	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 1 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

**RIFACIMENTO MET. RAVENNA – CHIETI,
 TRATTO RAVENNA – JESI DN 650 (26”) DP – 75 bar
 ED OPERE CONNESSE**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM
 PROT. DVA N. 025243 DEL 09.11.2018**

**Approfondimenti tematici
 Nota CTVIA del 19/10/2018
 Vol. 2 di 3**

**Annesso H
 ANALISI DEI FENOMENI DI SUBSIDENZA NEL TERRITORIO
 EMILIANO-ROMAGNOLO INTERESSATO DALL’OPERA**



0	Emissione	A. CARPENA	M.AGOSTINI P.RUSSO	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	15/05/2019
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 2 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

1 PREMESSA

La presente documentazione, relativa al progetto “Rifacimento Met. Ravenna – Chieti, tratto Ravenna - Jesi DN 650 (26”) ed opere connesse”, è stata redatta ad integrazione dello Studio d’Impatto Ambientale (vedi SPC. RE-SIA-001 e RE-SIA-002) per quanto attiene:

- al punto 17, relativamente alla componente suolo e sottosuolo, viene richiesto *“un approfondimento riguardante le interferenze delle opere (condotte da realizzare e/o esistenti da dismettere) con le aree in subsidenza e dell’eventuale sistema di monitoraggio del fenomeno da concordare con la Regione Emilia Romagna e l’ARPAE”*.

La risposta è stata sviluppata nel dettaglio in questo documento.

Nella prima parte è stato fatto un inquadramento regionale del fenomeno di subsidenza in relazione all’evoluzione tettonica della Pianura Padana, alle strutture profonde che la caratterizzano e ai processi di sedimentazione e compattazione dei depositi recenti.

Il focus si sposta poi agli studi fatti da ARPAE negli ultimi anni, per poter quantificare la velocità dei movimenti verticali del suolo e le variazioni riscontrabili tra periodi consecutivi: tali attività, descritte dal punto di vista delle metodologie e delle fasi procedurali adottate, sono la base su cui è stata impostata l’analisi critica delle relazioni di interferenza tra le linee di tracciato e le aree subsidenti.

Le informazioni relative alle velocità di movimento verticale annuo, nelle aree interessate dalle opere in progetto e in dismissione, sono state, inoltre, digitalizzate e restituite in una cartografia a scala 1:50.000 annessa al presente elaborato all’ANNESSO1.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 3 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

2 SUBSIDENZA IN EMILIA ROMAGNA

2.1 Introduzione

La subsidenza è il fenomeno di abbassamento della superficie terrestre causato da cambiamenti che avvengono nel sottosuolo. A partire dal secondo dopoguerra è apparso chiaro che la Pianura Padana e, in particolare, quella emiliano romagnola, è soggetta a fenomeni estesi di subsidenza (Carminati et al., 2006). Questo processo, che può avere cause sia naturali che artificiali, diviene un vero e proprio fattore di rischio quando l'abbassamento del terreno è particolarmente forte o quando la topografia è già depressa e vicina, o al di sotto, del livello del mare.

2.2 Assetto geologico strutturale

L'area in subsidenza della Regione Emilia Romagna è collocata nel settore meridionale della Pianura Padana, delimitata a sud dall'Appennino Settentrionale.

La Pianura Padana è relativamente recente costituendo, sino a meno di 1 milione di anni fa, l'estrema propaggine nord – occidentale del Mare Adriatico. Questa può essere considerata come il risultato di un *foreland basin* in evoluzione (Doglioni, 1993; Mariotti e Doglioni, 2000; Pieri e Groppi, 1981; Pieri 1983) compreso tra il fronte degli opposti sovrascorrimenti sepolti delle falde sud – vergenti (Alpi Meridionali) e nord – vergenti (Appennino Settentrionale). Dal Piemonte all'Adriatico, i grandi sovrascorrimenti sepolti nord – vergenti dell'Appennino Settentrionale delineano l'Appennino sepolto coinvolto in catena (Boccaletti et al. 1985; Castellarin et al. 1985) e caratterizzato da strutture positive antiformali, con analoghe strutture in sprofondamento di tipo sinforme.

L'area in subsidenza della Regione Emilia Romagna può quindi essere considerata appartenente ad un bacino peristrutturale sintettonico. L'evoluzione del bacino è connessa all'attivazione dei sovrascorrimenti del basamento e/o a riattivazioni di sovrascorrimenti preesistenti della copertura (Boccaletti e Sani, 1997). Le principali unità tettoniche coinvolte sono riferibili a tre principali domini: il dominio Ligure, il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano e le coperture plio – quaternarie marino – continentali. In particolare l'area di studio si colloca in prossimità del limite morfologico appennino – pianura, costituito dalle colline del basso Appennino e dalla fascia pedemontana appartenente alla Pianura Padana (Figura 2.2/A). Si tratta di due ambienti diversi tra loro, ma strettamente correlati come evoluzione. In particolare l'area di pianura, in cui si esplica maggiormente il fenomeno della subsidenza, è costituita dalla fascia pedemontana. Questa rappresenta il raccordo fra il settore esterno della catena strutturata nel Miocene Superiore – Pliocene Inferiore e il settore padano – adriatico in cui le deformazioni sepolte sono prevalentemente riferibili al Pliocene Superiore – Quaternario e parte delle quali considerabili tuttora attive (Boccaletti et al. 1985; Amorosi et al. 1996; Boccaletti et al., 2004).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 4 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

