

## Linea 132 kV "Pontremoli - Edison Teglia" n.037

### Ricostruzione elettrodotto dal sostegno n.1 al sostegno n.40

#### Relazione di inquadramento geologico

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	01	28/03/2018	Emissione a seguito approvazione		Venturini e Associati	Venturini e Associati
00	22/01/2018	Emissione per approvazione.		Venturini e Associati	Venturini e Associati	Venturini e Associati


CODIFICA ELABORATO APPALTATORE	Timbro e firma Appaltatore	Logo Appaltatore
		 <p><b>VENTURINI E ASSOCIATI</b> studio di geologia dott. geol. Pierluigi Venturini dott. geol. Piero Feralli via Bella n. 6 - 47121 FORLÌ tel. 0543.30793 fax 0543.39358 email venturnieassociati@virgilio.it</p>

TERNA RETE ITALIA Spa  
Direzione Territoriale Nord Est  
Area Progettazione e Realizzazione Impianti  
Il Responsabile  
(N. Ferracin)



#### Storia delle revisioni

Rev. 00	del 28/03/2018	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato	Esaminato	Accettato
Venturini e ass. Studio tecnico	R.Carletti NE-PRI-LIN 	N.Ferracin DTNE-PRI

m1810001SG-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Rete Italia SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia SpA.

## INDICE

<b>1</b>	<b>OGGETTO.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>MOTIVAZIONE DELL'OPERA.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI E OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI GEOLOGICA DEL TERRITORIO .....</b>	<b>11</b>
5.1	Geologia.....	11
5.2	Geomorfologia.....	16
5.3	Clivometria .....	22
5.4	Unità Litologico - tecniche.....	26
5.5	Pericolosità geomorfologica .....	31
5.6	Idrografia .....	35
5.7	Sismica .....	37
<b>6</b>	<b>STRUTTURE DI FONDAZIONE, SCAVI E MOVIMENTI TERRA.....</b>	<b>44</b>
6.1	Strutture di fondazione .....	44
6.1.1	<i>Fondazioni a plinto con riseghe .....</i>	<i>44</i>
6.1.2	<i>Pali trivellati .....</i>	<i>45</i>
6.2	Scavi e movimenti terra .....	46
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>ELENCO DEGLI ELABORATI RICHIAMATI.....</b>	<b>52</b>

## INDICE DELLE FIGURE

<i>FIGURA 3–1: TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI MASSA CARRARA E TERRITORIO COMUNALE DI PONTREMOLI</i>	7
<i>FIGURA 3–2: PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO RTN</i>	8
<i>FIGURA 4–1: AMBITO TERRITORIALE CONSIDERATO, FASCIA DI STUDIO E TRACCIATO DI PROGETTO</i>	10
<i>FIGURA 5–1: LEGENDA ESTRATTA DALLA CARTA GEOLOGICA DEL PSC DI PONTREMOLI</i>	13
<i>FIGURA 5–2: CARTA GEOLOGICA DEL PSC DI PONTREMOLI - TRACCIATO DI PROGETTO , NUOVI SOSTEGNI , AREA DI STUDIO</i>	14
<i>FIGURA 5–3: PANORAMICA DELL'AREA DI INTERVENTO – DA GOOGLE EARTH.</i>	16
<i>FIGURA 5–4: LEGENDA ESTRATTA DALLA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA DEL PSC DEL COMUNE DI PONTREMOLI</i>	19
<i>FIGURA 5–5: CARTA GEOMORFOLOGICA DEL PSC DI PONTREMOLI - TRACCIATO DI PROGETTO , NUOVI SOSTEGNI , AREA DI STUDIO</i>	20
<i>FIGURA 5–6:: LEGENDA ESTRATTA DALLA CARTA DELLE PENDENZE DEL COMUNE DI PONTREMOLI</i>	22
<i>FIGURA 5–7: CARTA DELLE PENDENZE DEL PSC DI PONTREMOLI - TRACCIATO DI PROGETTO , NUOVI SOSTEGNI , AREA DI STUDIO</i>	23
<i>FIGURA 5–8: LEGENDA ESTRATTA DALLA CARTA LITOTECNICA DEL PSC DI PONTREMOLI</i>	27
<i>FIGURA 5–9: CARTA DELLE UNITÀ LITOLOGICO – TECNICHE DEL PSC DI PONTREMOLI</i>	28
<i>FIGURA 5–10: LEGENDA DELLA CARTA DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL PSC</i>	31
<i>FIGURA 5–11: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL PSC DI PONTREMOLI E TRACCIATO DI PROGETTO.</i>	32
<i>FIGURA 5–12: CARTA FISICA DELLA PROVINCIA DI MASSA CARRARA</i>	35
<i>FIGURA 5–13: CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA</i>	38
<i>FIGURA 5–14: ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 TRATTA DA "GRUPPO DI LAVORO PER LA REDAZIONE DELLA MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA (ORDINANZA PCM 20/3/2003 N.3274 – INGV)</i>	39

<i>FIGURA 5-15: ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 PER L'APPENNINO SETTENTRIONALE E CENTRALE A CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE CONTENUTE NEL DATABASE DISS 2.0 - TRATTA DA "GRUPPO DI LAVORO PER LA REDAZIONE DELLA MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA (ORDINANZA PCM 20/3/2003 N.3274 – INGV)</i>	40
<i>FIGURA 5-16: DA CPTI15 – DBMI15 STORIA SISMICA DEL COMUNE DI PONTREMOLI</i>	41
<i>FIGURA 5-17: MAPPA DEI VALORI DI PERICOLOSITÀ SISMICA</i>	43

## **INDICE DELLE TABELLE**

<i>TABELLA 5-1: CORRELAZIONE TRA L'UBICAZIONE DEI NUOVI SOSTEGNI E LE FORMAZIONI GEOLOGICHE.....</i>	15
<i>TABELLA 5-2: CORRELAZIONE TRA L'UBICAZIONE DEI NUOVI SOSTEGNI ED I PROCESSI GEOMORFOLOGICI .....</i>	21
<i>TABELLA 5-3: CORRELAZIONE TRA LE CLASSI DI PENDENZA DEL TERRENO E L'UBICAZIONE DEI SOSTEGNI .....</i>	24
<i>TABELLA 5-4: CORRELAZIONE TRA LE UNITÀ LITOTECNICHE E L'UBICAZIONE DEI NUOVI SOSTEGNI. ....</i>	29
<i>TABELLA 5-5: CORRELAZIONE TRA LE AREE DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA CON L'UBICAZIONE DEI NUOVI SOSTEGNI.....</i>	33
<i>TABELLA 5-6: DA CPTI15 – DBMI15 ELENCO PARAMETRICO DEI TERREMOTI.....</i>	42
<i>TABELLA 7-1: SINTESI DEI CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, CLIVOMETRICI E DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA .....</i>	50

## 1 OGGETTO

Terna Rete Italia S.p.A. (CF 11799181000) Direzione Territoriale Nord Est, agisce in nome e per conto della Soc. TERNA Rete Elettrica Nazionale S.p.A. con sede in Roma - Via E. Galbani n.70 (CF 05779661007).

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.a. è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

TERNA, nell'espletamento del servizio dato in concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;
- garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.a., nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, intende ricostruire l'elettrodotto a 132 kV "Pontremoli – Edison Teglia" n.037 nel tratto compreso tra la centrale di Edison Teglia e il sostegno n.40.

Il suddetto elettrodotto esistente è autorizzato, nel tratto interessato, con D.M. 3857/Bi del 09/11/1957.

Ai sensi dell'art. 1 sexies del D.L. n.239 del 29 agosto 2003 convertito, con modificazioni, dalla Legge 290/2003 e s.m.i. , al fine di garantire la sicurezza del sistema energetico e di promuovere la concorrenza nei mercati dell'energia elettrica, la costruzione e l'esercizio degli elettrodotti facenti parte della rete nazionale di trasporto dell'energia elettrica sono attività di preminente interesse statale e sono soggetti a un'autorizzazione unica, rilasciata dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

e del Mare e previa intesa con la Regione o le Regioni interessate, la quale sostituisce autorizzazioni, concessioni, nulla osta e atti di assenso comunque denominati previsti dalle norme vigenti, costituendo titolo a costruire e ad esercire tali infrastrutture in conformità al progetto approvato.

Ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento all'intervento oggetto del presente documento si evidenzia quanto segue:

- gli elettrodotti appartengono alla RTN;
- la tensione nominale è di 132 kV;
- lo sviluppo complessivo del nuovo elettrodotto è pari a 6,6 km;
- il tracciato dell'elettrodotto non ricade all'interno di aree protette;

per quanto sopra, il presente progetto è da assoggettare a verifica di assoggettabilità o a VIA.

## **2 MOTIVAZIONE DELL'OPERA**

L'intervento in progetto, ovvero la ricostruzione di un tratto della linea 132 kV n.037, si è resa necessaria al fine di rinnovare il tratto di linea che risulta essere vetusto.

La progettazione dell'opera, oggetto del presente documento, è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

## **3 UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI E OPERE ATTRAVERSATE**

L'intervento in progetto, riportato nell'elaborato "Corografia del Tracciato" (doc. n. DU23037C1BDX333672 rev. 00), è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;

- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico e paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della rete elettrica;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

L'area di intervento interessa la fascia di territorio posta a ovest dell'abitato di Pontremoli, in provincia di Massa e Carrara, come si vede nella figura 3-1.

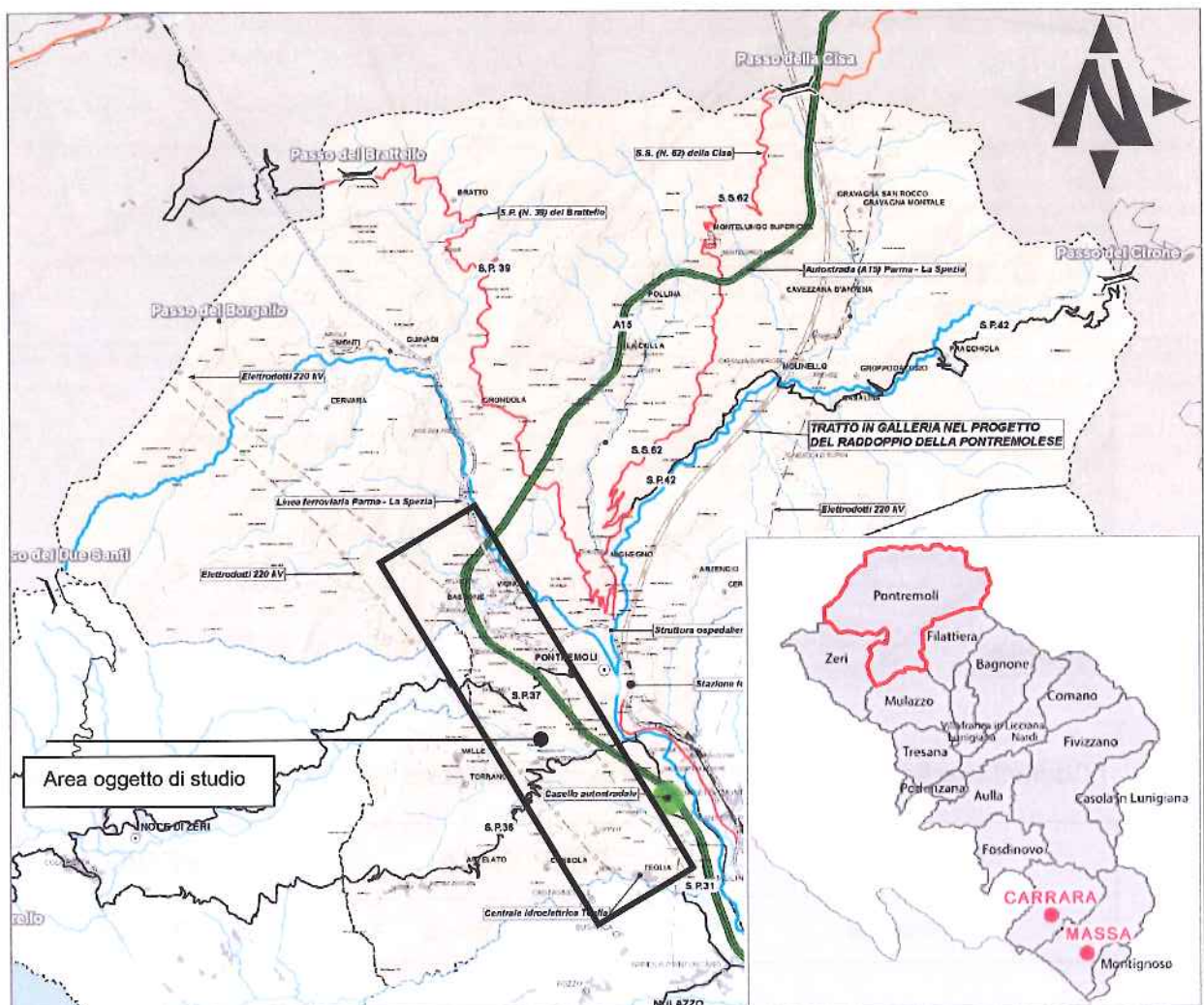


Figura 3-1: Territorio della provincia di Massa Carrara e Territorio Comunale di Pontremoli

Il progetto si sviluppa per circa 6,6 km di lunghezza, nella porzione sud ovest del territorio comunale di Pontremoli, tra la Centrale Edison in località Teglia, in corrispondenza del confine sud ed il sostegno n. 40, ubicato poco a nord della località Vignola. Il tracciato risulta sub parallelo all'autostrada A15 Parma – La Spezia.

L'area di intervento è evidenziata anche nella figura 3-2, estratto planimetrico tratto dall'Atlante della Rete Elettrica Italiana 380-220-132 kV.

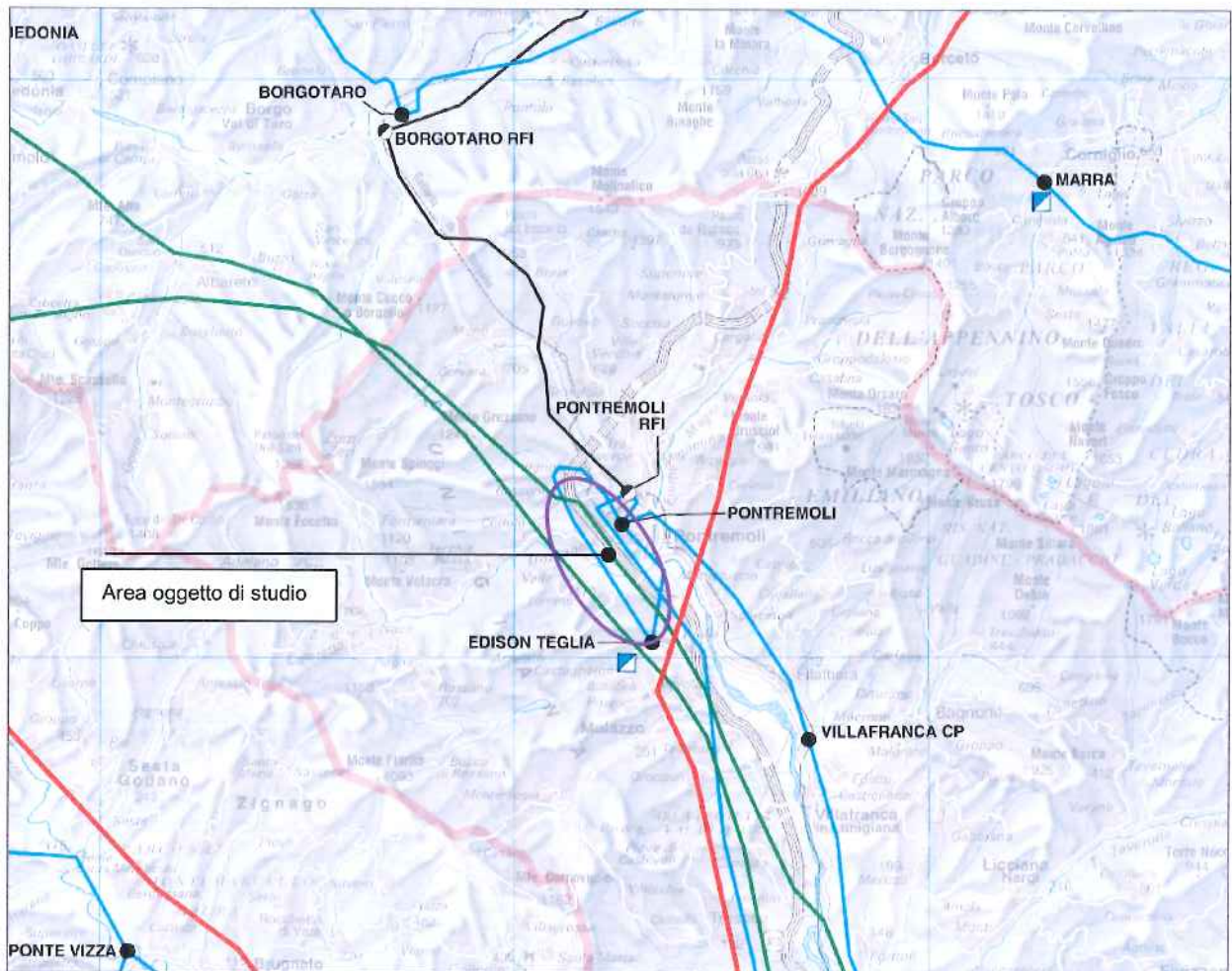


Figura 3-2: Planimetria di inquadramento RTN

I Comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotta sono elencati nella seguente tabella:

COMUNE	PROVINCIA	REGIONE
Pontremoli	Massa Carrara	Toscana



## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il tracciato del nuovo elettrodotto è riportato nella "Carta tecnica del progetto" (elaborato n. DU23037C1BDX333675 rev.00) ed ha una lunghezza complessiva di circa 6,6 km.

