

**VARIANTE NEL COMUNE DI CHIGNOLO PO (PV)
DELL'ELETTRODOTTO AEREO A 380 KV IN SEMPLICE TERNA
S.E. LACCHIARELLA - S.E. CHIGNOLO PO T.374**

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

ORDINE GABRIELLA
degli CHIPELLINO
ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
della provincia di sezione A
TREVISO settore pianificazione territoriale
PIANIFICATORE TERRITORIALE
Chiellino



Storia delle revisioni

Storia delle revisioni		
00	Del 28/10/2015	Prima Emissione

Elaborato		Verificato		Approvato	
		V. De Santis (ING/SI-SAM)		N. Rivabene (ING/SI-SAM)	

m0110302SR

Sommario

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
	2.1 Descrizione del tracciato	6
	2.2 Movimento Terre	9
3	QUADRO GEOLOGICO	10
	3.1 Inquadramento Pedologico	10
	3.2 Inquadramento Geologico – Strutturale	12
	3.2.1 Implicazioni Neotettoniche Legate Alla Presenza Del Colle Di San Colombano.....	12
	3.3 Caratteristiche Geologiche E Litologiche	13
	3.4 Caratteristiche Geomorfologiche.....	16
	3.4.1 Elementi Paleoidrografici	16
	3.5 Caratteristiche Idrogeologiche	18
	3.5.1 Capacità Protettiva Dei Suoli	19
4	QUADRO GEOTECNICO	21
	4.1 Sismicità Dell'area.....	21
	4.1.1 Pericolosità, Vulnerabilità E Rischio sismico.....	21
	4.1.2 Informazioni Relative Alla Sismicità Del Territorio Comunale Di Chignolo Po (Pv).....	25
	4.1.3 Quadro Normativo Nazionale E Regionale	28
	4.1.4 Adempimenti relativi alla classe Sismica Di Sito.....	31
	4.2 Caratterizzazione Geotecnica Dei Materiali	35
	4.3 Considerazioni Sulla Progettazione Geotecnica.....	37

Indice Tabelle

Tabella 2.1. Schema di picchettazione.....	7
Tabella 3.1 - Caratteristiche Pedologiche del tracciato di progetto.....	11
Tabella 4.1: Elenco dei terremoti in cui risulta citata la località di Chignolo Po (Pv)	26
Tabella 4.2: Osservazioni sismiche a Pavia.....	27
Tabella 4.3: Classificazione del territorio regionale a seguito dell'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03	30
Tabella 4.4: Provincia di Pavia - Raffronto tra il precedente quadro normativo e l'attuale	30
Tabella 4.5: Provincia di Pavia - Comuni ricadenti in zona 2 e zona 3 dopo l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/0331	
Tabella 4.6: Livello di approfondimento dello studio in relazione alla zona sismica di appartenenza	33

Indice Figure

Figura 2.1. Tracciato linea attuale e tracciato di variante.....	7
Figura 2.2. Raccordo nord presso il sostegno esistente 62(es).....	8
Figura 2.3. Raccordo sud presso il sostegno esistente 45(es) e identificazione del primo sostegno da demolire della linea attuale (sostegno 048)	8
Figura 3.1: Estratto di Carta Pedologica.....	11
Figura 3.2: Estratto di Carta Geologico - Geomorfologica - Componente Geologica	15
Figura 3.3: Estratto di Carta Geologico - Geomorfologica - Componente Geomorfologica.....	17
Figura 3.4: Estratto di Carta Idrogeologica.....	20
Figura 4.1: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV, aprile 2004)	22
Figura 4.2: Mappa di pericolosità sismica territorio nazionale. Dettaglio Reg. Lombardia (INGV, apr. 2004).....	23
Figura 4.3: Zonazione sismogenetica ZS9	28
Figura 4.4: Estratto di Carta della Pericolosità sismica locale.....	34
Figura 4.5: Estratto di Carta Geologico Applicativa.....	36

Indice Tavole

Titolo elaborato	Codifica elaborato	Scala
Carta Geolitologica – Geomorfologica	DEBR12001BSA00605_01	1:16.000
Carta Idrogeologica e della vulnerabilità della falda superficiale	DEBR12001BSA00605_02	1:16.000

1 PREMESSA

Il presente lavoro, redatto dalla società eAmbiente S.r.l., con sede operativa a Venezia Marghera su commissione della società Terna Rete Italia S.p.A. – Direzione Pianificazione e Sviluppo Rete – consiste nella Relazione Geologica Preliminare allegata allo Studio per la verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale della variante aerea alla linea a 380 kV “Lacchiarella – Chignolo Po”.

L'opera si inserisce in un quadro di interventi finalizzati alla razionalizzazione della rete elettrica esistente associate ad interventi di sviluppo della stessa. Tra le esigenze di razionalizzazione è emersa quella relativa all'esistente linea a 380 kV “Lacchiarella – Chignolo Po” nel tratto compreso tra i sostegni esistenti P.61 – P.48, di lunghezza approssimativa di 5,6 km, nell'ambito del territorio comunale di Chignolo Po.

Il presente elaborato rappresenta un documento di carattere preliminare, la sua predisposizione è stata effettuata senza eseguire prove dirette in situ, ma consultando i documenti bibliografici esistenti sulla materia in oggetto.