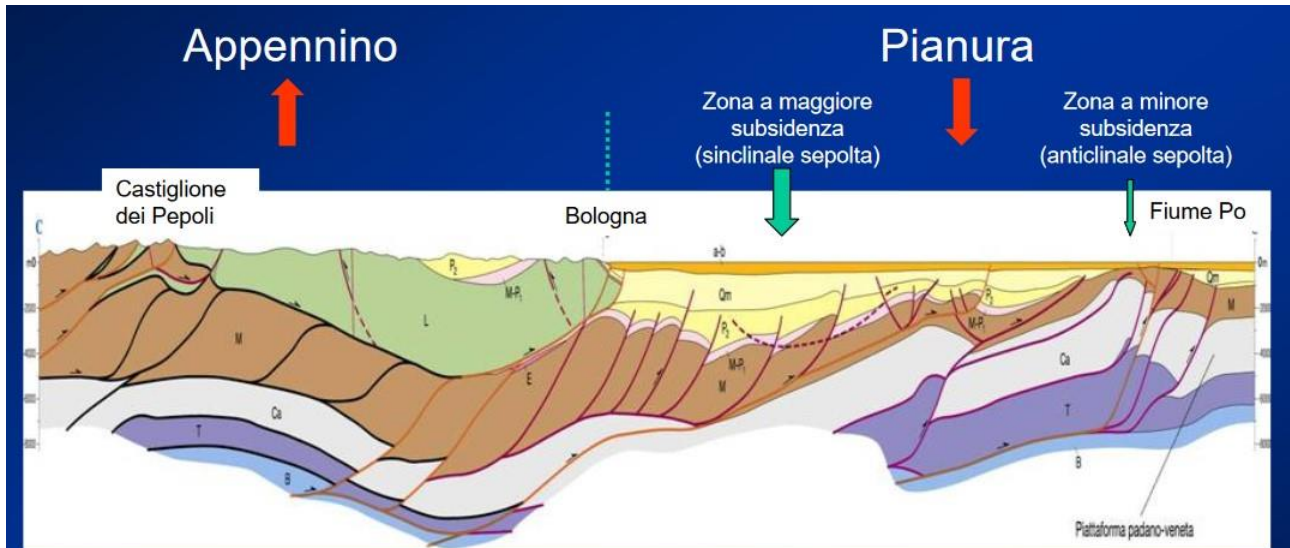



Figura 2.2/A: Sezione geologica profonda dal crinale appenninico al Fiume Po (Boccaletti et alii, 2004).

Nella pianura la subsidenza strutturale non è omogenea, ma è fortemente influenzata dalle strutture tettoniche profonde che individuano delle zone in cui i movimenti verticali del suolo sono più o meno accentuati. Questa differenza di subsidenza causa nella pianura delle forti differenze nello spessore dei sedimenti. Di fatti, tassi di sedimentazione maggiori (aree blu in Figura 2.2/B), corrispondono ad aree maggiormente subsidenti, delimitate dalle principali strutture tettoniche profonde.

Inoltre, nel processo di subsidenza naturale, se si considerano intervalli di tempo più brevi, entrano in gioco altri fattori, come la compattazione dei sedimenti superficiali. Addirittura, secondo alcuni Autori, in alcune zone, proprio in relazione alla compattazione dei sedimenti più recenti, il valore della velocità di subsidenza naturale potrebbe arrivare fino a 5 millimetri all’anno (Carminati ed altri, 2003).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 5 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