L'intervento consiste nella realizzazione di un elettrodotto aereo a 132 kV a semplice terna, sfruttando il tracciato dell'elettrodotto esistente al fine di minimizzare l'impatto sul territorio.

Il tracciato del nuovo elettrodotto inizierà dalla Centrale di Teglia di proprietà Edison, sfruttando il portale di stazione esistente. I nuovi sostegni saranno poi posizionati, di norma, in prossimità di sostegni esistenti e comunque seguendo l'asse linea dell'elettrodotto attuale, salvo rari casi di leggero slineamento.

L'ultimo sostegno del nuovo elettrodotto sarà il n.22 che sarà posizionato in prossimità dell'attuale sostegno n.39 per poi ricongiungersi all'esistente elettrodotto in corrispondenza del sostegno esistente n. 40 (non oggetto dell'intervento).

L'intervento consiste quindi nella ricostruzione di un tratto di linea di circa 6,6 km su un totale di 9,6 km.

Sul nuovo tratto di elettrodotto saranno installati 22 nuovi sostegni a semplice terna a 132 kV in sostituzione di 39 vecchi sostegni non unificati.

Le macro attività previste per realizzare l'opera sono:

- Realizzazione delle 22 fondazioni per i nuovi sostegni;
- Montaggio dei nuovi sostegni e dei relativi armamenti;
- Stendimento conduttori e regolazione degli stessi;
- Demolizione dell'esistente tratto di linea, compreso tra il sostegno n.1 e il sostegno n.39 e trasferimento dei conduttori esistenti della campata n.39-40, al nuovo sostegno n.22.

Tutti i lavori saranno eseguiti secondo gli schemi e le prescrizioni di Terna S.p.A.

I componenti e i materiali che saranno utilizzati sono descritti nell'elaborato doc. n. TU23037C1BDX33429 rev.00 "Caratteristiche componenti".

Nella successiva figura 4-1 viene rappresentato l'ambito territoriale di riferimento ed in particolare viene indicata la fascia del territorio larga 1 km per lato rispetto all'asse linea ed estesa per circa 16 kmq, entro la quale si è sviluppato lo studio.

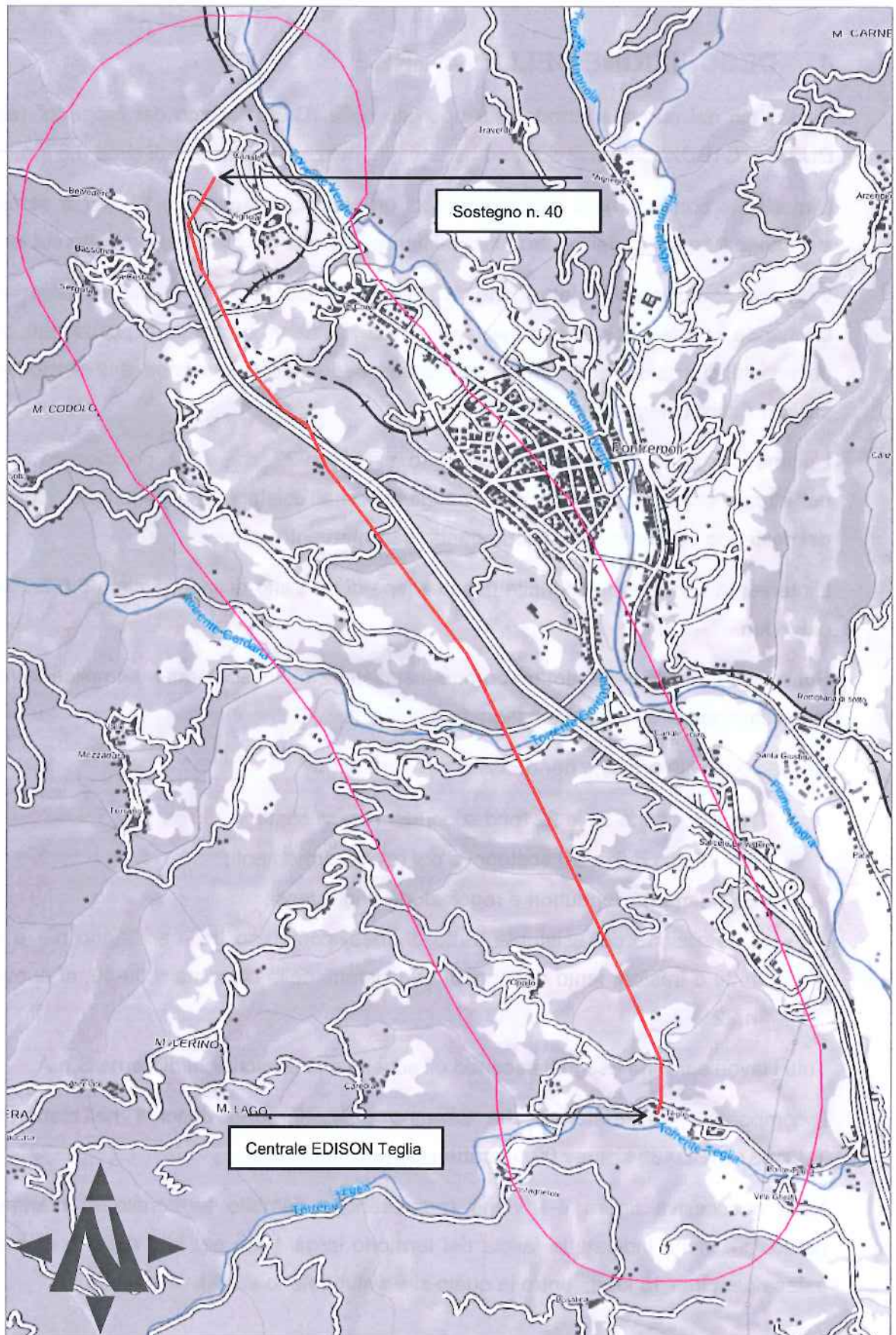


Figura 4-1: Ambito territoriale considerato, fascia di studio e tracciato di progetto  
Cartografia tratta da Regione Toscana – SITA: Cartoteca

## 5 ANALISI GEOLOGICA DEL TERRITORIO

Relativamente al capitolo si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- a) "Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale" (del. P.G.R. 27/04/2007 n. 26/R) - Revisione generale Piano Strutturale del Comune di Pontremoli – Quadro Conoscitivo di Riferimento – Relazione geologico tecnica.
- b) "Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale" (del. P.G.R. 27/04/2007 n. 26/R) - Revisione generale Piano Strutturale del Comune di Pontremoli – Quadro Conoscitivo di Riferimento – Sondaggi e dati di base.
- c) "Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale" (del. P.G.R. 27/04/2007 n. 26/R) - Revisione generale Piano Strutturale del Comune di Pontremoli – Quadro Conoscitivo di Riferimento – Tematismi cartografici in scala 1:10.000.
- d) Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Fogli 84 "Pontremoli" e 85 "Castelnovo Né Monti"
- e) Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 – Foglio 233 "Pontremoli" e Note Illustrative
- f) Portale della Regione Toscana – Informazione geografica - Geologia

### 5.1 Geologia

L'evoluzione della struttura geologica e geomorfologica della estremità settentrionale della Toscana, la Lunigiana, segue le vicende che hanno portato alla formazione del settore di Appennino settentrionale a cui l'ambito appartiene. La catena Appenninica, può essere definita come una "catena a falde" derivata dalla deformazione (iniziata in età terziaria) del paleomargine continentale della microplacca adriatica prospiciente l'oceano Ligure-Piemontese. L'ossatura dei rilievi della Lunigiana fa parte della complessa struttura appenninica a falde e thrust costituitasi in più fasi tettoniche, a partire dal Cretaceo inferiore, quando ha inizio la fase compressiva che ha determinato la messa in posto delle Unità Liguri su quelle Toscane. L'ambito si struttura su una depressione tettonica maggiore (Graben) ad andamento appenninico, delimitata da due sistemi di faglie normali con rigetti molto elevati; questa depressione struttura il bacino idrografico del Fiume Magra.

Come detto l'area interessata dal progetto è ubicata nella porzione sud occidentale del territorio comunale; il tracciato della linea elettrica in progetto interessa direttamente affioramenti delle

formazioni che facendo riferimento alla Relazione geologica di PSC, vengono, di seguito, sinteticamente descritte.

*Nei settori vallivi e di pianura si rinvengono sedimenti riconducibili a depositi alluvionali attuali, alluvionali terrazzati, conoidi ed eluvio-colluviali del fiume Magra e dei torrenti suoi affluenti. Si ritrovano inoltre lungo i pendii depositi prodotti dai processi morfo-evolutivi del territorio; tali depositi vanno a costituire le coltri detritiche. A queste, inoltre, si aggiungono le coltri detritiche di frana (frane attive e quiescenti). Dai dati di base, reperiti presso l'amministrazione comunale di Pontremoli e dagli studi effettuati per il progetto VEL, si evince che lo spessore dei depositi alluvionali terrazzati (**bn**) varia da alcuni metri ad oltre la decina di metri. Inoltre, nell'area del capoluogo, questi depositi sono caratterizzati prevalentemente dalla presenza di ghiaie, ciottoli e blocchi. Per quanto riguarda i depositi di Aulla (argille, sabbie e conglomerati di Aulla – **AUL**) e i conglomerati di Olivola (**OLP**), dalle stratigrafie raccolte si ipotizza che lo spessore di tali sedimenti vari da alcuni metri ad alcune decine di metri. I maggiori accumuli si hanno per i depositi fluvio-lacustri di Aulla nella parte nord del capoluogo.*

*Nelle zone collinari presenti sia ad ovest che ad est del capoluogo comunale e nel settore meridionale del territorio di studio, affiorano depositi pliocenici costituiti in gran parte da ghiaie poligeniche in matrice sabbiosa talora cementate.*

*Questi sedimenti vanno a costituire i **Conglomerati di Olivola (OLP) (Villafranchiano Sup.)**. Tali depositi si trovano in contatto con le **Argille, Sabbie e Conglomerati di Aulla (AUL) (Rusciano Sup. – Villafranchiano Inf.)**, costituiti da argille grigie sabbiose e sabbiose-limose, con sporadici livelli di sabbie e di ghiaie in matrice argillososabbiosa; le argille contengono frequenti resti vegetali e livelli di lignite.*

**L'Unità Tettonica Ottone** è rappresentata nell'area d'interesse dalla formazione del **Flysch di Ottone (OTO e OTO1) (Campaniano Inf. – Maastrichtiano Inf.)**.

*La formazione del **Flysch di Ottone (OTO) (Coniaciano Sup. – Maastrichtiano Inf.)** si presenta come un flysch ad elmintoidi calcareo-marnoso, molto ricco in strati calcarei grigio-scuri, spesso rivestiti da patine bianche. Sono presenti frequentemente nella successione stratigrafica anche livelli di marne grigiastre dalla marcata fissilità e livelli di argilliti nerastre molto fogliettate. Gli strati torbiditici mostrano spesso letti basali di arenite grossolana ofiolitica e si alternano con livelli di breccie ofiolitiche. Lo spessore della formazione è di circa 900 m. Nella porzione inferiore e media del flysch sono presenti lembi discontinui di paraconglomerati polimittici, breccie ed olistoliti con clasti di calcari silicei, di radiolariti o di ofioliti e più raramente di marne e graniti, matrice-sostenuti, di colore grigio-scuri e grigio-verdi, con matrice scagliosa argillitico-siltosa (più frequente) o siltosa-arenitica. Tali livelli costituiscono la facies caotica del **Flysch di Ottone (OTO 1)**.*

L'Unità Tettonica Canetolo è rappresentata nell'area di studio dalle seguenti formazioni geologiche:

Le Argille e Calcari (ACC) (Paleocene Sup. – Eocene Medio) affiorano a tratti su tutto il territorio pontremolese e sono costituiti da argilliti nerastre e brune con all'interno intercalazioni di calcari micritici biancastri e grigi, calcareniti grigio-scure, talora bioclastiche, frequentemente decalcificate e silicizzate, in strati medi e sottili. All'interno delle argille si ritrovano inoltre lembi metrici di marne grigie, talora a base calcarenitica. Le Argille e Calcari si sovrappongono alle unità del Macigno e di Pracchiola. Lo spessore di questa formazione si ipotizza che possa raggiungere i 400 m.

L'elaborato di riferimento è rappresentato dalla Carta Tematica Geologica DU23037C1BDX33708 che viene riprodotto, in formato ridotto, anche nella successiva figura 5-2, con la legenda delle formazioni rappresentate nella figura 5-1.

