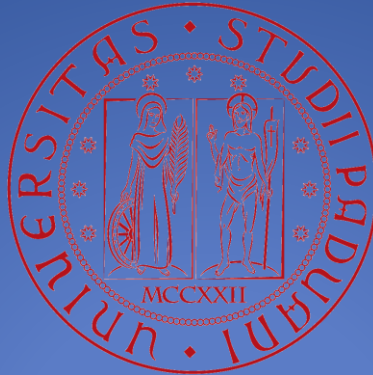


UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA



CORSO DI LAUREA IN SCIENZE GEOLOGICHE
ANNO ACCADEMICO 2013/2014

**STUDIO DELLE RELAZIONI TRA GLI
SPOSTAMENTI SUPERFICIALI E I DATI
GEOLOGICI DEL SOTTOSUOLO IN UN'AREA
SUBSIDENTE A NORD DI RAVENNA**

RELATORE: Prof. Floris Mario

CANDIDATO: Torresan Filippo

CORRELATORE: Prof. Genevois Rinaldo

COS'È LA SUBSIDENZA

Per subsidenza si intende ogni abbassamento della superficie terrestre, indipendentemente dalla causa che lo ha prodotto, dallo sviluppo areale e dall'evoluzione temporale del fenomeno, dalla velocità di spostamento del terreno e dalle alterazioni ambientali che ne conseguono



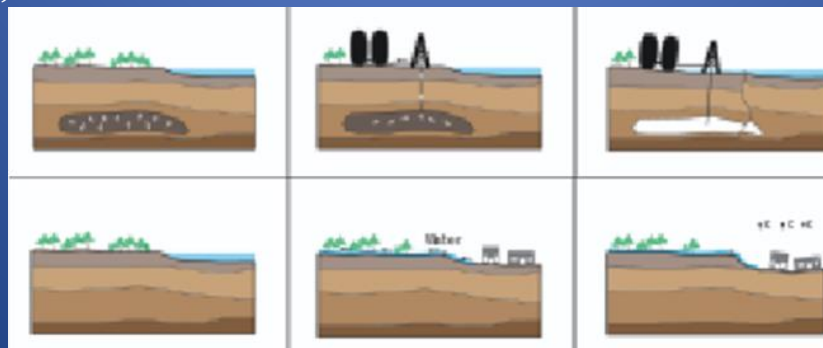
NAURALE

- Consolidazione;
- Processi tettonici;
- Movimenti isostatici;
- Diagenesi;



ANTROPICA

- Sfruttamento di falde acquifere;
- Estrazione di idrocarburi;
- Bonifiche idrauliche;



STUDIO DELLE RELAZIONI TRA GLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI E I DATI GEOLOGICI DEL SOTTOSUOLO IN UN'AREA SUBSIDENTE A NORD DI RAVENNA