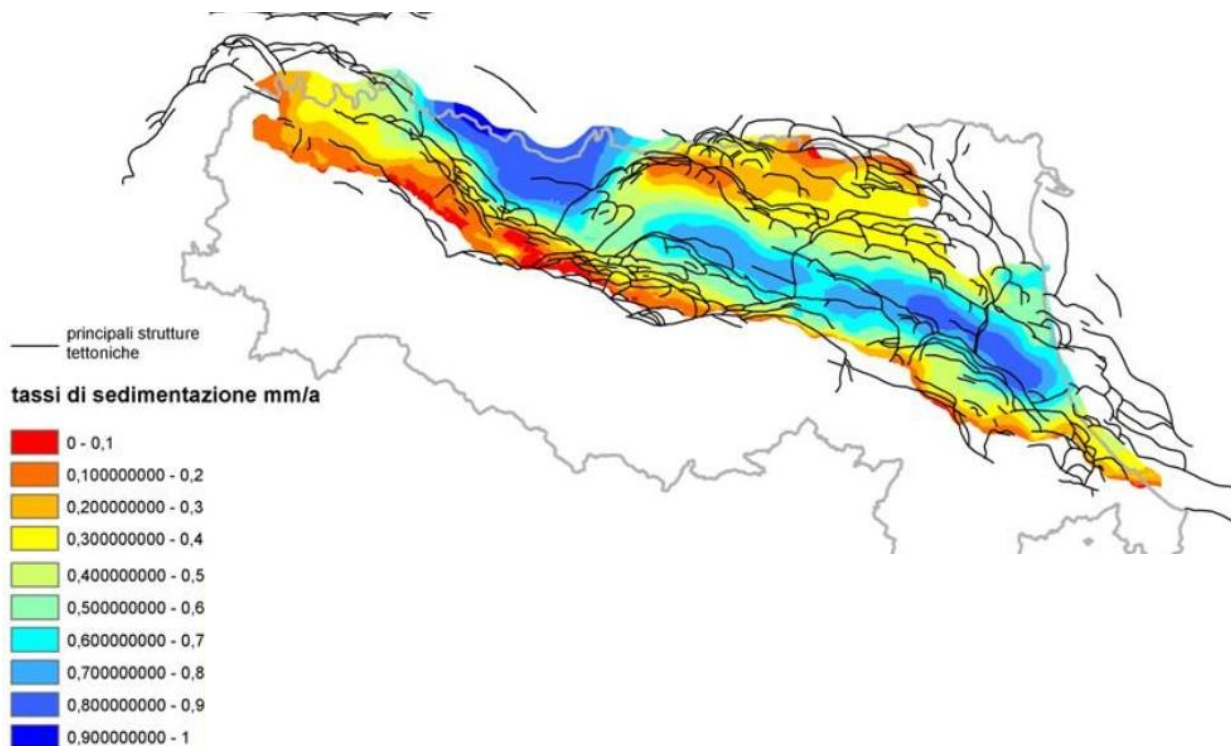


Figura 2.2/B: Distribuzione dei tassi di sedimentazione (mm/anno) nella Regione Emilia Romagna.

3 RILIEVO ARPAE DELLA SUBSIDENZA NELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA

La Regione Emilia Romagna con DGR n. 1596 del 23/10/2017 ha affidato ad ARPAE la realizzazione delle attività inerenti il progetto “Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola – seconda Fase”, che segue un primo atto, affidato dalla Regione Emilia Romagna ad ARPAE con DGR n. 1690 del 17/10/2016 e conclusosi con la consegna della relazione finale nell’aprile 2017.

Nella prima fase del lavoro sono state realizzate le seguenti attività:

- 1) verifica della effettiva copertura territoriale delle immagini SAR relative al periodo 2011-2016;
- 2) definizione e preparazione dei siti di elaborazione;
- 3) elaborazione SqueeSARTM dei singoli siti;

Nella seconda fase del lavoro, invece, sono state realizzate le seguenti attività:

- 1) verifica dei risultati ed allineamento a scala regionale;
- 2) elaborazione dei dati acquisiti da 36 stazioni permanenti GPS;
- 3) calibrazione dell’analisi interferometrica;
- 4) verifiche post – calibrazione e validazione dei dati interferometrici;
- 5) realizzazione della cartografia delle velocità di movimento verticale del suolo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 6 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

4 ANALISI INTERFEROMETRICA

4.1 Dati satellitari acquisiti

I più recenti studi relativi al fenomeno della subsidenza, realizzati dall'ARPAE, si basano sul metodo dell'analisi interferometrica con tecnica SqueeSAR™ (algoritmo PSInSAR™ di seconda generazione) di dati radar satellitari, acquisiti dai satelliti RADARSAT-1 e RADARSAT-2 e, in minor misura, da immagini derivanti dalla costellazione COSMO-SkyMed (CSK) dell'Agenzia Spaziale Italiana.

Il monitoraggio realizzato da ARPAE nel 2011 si avvale di immagini radar acquisite dal satellite RADARSAT-1 (RSAT1), un satellite a media risoluzione, in banda C, con una lunghezza d'onda del segnale radar pari a 56.564 mm. Tuttavia, tale satellite, lanciato dall'Agenzia Spaziale Canadese nel 1995, non è più operativo da marzo 2013.

Nel mentre, l'Agenzia Spaziale Canadese ha lanciato nel 2007 un satellite “gemello”, RADARSAT-2 (RSAT2), il quale, però, utilizza una frequenza di acquisizione leggermente diversa da quella del suo predecessore, corrispondente ad una lunghezza d'onda di 55.465 mm. Questa seppur lieve differenza impedisce l'utilizzo simultaneo di dati acquisiti da questi due satelliti nelle applicazioni interferometriche standard. Pertanto, al fine di garantire la continuità del monitoraggio, TRE ALTAMIRA ha sviluppato una specifica modalità di funzionamento dell'algoritmo di elaborazione SqueeSAR™ detta *stitching* che consente l'elaborazione congiunta di dati acquisiti da questi due satelliti.