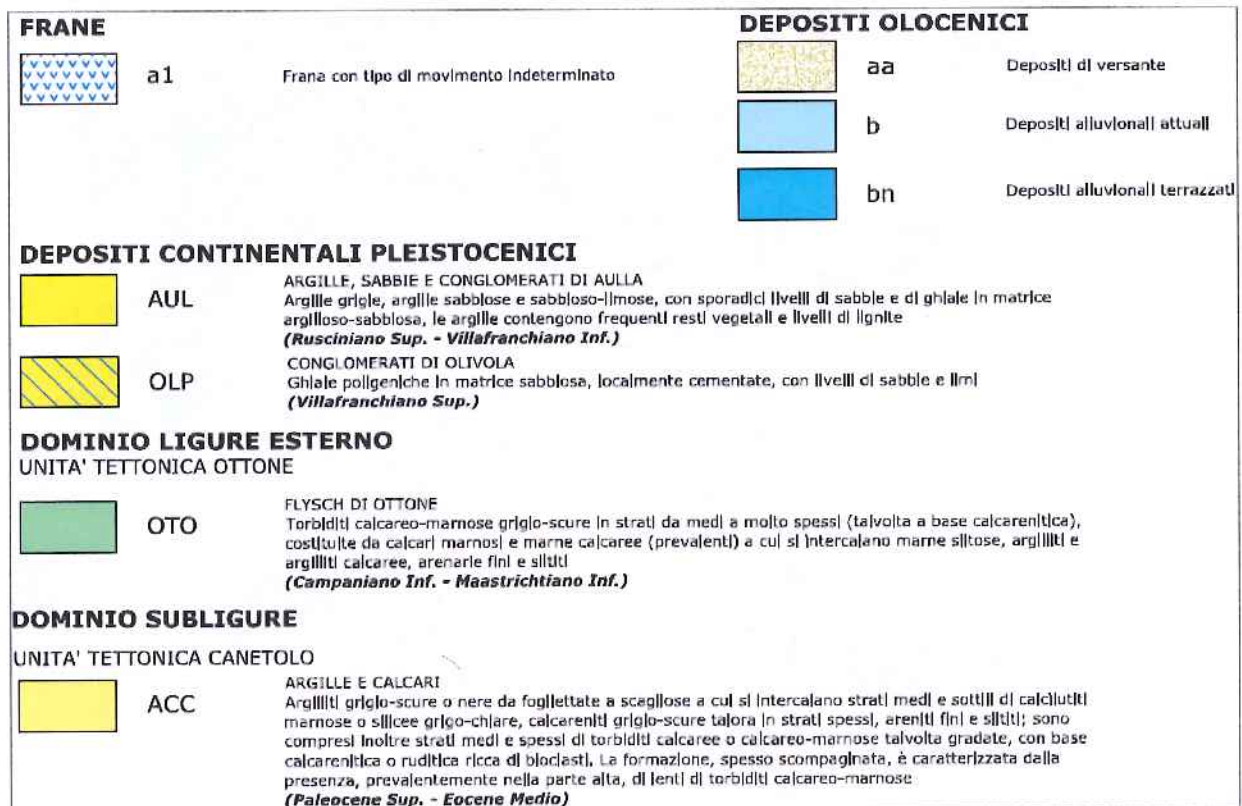


Figura 5-1: legenda estratta dalla Carta Geologica del PSC di Pontremoli

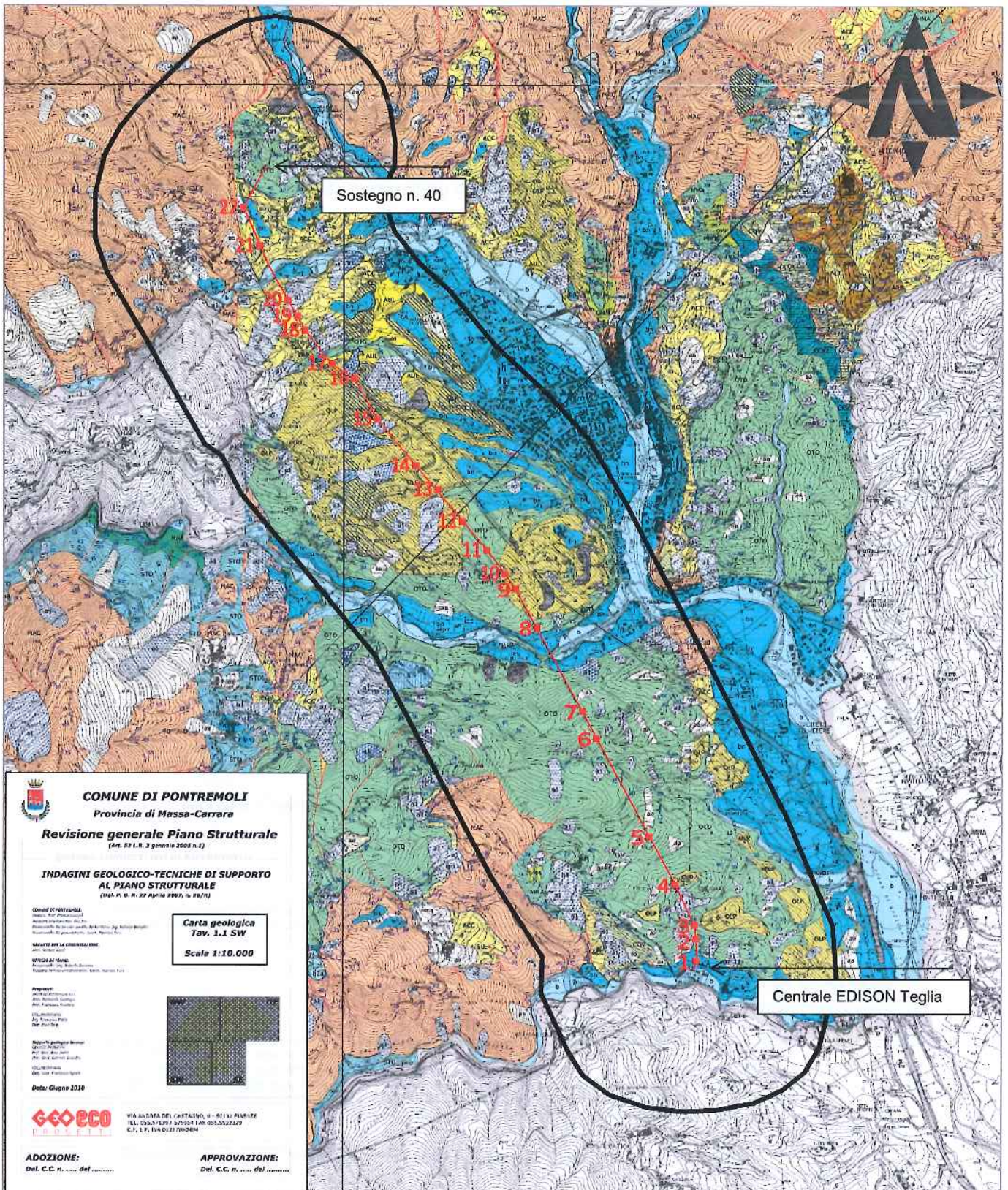


Figura 5-2: Carta geologica del PSC di Pontremoli - Tracciato di progetto —, nuovi sostegni ■ area di studio —

Nella successiva tabella è stata riportata in forma schematica:

- la formazione geologica interessata da ogni singolo sostegno in progetto;
- il totale dei sostegni e la percentuale sul totale dei sostegni, correlati con ogni formazione;
- il grafico a torta.

n° sostegno	Formazione geologica	totale sostegni	Formazione geologica	Descrizione	Percentuale
1	bn	7	OTO	Flysch di Monte Ottone	31,8
2	OTO	9	OLP	Conglomerati di Olivola	40,9
3	OTO	2	ACC	Argille e Calcari	9,1
4	a1	1	aa	deposito di versante	4,5
5	OTO	2	a1	frana con movimento indeterminato	9,1
6	OTO	1	bn	deposito alluvionale	4,5
7	OTO				100,0
8	OTO				
9	OLP				
10	OLP				
11	OTO				
12	OLP				
13	OLP				
14	OLP				
15	OLP				
16	OLP				
17	OLP				
18	ACC				
19	ACC				
20	a1				
21	OLP				
22	aa				

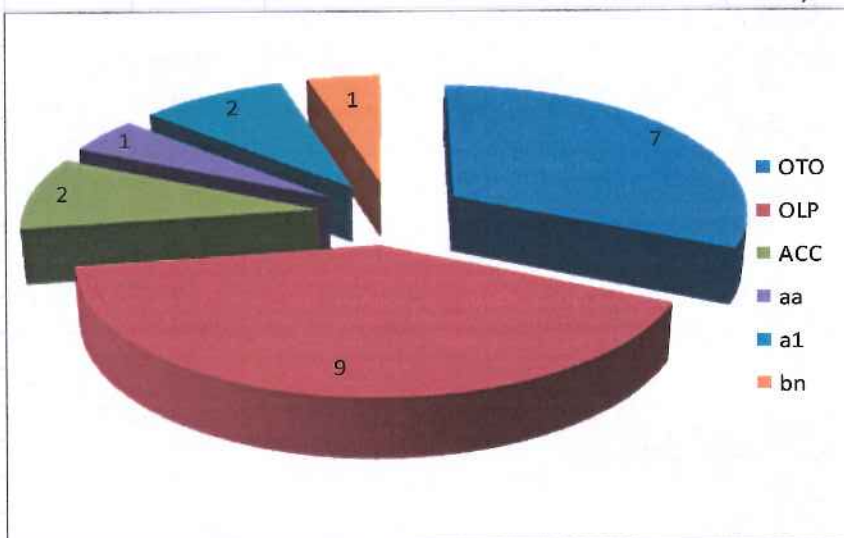


Tabella 5-1: Correlazione tra l'ubicazione dei nuovi sostegni e le formazioni geologiche.

Dai dati si vede che:

- 18 sostegni sul totale di 22, interessano direttamente terreni caratterizzati da formazioni geologiche;
- 2 sostegni (n.4 e n. 20 ) ricadono in zone in cui si rileva la presenza di dissesti/movimenti franosi non determinati;
- 2 sostegni (n. 1 e n. 22) interessano rispettivamente un deposito alluvionale terrazzato ed un deposito di versante.

## 5.2 Geomorfologia

Il tracciato dell'elettrodotto, oggetto dello studio, si sviluppa nella porzione medio alta del versante destro della valle del Fiume Magra, nella fascia altimetrica compresa tra 224 e 394 m. s.l.m., mantenendo un andamento sub parallelo all'alveo.

La panoramica della figura 5-2, estratta dal sito Google Earth, permette di valutare la posizione dell'opera rispetto ai centri abitati più prossimi, all'alveo del Fiume Magra ed al tracciato autostradale.

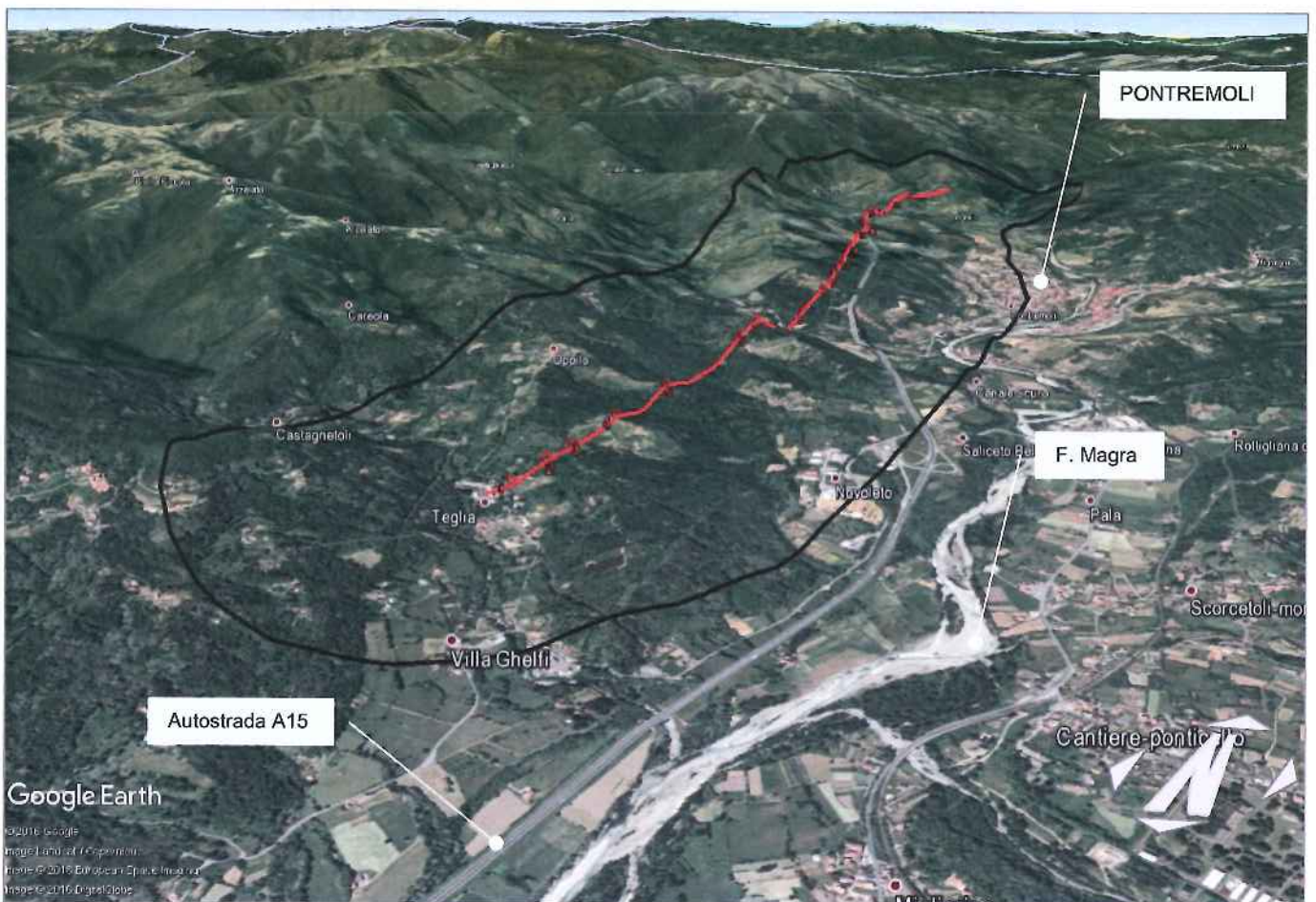


Figura 5-3: Panoramica dell'area di intervento – da Google Earth.

Tracciato di progetto ———, nuovi sostegni ■, area di studio ———

Il progetto ripercorre esattamente il tracciato dell'esistente elettrodotto n.037, dalla centrale Edison, nei pressi della località "Tegli", sulla riva sinistra dell'omonimo torrente tributario di destra del fiume Magra, fino al sostegno n. 40, ubicato nei pressi della località "Vignola".



L'ambito in cui si interviene appartiene alla regione storica della LUNIGIANA che si identifica con la valle del fiume Magra, tipico contesto della montagna appenninica, strutturato su un'economia di tipo integrato agro-silvo-pastorale.

Si tratta di una valle di confine racchiusa fra l'Emilia-Romagna e la Liguria, con caratteri morfologici diversi. A nord-est, una serrata di rilievi incisi e acclivi che si staccano dalla dorsale appenninica definiscono il confine con l'Emilia Romagna con vette anche elevate (M. La Nuda 1894 m., M. Alto 1904 m., M. Orsaro 1830 m.), e si articolano nelle importanti valli dell'Aulella e del Taverone, tributari del Magra a monte e a valle di Aulla. Il versante ligure presenta un'elevazione più contenuta e una morfologia meno aspra, scandita da una serie di rilievi collinari attraversati da valli fluviali poco profonde. La parte meridionale assume caratteri alpini, aprendosi verso le spettacolari vette delle Apuane col monte Sagro (1749 metri).

Una copertura continua di boschi in cui si aprono radure coltivate coincidenti con mosaici agricoli complessi di tipo tradizionale, costellati da piccoli nuclei rurali, è la cifra identitaria dell'ambito, presente nella fascia collinare e di media montagna. I centri rurali sono generalmente posti nelle vicinanze dei boschi di castagno, spesso in abbandono, un tempo necessario completamento dell'alimentazione e dell'economia rurale nei contesti montani. Praterie e pascoli montani con alpeggi e insediamenti temporanei, ancora presenti nei crinali montani, testimoniano l'integrazione con l'economia agricola e pastorale, oggi fragile e marginale. Le maggiori criticità dell'ambito sono individuabili in una situazione di fragilità sistemica data dalle dinamiche idrogeomorfologiche interagenti con le aree urbanizzate e il sistema agro-silvo-pastorale.

Esse sono da collegarsi ai processi strutturali di abbandono dell'alta collina e della montagna e all'urbanizzazione disordinata dei fondovalle del fiume Magra e dei suoi affluenti, in cui si sono concentrate negli ultimi anni attività produttive e aree residenziali in zone ad alto rischio di esondazione.

I grandi lineamenti strutturali suddividono il territorio in una serie di blocchi dislocati, per cui i versanti principali appaiono come gradinate. Le forme divengono più ripide muovendosi dal fondovalle agli spartiacque; per effetto del recente sollevamento differenziale, il rilievo è intensamente aggredito da processi fluviali, glaciali e gravitativi, determinando maggiore erosione e affioramento di formazioni più resistenti mano a mano che si risale la gradinata.

Anche la marcata asimmetria tra i due versanti della valle risulta dall'influenza strutturale. Il crinale appenninico, impostato su strati a reggipoggio di flysch arenacei, è molto ripido. Con caratteri di Dorsale silicoclastica, domina rilievi modellati su formazioni meno resistenti e

permeabili, come le Unità Liguri, della Montagna su Unità da argillitiche a calcareo-marnose. La presenza di faglie antiappenniniche rende irregolare il limite tra montagna e collina, con la prima che in certi tratti della valle si affaccia direttamente sul fondovalle. Sui gradini ribassati, l'orizzonte collinare si organizza soprattutto nella Collina a versanti dolci sulle Unità Liguri, mentre i depositi neo-quadernari dell'antico bacino lacustre formano sistemi di Collina sui depositi neo-quadernari con livelli resistenti o di Collina dei bacini neo-quadernari a litologie alternate. L'intero spazio tra dorsale e fondovalle è influenzato da un'estesa franosità, presente e passata. Sui gradini strutturali che separano montagna e collina e sui rilievi modellati nei terreni neo — quadernari si concentrano numerosi insediamenti minori, che in alcuni casi formano distinte "collane" su specifici livelli del versante appenninico. Il versante occidentale è più corto; il crinale è impostato su strati a franapoggio ed è quindi più dolce, con caratteri di Montagna silicoclastica.

Nella successiva figura 5-5 è stata rappresentata, in scala ridotta, la cartografia geomorfologica del P.S.C. di Pontremoli mentre la correlata legenda è rappresentata nella figura 5-4. Risulta opportuno specificare la distinzione che è stata applicata in cartografia per definire i diversi stati di attività dei fenomeni franosi.

Per **fenomeni attivi** si intendono quelli mobilizzati nelle attuali condizioni morfologiche e climatiche ("fenomeno attualmente in movimento") in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale. Si citano ad esempio l'azione erosiva delle acque incanalate, oppure fenomeni legati alla dinamica gravitativa sui versanti del tipo "soliflusso", che mostrano diversa velocità nei vari periodi dell'anno.

Per **forme non attive** si intendono fenomeni che si siano mossi l'ultima volta prima dell'ultimo ciclo stagionale. A tale categoria possono essere ricondotte:

- Le **frane "quiescenti"** sono quelle mobilizzate in condizioni morfologiche e climatiche simili alle attuali, ma che risultano in apparente stato di stabilità. Il movimento può riprendere sia lungo la nicchia di distacco che nel cumulo della frana, in occasione di sensibili variazioni morfologiche, per eventi climatici anomali o in caso di adeguate sollecitazioni transitorie (interventi antropici, sisma, ecc.). Si tratta di frane inattive che possono essere riattivate dalle proprie cause originali; in sostanza risultano fenomeni per i quali permangono le cause di

movimento. Gran parte di tali frane non ha subito sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che, in concomitanza con precipitazioni superiori alla media, si possano verificare riprese nell'attività dinamica di tali frane. Tali forme, durante il periodo di inattività, mostrano comunque indicatori tali da far ritenere una più o meno prossima ripresa del movimento.

- Le **frane antiche e/o naturalmente stabilizzate** comprendono quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere improbabili nuove evoluzioni in senso dinamico. Per tali forme non è quindi più attivo il processo morfogenetico che le ha innescate e non può essere riattivata dalle sue cause originali (es. se il fiume che erodeva l'unghia di una frana ha cambiato corso), nè esistono indizi tali da far prevedere una successiva dinamica evolutiva.

- Le **frane artificialmente stabilizzate** comprendono le frane inattive che è stata bonificata e protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.