BIBLIOGRAFIA

CAUSE
EFFETTI

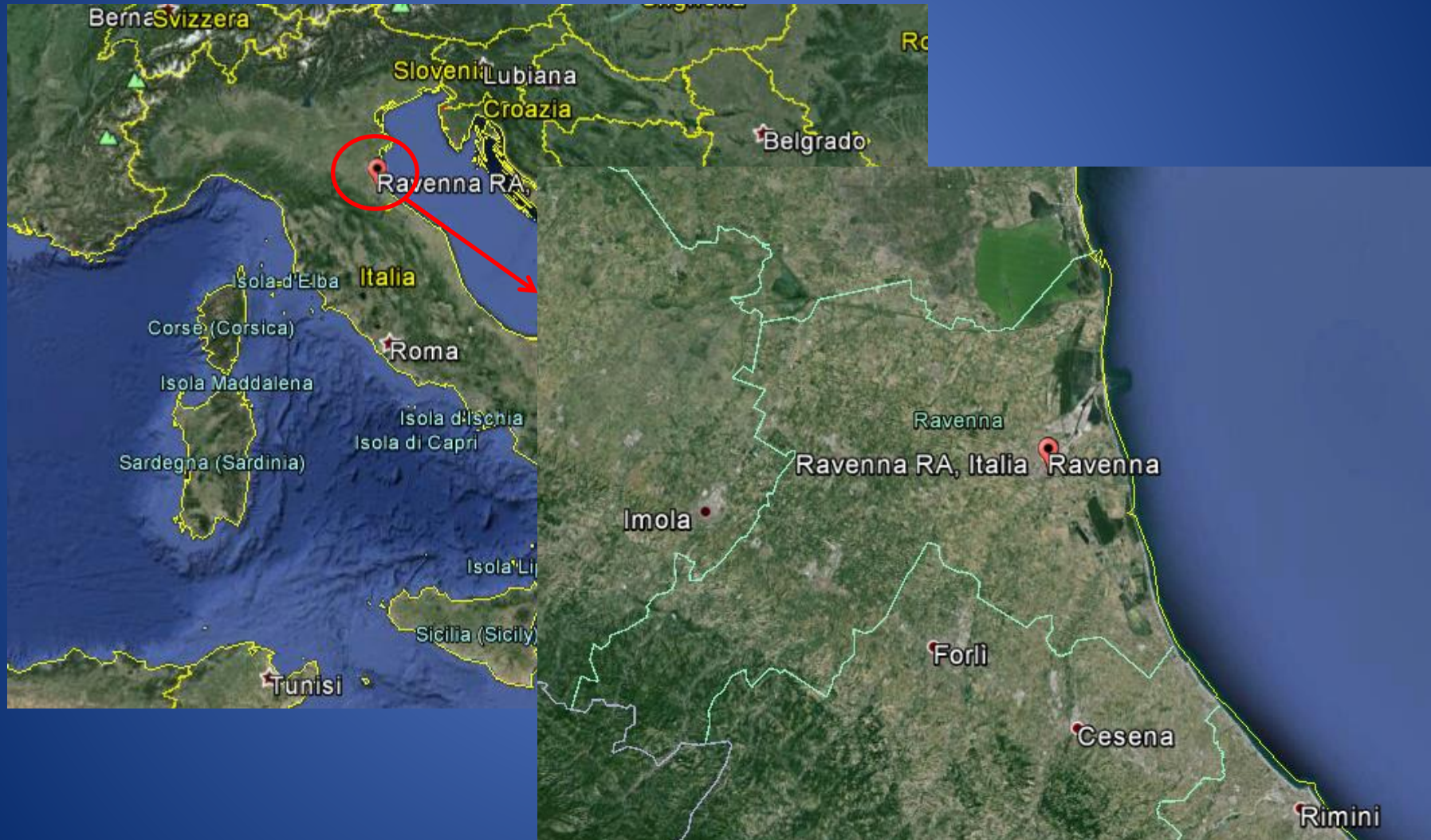
INTERFEROMETRIA
RADAR SATELLITARE

VERIFICA
DELL'ATTIVITÀ

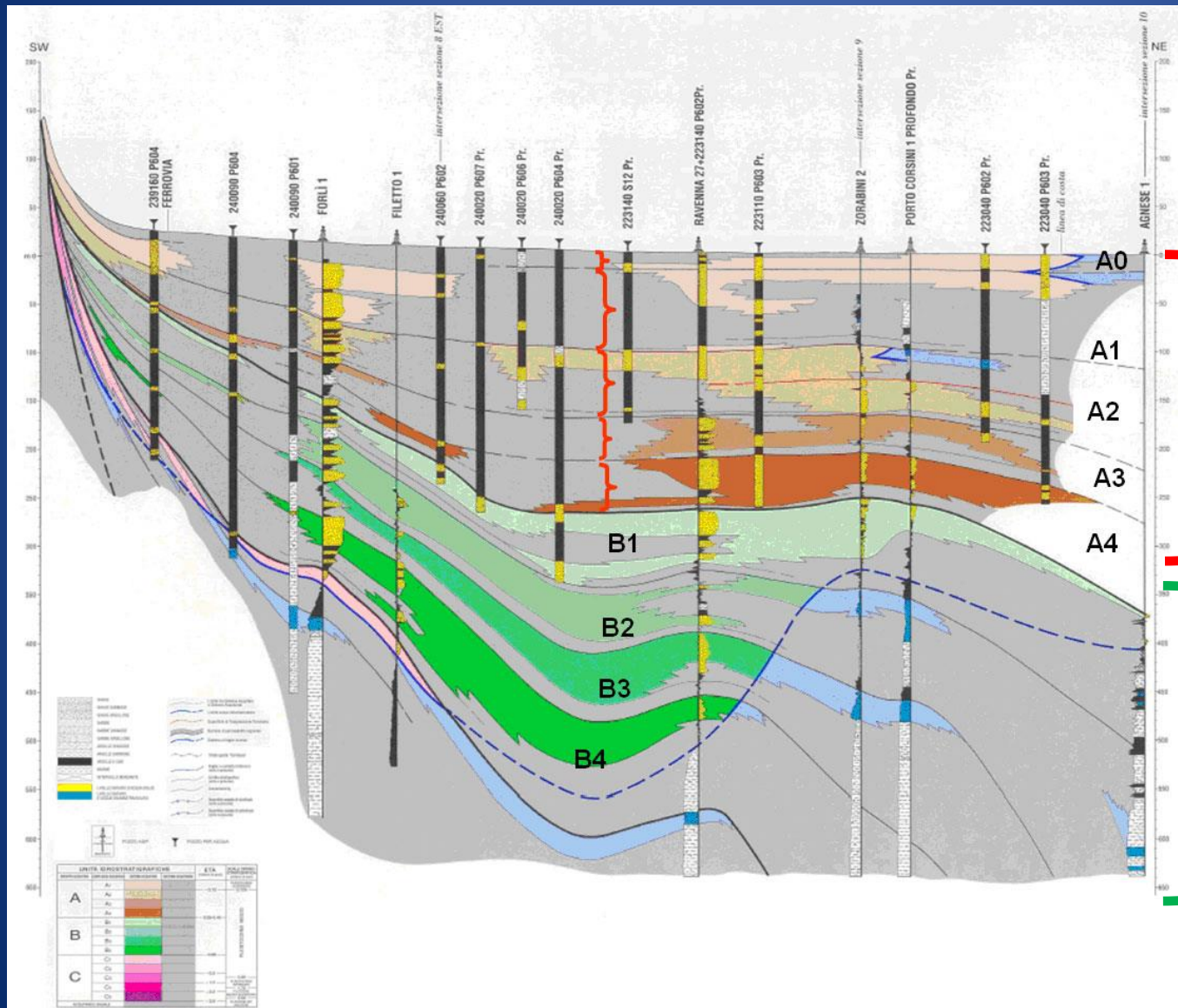
SEZIONI
GEOLOGICHE

CAUSE
EFFETTI

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



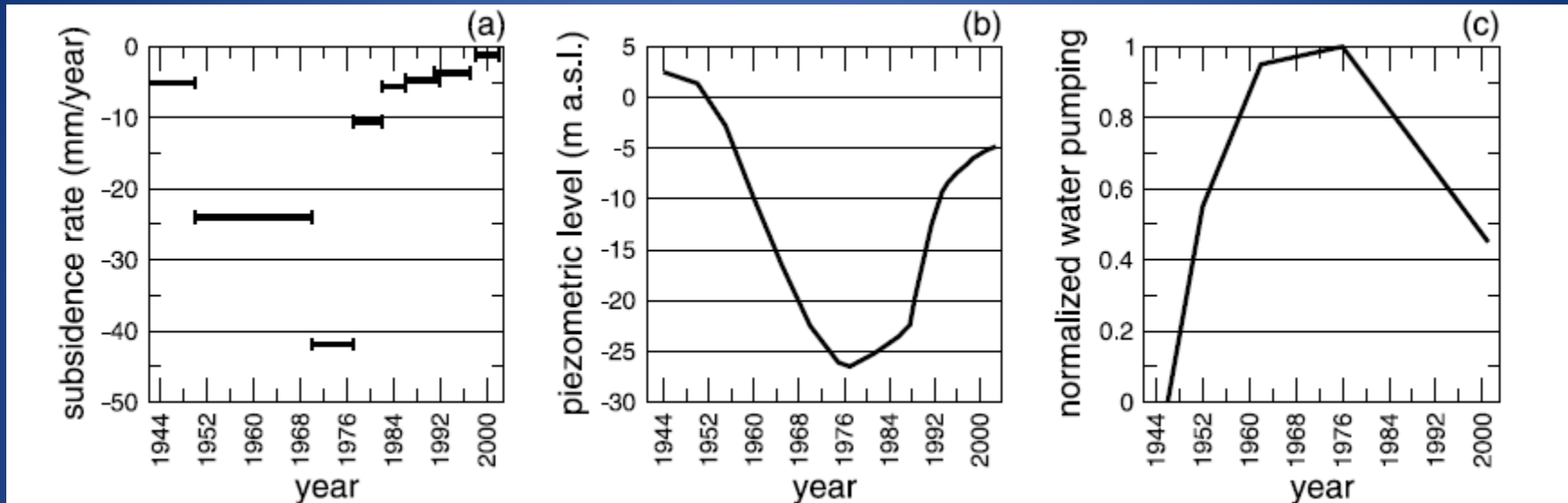
INQUADRAMENTO GEOLOGICO



Unità
idrostratigrafica
A

Unità
idrostratigrafica
B

PROBLEMATICA DELL'AREA IN STUDIO



Declino piezometrico + aumento dello stress verticale



aumento del tasso di
subsidenza



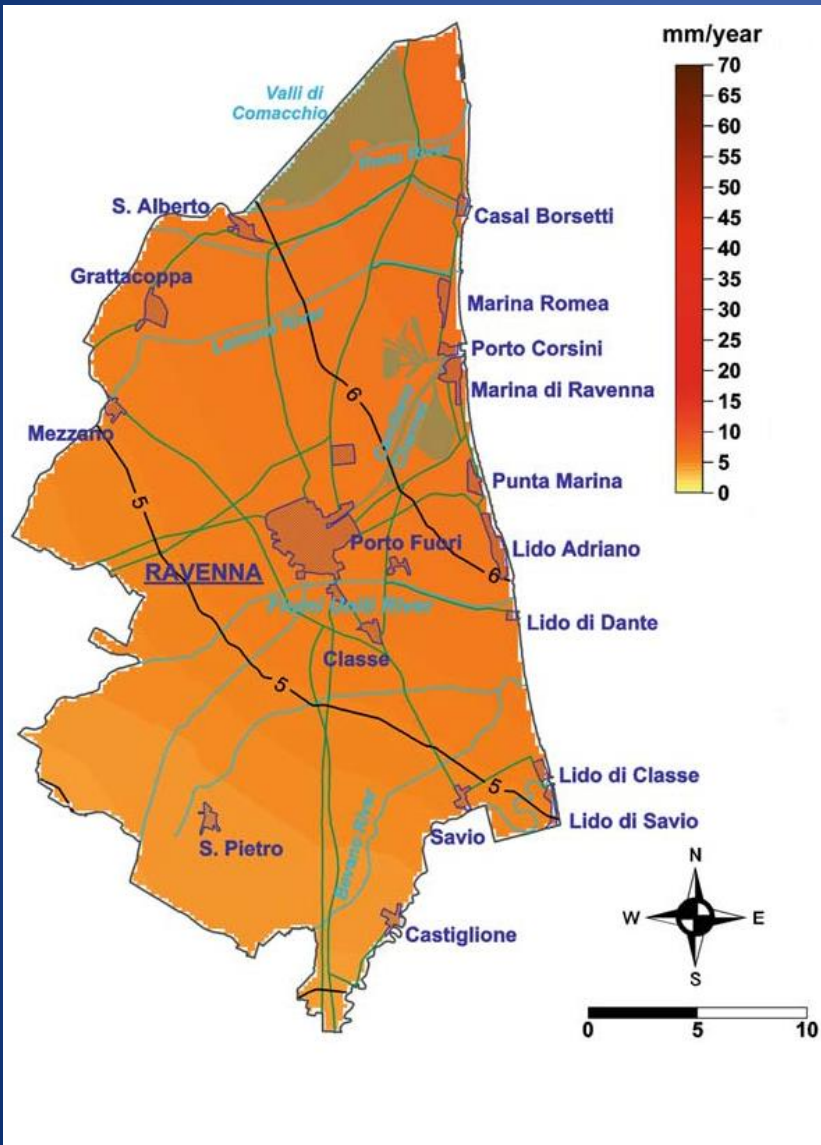
Picco massimo
1976



Picco massimo
1972-1977

La produzione di gas ha causato subsidenze locali nelle zone sovrastanti i serbatoi di estrazione.