Infine, per un'area limitata della pianura emiliano – romagnola, non adeguatamente coperta da dati RSAT2, è stato necessario acquisire immagini derivanti dalla costellazione COSMO-SkyMed (CSK) dell'Agenzia Spaziale Italiana. Tale satellite opera in banda-X (lunghezza d'onda $\lambda = 3.2$ cm) con una risoluzione maggiore (3x3 metri) rispetto ai satelliti RSAT (20x5 metri).

Per quanto riguarda il settore costiero dell'Emilia Romagna, interessato dalle opere (condotte da realizzare e/o esistenti da dismettere), si fa riferimento a nr. 2 siti di elaborazione così definiti:

Sito	Satelliti	θ	Nr. immagini	Periodo
Ravenna	RSAT1-RSAT2	33°	75	14/05/2011-23/05/2016
Rimini		34,7°	70	02/05/2011-23/05/2016

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 7 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

4.2 Risultati dell'analisi SqueeSAR™

Le analisi condotte hanno permesso di ottenere un *dataset* definitivo di punti, che saranno poi la base per lo studio dei movimenti verticali all'interno dei singoli siti di elaborazione.

La distribuzione dei punti di misura dipende principalmente dall'uso del suolo, pertanto le densità massime si ottengono in corrispondenza dei centri abitati e delle infrastrutture antropiche, mentre nelle aree coltivate e/o vegetate la densità risulta sensibilmente più bassa.

Tutte le misure di spostamento sono rilevate lungo la linea di vista del satellite (LOS - *Line of Sight*) e sono riferite ad un punto di riferimento (REF) indipendente per ogni sito elaborato e scelto su base statistica.

La precisione dei dati SqueeSAR™ è descritta da due indici: la deviazione standard della velocità media e la coerenza temporale.



La deviazione standard, per definizione, è un indice che misura il grado di dispersione di una popolazione di dati attorno al valore medio.

Nel caso di analisi SqueeSAR™ la deviazione standard si riferisce alla velocità media dei punti di misura rispetto al punto di riferimento. Essa dipende da diversi fattori, in particolare la distanza fisica dal REF, la qualità radiometrica del punto di misura, il numero di immagini elaborate, nonché la lunghezza dell'intervallo analizzato e la continuità temporale di acquisizione delle immagini.

La coerenza temporale, invece, è un indice che misura quanto il moto stimato segue un modello analitico, ovvero il moto descritto attraverso una certa funzione matematica. Il valore della coerenza temporale è compreso tra 0 (il punto non ha nessuna attinenza con il modello utilizzato ed è quindi inaffidabile) ed 1 (massima coerenza).

La tabella di seguito riportata sintetizza i valori medi di deviazione standard e coerenza ottenuti per ogni sito. Si noti che tutti i valori di deviazione standard sono compresi entro 1 mm/anno, ad indicare l'ottima precisione delle misure ottenute.

Sito	Deviazione standard [mm/anno]	Coerenza temporale [-]
Ravenna	0,29	0,83
Rimini	0,27	0,88

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 8 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

4.2.1 Sito di elaborazione di Ravenna

Sul sito di Ravenna sono stati individuati 325.871 punti di misura, con una densità media di 56 MP/Km². La distribuzione dei punti, visualizzati per velocità media annua e relativa deviazione standard è mostrata in Figura 4.2/A.