In particolare sono stati consultati i seguenti documenti ufficiali di Pianificazione Territoriale:

- Comune di Chignolo Po - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013);
- Comune di Miradolo Terme - Studio Geologico del Territorio Comunale Allegato al Piano di Governo del Territorio (Dott. Geol. Felice Sacchi - giu. 2013);
- Comune di Santa Cristina - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013);

Dalla disamina delle informazioni bibliografiche disponibili e dal raffronto con i dati di progetto è stato poi definito il quadro delle eventuali attività di investigazione integrativa da svolgere al fine di dipanare gli eventuali profili di indeterminatezza sitospecifica.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

In data 17 novembre 2010 il Ministero dello Sviluppo Economico con Decreto N.239/EL-147/130/2010 ha autorizzato Terna alla costruzione e messa in esercizio dell'elettrodotto a 380 kV "Trino - Lacchiarella".

Il Comune di Chignolo Po ha preso parte attiva all'attività di concertazione finalizzata alla localizzazione condivisa dell'elettrodotto "Trino - Lacchiarella" sottoscrivendo con Tema un Protocollo d'Intesa. Nell'ambito di questa attività Terna e il Comune di Chignolo Po hanno concordato le opere di razionalizzazione della Rete Elettrica esistente associate all'intervento di Sviluppo. Tra le esigenze di razionalizzazione è emersa quella relativa all'esistente linea a 380 kV "Lacchiarella - Chignolo Po" nel tratto compreso tra i sostegni esistenti P.61 - P.48, di lunghezza approssimativa di 6 km nell'ambito del territorio comunale di Chignolo Po.

Terna, facendo riferimento alle indicazioni del vigente Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale si è quindi attivata, congiuntamente con il Comune di Chignolo Po, al fine di condividere in maniera definitiva e formale la localizzazione di massima relativa alla variante aerea della linea a 380 kV "Lacchiarella - Chignolo Po" nell'ambito del territorio comunale di Chignolo Po.

Questo è culminato nel Protocollo d'intesa per la Variante alla linea a 380 kV Chignolo Po - Lacchiarella nel Comune di Chignolo Po (PV) stipulato in data 27.11.2013 e approvato dal Comune con Deliberazione n. 143 del 29.10.2013 in cui si definiscono, da un lato, la fascia di fattibilità entro la quale Terna Rete Italia è tenuta a realizzare la variante, dall'altro gli impegni assunti dal Comune in ordine a coadiuvare e facilitare, per le questioni di propria competenza, il processo che condurrà all'autorizzazione e realizzazione dell'opera.

La definizione del nuovo tracciato è finalizzata allo spostamento verso il margine occidentale del confine comunale, della linea di alta tensione che attraversa i quartieri posti a Sud del capoluogo, lambisce il cimitero e corre ad est della nuova zona industriale sorta lungo la S.P. n. 32. La tratta sarà realizzata con sostegni unificati di tipo semplice a traliccio, di tipo simile a quelli impiegati nella restante porzione di linea. Terna Rete Italia si impegna a garantire il rispetto della localizzazione delle opere ed il comune di Chignolo Po si impegna a rendersi parte attiva, per quanto possibile, per l'accelerazione dell'iter autorizzativo, per supportare Terna Rete Italia presso gli Enti Competenti per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie, per rendere coerente il progetto con la pianificazione in materia urbanistica e ambientale, per rimuovere tutte le cause dipendenti dalla propria competenza che possano creare ostacoli alla realizzazione dell'intero progetto di razionalizzazione e favorire accordi con i proprietari dei terreni interessati.

2.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato dell'elettrodotto 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 naturalistico, 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, per quanto possibile, l'interessamento di aree di particolare interesse paesaggistico e ambientale.

In particolare, i criteri principali seguiti per le scelte progettuali di localizzazione tracciato sono riconducibili a:

- minimizzare l'esposizione a Campi Elettro-Magnetici, mantenendo la maggior distanza possibile dalle abitazioni per mantenere il limite massimo di esposizione ben al di sotto dei limiti imposti dalla normativa italiana.
- minimizzare gli impatti paesaggistici tramite l'utilizzo di quinte morfologiche e vegetali mascheranti e anche tramite l'utilizzazione estensiva di sostegni a basso-impatto (sostegni tubolari) e cromatismi compatibili con il paesaggio (che saranno comunque concordati con gli EE.LL.).
- minimizzare l'impatto con aree a tutela ambientale e naturalistica realizzata tramite il preventivo coinvolgimento degli organi preposti.
- pianificare l'inserimento del nuovo elettrodotto tenendo conto delle richieste delle amministrazioni comunali di spostare le esistenti linee 380 kV (dove tecnicamente possibile) in porzioni di territorio che non interferiscano con lo sviluppo già in atto o possibile dei centri urbani. Conseguentemente, in tutta la parte restante di tracciato, l'altezza totale prevista per i sostegni tenderà ad essere inferiore a 60 m, tale da non avere la necessità di posare sfere segnaletiche e colorazione segnaletica per i sostegni (imposte per la sicurezza del volo aereo) al fine di ridurre l'impatto ambientale
- poter inserire sui due assi paralleli (380kV doppia terna in progetto e 380kV semplice terna nei tratti interessati dal riassetto) la stessa tipologia di sostegni (tradizionali a traliccio o tubolari) al fine di una migliore compatibilità ambientale
- prevedere il franco di progetto minimo dal suolo sui nuovi assi di 15 m: tale valore è ampiamente superiore sia ai limiti minimi imposti dalla normativa sia alla situazione di franco minimo per le linee a 380 kV attualmente esistenti in quest'area a vocazione essenzialmente agricola.

