all'interno del software QGIS.



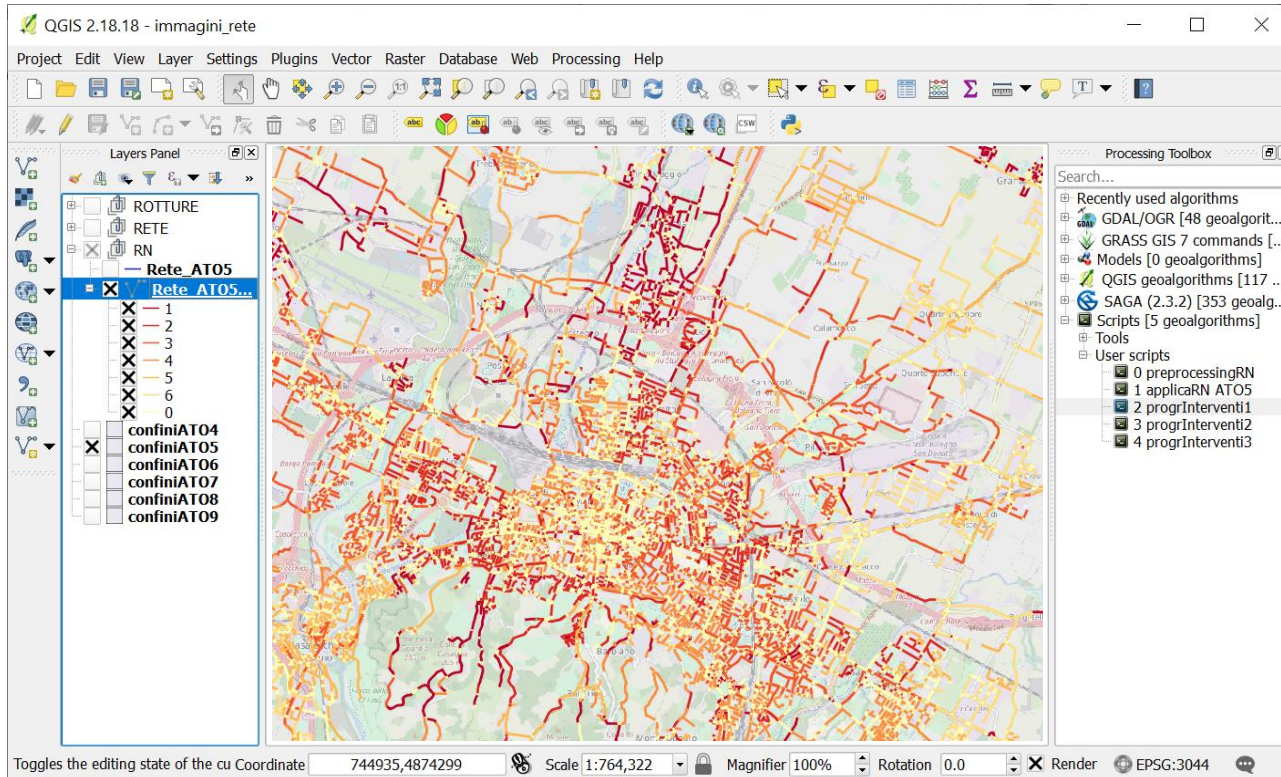
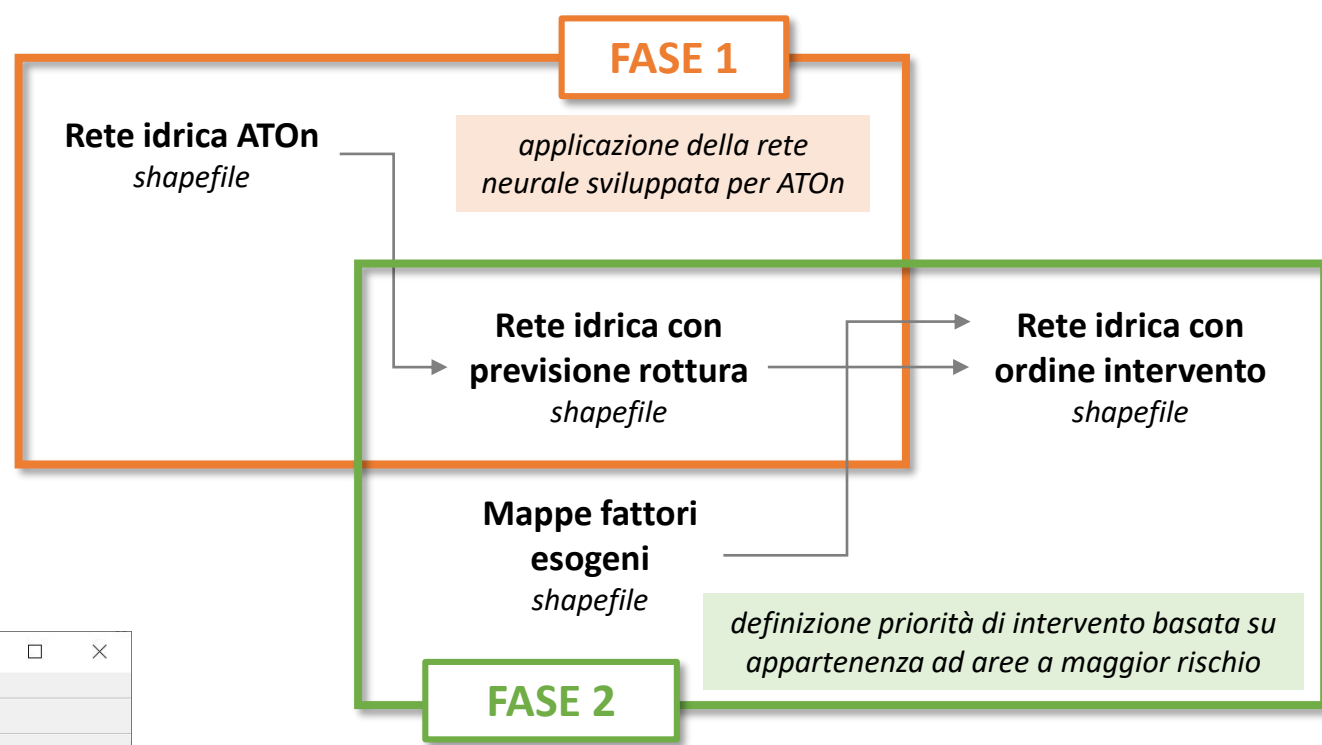
Rete_ATO5 :: Features total: 109329, filtered: 109329, selected: 0