1897 - 1957

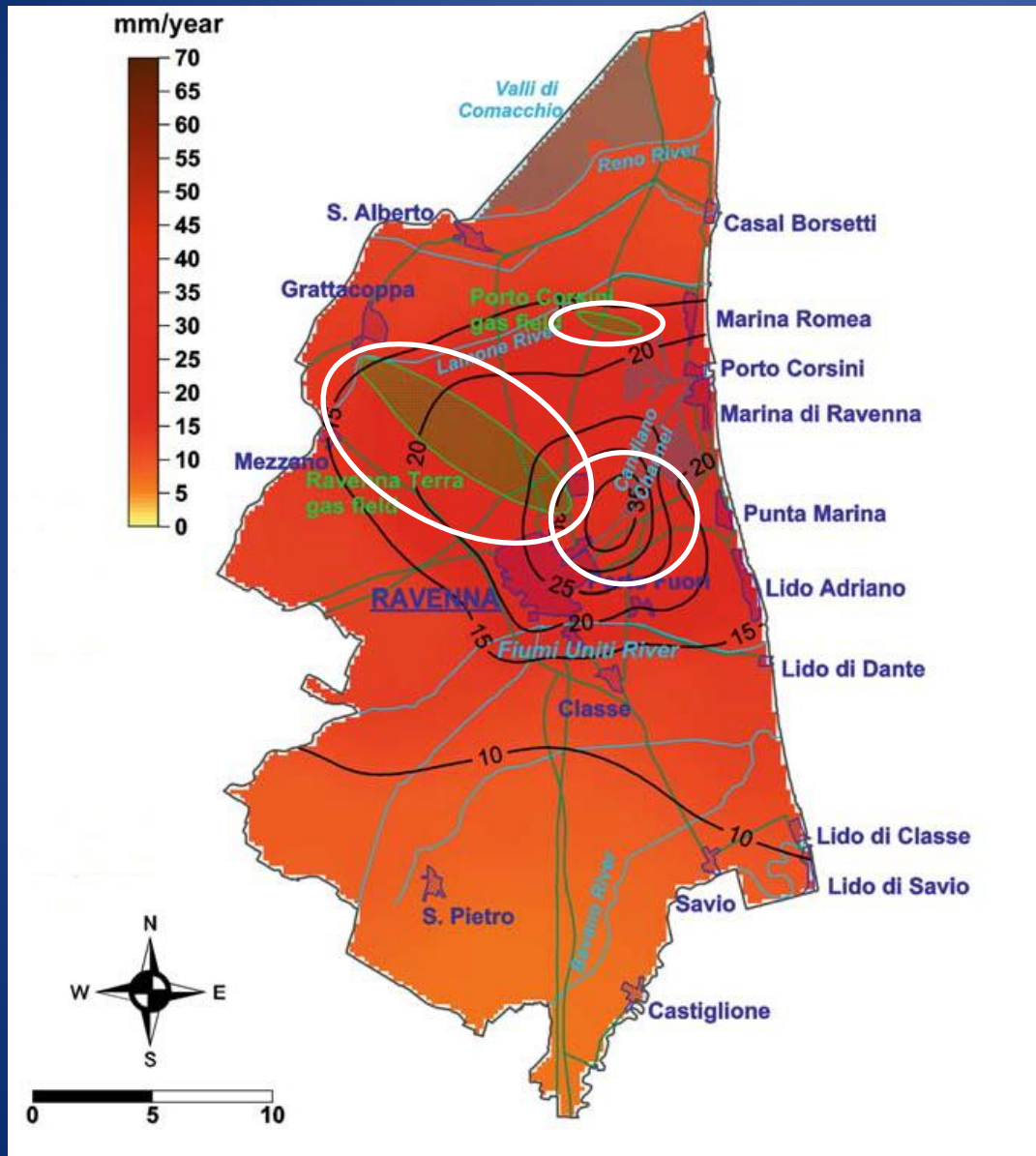


- Velocità media: 5mm/anno.
- Lieve aumento verso Nord-Est.
- Indagini IGM effettuate quando lo sviluppo delle risorse del sottosuolo, e conseguente subsidenza antropica, erano trascurabili.

**SUBSIDENZA
NATURALE**

60 anni → 32cm

1949 - 1972

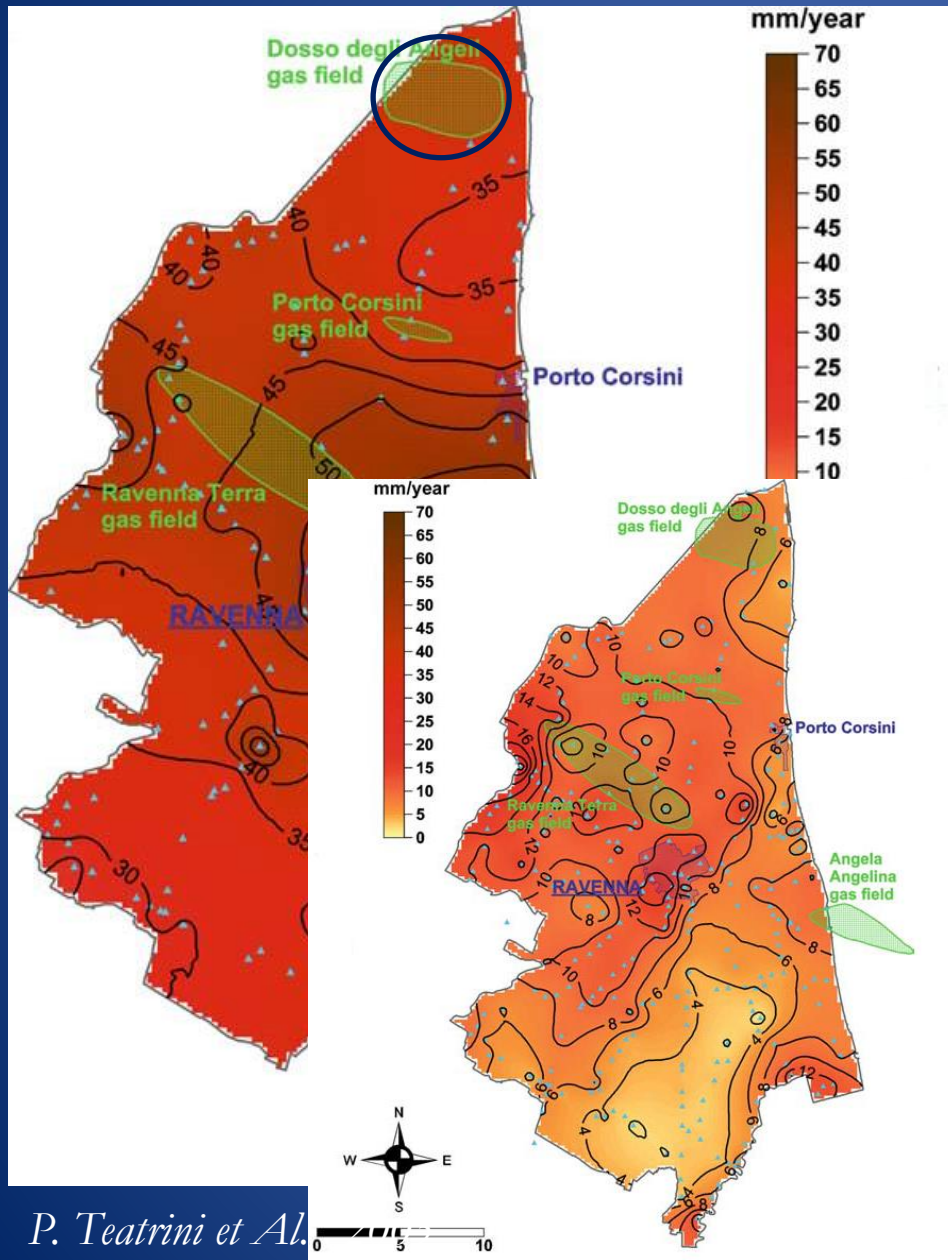


Nella figura sono rappresentati i tassi di subsidenza espressi in mm/anno nell'area di Ravenna, da questa si nota:

- Zona industriale: velocità del tasso di subsidenza supera i 30 mm/anno.
- Subsidenza dovuta a estrazione di acqua da falda e estrazioni metanifere dai giacimenti Ravenna Terra e Porto Corsini.