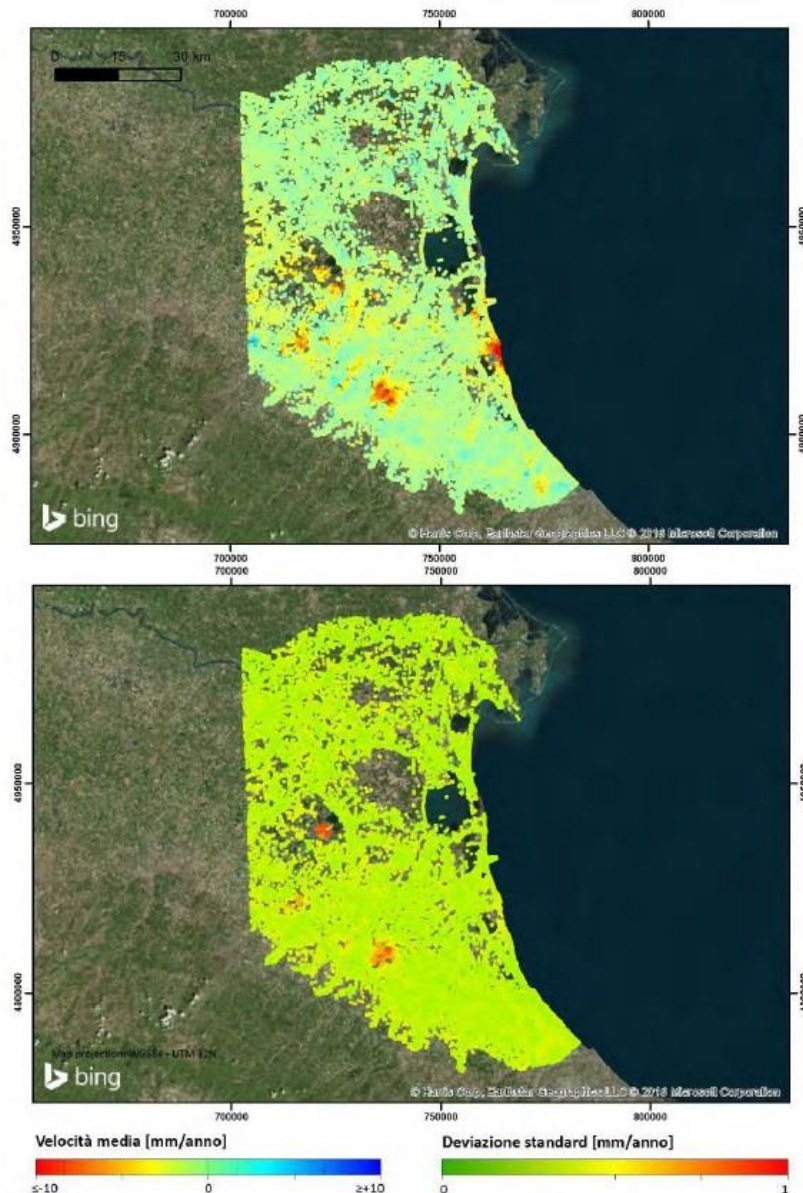




Figura 4.2/A: Velocità media annua (in alto) e relativa deviazione standard (in basso) dei punti individuati con l’elaborazione del sito di Ravenna.

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 9 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

4.2.2 Sito di elaborazione di Rimini

Sul sito di Rimini sono stati individuati 20.182 punti di misura, con una densità media di 56 MP/Km². La distribuzione dei punti, visualizzati per velocità media annua e relativa deviazione standard è mostrata in Figura 4.2/B.

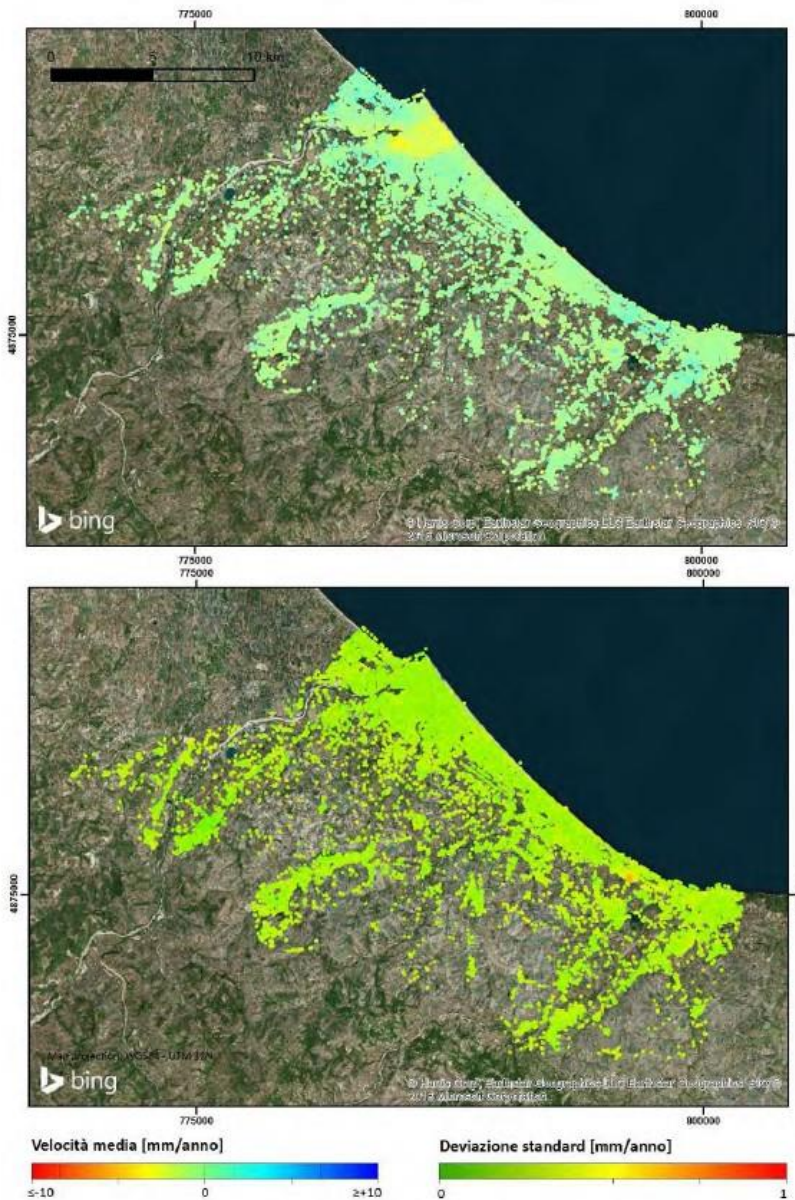


Figura 4.2/B: Velocità media annua (in alto) e relativa deviazione standard (in basso) dei punti individuati con l’elaborazione del sito di Rimini.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 10 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

5 ANALISI DELLE STAZIONI PERMANENTI GPS

Come sopra detto, sulla base dell'analisi interferometrica sono stati caratterizzati nr. 6 siti di elaborazione (dove i siti di Ravenna e Rimini sono strettamente di nostro interesse) in termini di punti di misura presenti. I singoli siti sono stati, successivamente, verificati e allineati a scala regionale e i dati interferometrici sono stati calibrati tramite l'utilizzo di stazioni GPS permanenti presenti nell'area di pianura della regione.