Il progetto prevede la realizzazione di 16 nuovi sostegni a traliccio serie 380 kV ST in luogo di 14 sostegni esistenti con lo scopo di allontanare la linea dai luoghi edificati "spostandone" il tracciato verso il confine est del Comune di Chignolo Po.

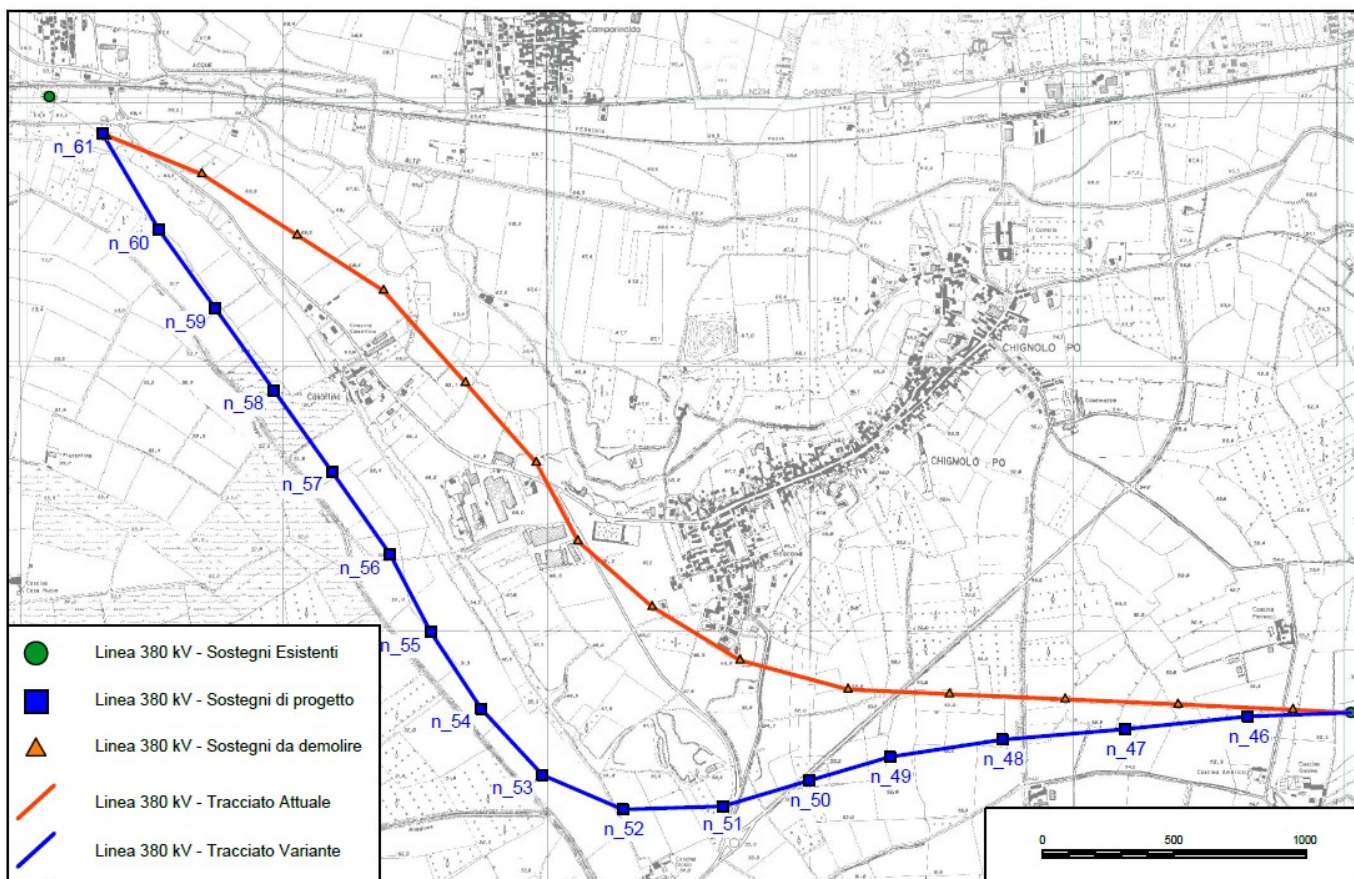


Figura 2.1. Tracciato linea attuale e tracciato di variante

Tabella 2.1. Schema di picchettazione

Numero sostegno	Tipo Palo	Caratteristiche sostegno	H totale (m)	Coordinate sostegno	
				X	Y
62 (es)	Sospensione			1.535.082,4500	5.001.003,3600
n_61	Amarro	CA st	34,0	1.535.284,7200	5.000.863,2100
n_60	Sospensione	MV st	40,4	1.535.498,7300	5.000.498,2200
n_59	Sospensione	MV st	37,4	1.535.712,4600	5.000.199,7200
n_58	Sospensione	MV st	40,4	1.535.934,6400	4.999.889,4200
n_57	Sospensione	MV st	40,4	1.536.157,8100	4.999.577,7400
n_56	Sospensione	MV st	37,4	1.536.376,2900	4.999.267,6200
n_55	Sospensione	MV st	37,4	1.536.530,3200	4.998.973,5200
n_54	Sospensione	PV st	37,4	1.536.723,6000	4.998.679,9300
n_53	Sospensione	VL st	37,4	1.536.955,3900	4.998.429,5000
n_52	Sospensione	VL st	37,4	1.537.260,0100	4.998.299,2700
n_51	Sospensione	PV st	37,4	1.537.639,2900	4.998.310,6000
n_50	Sospensione	MV st	37,4	1.537.969,1700	4.998.409,2700