23 anni → 33cm

1972 - 1977



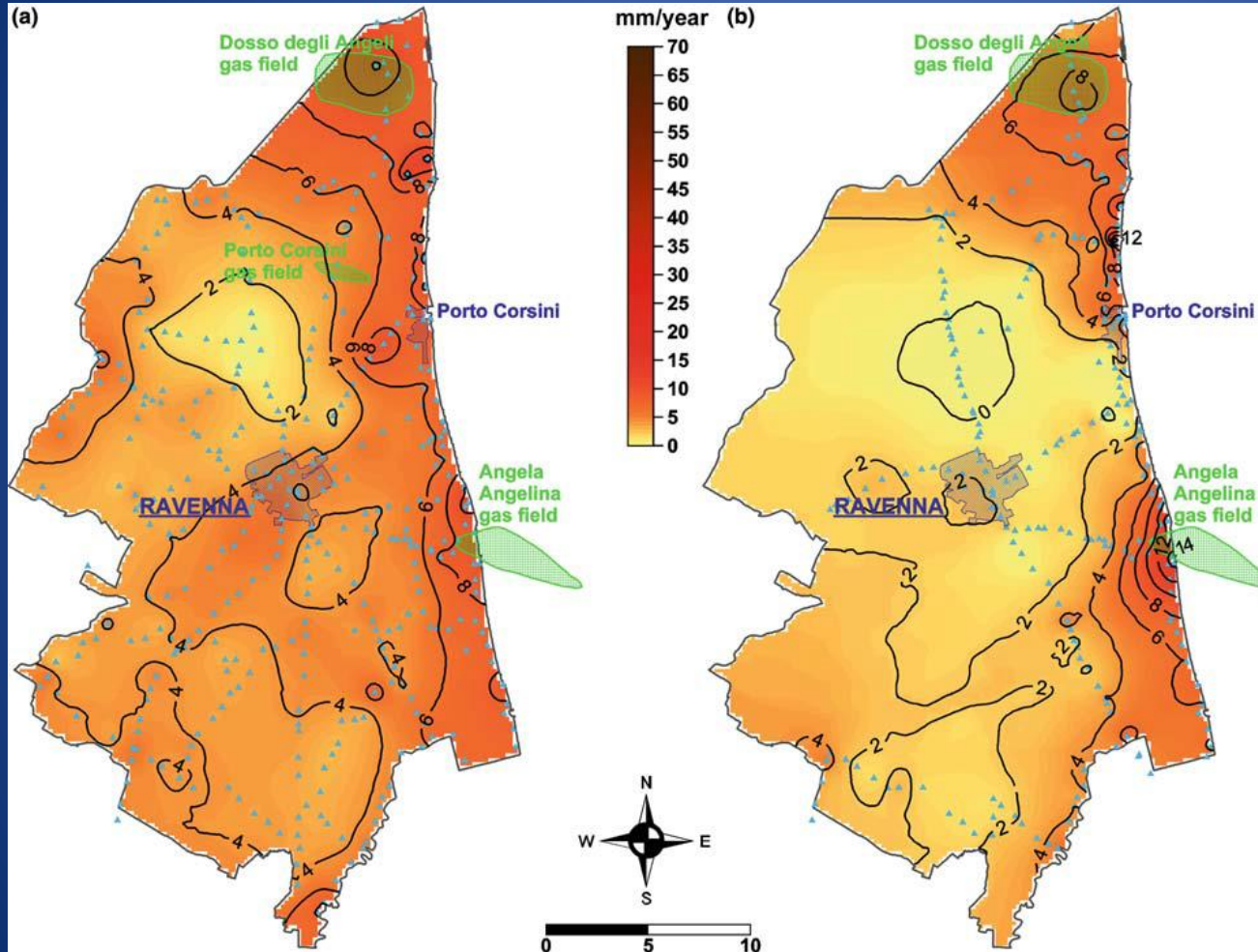
P. Teatrini et Al.

- Massimo tasso di abbassamento del terreno con valori medi superiori a 60 mm/anno registrati nella zona industriale.
- Nel periodo 1972-1973 sono stati registrati i picchi massimi corrispondenti a 110 mm/anno presso la zona industriale.
- Le estrazioni presso il giacimento Ravenna Terra erano esaurite agli inizi degli anni '70 e la produzione presso Dosso degli Angeli e Angela-Angelina era appena iniziata.

5 anni → 21 cm

- Recupero della pressione interstiziale nella falda acquifera verso la fine degli anni '70 grazie alla riduzione del prelievo d'acqua che determinò una diminuzione del tasso di subsidenza.

1982 - 1998

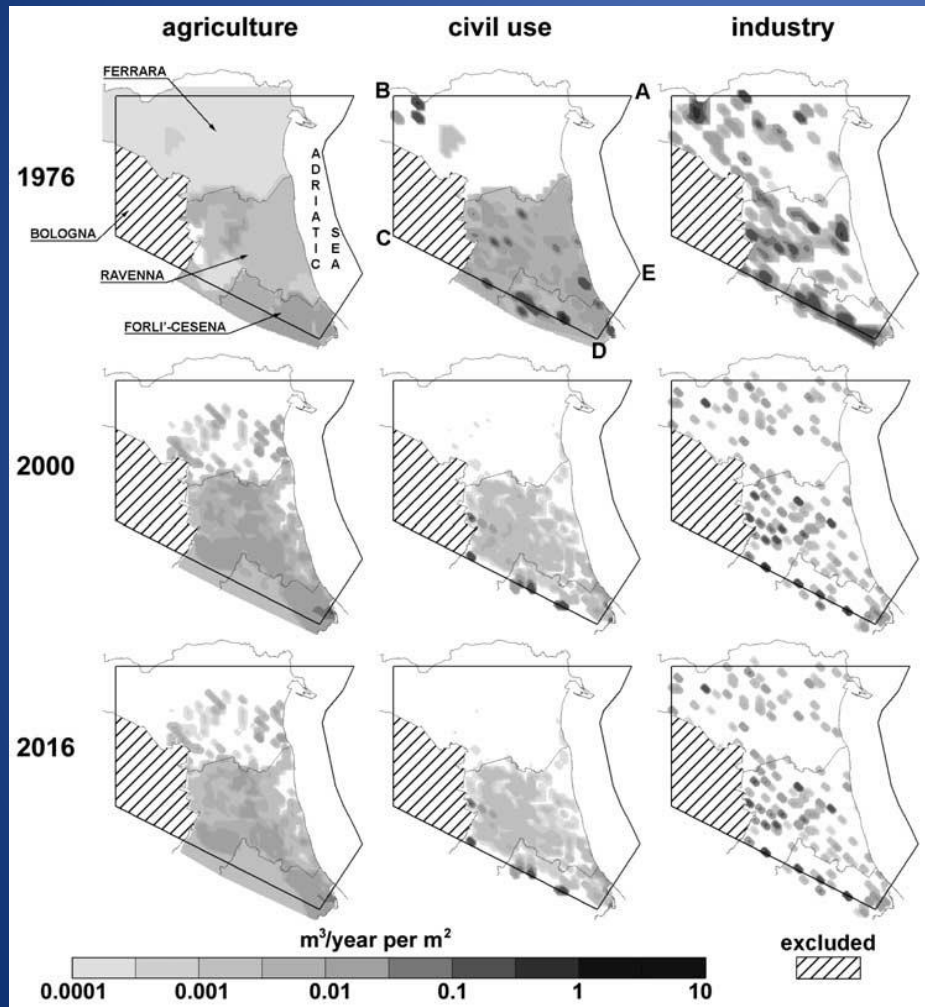


- Diminuzione del tasso di subsidenza sotto i 5 mm/anno in quasi tutta la totalità dell'area di Ravenna.
- La costa risulta essere la zona più instabile.
- Valori di 10 mm/anno sono stati registrati nei pressi dei giacimenti di Dosso degli Angeli e Angela-Angelina.