Dopo aver effettuato un preliminare censimento delle stazioni permanenti GPS presenti nell'area oggetto d'indagine, sono state individuate le stazioni attive da almeno tre anni per le quali potessero essere disponibili le acquisizioni giornaliere con un intervallo di campionamento di 30 secondi.

Le stazioni analizzate appartengono a diverse infrastrutture geodetiche:

- reti globali scientifiche IGS-EUREF;
- rete RING gestita dall'INGV;
- rete di stazioni permanenti GNSS istituita dalla NetGEO;
- stazioni del servizio regionale della Fondazione Geometri e Geometri Laureati dell'Emilia Romagna;
- rete di stazioni permanenti GNSS istituita da HEXAGON denominata ItalPoS;
- stazioni rese disponibili da ENI (FIUN) e STOGIT (MINE).

Attraverso la realizzazione di apposite procedure di calcolo automatizzate è stata analizzata, per ciascuna giornata di misura, del periodo considerato, una rete giornaliera di vettori GPS indipendenti, congiungenti le diverse stazioni tra loro. Questo approccio ha quindi permesso di ottenere, per ciascuna stazione, e per ciascun giorno di misura, il posizionamento di precisione di ciascuna antenna.

La serie di posizioni tridimensionali giornaliere ha poi consentito di effettuare un'analisi statistica delle intere serie temporali, al fine di stimare i parametri di velocità di movimento cercati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 11 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

6 MAPPA DEI MOVIMENTI VERTICALI DEL SUOLO

La carta descrittiva del fenomeno di subsidenza edita da ARPAE rappresenta i movimenti verticali del suolo (periodo 2011-2016) attraverso un grigliato con passo pari a 100x100 m ottenuto per interpolazione, con la tecnica del *Kriging*, dal *dataset* di punti. Tale grigliato, ritagliato secondo il confine regionale e la linea di quota 100 m s.l.m., è poi stato utilizzato per l'elaborazione della cartografia finale a curve isocinetiche.



A scala regionale, rispetto al rilievo precedente (2006-2011), il 79% del territorio analizzato non presenta variazioni di tendenza significative, mentre una tendenza alla riduzione degli abbassamenti si evidenzia per il 18 % della superficie.

Nella tabella a seguire, per ciascuna provincia interessata dalle opere (condotte da realizzare e/o esistenti da dismettere), sono riportate le superfici (km² e %) relative alle variazioni di velocità di movimento tra il periodo 2006-2011 ed il periodo 2011-2016 raggruppate in 3 classi principali: la prima è relativa alle superfici interessate da variazioni con tendenza negativa (incremento dell'abbassamento), la seconda è relativa alle superfici interessate da variazioni comprese tra 0 e ± 2.5 mm/anno (indice di una sostanziale continuità tra i due periodi) e la terza è relativa alle superfici interessate da variazioni con tendenza positiva (riduzione dell'abbassamento).

Classi di variazione di velocità [mm/anno]	SUPERFICI (km ²)					
	RA	%	FC	%	RN	%
< -2,5	16	1				
da -2,5 a 2,5	1237	81	288	49	63	20
> 2,5	280	18	297	51	257	80
TOTALE	1533		585		320	

Tabella 6/A: Superfici provinciali suddivise per classi di variazione di velocità di movimento e relative percentuali (per convenzione il segno [-] indica una variazione con tendenza negativa ovvero un incremento dell'abbassamento)

Nella provincia di Ravenna si evidenzia, in generale, una riduzione della subsidenza rispetto al precedente rilievo, gli abbassamenti, mediamente, si attestano intorno a 3 mm/anno. In particolare, si evidenziano alcune aree di abbassamento storiche, quali la depressione in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti, con massimi di oltre 15 mm/anno – in diminuzione rispetto al periodo precedente – ed un'ampia area a est di Faenza, compresa tra il F. Lamone ed il F. Montone all'altezza dell'autostrada, con abbassamenti massimi di circa 15 mm/anno in corrispondenza di Reda. E' da notare anche un'altra zona di depressione, molto più circoscritta rispetto alle precedenti, in corrispondenza di un insediamento industriale a nord di Conselice con massimi di oltre 15 mm/anno. La città di Ravenna è sostanzialmente stabile presentando abbassamenti massimi intorno a 2-3 mm/anno compatibili con una subsidenza di tipo naturale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 12 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

Nella provincia di Forlì – Cesena si evidenziano abbassamenti medi di circa 2 mm/anno, in riduzione rispetto al precedente rilievo. Continua la tendenza alla riduzione della subsidenza nell’area di Savignano sul Rubicone, in cui si notano abbassamenti massimi inferiori a 15 mm/anno localizzati in corrispondenza di San Mauro Pascoli. I centri di Forlì e Cesena sono sostanzialmente stabili con abbassamenti medi di circa 2 mm/anno.