	IDSAP	D	A	L	ACC	CA	GHISA	GHS	PE	PVC	yr_QGIS
1	99530194	90.000000...	0	5.3952552...	0	0	0	0	1	0	0
2	99530193	90.000000...	0	159.95409...	0	0	0	0	0	1	0
3	99530188	90.000000...	0	127.89944...	0	0	0	0	0	1	0
4	9952943	100.00000...	0	0.7178036...	0	0	0	1	0	0	0
5	9952942	100.00000...	0	0.8102079...	0	0	0	1	0	0	0
6	9952197	300.00000...	37	366.13128...	0	1	0	0	0	0	1
7	9952195	300.00000...	37	65.567246...	0	1	0	0	0	0	0
8	9952189	160.00000...	9	2.7635553...	0	0	0	0	1	0	0
9	9952188	160.00000...	9	125.73483...	0	0	0	0	1	0	1
10	9952151	110.00000...	0	239.30398...	0	0	0	0	0	1	1
11	9952150	100.00000...	0	1.1174703...	0	0	0	1	0	0	0
12	9952105	110.00000...	0	82.334528...	0	0	0	0	0	1	0
13	9952104	100.00000...	0	0.6711460...	0	0	0	1	0	0	0

Implementazione algoritmo di previsione in GIS

Si calcola la probabilità di rottura di ciascuna condotta tramite l'applicazione della rete neurale precedentemente calibrata e poi si affina la previsione fornita dal modello stabilendo un ordine di priorità di intervento basato sull'influenza dei fattori di rischio esogeni.

Il processo è eseguito tramite algoritmi redatti in linguaggio Python e destinati all'utilizzo come plugin all'interno del software QGIS.



Rete_ATO5_XY_qgis_concentr :: Features total: 109329, filtered: 109329, selected: 0

	IDSAP	D	A	L	ACC	CA	GHISA	GHS	PE	PVC	yr_QGIS	NUMPOINTS	Tasso	anno_int
1	1196646	160.0...	15	153...	0	0	0	0	1	0	1	23	0.4276	5
2	1196647	160.0...	14	1.68...	0	0	0	0	1	0	0	23	0.4276	0
3	1196648	300.0...	50	5.21...	0	1	0	0	0	0	0	25	0.2028	0
4	1601445	60.00...	68	81.0...	0	0	1	0	0	0	1	27	0.2166	4
5	1174569	90.00...	25	2.55...	0	0	0	0	1	0	0	2	0.0024	0
6	1174571	32.00...	33	178....	0	0	0	0	1	0	1	24	2.7062	1
7	1174574	63.00...	26	1.32...	0	0	0	0	1	0	0	43	1.8259	0
8	1174576	90.00...	23	60.9...	0	0	0	0	1	0	1	9	0.3131	5
9	1601747	110.0...	19	11.6...	0	0	0	0	0	1	0	0	0.0000	0
10	1174577	100.0...	31	24.5...	1	0	0	0	0	0	0	7	0.1128	0
11	1174578	63.00...	26	116....	0	0	0	0	1	0	1	4	0.0080	6
12	1174579	63.00...	26	27.44...	0	0	0	0	1	0	1	4	0.0080	6
13	1174580	90.00...	20	291....	0	0	0	0	1	0	1	9	0.3131	5

- Importanza di partire dall'osservazione per una reale comprensione dei meccanismi che sottendono un fenomeno più complesso al quale concorrono molteplici fattori
- La disponibilità crescente di dati, richiede l'utilizzo di opportuni strumenti in grado di trasformare i dati in informazioni
- La tecnologia, così come la modellistica, è un mezzo per raggiungere gli obiettivi di sicurezza, sostenibilità e resilienza che ci poniamo
- Importanza della capacità di prevedere e di costruire scenari futuri attendibili per poter pianificare e progettare le attività nel medio-lungo termine



Prof.ssa Valentina Ciriello

v.ciriello@unibo.it

<https://www.unibo.it/sitoweb/v.ciriello>