P. Teatrini et Al., 2005

16 anni → 9 cm

PREVISIONI PER IL FUTURO PER IL PRELIEVO D'ACQUA

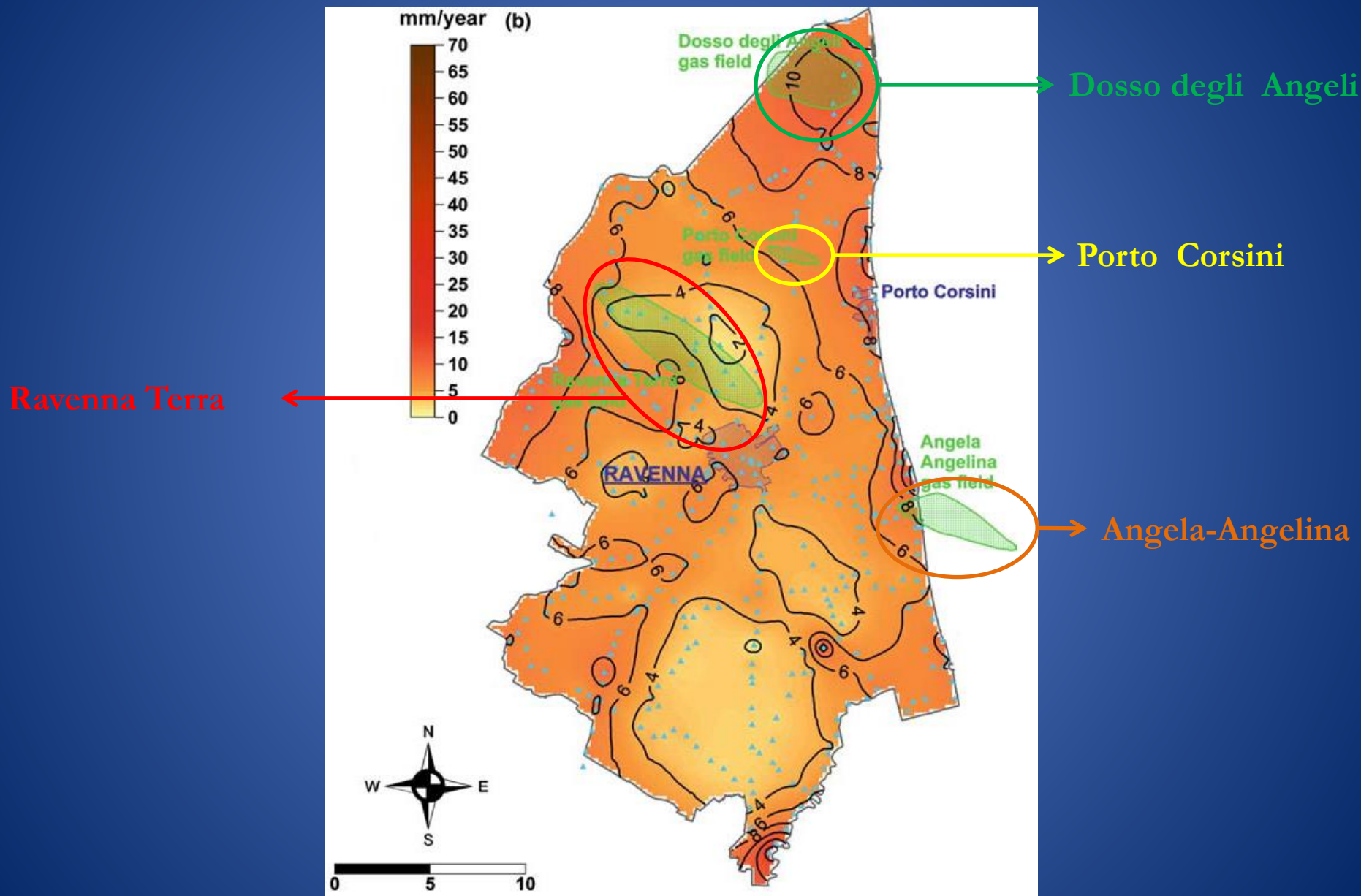


- Usi agricoli : decrescita media del 40%
- Usi industriali : decrescita media del 20%
- Usi civili : decrescita media del 30%

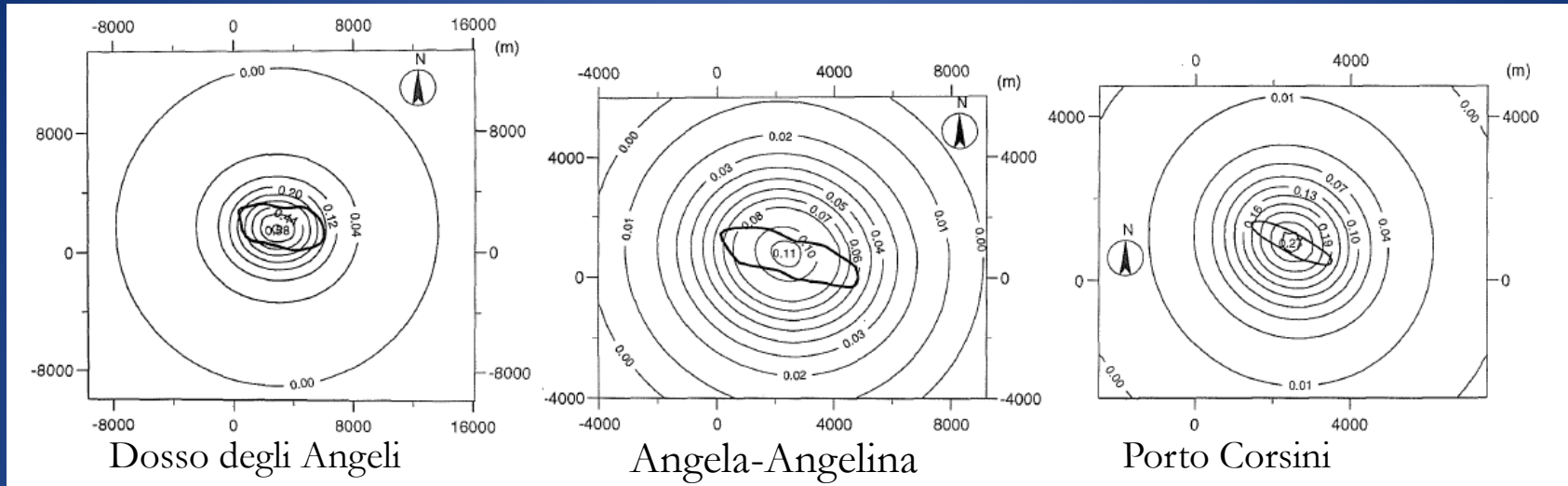
Use	Year		
	1976	2001	2016
Agriculture	36	36	21
Civil	59	13	9
Industry	89	35	28
Total	184	84	58

^aValues are $\times 10^6$ m³/yr.

SUBSIDENZA PER ESTRAZIONE DI GAS



ANALISI NUMERICA DEI GIACIMENTI



Giuseppe Gambolati et al.

- Studio del cedimento del terreno mediante un'analisi numerica in 3D simile a quella usata per prevedere il cedimento sul giacimento Ravenna Terra.

Risultati ottenuti:

1. La produzione di gas dai serbatoi di Ravenna può causare gravi cedimenti del terreno.
2. La grandezza della zona di subsidenza dipende dalla dimensione del serbatoio, dalla sua profondità, dalla diminuzione della pressione dei pori e dalle proprietà meccaniche del suolo.
3. Per un serbatoio depressurizzato la presenza di una falda acquifera può causare un aumento del cedimento del terreno.