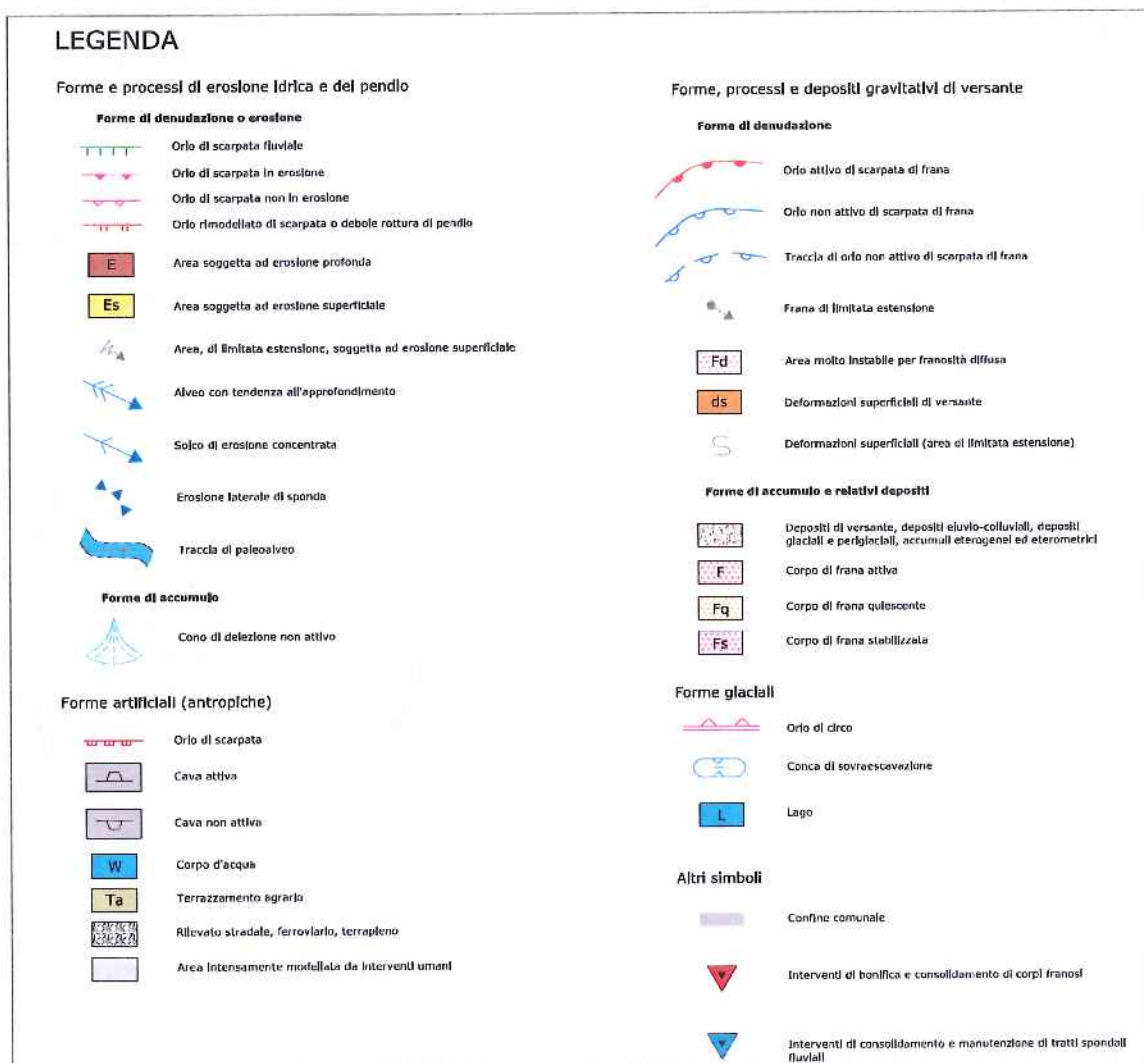


Figura 5-4: Legenda estratta dalla cartografia geomorfologica del PSC del comune di Pontremoli

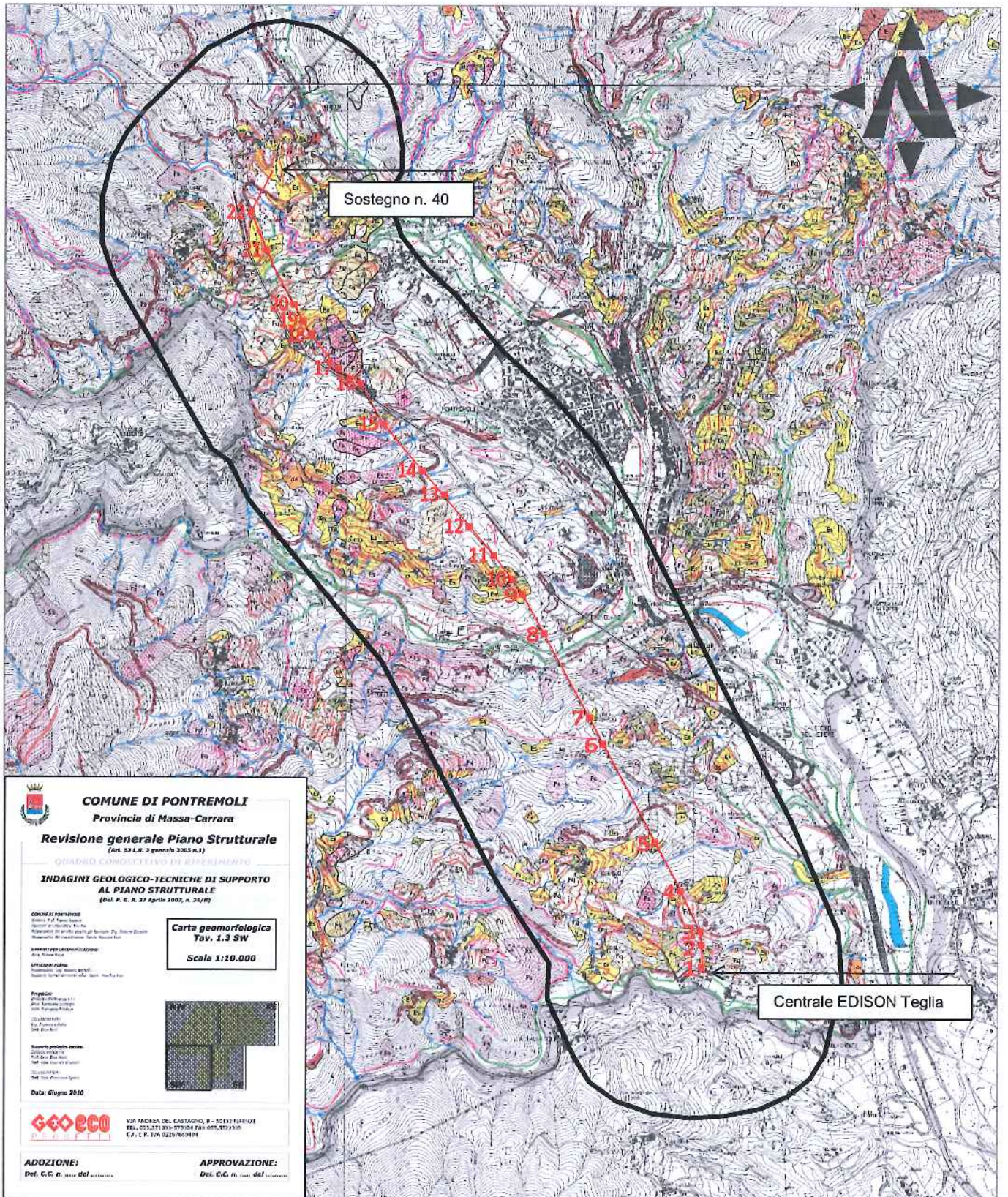


Figura 5-5: Carta geomorfologica del PSC di Pontremoli - Tracciato di progetto —, nuovi sostegni ■, area di studio —

La sovrapposizione del tracciato della porzione di elettrodotto, oggetto di ricostruzione, permette di correlare l'ubicazione di ogni singolo nuovo sostegno con i processi geomorfologici rilevati. Nella successiva tabella 5-2 sono stati riportati :

- Il processo geomorfologico interessato da ogni singolo sostegno in progetto;
- il totale dei sostegni e la percentuale sul totale dei sostegni, correlati con ogni processo;
- il grafico rappresentativo a torta.

<i>n° sostegno</i>	<i>Forme e Processi geomorfologici</i>	<i>totale sostegni</i>	<i>Forme e Processi geomorfologici</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Percentuale</i>
1	Es	12	nn	nessuna forma	54,5
2	nn	2	Fs	frana stabilizzata	9,1
3	nn	7	Es	erosione superficiale	31,8
4	Fs	1	Fq	frana quiescente	4,5
5	Es				
6	nn				100,0
7	Es				
8	nn				
9	Es				
10	Es				
11	nn				
12	nn				
13	nn				
14	nn				
15	nn				
16	nn				
17	Fs				
18	nn				
19	Es				
20	Fq				
21	Es				
22	nn				

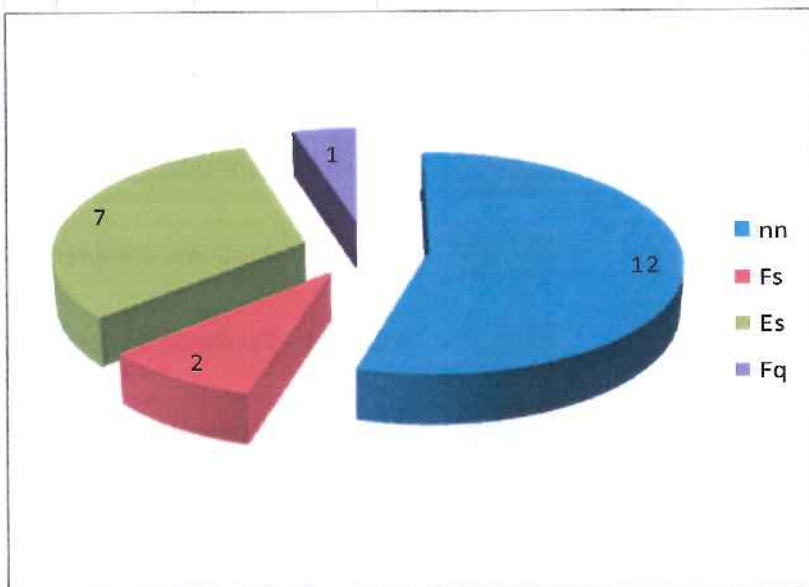


Tabella 5-2: correlazione tra l'ubicazione dei nuovi sostegni ed i processi geomorfologici

Dai dati riportati in tabella si può determinare che:

- 12 sostegni sul totale di 22, non interessano alcun particolare elemento di rilievo;
- 2 sostegni (n.4 e n. 17 ) ricadono in zona identificata come frana stabilizzata;
- 7 sostegni interessano generiche aree soggette ad erosione superficiale;
- 1 sostegno (n. 20) ricade in area di frana quiescente.

### 5.3 Clivometria

Sempre all'interno dei documenti allegati al PSC di Pontremoli, è stata esaminata anche la carta delle pendenze (figura 5-7) che permette di completare il panorama delle caratteristiche morfologiche del territorio ricollegandosi a quanto già relazionato nel precedente capitolo 5.2 "Geomorfologia".

Sulla base del tipo di orografia presente sul territorio di Pontremoli, sono stati scelti sette intervalli di pendenze ai quali sono state associate sette classi. Tali classi sono riportate nella legenda della carta, riportata nella figura 5-6 :

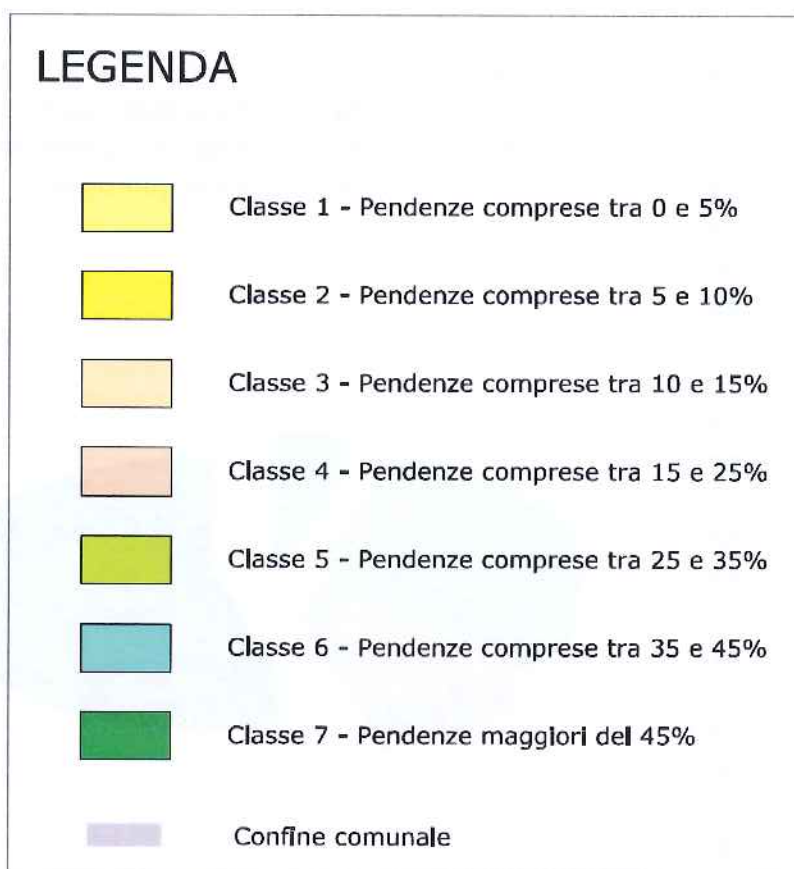


Figura 5-6:: legenda estratta dalla carta delle pendenze del comune di Pontremoli

La carta delle pendenze rappresenta uno strumento di primaria importanza per la realizzazione della carta della pericolosità, anche perché con il progressivo aumento delle pendenze, a parità di condizioni litotecniche e giaciture, si ha un aumento del grado di instabilità del pendio.

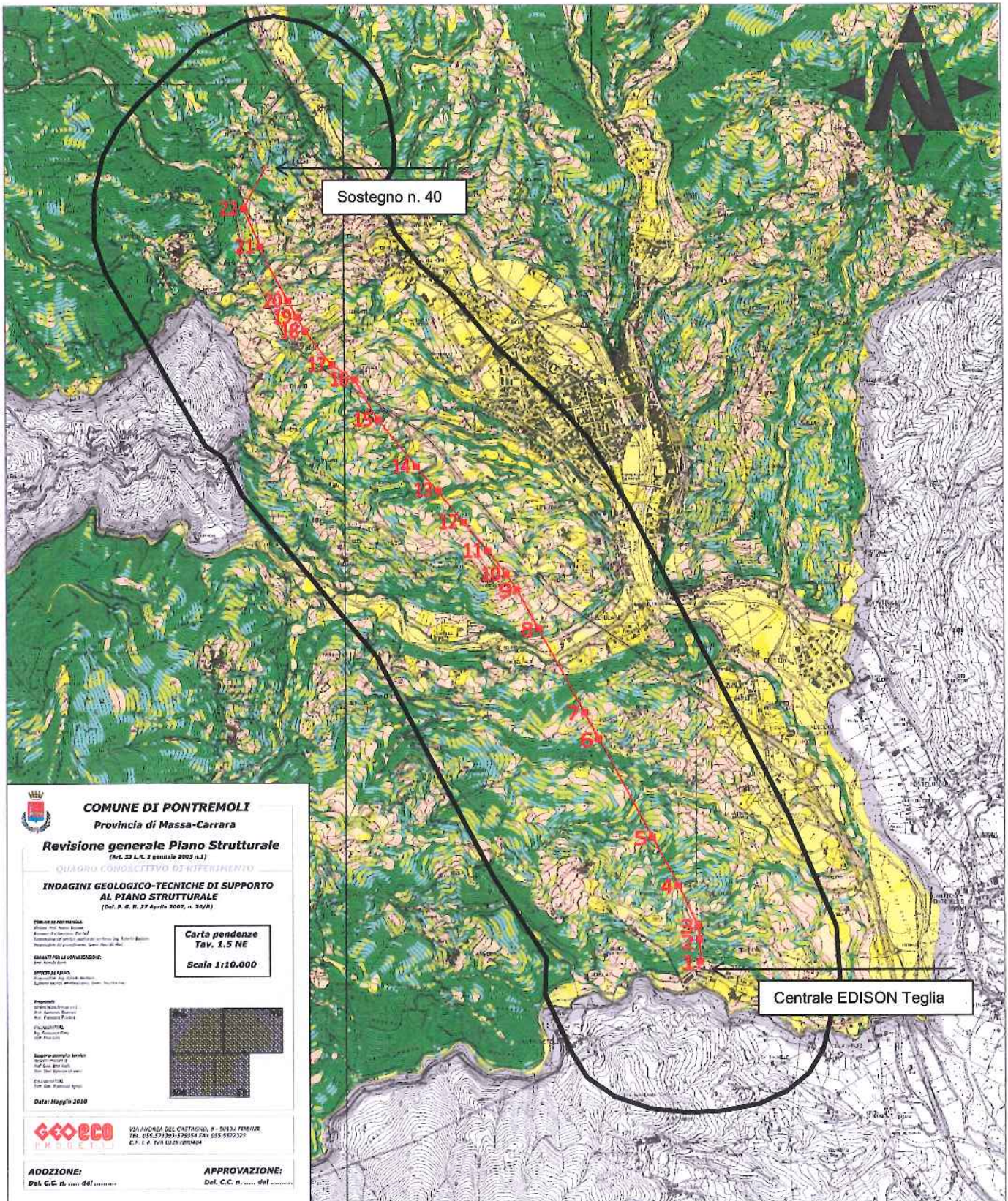


Figura 5-7: Carta delle pendenze del PSC di Pontremoli - Tracciato di progetto —, nuovi sostegni ■, area di studio —

Osservando la carta delle pendenze, si nota una distribuzione prevalente nel territorio comunale di pendenze superiori al 45%; ciò rispecchia la presenza principalmente, nell'area di studio, di zone collinari e montuose.