n_49	Sospensione	MV st	34,4	1.538.273,9200	4.998.498,1700
n_48	Sospensione	MV st	43,4	1.538.701,0600	4.998.563,6500
n_47	Sospensione	MV st	46,4	1.539.166,7100	4.998.603,4300
n_46	Sospensione	MV st	46,4	1.539.633,4200	4.998.651,8600
45 (es) ex n_47	Amarro			1.540.024,3000	4.998.666,4400
44 (es) ex n_46	Amarro			1.540.376,2135	4.998.683,2755
PC	Portale			1.540.418,9950	4.998.680,4550

n.b.: in grassetto i sostegni di progetto

A nord, il tracciato della variante si raccorda con la linea esistente presso il nuovo sostegno identificato con il codice n_61, da qui la linea elettrica si unisce al tracciato esistente in corrispondenza del sostegno 62(es) ubicato in Comune di Miradolo Terme, poco distante dalla SP 234.

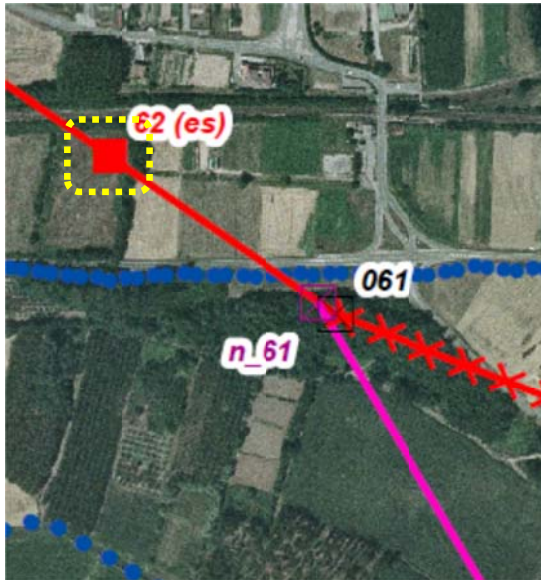


Figura 2.2. Raccordo nord presso il sostegno esistente 62(es)

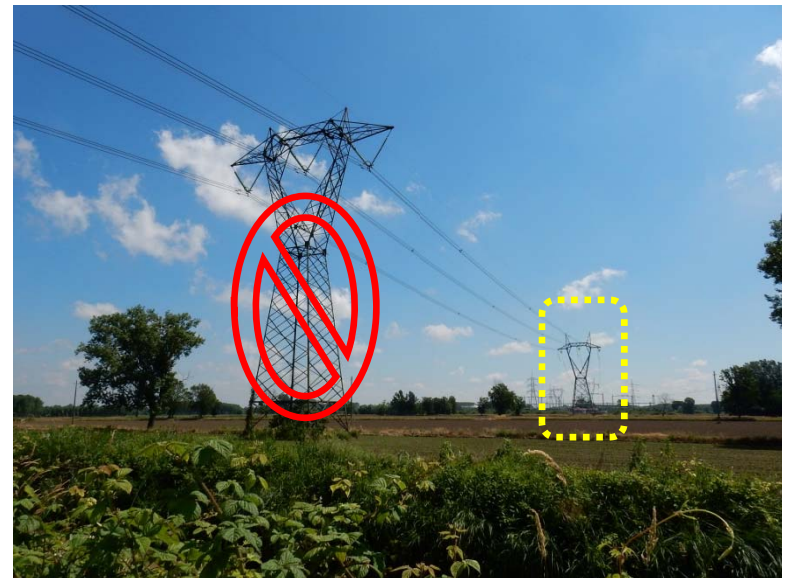
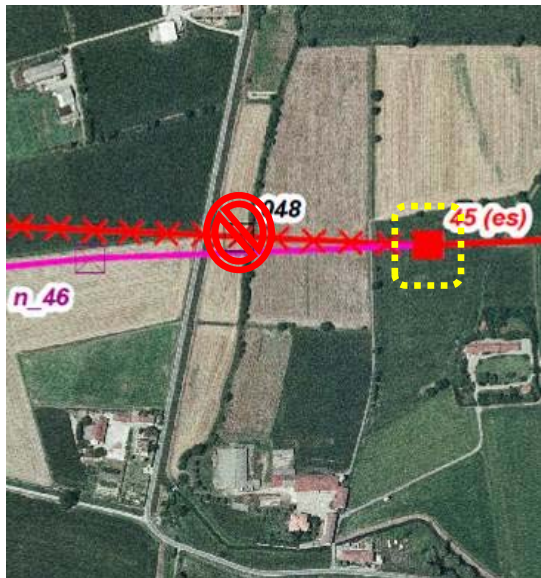


Figura 2.3. Raccordo sud presso il sostegno esistente 45(es) e identificazione del primo sostegno da demolire della linea attuale (sostegno 048)

2.2 MOVIMENTO TERRE

ai fini del calcolo delle volumetrie di terre da scavo movimentate, in questa fase progettuale si procederà alla definizione di uno scenario ipotetico di scavo basato su stime generiche.