STUDIO DELLE RELAZIONI TRA GLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI E I DATI GEOLOGICI DEL SOTTOSUOLO IN UN'AREA SUBSIDENTE A NORD DI RAVENNA

BIBLIOGRAFIA

CAUSE
EFFETTI

INTERFEROMETRIA
RADAR SATELLITARE

VERIFICA
DELL'ATTIVITÀ

SEZIONI
GEOLOGICHE

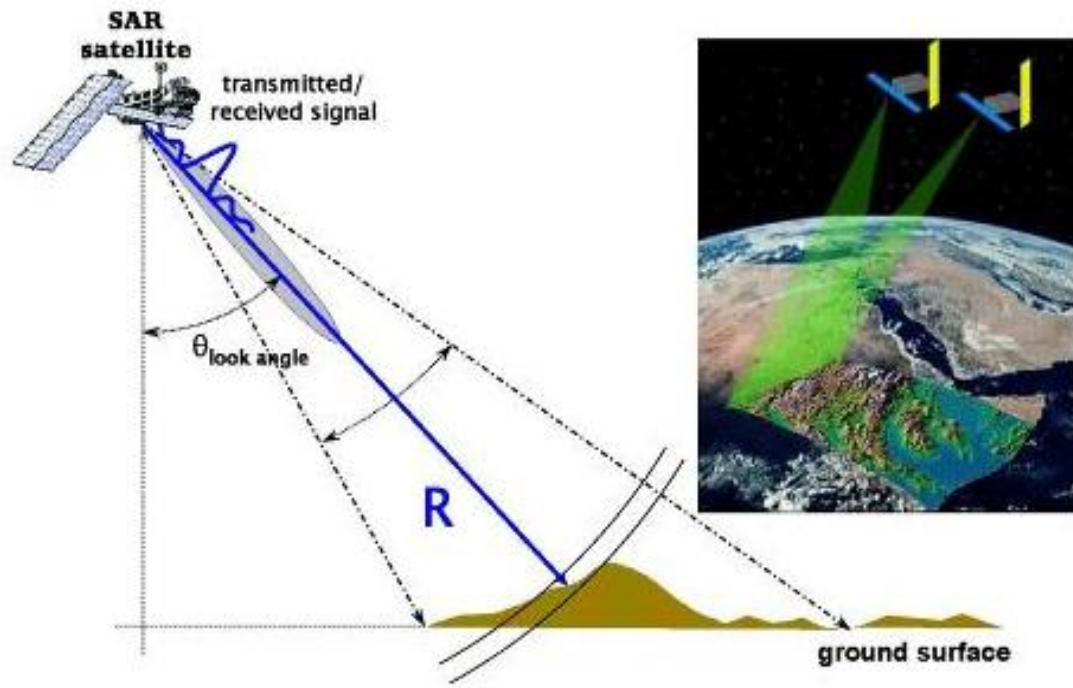
CAUSE
EFFETTI

TECNICHE DI RILEVAMENTO

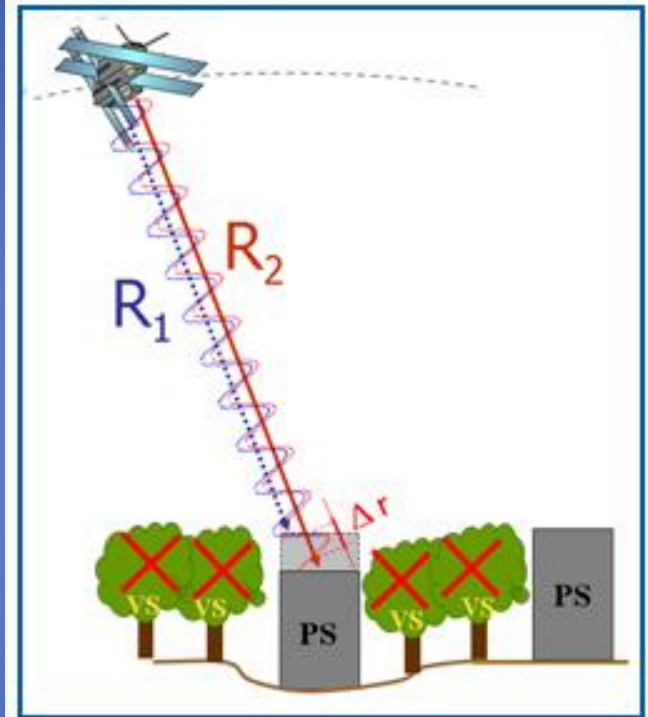
Il monitoraggio del movimento della superficie terrestre nell'area di Ravenna è stato operato usando diverse tecniche:

1. Tecniche di livellamento tradizionale
2. DGPS (Differential Global Positioning System)
3. DInSAR (Differential Interferometric SAR)

DInSAR

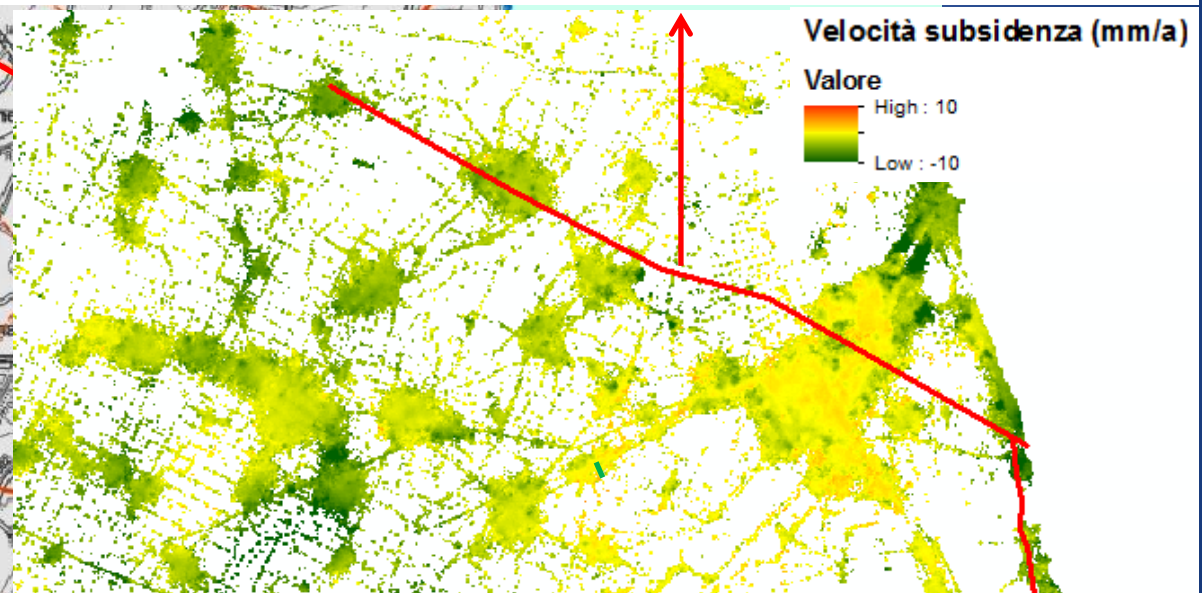
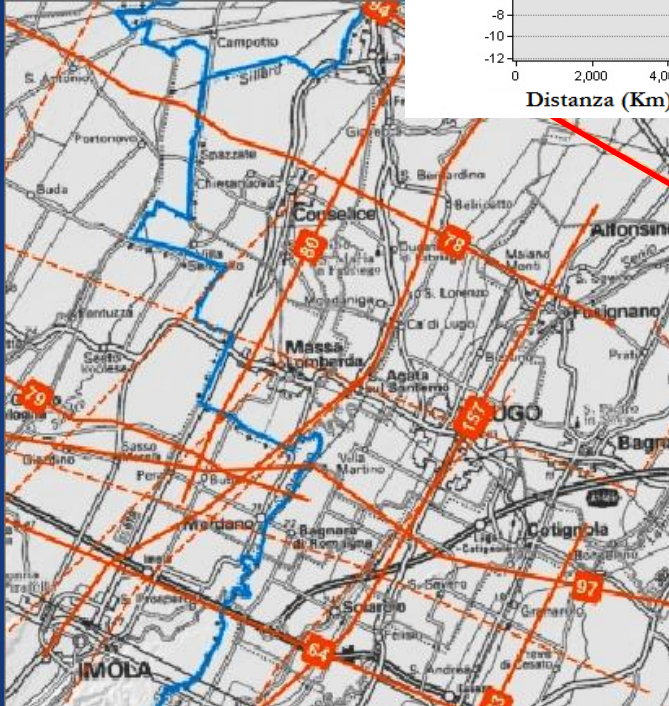
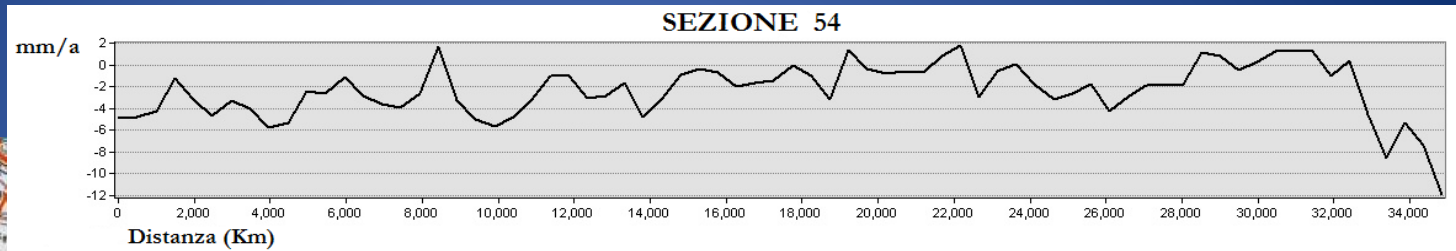