Nel caso del progetto in questione la sovrapposizione del tracciato di progetto sulla cartografia porta ai risultati evidenziati nella successiva tabella, in cui sono distinti:

- La classe di pendenza del terreno interessata da ogni singolo sostegno in progetto;
- il totale dei sostegni e la percentuale sul totale dei sostegni, correlati ad ogni classe di pendenza;
- il grafico rappresentativo a torta.

<i>n° sostegno</i>	<i>Classe di pendenza</i>	<i>totale sostegni</i>	<i>Classe di pendenza</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Percentuale</i>
1	4	0	1	0 - 5%	0,0
2	6	2	2	5 - 10%	9,1
3	5	3	3	10 - 15%	13,6
4	5	7	4	15 - 25%	31,8
5	2	7	5	25 - 35%	31,8
6	5	2	6	35 - 45%	9,1
7	6	1	7	> 45%	4,5
8	3				
9	4				
10	4				
11	4				
12	5				
13	7				
14	4				
15	5				
16	4				
17	3				
18	3				
19	4				
20	2				
21	5				
22	5				

Tabella 5-3: correlazione tra le classi di pendenza del terreno e l'ubicazione dei sostegni



I dati rilevano che la maggior parte dei sostegni (14 su di un totale di 22) interessa terreni che evidenziano pendenze piuttosto acclivi, comprese tra il 15% ed il 35%, cinque sostegni ricadono in zone con le pendenze minori, comprese tra 0 e 15% mentre tre sostegni (n. 2, n. 7 e n. 13) risultano ubicati in zone con pendenza compresa tra 35% e 45%.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce inoltre l'erosione superficiale, con trasporto a valle del materiale detritico asportato da parte delle acque di corrivazione; per contro una bassa inclinazione del pendio favorisce i processi chimico-fisici di alterazione del substrato roccioso con formazione di suolo, data la maggiore permanenza in loco delle acque di ristagno.

#### 5.4 Unità Litologico - tecniche

Un'ulteriore analisi utile ad individuare le caratteristiche dei terreni presenti nella zona interessata dal progetto emerge dall'analisi della "Carta litotecnica e dei dati di base" inserita nell'ambito delle indagini geologico – tecniche a supporto del P.S.C. di Pontremoli.

In questa sono rappresentati, secondo unità litotecniche omogenee, i terreni che possono manifestare simile comportamento meccanico, indipendentemente dalla formazione geologica a cui appartengono, dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici.

Le informazioni necessarie per realizzare questo elaborato sono state tratte dal confronto e dalla correlazione di dati inerenti diversi aspetti fra cui, senza dubbio di fondamentale importanza, il raffronto fra il dato desumibile dalla carta geologica interpretato in funzione dei dati geognostici in sito disponibili e dalla interpretazione di prove speditive ("poket penetrometer" e "van test") ed informazioni desumibili da analisi di laboratorio su campioni di terreno indisturbati. Per quanto concerne la presenza e definizione areale delle coltri detritiche derivanti da processi gravitativi informazioni di dettaglio possono essere desunte dal tematismo geomorfologico.

In dettaglio sono state individuate le seguenti unità litotecniche principali:

- o unità litologico-tecnica "A"

*Si tratta di materiale lapideo costituito da un unico litotipo non stratificato (rocce lapidee massicce) o che presenta stratificazione con bancate di spessore superiore a 3 metri. A questa classe è stata associata l'unità geologica delle Serpentiniti (S).*

- o unità litologico-tecnica "B"

*Si tratta di materiale lapideo stratificato costituito da un unico litotipo, con bancate di spessore inferiore a 3 m o costituito da alternanze di strati di diversi litotipi.*

- o unità litologico-tecnica "C"

*Tale unità comprende rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in senso stretto. Sono inoltre comprese rocce lapidee intensamente degradate ed alterate.*

- o unità litologico-tecnica "E"

*In tale unità sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto e costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione.*

- o unità litologico-tecnica "F"

*L'unità F raggruppa materiali coesivi con consistenza limitata o nulla. Il limite di resistenza che permette di classificare materiali coesivi in classe E sono valori inferiori a 250 kPa.*

Le caratteristiche di ciascuna classe e le relative sottoclassi individuate, sono descritte nella legenda dell'elaborato (figura 5-8) di seguito.

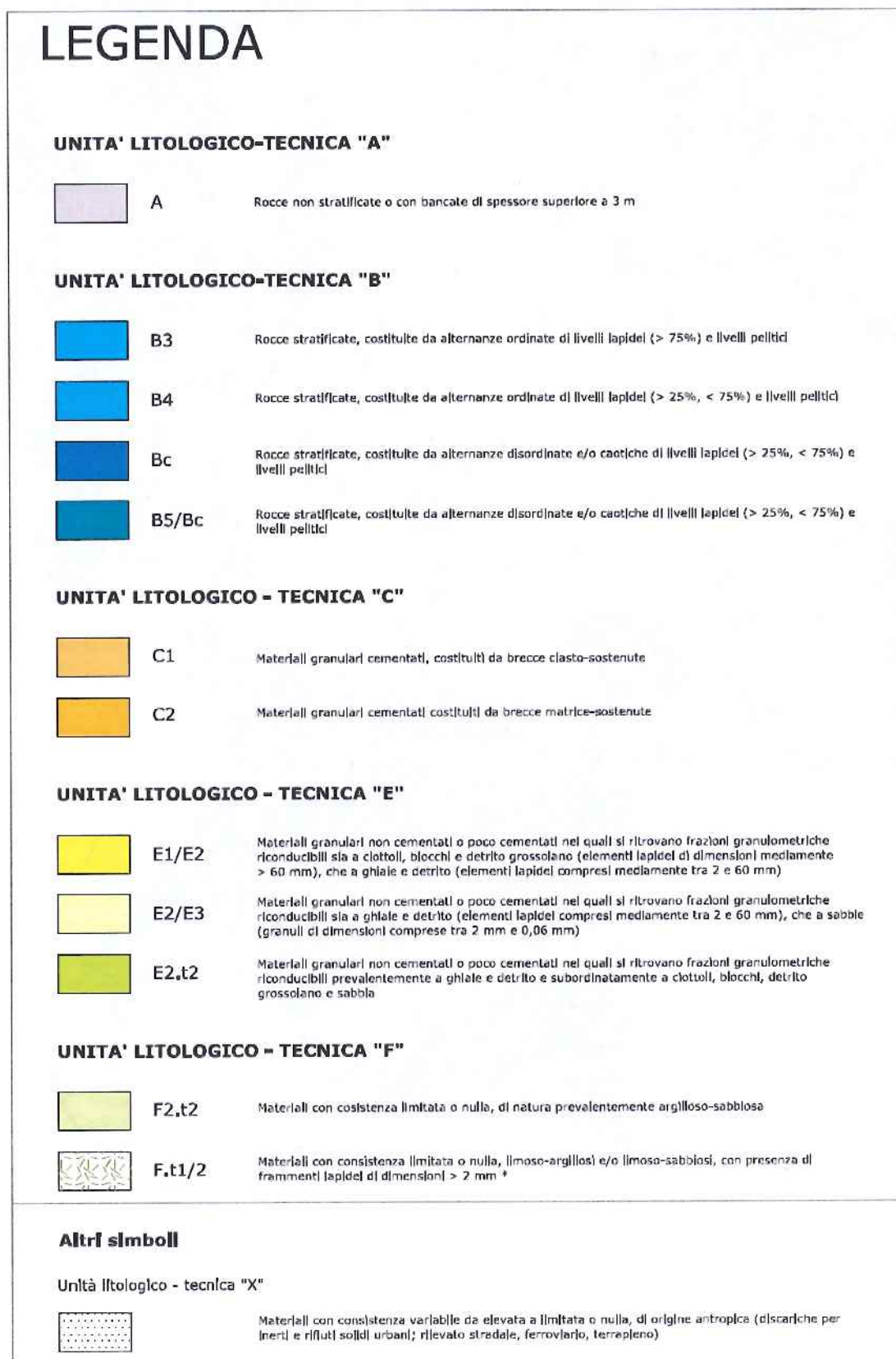


Figura 5-8: legenda estratta dalla Carta Litotecnica del PSC di Pontremoli

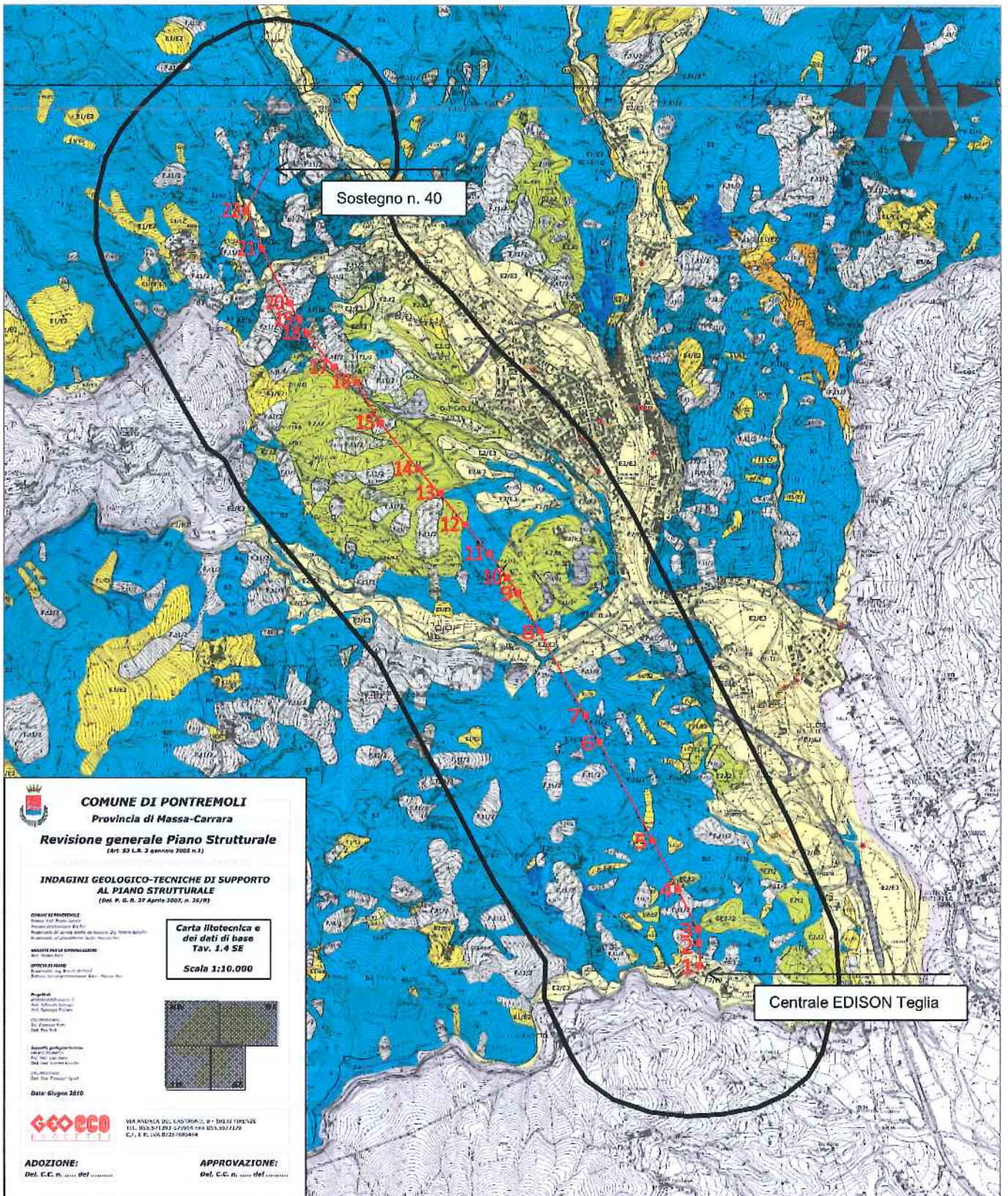


Figura 5-9: Carta delle Unità litologico – tecniche del PSC di Pontremoli  
Tracciato di progetto —, nuovi sostegni ■, area di studio —

Correlando il contenuto della cartografia esaminata con l'ubicazione dei nuovi sostegni in progetto si evidenziano i risultati della successiva tabella, in cui sono distinti:

- L'unità litologico - tecnica interessata da ogni singolo sostegno in progetto;
- il totale dei sostegni e la percentuale sul totale dei sostegni, correlati ad ogni singola unità;
- il grafico rappresentativo a torta.

n° sostegno	Unità Litologico tecnica	totale sostegni	Unità Litologico tecnica	Descrizione	Percentuale
1	E2/E3	8	B3	Unità lito-tecnica B	36,4
2	B3	2	B5/Bc	Unità lito-tecnica B	9,1
3	B3	1	E2/E3	Unità lito-tecnica E	4,5
4	F.t1/2	7	E2.t2	Unità lito-tecnica E	31,8
5	B3	3	F.t1/2	Unità lito-tecnica F	13,6
6	B3	1	X	altra Unità lito-tecnica	4,5
7	B3				100,0
8	B3				
9	E2.t2				
10	E2.t2				
11	B3				
12	E2.t2				
13	E2.t2				
14	E2.t2				
15	E2.t2				
16	E2.t2				
17	F.t1/2				
18	B5/Bc				
19	B5/Bc				
20	F.t1/2				
21	B3				
22	X				

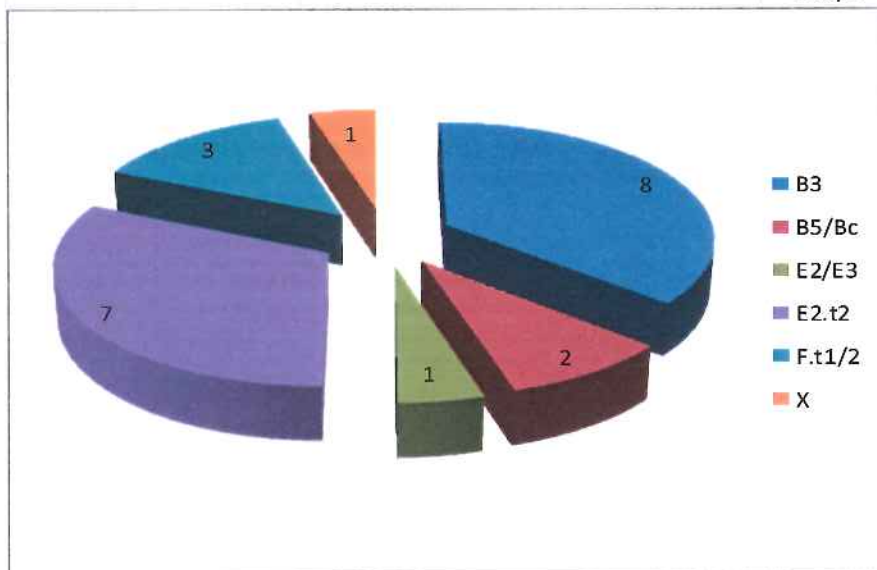


Tabella 5-4: correlazione tra le Unità litotecniche e l'ubicazione dei nuovi sostegni.

Dalla tabella si può determinare che:

- 8 sostegni sul totale di 22, ricadono su terreni classificato come Unità B3 che raggruppa le unità geologiche costituite da rocce stratificate con alternanze ordinate di livelli lapidei (> 75%) e livelli pelitici;
- 7 sostegni ricadono su terreni classificati come Unità E2.t2 che raggruppa materiali granulari non cementati o poco cementati, nei quali si ritrovano frazioni granulometriche

riconducibili prevalentemente a ghiaie e detrito e subordinatamente a ciottoli, blocchi, detrito grossolano e sabbia;

- 2 sostegni (n. 18 e n.19) interessano terreni classificati come Unità B5/Bc rappresenta le unità costituite da rocce stratificate con alternanze disordinate e/o caotiche di livelli lapidei (> 25%, < 75%) e livelli pelitici;
- 1 sostegno (n. 1) ricade in area classificata come Unità E2/E3 che raggruppa materiali granulari non cementati o poco cementati nei quali si ritrovano frazioni granulometriche riconducibili sia a ghiaie e detrito (elementi lapidei compresi mediamente tra 2 e 60 mm), che a sabbie (granuli di dimensioni comprese tra 2 e 0,06 mm);
- 3 sostegni (n. 4, n. 17 e n. 20) interessano l'Unità F.t1/2 che raggruppa materiali con consistenza limitata o nulla, di natura limoso-argillosa e/o limoso-sabbiosa, con presenza di frammenti lapidei di dimensioni > 2 mm. Tali materiali sono stati associati ai depositi gravitativi di versante.
- 1 sostegno (n. 22) ricade al margine dell'Unità X. A tale classe appartengono materiali con consistenza variabile da elevata a limitata o nulla riconducibili a scariche per inerti e rifiuti solidi urbani, rilevati stradali, ferroviari e terrapieni.