In sede di progettazione definitiva ed esecutiva si provvederà al computo dettagliato sulle opere di movimento terra.

In via estimativa e preliminare, le volumetrie interessate per una linea aerea a 380 kV potrebbe essere di circa 400 m³ a chilometro lineare. Il progetto di cui al presente elaborato comporterà, quindi, la movimentazione di circa 2.500 m³ di materiale da scavo che potrà essere utilizzato nella quasi totalità per il ripristino dell'area di scavo dei plinti.

Il volume eccedente, potrà comunque essere utilizzato per rimodellare la base dei sostegni al fine di dare continuità con il piano campagna circostante.

3 QUADRO GEOLOGICO

3.1 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

In corrispondenza del territorio comunale di Chignolo Po sono presenti tre sistemi di pedo-paesaggio con cui viene catalogato il territorio lombardo. Essi sono:

- il sistema dei terrazzi rilevati sull'attuale pianura (R);
- il sistema della piana fluvioglaciale e fluviale costituente il livello fondamentale della pianura (L);
- il sistema delle valli alluvionali di pianura (V).

Il limite morfologico tra i tre sistemi è contrassegnato dalle scarpate d'erosione fluviale, per quanto localmente rimodellate od obliterate. I tre sistemi sono stati suddivisi in sottosistemi e unità di paesaggio, che rappresentano ambiti morfogenetici più circoscritti. Per ogni sistema o sottosistema sono descritti i principali fattori della pedogenesi collegandoli alla classificazione dei suoli espressa a livello di grande gruppo Soil Taxonomy (Keys, 1994).

Nelle superfici del sistema della piana fluvioglaciale e fluviale costituente il livello fondamentale della pianura (L), sono presenti suoli in genere evoluti (Haplustals), talvolta con profilo disturbato dall'erosione o dall'attività antropica. Solo localmente la presenza di depositi grossolani fin dalla superficie o la minore età delle superfici determinano suoli con caratteri meno evoluti (Ustochrepts).

Il sistema L è rappresentato nell'area dal sottosistema LF, contraddistinto dalla presenza di un'idrografia organizzata di tipo meandriforme costituita esclusivamente da sedimenti fluviali fini, privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel suolo ("bassa pianura sabbiosa"). Esso rappresenta le aree più stabili dal punto di vista geomorfologico, a bassa energia di rilievo e senza evidenze morfologiche particolari.

Nelle superfici del sistema di paesaggio delle valli alluvionali (V) è presente il sottosistema VA (alluvioni più recenti). I suoli sono generalmente poco evoluti, con un orizzonte profondo di alterazione poco evidente (Ustochrepts); suoli con evidente decarbonatazione ed accumulo profondo di carbonati si rinvengono solamente in aree caratterizzate da rotte o meandri molto antichi. Suoli a basso o nullo grado di differenziazione dai sedimenti fluviali originari (Ustifluvents ed Ustipsamments) sono tipici delle superfici a più alto rischio di inondazione della piana del Po, ma possono essere reperiti anche in ventagli di rotta recenti (rotte del 1951 e 1994).

In queste superfici i suoli sono poco o per nulla evoluti; la pedogenesi appare infatti essere stata condizionata dal drenaggio difficoltoso e dalla granulometria grossolana dei materiali di partenza che hanno consentito una limitata differenziazione dei suoli rispetto ai sedimenti originari oppure hanno mantenuto le peculiarità dei sedimenti originari senza alcuna differenziazione di orizzonti genetici.

Il territorio di Chignolo Po risulta essere intensamente coltivato. Agricoltura e allevamento sono rappresentate dalle produzioni di cereali, quali mais, grano, erbe da foraggio per l'allevamento bovino (accompagnato dalla presenza di industria casearia), e pioppeti, che grazie alla ricchezza idrica, troviamo concentrate nella fascia prossima al corso del fiume Po.

L'area di progetto in particolare, come evidenziato nella successiva Figura 3.1, è caratterizzata dalla presenza di 2 diverse tipologie di Unità Cartografiche che sono dettagliatamente descritte nella successiva tabella:

Tabella 3.1 - Caratteristiche Pedologiche del tracciato di progetto

Sostegni di progetto	Unità Cartografiche Pedologiche			Descrizione
	Num.	Sigla	Profilo di Riferimento	
46 - 47 - 48 - 49 - 50 - 51 - 52	40	OLZ1	P56 B7d5-4	Suoli molto profondi su limi non calcarei, a tessitura media, reazione subacida in superficie (0-40 cm) e subalcalina in profondità (40-100 cm), TSB basso in superficie (0-40 cm) e medio in profondità (40-100 cm), CSC bassa in superficie (0-40 cm) e elevata in profondità (40-100 cm), drenaggio lento per apporti idrici quasi continui (in risaia) o mediocre.
53 - 54 - 55 - 56 - 57 - 58 - 59 - 60 - 61	46	POC1 VIC1	P26 B7d5-3 P29 B7e5-3	Complesso di: suoli poco profondi limitati da orizzonti a gley, tessitura moderatamente grossolana o grossolana in superficie (0-50 cm), con intercalazioni di strati torbosi, reazione neutra, TSB medio, CSC elevata, drenaggio lento; e di: suoli poco profondi limitati da orizzonti a gley, tessitura moderatamente fine, reazione neutra, TSB alto, CSC molto elevata, drenaggio molto lento per permeabilità bassa (in risaia) o lento.