Diffusori permanenti

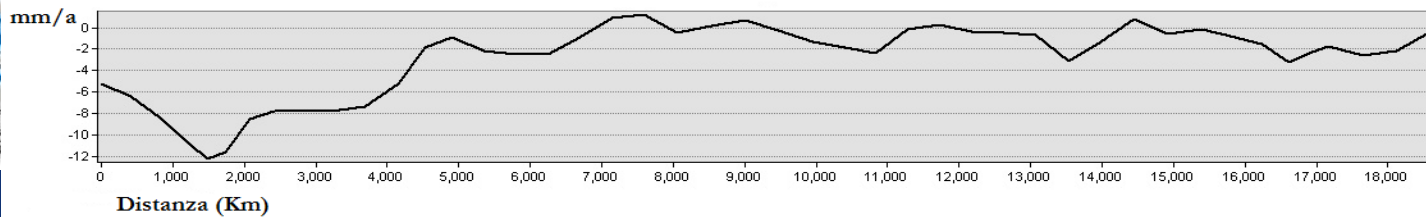


Satellite- and ground-based SAR systems	Agency/ institution	Start–end
ERS 1-SAR	ESA	1991–2000
ERS 2-SAR	ESA	1995–2010
ENVISAT-ASAR	ESA	2002–2011
TerraSAR-X	DLR	2007–2012
ALOS-PALSAR	JAXA	2005–present
GBSAR	UPC	2007
	IG	2008–present
Cosmo-Skymed-1	ASI	2007–present

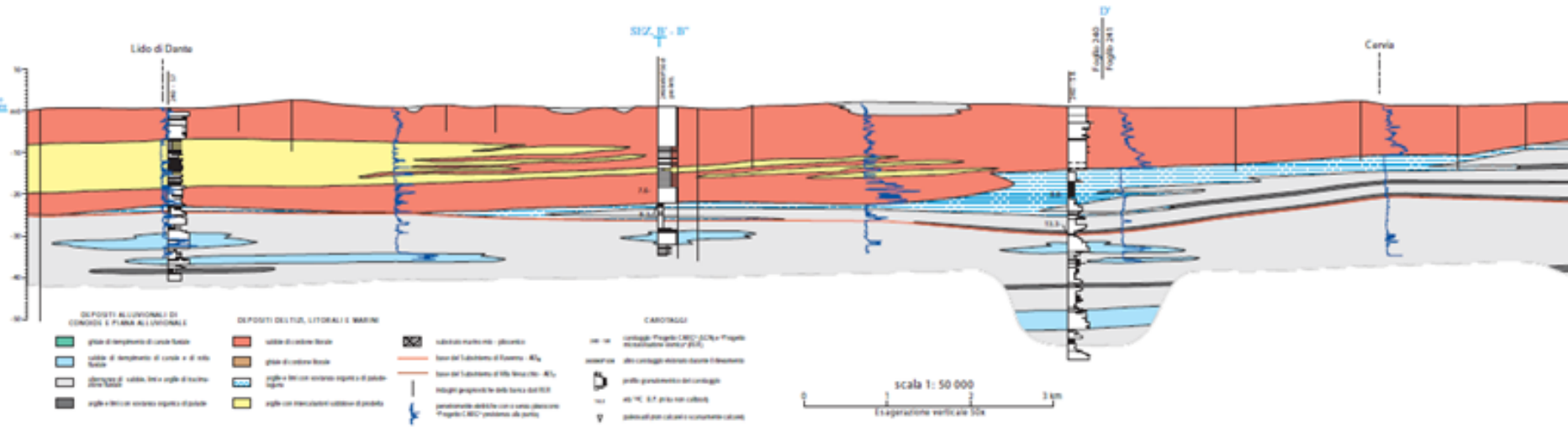
ANALISI DELLE SEZIONI GEOLOGICHE



SEZIONE 20

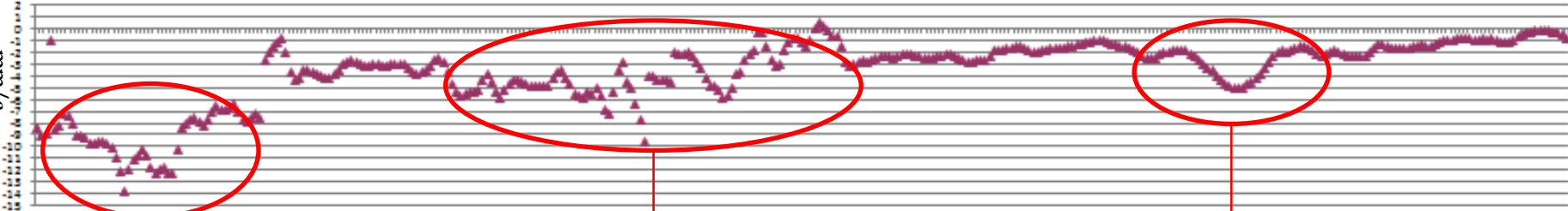


SEZIONE 20



Distanza (Km)

617.5300973	765.7447606	913.9534230	1160.3678863	1309.176526	1457.38519	1605.593853	1753.802516	1902.011179	2050.219842	2198.428505	2346.637168	2494.845831	2643.054494	2791.263157	2939.471820	3087.680483	3235.889146	3384.097809	3532.306472	3680.515135	3828.723798	3976.932461	4125.141124	4273.349787	4421.558450	4569.767113	4717.975776	4866.184439	5014.393102	5162.601765	5310.810428	5459.019091	5607.227754	5755.436417	5903.645080	6051.853743	6200.062406	6348.271069	6496.479732	6644.688395	6792.897058	6941.105721	7089.314384	7237.523047	7385.731710	7533.940373	7682.149036	7830.357699	7978.566362	8126.775025	8274.983688	8423.192351	8571.401014	8719.609677	8867.818340	9016.027003	9164.235666	9312.444329	9460.652992	9608.861655	9757.070318	9905.278981	10053.487644	10201.696307	10349.904970	10498.113633	10646.322296	10794.530959	10942.739622	11090.948285	11239.156948	11387.365611	11535.574274	11683.782937	11831.991600	11980.200263	12128.408926	12276.617589	12424.826252	12573.034915	12721.243578	12869.452241	13017.660904	13165.869567	13314.078230	13462.286893	13610.495556	13758.704219	13906.912882	14055.121545	14203.330208	14351.538871	14499.747534	14647.956197	14796.164860	14944.373523	15092.582186	15240.790849	15389.000012	15537.208675	15685.417338	15833.626001	15981.834664	16130.043327	16278.251990	16426.460653	16574.669316	16722.877979	16871.086642	17019.295305	17167.503968	17315.712631	17463.921294	17612.129957	17760.338620	17908.547283	18056.755946	18204.964609	18353.173272	18501.381935	18649.590598	18797.799261	18946.007924	19094.216587	19242.425250	19390.633913	19538.842576	19687.051239	19835.259902	19983.468565	20131.677228	20279.885891	20428.094554	20576.303217	20724.511880	20872.720543	21020.929206	21169.137869	21317.346532	21465.555195	21613.763858	21761.972521	21910.181184	22058.389847	22206.598510	22354.807173	22503.015836	22651.224499	22799.433162	22947.641825	23095.850488	23244.059151	23392.267814	23540.476477	23688.685140	23836.893803	23985.102466	24133.311129	24281.519792	24429.728455	24577.937118	24726.145781	24874.354444	25022.563107	25170.771770	25318.980433	25467.189096	25615.397759	25763.606422	25911.815085	26060.023748	26208.232411	26356.441074	26504.649737	26652.858400	26801.067063	26949.275726	27097.484389	27245.693052	27393.901715	27542.110378	27690.319041	27838.527704	27986.736367	28134.945030	28283.153693	28431.362356	28579.571019	28727.779682	28875.988345	29024.197008	29172.405671	29320.614334	29468.823000	29617.031663	29765.240326	29913.448989	30061.657652	30209.866315	30358.074978	30506.283641	30654.492304	30802.700967	30950.909630	31099.118293	31247.326956	31395.535619	31543.744282	31691.952945	31840.161608	31988.370271	32136.578934	32284.787597	32432.996260	32581.204923	32729.413586	32877.622249	33025.830912	33174.039575	33322.248238	33470.456901	33618.665564	33766.874227	33915.082890	34063.291553	34211.500216	34359.708879	34507.917542	34656.126205	34804.334868	34952.543531	35100.752194	35248.960857	35397.169520	35545.378183	35693.586846	35841.795509	35989.904172	36138.112835	36286.321498	36434.530161	36582.738824	36730.947487	36879.156150	37027.364813	37175.573476	37323.782139	37471.990802	37620.199465	37768.408128	37916.616791	38064.825454	38213.034117	38361.242780	38509.451443	38657.660106	38805.868769	38954.077432	39102.286095	39250.494758	39398.703421	39546.912084	39695.120747	39843.329410	39991.538073	40139.746736	40287.955399	40436.164062	40584.372725	40732.581388	40880.790051	41029.000000
-------------	-------------	-------------	--------------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