## 5.5 Pericolosità geomorfologica

La sintesi degli elaborati con tematica geologica, geomorfologica, clivimetria e litologico-geotecnica, facenti parte delle documentazioni a supporto del Piano Strutturale di Pontremoli, che sono stati illustrati nei precedenti paragrafi, per descrivere le caratteristiche del territorio comunale interessato dal presente studio, si concretizza nella carta della pericolosità geomorfologica in cui vengono indicate:

- l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni geomorfologici s.l. che interessano determinate porzioni di territorio;
- il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

Nella carta della pericolosità geomorfologica, riprodotta in scala ridotta nella successiva figura 5-11, vengono individuati i settori interessati da dissesti attivi e vengono delimitate le aree di potenziale evoluzione di un fenomeno in essere e/o di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

Per il territorio comunale di Pontremoli vengono identificate le classi di pericolosità geomorfologica descritte nella legenda della tavola di seguito riprodotta:





LEGENDA	
CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	
	<p><b>G4</b></p> <p>Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza. In particolare sono comprese: frane attive comprensive del corpo di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto; aree a franosità diffusa, con relative aree di possibile evoluzione del dissesto; scarpate attive con relativa area di possibile evoluzione ed influenza; ripe fluviali in cui siano in atto fenomeni di erosione laterale di sponda da parte dei corsi d'acqua (con relativa area di possibile evoluzione); alvei con accentuata tendenza all'approfondimento.</p>
	<p><b>G3</b></p> <p>Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla glacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza. In particolare sono comprese: frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco; terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa e terreni a struttura caotica, con pendenze superiori al 15%; terreni sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa, con pendenze superiori al 25%; terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati, con pendenze superiori al 35-40%; terreni litoidi non o poco fratturati e di buona qualità, con pendenze superiori al 45-50%; aree interessate da fenomeni di erosione profonda; aree interessate da rilevanti manomissioni antropiche, quali rilevati, riempimenti, scavi e cave; corpi d'acqua e relativi paramenti di valle; frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali; scarpate di erosione non attive o quiescenti.</p>
	<p><b>G2</b></p> <p>Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto. In particolare sono comprese: aree interessate da frane non attive (frane naturalmente e artificialmente stabilizzate); aree con erosione superficiale, terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa e terreni a struttura caotica, con pendenze inferiori al 15%; terreni sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa, con pendenze inferiori al 25%; terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati, con pendenze inferiori al 35-40%; terreni litoidi non o poco fratturati e di buona qualità, con pendenze inferiori al 45-50%.</p>
	<p><b>G1</b></p> <p>Aree pianeggianti e sub-pianeggianti in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e/o glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa. In via indicativa si possono considerare come sub-pianeggianti in relazione alle caratteristiche litologico-geotecniche: terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa e terreni a struttura caotica, con pendenze inferiori al 5%; terreni sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa, con pendenze inferiori al 10%; terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati, con pendenze inferiori al 10%; terreni litoidi non o poco fratturati e di buona qualità, con pendenze inferiori al 10%.</p>

Figura 5-10: legenda della Carta di pericolosità geomorfologica del PSC

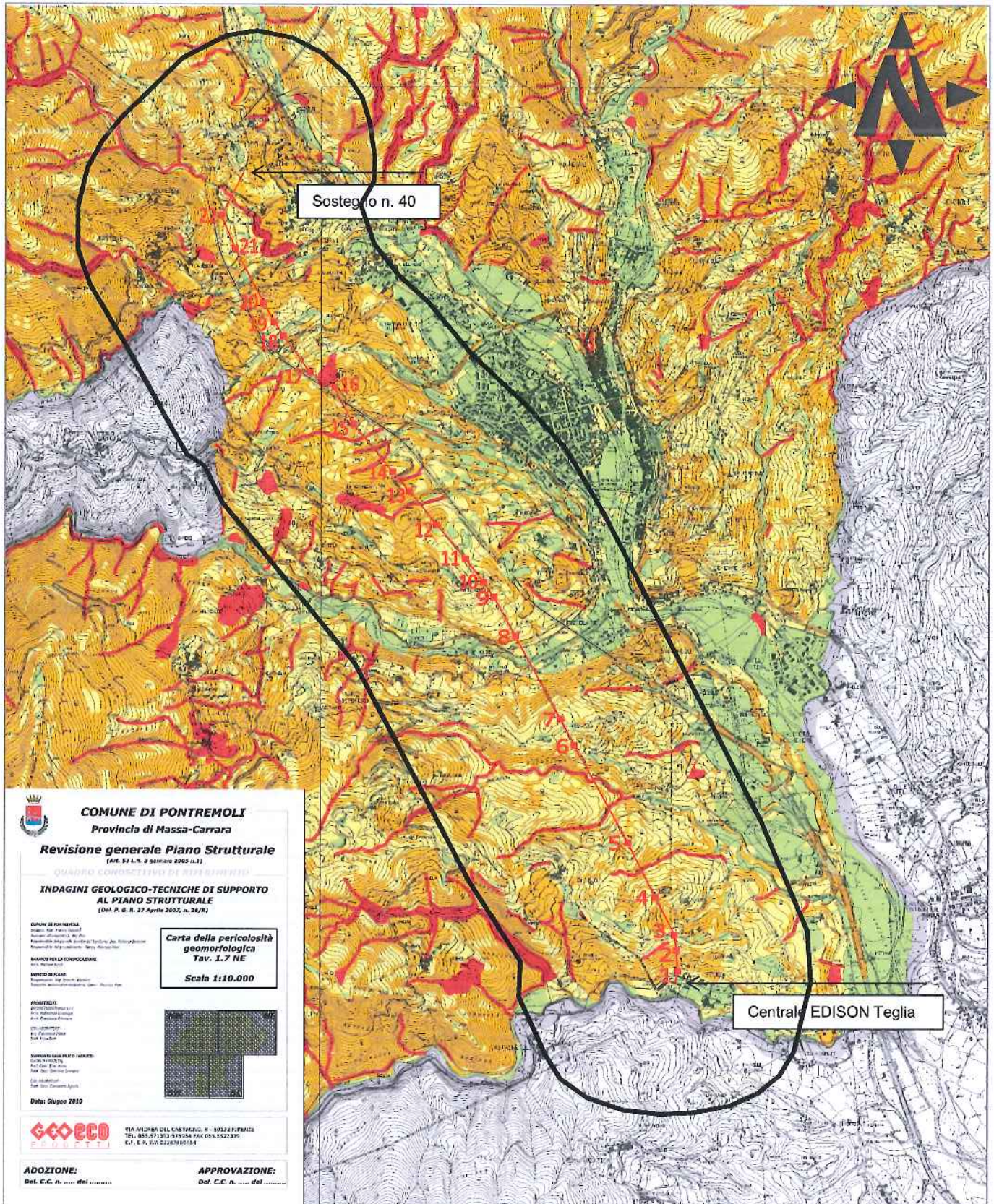


Figura 5-11: Carta della pericolosità geomorfologica del PSC di Pontremoli e tracciato di progetto. Tracciato di progetto — , nuovi sostegni ■ , area di studio —



La sovrapposizione del tracciato di progetto e dell'ubicazione dei nuovi sostegni sulla cartografia evidenzia i risultati della successiva tabella, in cui sono distinti:

- Le aree con omogenea pericolosità geomorfologica interessate da ogni singolo sostegno in progetto;
- il totale dei sostegni e la percentuale sul totale dei sostegni, correlati ad ogni singola area;
- il grafico rappresentativo a torta.

<i>n° sostegno</i>	<i>Classe di pericolosità</i>	<i>totale sostegni</i>	<i>Classe di pericolosità</i>	<i>Propensione al dissesto</i>	<i>Percentuale</i>
1	G2	3	G1	bassa	13,6
2	G2	14	G2	media	63,6
3	G1	5	G3	elevata	22,7
4	G2	0	G4	molto elevata	0,0
5	G1				
6	G2				
7	G2				
8	G2				
9	G2				
10	G2				
11	G2				
12	G3				
13	G3				
14	G2				
15	G3				
16	G2				
17	G2				
18	G1				
19	G2				
20	G3				
21	G2				
22	G3				

Tabella 5-5: Correlazione tra le aree di pericolosità geomorfologica con l'ubicazione dei nuovi sostegni.

All'interno dell'area di studio sono state individuate prevalentemente zone con pericolosità G2 e G3. Ciò è dovuto sia alla concomitanza di fattori morfologici e litologici (pendenze e unità litologico-tecniche tali da far ricadere in G2 o G3 le aree di affioramento delle stesse unità litotecniche), sia alla presenza di morfologie prodotte da processi gravitativi o erosivi che, a seconda dello stato di attività, sono cartografate come zone a pericolosità G2 o G3 (es. frane

stabilizzate e aree interessate da erosione superficiale in G3, frane quiescenti e aree interessate da erosione profonda).

Più in particolare, dai dati riportati in tabella si può determinare che:

- 3 sostegni (sostegni n. 3, n. 5 e n. 18) sul totale di 22, interessano un'area G1;
- 14 sostegni ricadono in zona identificata come G2;
- 5 sostegni interessano aree G3;
- Nessun sostegno interessa aree G4.

Si vuole ricordare la classificazione utilizzata:

**Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4):** nella quale si individuano aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza.

**Pericolosità geomorfologica elevata (G.3):** nella quale si individuano aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

**Pericolosità geomorfologica media (G.2):** nella quale si individuano aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

**Pericolosità geomorfologica bassa (G.1):**, nella quale si individuano aree pianeggianti e sub-pianeggianti in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e/o giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

## 5.6 Idrografia

La morfologia del reticolo idrografico, all'interno del territorio comunale di Pontremoli, è legata alla storia deformativa della catena appenninica. Il bacino del fiume Magra si sviluppa lungo un graben formatosi, come già detto nei paragrafi precedenti, per effetto della fase tettonica distensiva post-orogenesi appenninica. Tale graben è divenuto un bacino intramontano, ossia area di raccolta di acque di ruscellamento provenienti dai fianchi vallivi. Inoltre, tale bacino, è stato sede di deposizione di sedimenti continentali nel corso sia del Pleistocene che dell'Olocene.

Il fiume nasce in Toscana a quota 1.200 m s.l.m., tra il Monte Borgognone (1.401 m s.l.m.) e il Monte Tavola (1.504 m s.l.m.), creando con il suo corso la Val di Magra. Giunto in territorio ligure confluisce con il Vara riversandosi poi nel Mar Ligure con un ampio estuario situato tra Bocca di Magra e Fiumaretta, frazioni del comune di Ameglia. La sua lunghezza complessiva è di 70 km.

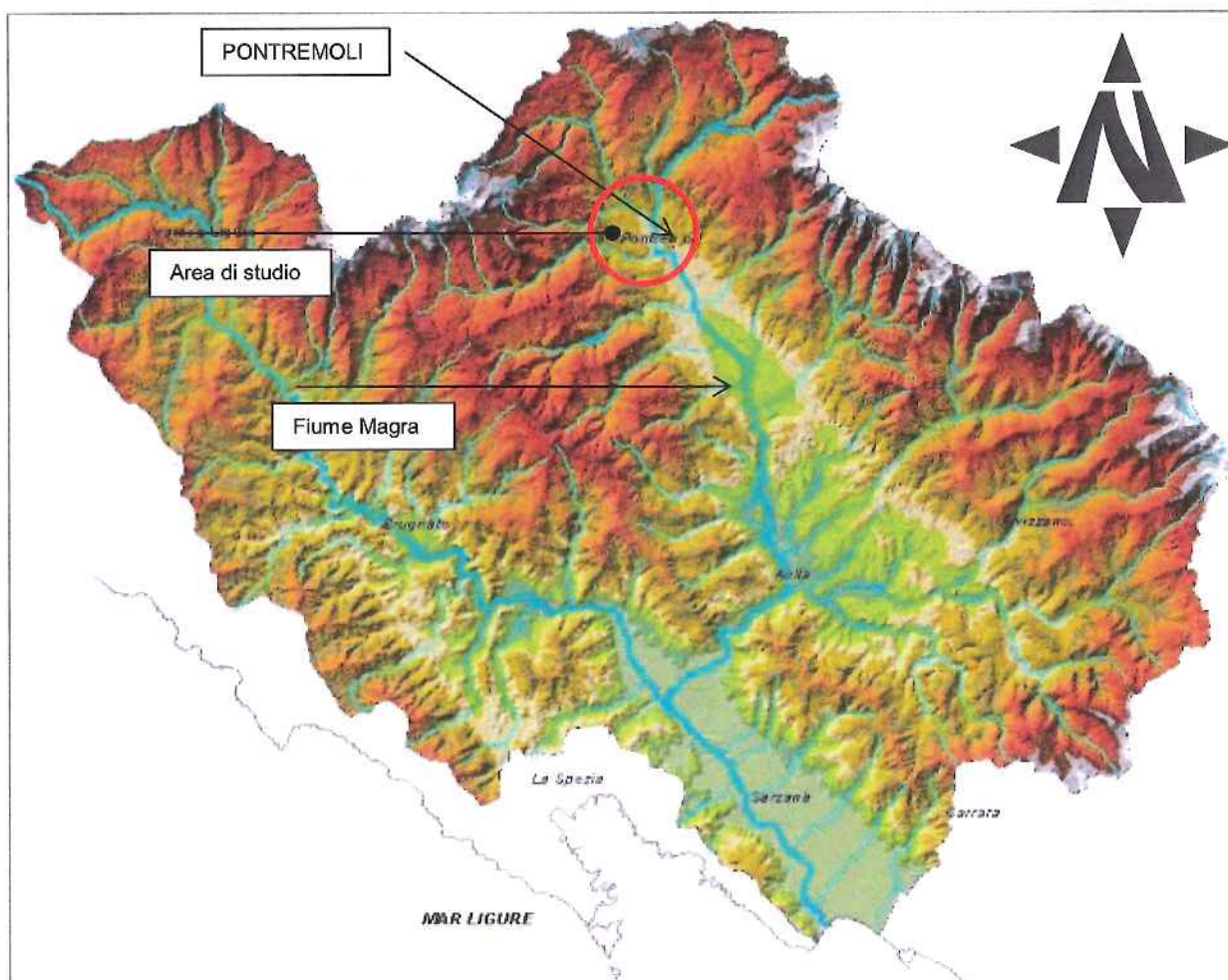


Figura 5-12: Carta fisica della Provincia di Massa Carrara

Per effetto del clima, caratterizzato in genere da eventi piovosi brevi ed intensi e delle pendenze mediamente elevate, presenti nel territorio pontremolese, i corsi d'acqua tendono ad assumere prevalentemente carattere torrentizio. Solo il fiume Magra presenta caratteristiche di fiume di piana alluvionale ma con modeste portate. Infatti il concentrarsi delle precipitazioni prevalentemente nel periodo invernale, determina una portata ridotta di deflusso nel corso dell'estate. Ciò è riconducibile per la maggior parte alla ricarica proveniente dalle falde delle formazioni geologiche affioranti nel bacino idrogeologico del fiume Magra. Di conseguenza, i corsi fluviali presenti a ridosso delle zone montane, si presentano in secca durante il periodo estivo.

Nel tratto che va da Pontremoli ad Aulla mantiene una direzione longitudinale rispetto alla catena dell'Appennino, NO-SE, per poi cambiare direzione ad Aulla, volgendo a SO, e sfociare successivamente all'altezza della località di Santo Stefano nell'ampia pianura alluvionale.

I torrenti affluenti del fiume Magra presentano una direzione circa perpendicolare a quella assunta dal fiume Magra nel territorio di Pontremoli. Tale direzione perciò risulta circa WSW-ENE.

I corsi fluviali minori (ordine gerarchico 3°, 4° ed oltre) hanno un profilo a V molto stretto, caratteristico di trasporto in alveo ad elevata energia. I corsi fluviali principali (fiume Magra e torrenti Gordana, Teglia, Verde, Magriola ed altri), invece, presentano un alveo più ampio con profilo tendente ad U, caratteristico di trasporto ad energia minore rispetto a quella dei torrenti e fossi intramontani minori.

L'area d'interesse si colloca nella porzione meridionale del territorio comunale, a quota più elevata rispetto all'alveo del fiume Magra che quindi non viene interessato.

L'altro elemento idrologico che interessa direttamente l'area è il Torrente Gordana, la cui vallata viene attraversata dalla campata tra i sostegni n. 7 e n. 8; tali sostegni non interferiscono con il corso d'acqua in quanto posti a quote molto più elevate rispetto al fondovalle.

## 5.7 Sismica

Nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC).

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 viene effettuata la classificazione sismica di ogni singolo comune. Secondo l'OPCM n. 3274 i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie in base al loro rischio sismico, calcolato sia per frequenza che per intensità degli eventi:

- Zona 1: sismicità elevata-catastrofica
- Zona 2: sismicità medio-alta
- Zona 3: sismicità bassa
- Zona 4: sismicità irrilevante

la corrispondenza fra queste diverse definizioni è riportata di seguito:

Ordinanza 3274	Classificazione 2003	GdL 1998	Decreti fino al 1984
1	zona 1	prima categoria	S=12
2	zona 2	seconda categoria	S=9
3	zona 3	terza categoria	S=6
4	zona 4	NC	non classificato

Con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, è stata approvata la classificazione sismica regionale (figura 5-13), relativa all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012.

Tale aggiornamento dell'elenco di classificazione sismica è divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1° gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali.