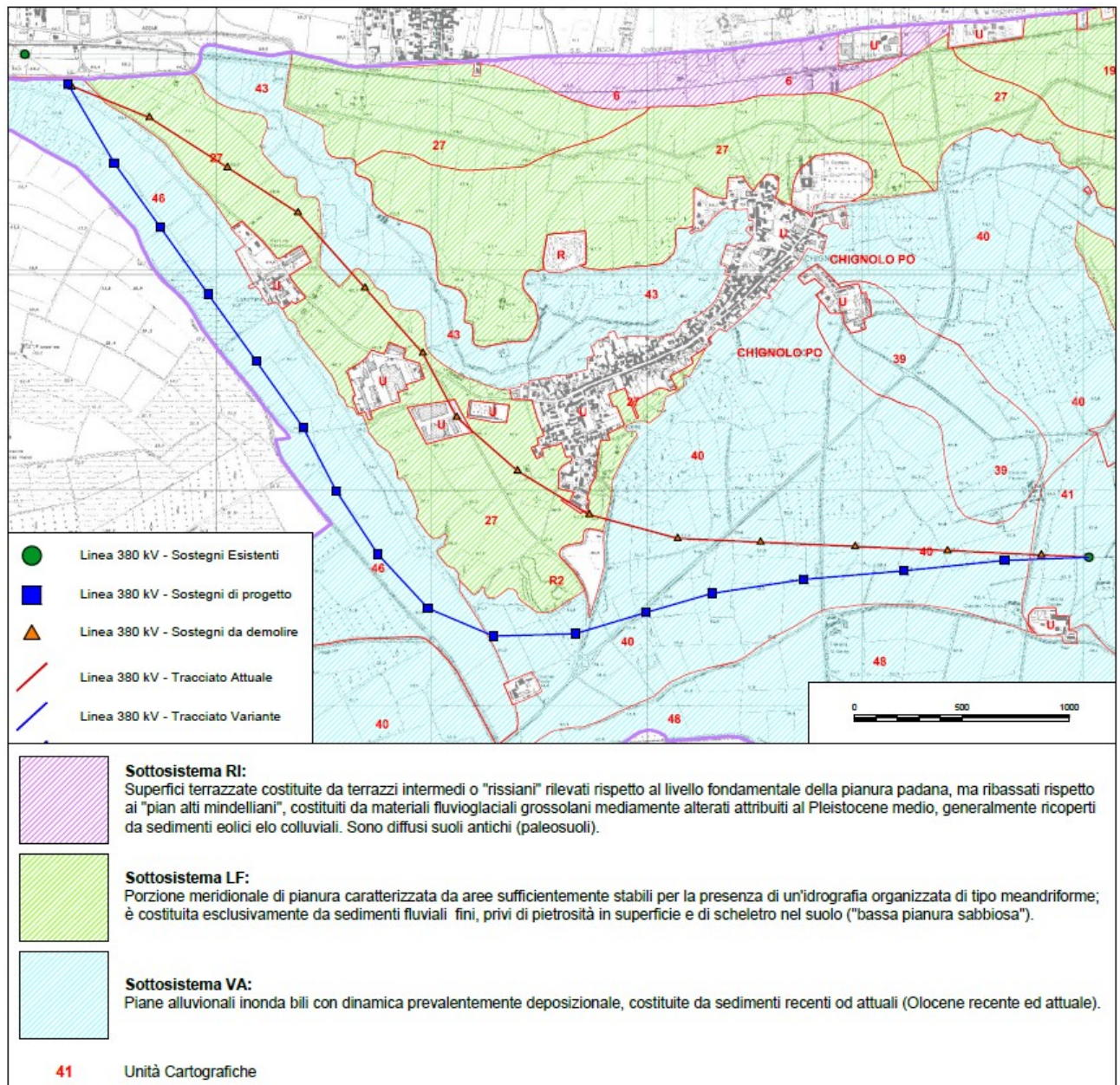


Figura 3.1: Estratto di Carta Pedologica

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

L'assetto geologico delle aree oggetto di investigazione è caratterizzata dalla sovrapposizione di una coltre alluvionale deposta dal Fiume Po su di un basamento marino piegato e fagliato, denota una gamma di situazioni assai differenziate, in grado di influenzare sensibilmente la circolazione idrica sotterranea.

In particolare, il settore di pianura pavese prospiciente il rilievo isolato del Colle di San Colombano (situato immediatamente a Nord del Comune di Chignolo Po), è caratterizzato dalla vicinanza al piano campagna di un substrato roccioso costituito da rocce marine quaternarie (Calabriano) e prequaternarie (Tortoniano).