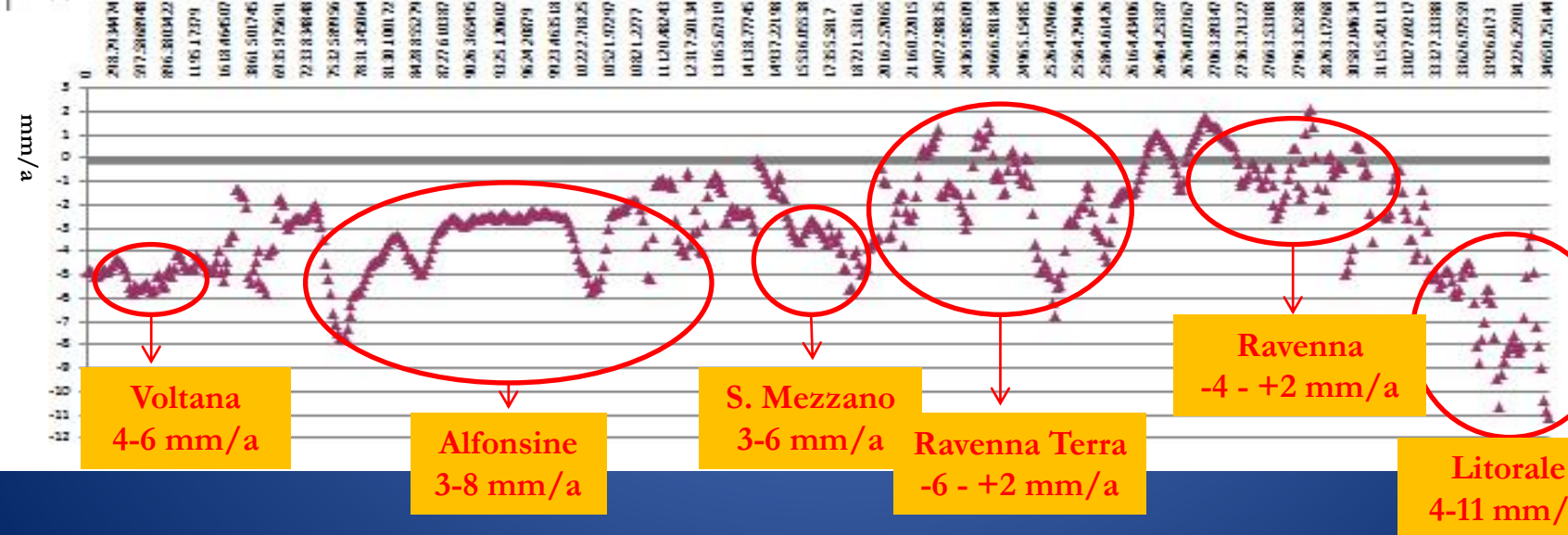
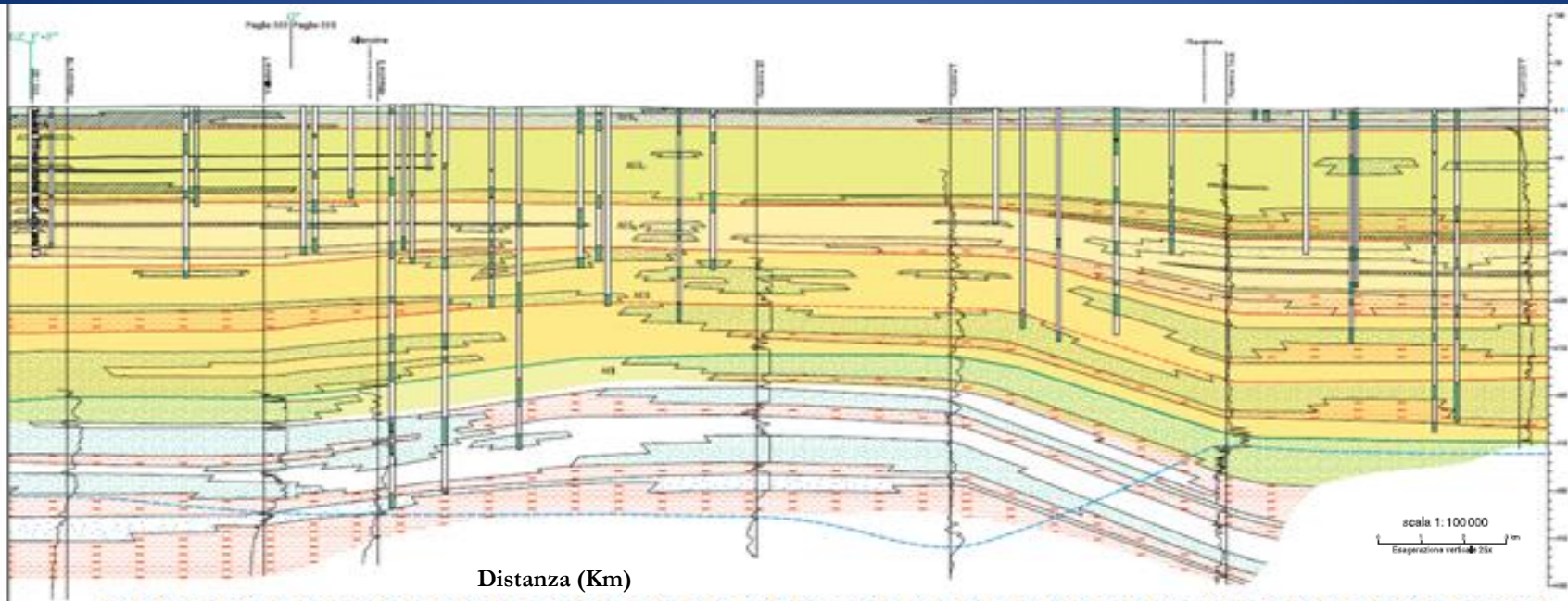


Lido di Dante
7-13 mm/a

**Bocca T. Bevano-
Lido di Savio**
3 – 8 mm/a

Cervia
2 – 5 mm/a

SEZIONE 54



CONCLUSIONI.....

- Si è dimostrato che esiste una sorta di relazione tra i tassi di subsidenza e il prelievo d'acqua e gas dal sottosuolo e dove questi si sommano si nota un aumento delle velocità di abbassamento.
- Si è dimostrato che se si fermano o limitano i prelievi dal sottosuolo la subsidenza tende ad arrestarsi ma non completamente, per questo è utile studiare gli effetti presso l'ex giacimento Ravenna Terra.
- Per questi motivi è bene continuare ad eseguire un monitoraggio dei movimenti superficiali attraverso le tecniche di interferometria radar satellitare.