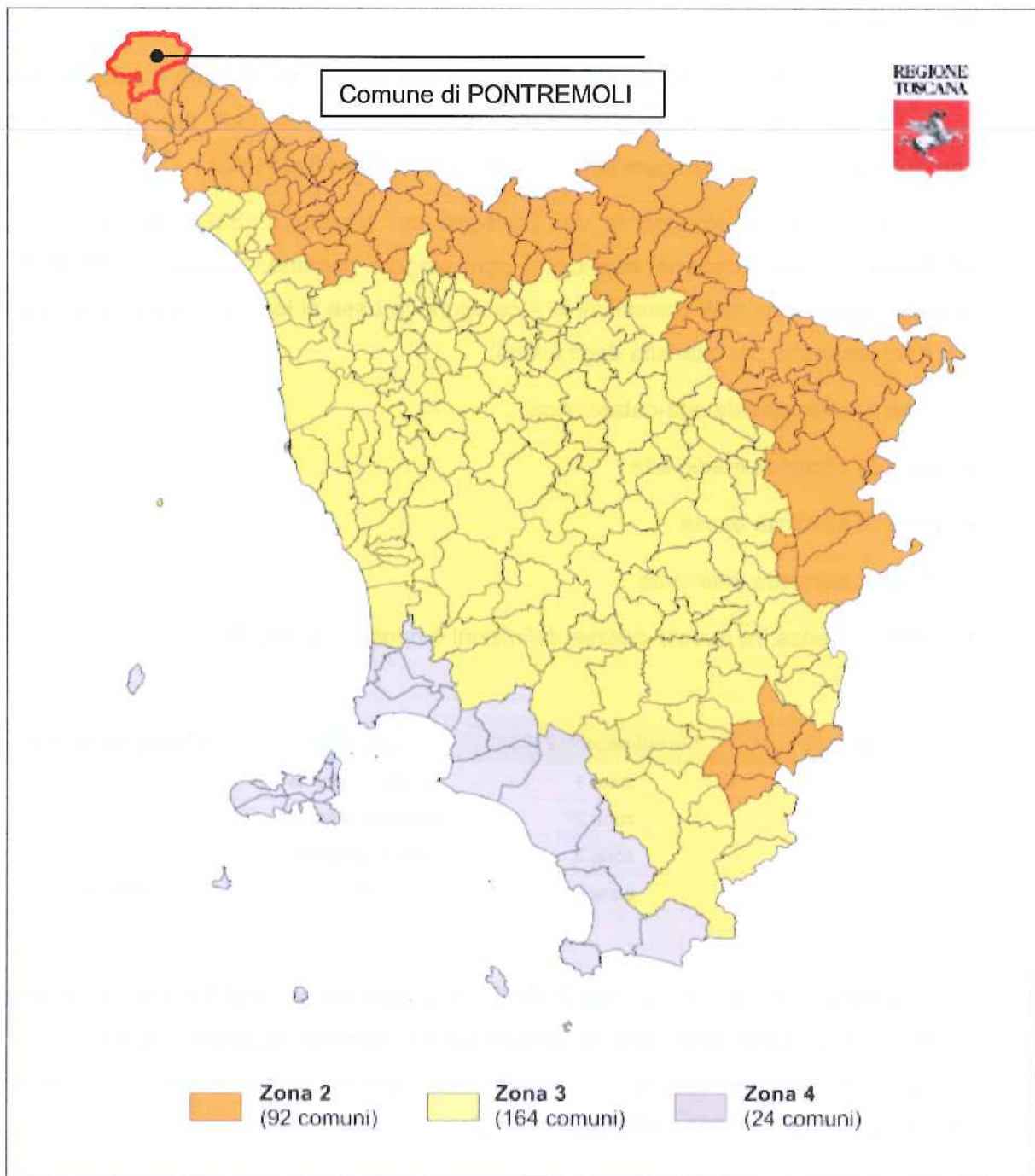


Figura 5-13: Classificazione sismica della Regione Toscana

Come si vede dalla figura, il territorio comunale di Pontremoli ricade in zona 2.

Per la valutazioni di pericolosità sismica si fa riferimento alla zonazione sismogenetica ZS9 (INGV) che ha lo scopo rappresentare il modello sismico – tettonico in base ai più recenti aggiornamenti degli studi relativi alla tettonica attiva del territorio.

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica.

L'area oggetto dello studio rientra nella zona identificata come 915, (complesso "Appennino settentrionale e centrale" zone sismogenetiche ZS che vanno dalla 911 alla 923), come rappresentato nella figura 5-14.

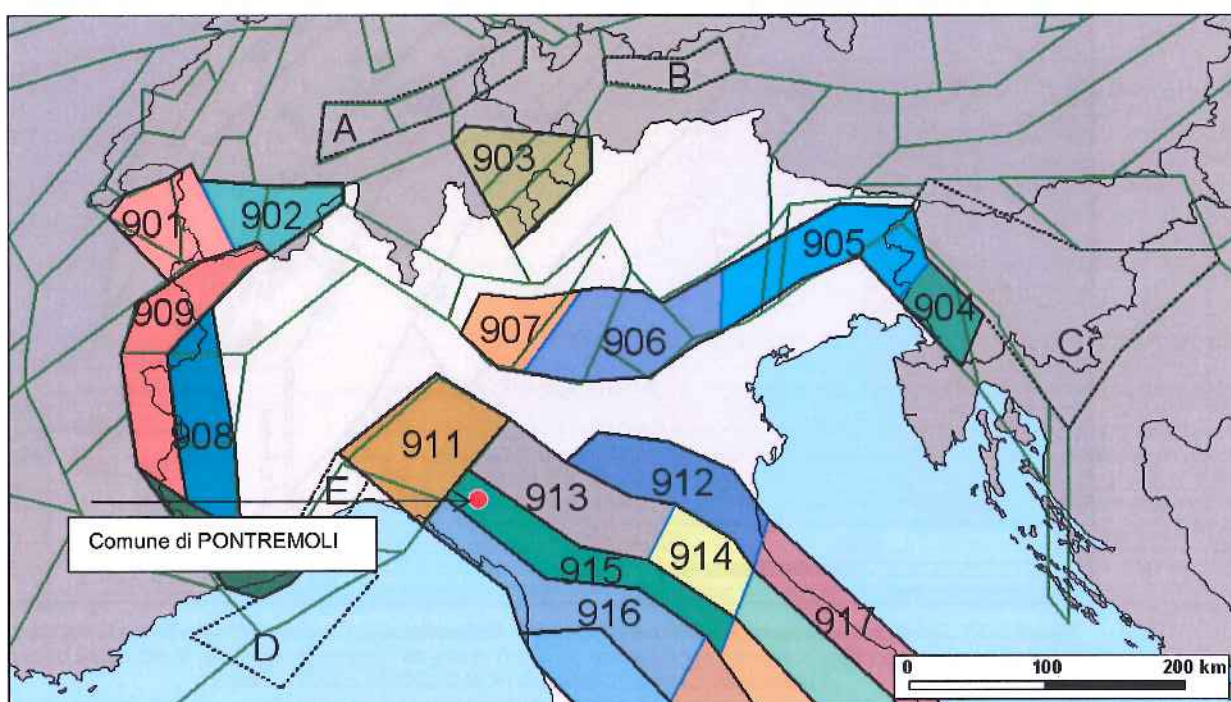


Figura 5-14: Zonazione sismogenetica ZS9 tratta da "Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20/3/2003 n.3274 – INGV)

Dal documento INGV "Zonazione sismica ZS9 – App.2 al rapporto Conclusivo" a cura di C. Meletti e G. Valensise (marzo 2004), viene tratta la descrizione della zona sorgente di riferimento:

*La fascia che dalla Lunigiana arriva fino al confine Abruzzo – Molise corrisponde al settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche. Tali faglie immergono verso NE nel settore compreso tra la Toscana settentrionale e l'Umbria settentrionale e verso SW nel settore che si estende dall'Umbria Centrale fino a tutto l'Abruzzo (Galadini et al. 2001; Valensise e Pantosti 2001) Questa lunga fascia è stata suddivisa in tre zone (tra cui la 915, che è la più settentrionale) che includono le sorgenti sismogenetiche responsabili dei terremoti di più elevata magnitudo che hanno caratterizzato l'arco appenninico settentrionale e centrale.*

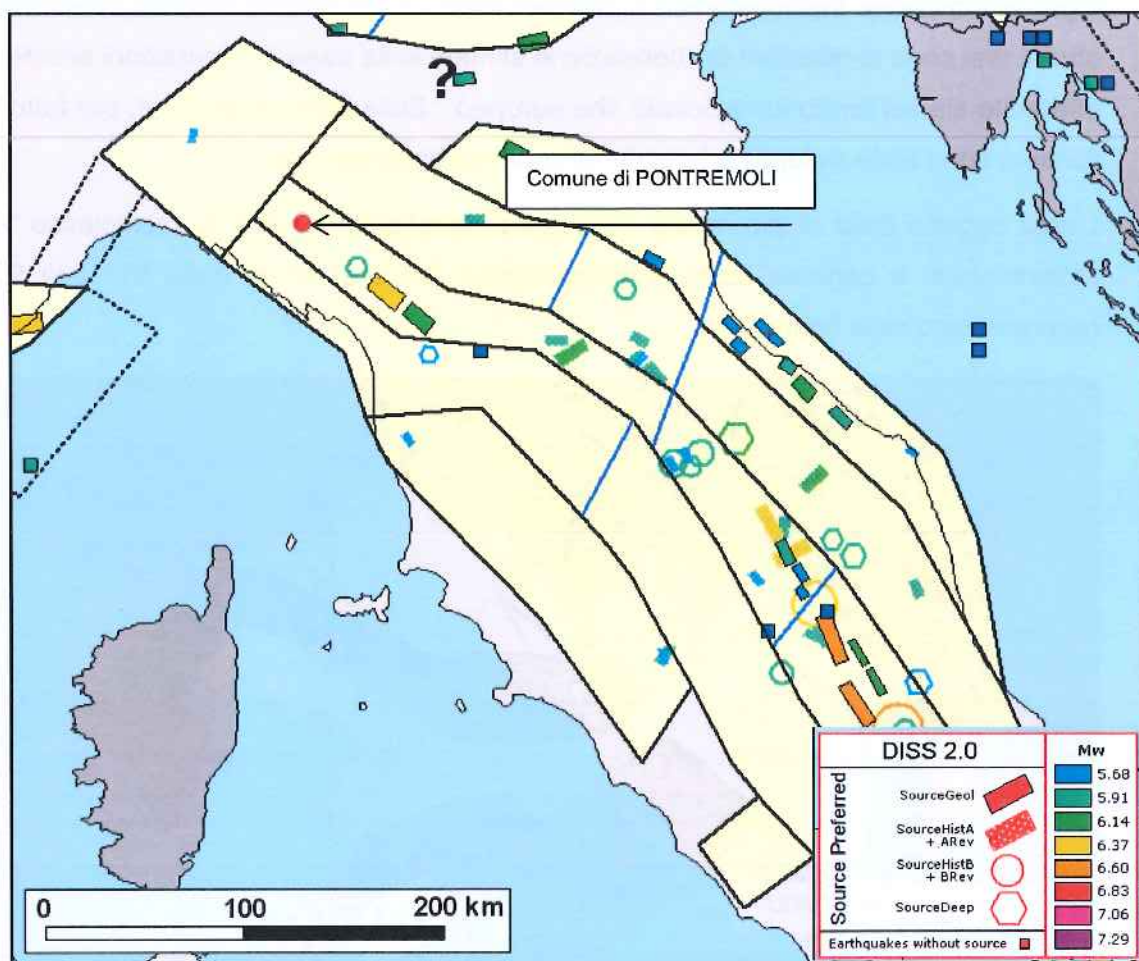


Figura 5-15: Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Appennino Settentrionale e Centrale a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0 - tratta da "Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20/3/2003 n.3274 - INGV)

L'area è caratterizzata da numerosi terremoti storici di magnitudo superiore a 5 con un massimo storico assegnato al terremoto del 1920 con  $M = 6.5$ .

I terremoti più importanti dell'area sono in perfetto accordo con le strutture individuate, con allungamento delle isosisme parallelamente alle strutture (vedi Terremoti del 14.2.1834,  $I_0 = VIII$  e del 7.9.1920,  $I_0 = IX$  con punte di X, su strutture longitudinali; terremoti dell'11.4.1837,  $I_0 = IX-X$  e del 6.3.1740,  $I_0 = VII-VIII$ , su strutture trasversali).

A questo si ricollegano anche le repliche del terremoto del '20, che mostrano attivazioni lungo lineamenti trasversali che collegano la zona 915 con l'adiacente zona (repliche dello stesso 7 Settembre entrambe in Val di Secchia lungo la trasversale di Fivizzano e la replica del giorno successivo 8 Settembre in destra orografica della Val di Tarò).



La gran parte dei terremoti si concentra nella zona meridionale dell'area sismogenetica 28 ed ha interessato l'area a confine tra la Lunigiana e la Garfagnana.

Dal 1920 l'area è stata interessata da altri eventi sismici di minore entità (intorno a Magnitudo 4.0), la gran parte compresi al confine tra la Lunigiana e la Garfagnana, fatto salvo quello di Barga del 1951 (M = 4.5).

Nell'Ottobre del 1995 si è verificato a Fivizzano un evento di magnitudo M = 4.8.

Nelle seguenti tabelle sono stati descritti: un istogramma delle sequenze temporali di accadimento dei terremoti storici e l'elenco dei terremoti storici dell'area (estratto da CPTI99).

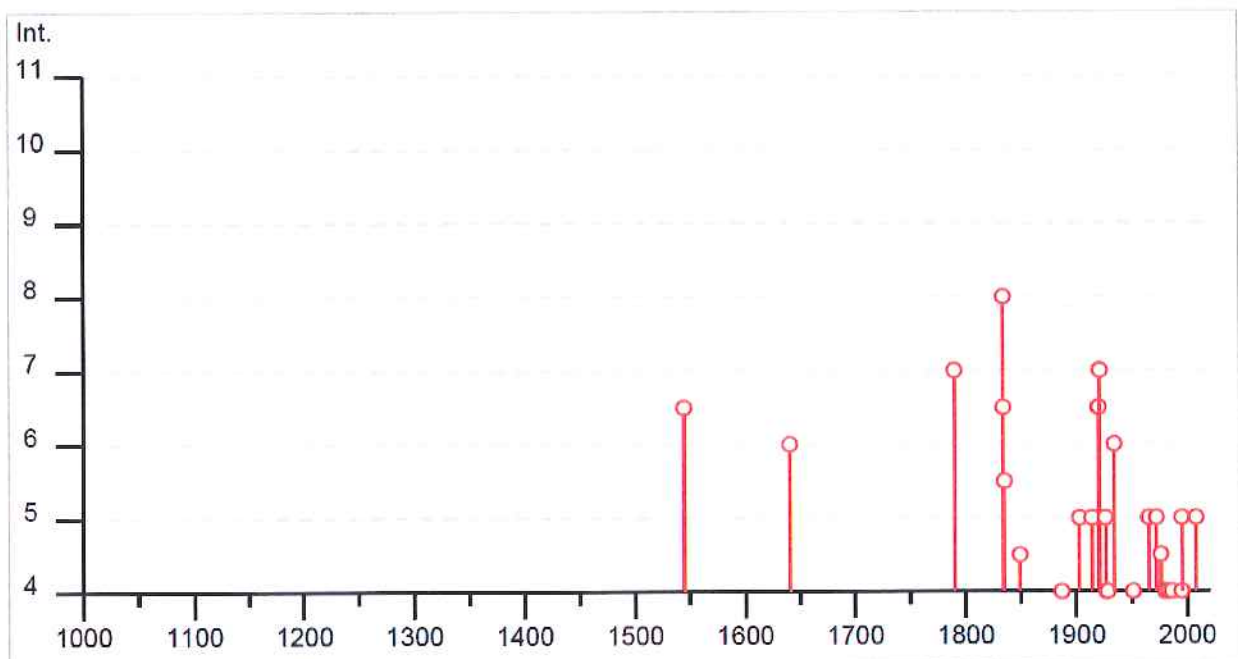


Figura 5-16: da CPTI15 - DBMI15 Storia sismica del Comune di Pontremoli

La figura evidenzia che non sono riportati terremoti significativi prima del 1481 e che c'è un periodo silente tra il 1541 e il 1740; è in corso una verifica soprattutto per il periodo più recente se si tratta di una carenza bibliografica o se effettivamente in quel periodo non si sono verificati eventi sismici.