Il sollevamento dei questi depositi marini ha influenzato lo spessore dei depositi continentali creando due zone distinte: l'ambito della pianura pavese e milanese dove lo spessore raggiunge i 200-300 metri (a Nord del Colle di San Colombano), e la zona compresa fra il fiume Olona e il fiume Lambro, dove la coltre alluvionale presenta uno spessore compreso tra un minimo di 12÷13 metri ed un massimo di 30 metri.

In quest'ultima zona, inoltre, la superficie di appoggio tra le stesse alluvioni e il substrato si avvicina costantemente al piano campagna procedendo da Sud verso Nord, con inclinazioni assai variabili da luogo a luogo, in funzione della conformazione strutturale del basamento, fino ad annullarsi in corrispondenza del Colle di San Colombano.

In generale quindi, procedendo dalla pianura verso il Colle di San Colombano, la sezione delle coltri risulta cuneiforme e la loro immersione risulta ruotare di 360° attorno allo stesso Colle.

3.2.1 IMPLICAZIONI NEOTETTONICHE LEGATE ALLA PRESENZA DEL COLLE DI SAN COLOMBANO

Il Colle di San Colombano si sviluppa per 70-80 metri sulla quota media del "Piano Generale Terrazzato", ha una forma stretta e allungata lungo la direttrice WNW-ESE (estendendosi per circa 2 Km in larghezza e 8 Km in lunghezza) e raggiunge i 146 metri di altitudine presso la località di Madonna del Monte.

Il rilievo nel suo complesso presenta un profilo asimmetrico, con elevate pendenze (intorno ai 40°~45°) sul fianco orientale e pendenze più dolci (intorno ai 30°) su quello occidentale arrivando, nei dintorni di Monteleone, a costituire un lieve declivio che si raccorda con la circostante pianura.

Gli ordini di terrazzi alluvionali che in alcuni settori lo rivestono, se visti in sezione longitudinale, appaiono altimetricamente arcuati, indice del lento ma progressivo innalzamento dell'anticlinale che, grazie alle ricerche effettuate (prospezioni A.G.I.P. dei decenni passati), risulta essere l'elemento strutturale dominante (più precisamente, si tratta di una piega anticlinale asimmetrica molto fagliata, con asse disposto in direzione W-E e con piano assiale emergente dalla pianura circa 2 km a nord dal rilievo collinare -Desio A., 1966; Pieri M. e Groppi G., 1981-).

Tale struttura è strettamente legata all'apparato appenninico, in particolare allo "Sperone di Stradella",

e ne rappresenta la porzione affiorante più avanzata.

Oltre alle prospezioni A.G.I.P., altre prove a conferma della natura di tali strutture e della continua attività tettonica dell'area in epoca recente, sono rappresentate da:

- L'incurvamento altimetrico verso l'alto dei vari depositi alluvionali, non solo di quelli più vecchi portati alla luce dal sollevamento, ma anche di quelli più giovani che si raccordano al Colle. Facendo riferimento alle pendici settentrionali notiamo che alcuni di questi depositi (Fluviale Recente), presentano giaciture anche di 5°-10° con immersione verso nord, quindi l'opposto di ciò che avviene nella circostante pianura;
- Le varie ondulazioni del Piano Generale Terrazzato, come nella zona a Sud di Inverno;
- L'aumentata velocità del fiume Lambro che ha provocato una violenta azione di erosione del suo tratto terminale soprattutto nelle alluvioni oloceniche;
- Le deviazioni del reticolo idrografico, ed in particolare del fiume Lambro Meridionale, verso Nord-Est.

3.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE

Nel complesso il territorio del Comune di Chignolo Po risulta modellato all'interno di sedimenti quaternari continentali di origine alluvionale (cfr.

Titolo elaborato	Codifica elaborato	Scala
Carta Geolitologica – Geomorfologica	DEBR12001BSA00605_01	1:16.000
Carta Idrogeologica e della vulnerabilità della falda superficiale	DEBR12001BSA00605_02	1:16.000

), abbandonati dal Fiume Po e dal suo tributario Lambro Settentrionale in relazione alle vicende climatiche che hanno caratterizzato la regione nel Pleistocene (glaciazioni) e nell'Olocene (normale avvicendamento di piene e magre). In particolare, i vari depositi continentali sono stati raggruppati nelle seguenti unità lito-stratigrafiche:

- **ALLUVIONI ATTUALI (OLOCENE SUPERIORE -ATTUALE) UNITÀ DI BADIA PAVESE** La composizione litologica dei depositi comprende limi, sabbie e ghiaie prevalenti, con disposizione casuale, legata alle divagazioni del fiume Po in epoca antecedente la realizzazione delle opere di arginatura che ne hanno, di fatto, "congelato" il tracciato. Localmente associati a questi depositi si rinvengono intercalati dei livelli torbosi. L'Unità di Badia Pavese occupa la porzione di pianura compresa nella fascia di meandreggiamento recente del fiume Po, caratterizzata dalla presenza delle tracce dei paleomeandri dello stesso corso d'acqua, originatisi in epoca storica. Lo stesso fiume Po è inoltre responsabile del modellamento della scarpata, alta in alcuni punti anche 12-15 metri, che separa l'unità in parola dal ripiano su cui insistono gli abitati di Chignolo Po e Lambrinia.
- **ALLUVIONI RECENTI (OLOCENE MEDIO -SUPERIORE)** Limi, sabbie e ghiaie prevalenti. Questi depositi sono costituiti dai sedimenti deposti dal fiume Lambro Meridionale in epoca protostorica in

corrispondenza del solco d'erosione situato a Nord dell'abitato di Chignolo Po, la cui presenza è appunto correlabile con il primitivo transito nell'area dello stesso Lambro Meridionale, che attualmente confluisce nel fiume Lambro all'altezza di Sant'Angelo Lodigiano, a Nord del Colle di San Colombano;