Nella provincia di Rimini si registra una riduzione degli abbassamenti che ora si attestano mediamente intorno a 2 mm/anno. Nella città di Rimini si evidenziano abbassamenti massimi compresi tra 5 e 7.5 mm/anno, in riduzione rispetto al precedente rilievo.

Osservando il litorale nel suo complesso, non si evidenziano variazioni significative rispetto al periodo precedente: si osservano, in generale, valori compatibili con una subsidenza di tipo naturale, fatta eccezione per l’areale storicamente subsidente compreso tra Lido Adriano e la Bocca del T. Bevano, che presenta valori massimi di oltre 15 mm/anno in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti - in diminuzione rispetto al periodo precedente - ed un’estensione massima dell’area subsidente verso l’entroterra di circa 5 km.

Il litorale nella sua interezza presenta un abbassamento medio, relativamente ad una fascia di 5 km verso l’entroterra, di circa 3 mm/anno, ulteriormente ridotto rispetto al periodo precedente.

La subsidenza della costa emiliano – romagnola ha la peculiarità di avere una molteplicità di cause che agiscono anche simultaneamente, quali:

- i. l’estrazione di gas in pozzo nell’area ravennate (a terra e off – shore) che favorisce la perdita di volume del sedimento nel sottosuolo e quindi genera abbassamento della superficie topografica;
- ii. la riduzione della sabbia trasportata dai fiumi emiliano – romagnoli che non consente più alle foci di accrescere, impedendo l’adeguata compensazione dell’abbassamento del suolo con l’apporto di nuovo materiale;
- iii. i sedimenti deltizi recenti del Po, ricchissimi d’acqua e la cui compattazione naturale genera un abbassamento del suolo (gli interventi di bonifica, inoltre, accentuano, ulteriormente, questo fenomeno);
- iv. la forte concentrazione di pozzi nell’area riminese e cesenate che riflette i massicci prelievi d’acqua del sottosuolo (come lungo tutto l’asse della Via Emilia), con impoverimento delle falde e conseguente compattazione dei sedimenti.

In sintesi, i rischi da subsidenza per la costa sono legati all’aumento del dislivello tra il reticolo idrografico, il mare e il piano topografico dei terreni circostanti, con un incremento di frequenza e di intensità delle inondazioni fluviali e marine. Inoltre, c’è da tener conto delle previsioni di risalita del livello del mare, con conseguente ingressione marina: anche in questo caso, l’aumento della frequenza e dell’intensità delle mareggiate e, parallelamente, dell’erosione costiera comporta gravi perdite di superficie di spiaggia e non trascurabili minacce per le strutture antropiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 13 di 16	Rev. 0



Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

Nella Tabella 6/B sono riportate le velocità di abbassamento nei 5 periodi 1984-1987, 1987-1999, 1999-2005, 2006-2011, 2011-2016 e l'abbassamento totale nel periodo 1984-2016 per diverse località costiere da Cattolica sino alla foce del Po di Goro.

Come si può osservare, nel periodo più recente, continua la tendenza alla riduzione degli abbassamenti già evidenziata nel precedente rilievo, anche la subsidenza del paraggio di Lido di Dante (foce Fiumi Uniti), pur presentando il valore più alto dell'intero arco costiero con 17 mm/anno, appare in diminuzione. Per quanto riguarda gli abbassamenti complessivi dal 1984 al 2016, ancora Lido di Dante appare la località più subsidente (53 cm) insieme al limitrofo Lido Adriano (45 cm).

Località	Velocità di abbassamento nel periodo 1984-1987 (mm/anno)	Velocità di abbassamento nel periodo 1987-1999 (mm/anno)	Velocità di abbassamento nel periodo 1999-2005 (mm/anno)	Velocità di abbassamento nel periodo 2006-2011 (mm/anno)	Velocità di abbassamento nel periodo 2011-2016 (mm/anno)	Abbassamento 1984-2016 (cm)
Cattolica	10	2	4	4	3	-12
Rimini	28	6	9	6	4	-27
Torre Pedrera	27	2	6	3	3	-17
Bellaria	36	6	8	5	2	-27
Gatteo a Mare	38	12	10	6	3	-37
Cesenatico	55	10	9	5	3	-38
Pinarella di Cervia	30	6	8	5	3	-26
Milano Marittima	35	9	10	7	5	-35
Lido di Savio	24	9	10	6	5	-30
Foce Bevano	17	8	11	11	11	-33
Lido di Dante	20	12	19	21	17	-53
Lido Adriano	23	13	15	14	11	-45
Punta Marina	21	11	10	5	4	-31
Marina di Ravenna	20	10	8	5	4	-27
Porto Corsini	24	15	13	7	8	-42
Casalborsetti	18	11	10	3	2	-27
Dosso degli Angeli	23	18	13	2	3	-40
Portogaribaldi	10	8	8	3	2	-21
Lido delle Nazioni	14	13	10	2	3	-29
Boscone della Mesola	10	11	7	5	3	-26
Goro	20	17	10	8	3	-39
Foce del Po di Goro	-	-	9	9	4	-