**Pontremoli**

PlaceID	IT_42661	Effetti							In occasione del terremoto del		
		Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io
Coordinate (lat, lon)	44.377, 9.882	6-7	1545	06	09	15	45	Val di Taro	5	7-8	5.38
Comune (ISTAT 2015)	Pontremoli	6	1641	06	08			Lunigiana	1	6	4.63
Provincia	Massa Carrara	7	1790	07	26			Lunigiana	3	7	5.10
Regione	Toscana	8	1834	02	14	13	15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
Numero di eventi riportati	50	6-7	1834	07	04	00	45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5.08
		5-6	1835	04	25	02	45	Val di Taro	6	5-6	4.77
		4-5	1849	11	28	18		Val di Taro	7	6	4.63
		NF	1857	02	01			Parmense-Reggiano	22	6-7	5.11
		4	1887	02	23	05	21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
		NF	1895	05	18	19	55 1	Fiorentino	401	8	5.50
		5	1903	07	27	03	46	Lunigiana	79	7-8	5.19
		3	1909	01	13	00	45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
		NF	1910	01	23	01	50	Piacentino	118	5	4.39
		NF	1911	02	19	07	18 3	Forlivese	181	7	5.26
		5	1914	10	27	09	22	Lucchesia	660	7	5.63
		NF	1915	01	13	06	52 4	Marsica	1041	11	7.08
		NF	1919	06	29	15	06 1	Mugello	565	10	6.38
		6-7	1920	09	07	05	55 4	Garfagnana	750	10	6.53
		7	1921	05	07	06	15	Lunigiana	19	6	4.64
		2	1921	11	29	12	04	Val di Taro	10	4	4.15
		5	1926	11	18	22	57	Lunigiana	17	5	4.25
		4	1927	10	28	21	49	Alta Val di Taro	39	6	4.66
		4	1928	02	21	04	37	Alta Val di Taro	8	5	4.16
		3	1929	04	20	01	10	Bolognese	109	7	5.36
		6	1934	06	13	09	06	Val di Taro-Lunigiana	29	6	5.14
		NF	1937	12	10	18	04	Friggiano	28	6	5.30
		3-4	1939	10	15	14	05	Garfagnana	62	6-7	4.96
		3-4	1939	10	31	06	47	Lunigiana	19	5-6	4.95
		4	1951	05	15	22	54	Lodigiano	179	6-7	5.17
		NF	1955	04	11	15	24	Liguria orientale	29	5	4.07
		3	1957	08	27	11	54	Appennino modenese	58	5	4.73
		3	1963	07	19	05	46 0	Mar Ligure	412		5.95
		5	1965	07	23	23	14 2	Lunigiana	1	5	4.16
		5	1972	10	25	21	56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
		F	1974	04	15	21	49 1	Alta Val di Taro	13	5	4.14
		4-5	1976	08	22	02	49 1	Alta Val di Taro	26	5	4.54
		4	1980	06	07	18	35 0	Garfagnana	102	6-7	4.64
		4	1980	12	23	12	01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
		4	1983	11	09	16	29 5	Parmense	850	6-7	5.04
		4	1986	10	01	19	53 3	Lunigiana	68	5	4.46
		3-4	1987	02	10	21	20 1	Lunigiana	54	5	4.09
		NF	1988	02	08	11	24 4	Garfagnana	75	6	4.34
		NF	1989	10	03	09	41 3	Appennino parmense	81	4	4.04
		4	1995	03	03	16	16 4	Lunigiana	43	5	4.20
		5	1995	10	10	06	54 2	Lunigiana	341	7	4.82
		3-4	1996	07	11	19	09 2	Lunigiana	80	5	4.06
		NF	1998	03	26	16	26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
		3	2003	09	14	21	42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24
		NF	2005	04	18	10	59 1	Valle del Trebbia	284	4	3.97
		5	2008	12	23	15	24 2	Parmense	291	6-7	5.36

Tabella 5-6: da CPTI15 – DBMI15 Elenco parametrico dei terremoti

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo. Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).

Nella successiva figura 5-17 tratta dal sito INGV – zonesismiche.mi.ingv.it, viene rappresentata, per il territorio della Regione Toscana, la Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante, con riferimento ad un reticolo di nodi distanti tra loro non oltre 10 km.

In base alla mappa risulta che il territorio del Comune di Pontremoli è caratterizzato da una accelerazione massima al suolo compresa tra 0,200g e 0,250g.

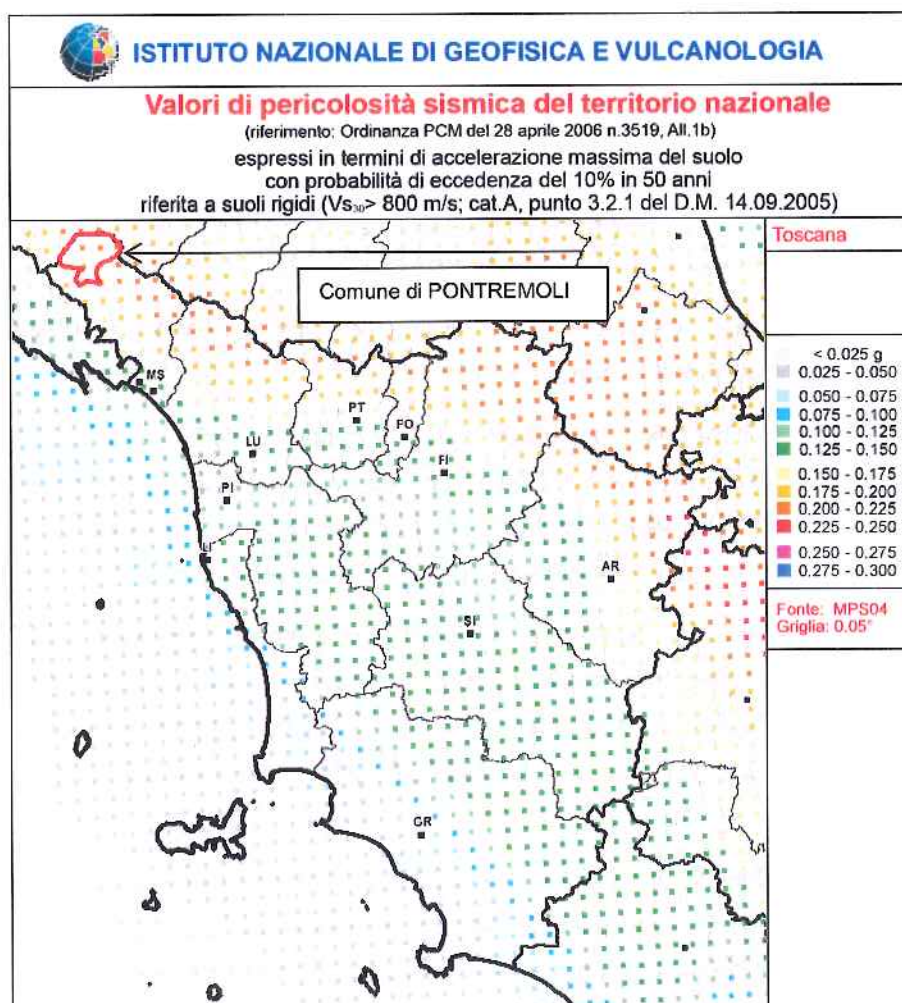


Figura 5-17: Mappa dei valori di pericolosità sismica

## 6 STRUTTURE DI FONDAZIONE, SCAVI E MOVIMENTI TERRA

Le fondazioni sono le strutture interratoe atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Queste, dimensionate ad hoc per ogni singolo sostegno della linea, sono generalmente di tipo diretto, caratterizzate da 4 plinti di cemento armato agli angoli del traliccio, uno per ogni montante (fondazioni a piedini separati). La profondità di interrimento dei plinti, la sezione e la tipologia sono dipendenti dalla natura e dalle condizioni del terreno e dalle sollecitazioni che il sostegno deve essere in grado di sopportare.

Per i sostegni che interessano terreni di scadenti caratteristiche meccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, potrà essere necessario ricorrere alle fondazioni speciali su pali trivellati o micropali, che verranno definite sulla base di apposite indagini geotecniche.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale sarà seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato costituita dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" - D.M. 14 gennaio 2008.

### 6.1 Strutture di fondazione

In fase di progettazione esecutiva, saranno eseguite opportune indagini geognostiche atte a verificare le qualità e le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno interessato in modo tale da consentire il corretto dimensionamento delle fondazioni stesse.

#### 6.1.1 *Fondazioni a plinto con riseghe*

Le fondazioni unificate a quattro piedi sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza; ciascun piedino di fondazione è composto da:

- a) un blocco di calcestruzzo armato, con  $R_{ck}$  minimo di 250 kg/cm<sup>2</sup>, costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale e da un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- b) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di aggottamento.

In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo ai sensi della normativa vigente, o con materiale differente, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

#### 6.1.2 Pali trivellati

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

In base al diametro eseguibile ed alle caratteristiche geotecniche del terreno, in presenza di terreni cedevoli, per quanto riguarda i sostegni di elettrodotti 132 kV, verrà scelta la soluzione con 4 pali trivellati direttamente connessi alla struttura metallica. La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come di seguito descritto.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e/o smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge.

## 6.2 Scavi e movimenti terra

Dovendo procedere ad opere di sbancamento allo scopo di raggiungere il piano di imposta delle fondazioni, si rende necessario valutare le condizioni di stabilità.

Occorrerà garantire la massima sicurezza in fase di scavo, per evitare l'innescarsi di superfici di scivolamento all'interno dei fronti di scavo; sarà quindi opportuno procedere gradatamente, fino ad arrivare all'angolo di scarpa di progetto, per consentire il rilascio delle forze tensionali dei materiali portati a giorno.

Sarà inoltre opportuno che tutte le operazioni di scavo vengano effettuate adottando le massime precauzioni contro le infiltrazioni di acque meteoriche o altre cause di possibile deterioramento delle caratteristiche di resistenza dei materiali. In particolare, nel caso di fermi cantiere tecnici particolarmente lunghi, occorrerà provvedere alla copertura dei fronti di scavo con teli, partendo da almeno 2 m. dal ciglio della scarpata, per evitare eccessive infiltrazioni dell'acqua piovana.

Poiché bisogna, infatti considerare che la variazione delle condizioni al contorno, indotte da uno scavo, avvengono rapidamente rispetto ai tempi di riequilibrio del terreno, che si comporta in maniera non drenata, soprattutto in presenza di terreni fini poco permeabili, anche se non è escluso che ciò avvenga in terreni sabbiosi.

In considerazione della brevità dei tempi di esecuzione degli scavi e dei successivi reinterri, la verifica della stabilità verrà sempre condotta in condizioni non drenate, trascurando quindi il tempo ed il fenomeno del lento rigonfiamento delle pareti dello scavo che nell'ipotesi di tempi molto lunghi sono causa di franamenti.

Relativamente alle problematiche correlate al trattamento delle terre e rocce da scavo si fa riferimento alla specifica relazione "Piano di gestione terre e rocce da scavo- Due Diligence" - Elaborato RU23037C1BDX33688.

## 7 CONCLUSIONI

La conclusione del presente documento può essere rappresentata dalla sintesi dell'analisi circa la pericolosità geomorfologica del precedente punto 5.5.

In base a quanto relazionato e riferendosi alle caratteristiche geologiche, morfologiche e clivometriche del territorio si può richiamare la seguente situazione:

- 3 sostegni (sostegni n. 3, n. 5 e n. 18) sul totale di 22, interessano un'area G1 – pericolosità bassa;
- 14 sostegni ricadono in zona identificata come G2 – pericolosità media;
- 5 sostegni interessano aree G3 – pericolosità elevata;
- Nessun sostegno interessa aree G4 – pericolosità molto elevata.

Si vuole ricordare la classificazione utilizzata:

- **Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4):** nella quale si individuano aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza.
- **Pericolosità geomorfologica elevata (G.3):** nella quale si individuano aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.
- **Pericolosità geomorfologica media (G.2):** nella quale si individuano aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.
- **Pericolosità geomorfologica bassa (G.1):**, nella quale si individuano aree pianeggianti e sub-pianeggianti in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e/o giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

Nella successiva tabella sono stati raccolti, in forma sintetica, tutti i vari caratteri geologici, geomorfologici, clivometrici, e di pericolosità geomorfologica riferiti al sito di ogni singolo sostegno, che sono stati illustrati nelle pagine precedenti.

Sostegno n°	Formazione geologica	Forme geomorfologiche	Classe di pendenza	Unità litologica tecnica	Classe di pericolosità	Sintesi
1	bn	Es	4	E2/E3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su deposito alluvionale con forme di erosione superficiale - pendenza tra 15% e 25% - terreni caratterizzati da materiali granulari non cementati o poco cementati - bassa propensione al dissesto
2	OTO	nn	6	B3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 35% e 45% - rocce stratificate - bassa propensione al dissesto.
3	OTO	nn	5	B3	G1 BASSA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 25% e 35% - rocce stratificate - nessuna propensione al dissesto.
4	a1	Fs	5	F.t1/2	G2 MEDIA	Sostegno ubicato in area di frana con tipo di movimento indeterminato - corpo di frana stabilizzato - pendenza compresa tra 25% e 35% - materiale limoso argilloso/sabbioso con consistenza limitata o nulla - bassa propensione al dissesto.
5	OTO	Es	2	B3	G1 BASSA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - fenomeni di erosione superficiale - pendenza compresa tra 5% e 10% - rocce stratificate - nessuna propensione al dissesto.
6	OTO	nn	5	B3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 25% e 35% - rocce stratificate - bassa propensione al dissesto.
7	OTO	Es	6	B3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - fenomeni di erosione superficiale - pendenza compresa tra 5% e 10% - rocce stratificate - bassa propensione al dissesto.
8	OTO	nn	3	B3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 10% e 15% - rocce stratificate - bassa propensione al dissesto.



Sostegno n°	Formazione geologica	Forme geomorfologiche	Classe di pendenza	Unità litologica tecnica	Classe di pericolosità	Sintesi
9	OLP	Es	4	E2.t2	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - fenomeni di erosione superficiale - pendenza compresa tra 15% e 25% - materiali granulari non cementati o poco cementati - bassa propensione al dissesto.
10	OLP	Es	4	E2.t2	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - fenomeni di erosione superficiale - pendenza compresa tra 15% e 25% - materiali granulari non cementati o poco cementati - bassa propensione al dissesto.
11	OTO	nn	4	B3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti al Flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Ottone - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 15% e 25% - rocce stratificate - bassa propensione al dissesto.
12	OLP	nn	5	E2.t2	G3 ELEVATA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 25% e 35% - materiali granulari non cementati o poco cementati - media propensione al dissesto.
13	OLP	nn	7	E2.t2	G3 ELEVATA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - nessuna forma erosiva evidente - pendenza > 45% - materiali granulari non cementati o poco cementati - media propensione al dissesto.
14	OLP	nn	4	E2.t2	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 15% e 25% - materiali granulari non cementati o poco cementati - bassa propensione al dissesto.
15	OLP	nn	5	E2.t2	G3 ELEVATA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 25% e 35% - materiali granulari non cementati o poco cementati - media propensione al dissesto.
16	OLP	nn	4	E2.t2	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 15% e 25% - materiali granulari non cementati o poco cementati - bassa propensione al dissesto.
17	OLP	Fs	3	F.t1/2	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - frana stabilizzata - pendenza compresa tra 10% e 15% - materiale limoso argilloso / sabbioso con consistenza limitata o nulla - bassa propensione al dissesto.

Sostegno n°	Formazione geologica	Forme geomorfologiche	Classe di pendenza	Unità litologica tecnica	Classe di pericolosità	Sintesi
18	ACC	nn	3	B5/Bc	G1 BASSA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ad Argille e Calcari - nessuna forma erosiva evidente - pendenza compresa tra 10% e 15% - rocce stratificate con alternanze disordinate e/o caotiche di livelli lapidei - nessuna propensione al dissesto.
19	ACC	Es	4	B5/Bc	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ad Argille e Calcari - fenomeni di erosione superficiale - pendenza compresa tra 15% e 25% - rocce stratificate con alternanze disordinate e/o caotiche di livelli lapidei - bassa propensione al dissesto.
20	a1	Fq	2	F.t1/2	G3 ELEVATA	Sostegno ubicato in area di frana con tipo di movimento indeterminato - corpo di frana quiescente - pendenza compresa tra 5% e 10% - materiale limoso argilloso / sabbioso con consistenza limitata o nulla - media propensione al dissesto.
21	OLP	Es	5	B3	G2 MEDIA	Sostegno ubicato su terreni appartenenti ai Conglomerati di Olivola - fenomeni di erosione superficiale - pendenza compresa tra 25% e 35% - rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei - bassa propensione al dissesto.
22	aa	nn	5	X	G3 ELEVATA	Sostegno ubicato su deposito di versante - nessuna forma di erosione superficiale - pendenza tra 25% e 35% - materiali di origine antropica con consistenza variabile da elevata a nulla - media propensione al dissesto

Tabella 7-1: Sintesi dei caratteri geologici, geomorfologici, clivometrici e di pericolosità geomorfologica

## 8 BIBLIOGRAFIA

### Documenti consultati:

- AA.VV. Guide geologiche regionali;
- Comune di Pontremoli - Piano Strutturale Comunale;
- Provincia di Massa Carrara - Piano Territoriale di Coordinamento;
- Regione Toscana – Piano di Indirizzo Territoriale;
- Regione Toscana – Piano Regionale Attività Estrattive;
- Regione Toscana – Piano Regionale Agricolo Forestale;
- Regione Toscana - Carta dei Suoli;
- Regione Toscana – Cartografia Geologica Regionale;
- Regione Toscana – Sismotettonica dell'Appennino Settentrionale;
- Regione Toscana – Piano di tutela delle acque della Toscana;
- Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Magra e del Torrente Parmignola;

### Siti WEB consultati:

- [www.ingv.it](http://www.ingv.it)
- [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)
- [www.minambiente.it/](http://www.minambiente.it/)
- [www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)
- [www.regione.toscana.it/-/geologia](http://www.regione.toscana.it/-/geologia)
- [www.adbmagra.it](http://www.adbmagra.it)
- [www.provincia.ms.it](http://www.provincia.ms.it)
- [www.comune.pontremoli.ms.it](http://www.comune.pontremoli.ms.it)
- [www.google.it/earth](http://www.google.it/earth)

## 9 ELENCO DEGLI ELABORATI RICHIAMATI

Sigla documento	Descrizione	Rev
DU23037C1BDX33672	"Corografia"	Rev. 00 del 28/03/2018
DU23037C1BDX33675	"Carta tecnica del progetto"	Rev. 00 del 28/03/2018
DU23037C1BDX33708	"Carta tematica geologica"	Rev. 00 del 28/03/2018
DU23037C1BDX33712	"Carta tematica della compatibilità con il vincolo idrogeologico"	Rev. 00 del 28/03/2018
RU23037C1BDX33688	"Piano di gestione terre e rocce da scavo - Due Diligence"	Rev. 00 del 28/03/2018