Tabella 6/B: Confronto tra le velocità di abbassamento nei periodi 1984-1987, 1987-1999, 1999-2005, 2006-2011, 2011-2016 e abbassamento complessivo nel periodo 1984-2016 per diverse località costiere.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 14 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

7 INTERFERENZE DELLE OPERE CON LE AREE IN SUBSIDENZA

Nella cartografia allegata al presente elaborato si possono analizzare le interferenze delle opere (condotte da realizzare e/o esistenti da dismettere) con le aree in subsidenza.

Tale cartografia riporta i dati elaborati da ARPAE per il periodo 2011-2016 e descritti nei capitoli precedenti; la sovrapposizione dei tracciati di linea permette, appunto, una lettura in termini di criticità legata al fenomeno di abbassamento del suolo.

Dall'analisi della cartografia delle velocità dei movimenti verticali del suolo si possono trarre le seguenti considerazioni:


- la maggior parte delle opere ricade in aree caratterizzate da velocità di movimento verticale comprese tra – 5 mm/anno e 0 mm/anno;
- all'incirca al km 3 il tracciato del metanodotto in progetto attraversa un'area caratterizzata da velocità di movimento compresa tra – 7,5 e – 5 mm/anno;
- al km 41+744 il tracciato in progetto principale interessa marginalmente un'area a bassi tassi di subsidenza (0 - 2,5 mm/anno).

In linea generale, nel tratto di litorale, interessato dalle opere in progetto, si ha un abbassamento medio, relativamente ad una fascia di 5 km verso l'entroterra, di circa 3 mm/anno (periodo 2011-2016), ulteriormente ridotto rispetto al periodo precedente (2006-2011).

Pertanto, non si evidenziano situazioni di grave instabilità legata ai fenomeni di subsidenza lungo la linea principale in progetto.

Come evidenziato dagli studi ARPAE, nella zona costiera del ravennate si hanno fenomeni di subsidenza più marcati, con velocità annue di movimento comprese nel *range* – 10 mm/anno e – 15 mm/anno. In particolare, l'area in prossimità di Lido Dante presenta il valore più alto dell'intero arco costiero con 17 mm/anno, con una subsidenza, negli ultimi 30 anni di circa 50 cm.


Dal punto di vista progettuale non si prevede la messa in opera di nuove linee e/o impianti in questa zona, ma esclusivamente la dismissione del tratto più settentrionale del metanodotto esistente Ravenna – Recanati.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 15 di 16	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ARPAE, Aprile 2017. Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola. Prima fase. Relazione finale.
- ARPAE, Aprile 2018. Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola. Seconda fase. Relazione finale.
- ARPAE, Aprile 2018. Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola. Carta delle velocità di movimento verticale del suolo alla scala 1:250.000. Periodo 2011-2016.
- ARPAE, Aprile 2018. Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola. Carta delle variazioni delle velocità di movimento verticale del suolo dal periodo 2006-2011 al periodo 2011-2016 alla scala 1:250.000.
- Baldi P., Cenni N., Loddo F., Martinelli G., Moro M., Pesci A., Saroli M., Stramondo S., 2006. Approccio multi – disciplinare al problema della subsidenza nella Regione Emilia Romagna.
- Boccaletti M., Martelli L., 2004. Carta sismo – tettonica della Regione Emilia Romagna, scala 1:250.000 e Note illustrative.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO -
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA – MARCHE	RE-CGB-401	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO “RAVENNA - CHIETI” TRATTO “RAVENNA - JESI” DN 650 (26”), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 16 di 16	Rev. 0






Rif. TPIDL: 073670-031-RT-3220-401

ANNESSO 1

















**CARTA DELLE VELOCITA' DI MOVIMENTO VERTICALE DEL SUOLO
NELLA PIANURA EMILIANO - ROMAGNOLA - PERIODO 2011-2016**

Legenda

-  Tracciato principale in progetto
-  Ricollegimenti/facimento in progetto
-  Tracciato principale in dismissione
-  Linee secondarie in dismissione
-  Linea esistente da mantenere in esercizio

Velocità di movimento verticale del suolo [mm/anno]

-  tra - 27,5 e - 25
-  tra - 25 e - 22,5
-  tra - 22,5 e - 20
-  tra - 20 e - 17,5
-  tra - 17,5 e - 15
-  tra - 15 e - 12,5
-  tra - 12,5 e - 10
-  tra - 10 e - 7,5
-  tra - 7,5 e - 5
-  tra - 5 e - 2,5
-  tra - 2,5 e 0
-  tra 0 e 2,5
-  tra 2,5 e 5
-  tra 5 e 7,5



scala 1:50.000