- **FLUVIALE RECENTE (PLEISTOCENE SUPERIORE -WURM) UNITÀ DI SANTA CRISTINA E BISSONE** Questo livello è comunemente definito "*Piano Generale Terrazzato*" (P.G.T.). L'unità è costituita da sabbie prevalenti, localmente inglobanti lenti di ghiaia, ghiaietto e/o limi più o meno sabbiosi. La parte superficiale, alterata, dello spessore medio di circa quattro metri, è generalmente costituita da sabbie o sabbie limose di colorazione brunastra e rossiccia. I depositi alluvionali di questa unità si differenziano dai precedenti per la loro posizione a quote più elevate e per la loro età, riconducibile all'ultima grande fase di espansione glaciale (Wurm).

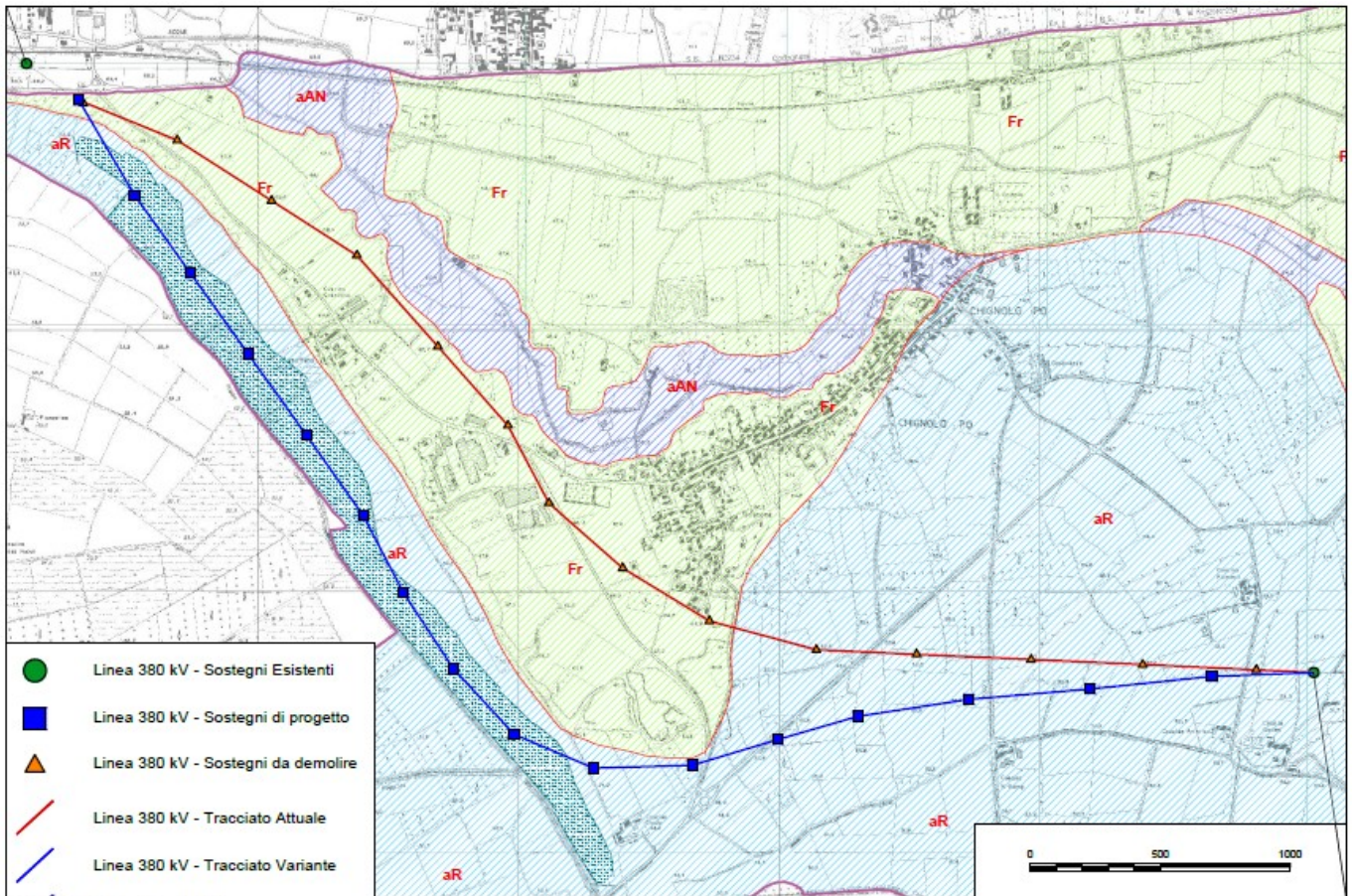
L'analisi delle litofacies e delle caratteristiche sedimentologiche dei depositi che costituiscono il primo sottosuolo dell'area studiata, è stata svolta sulla base delle informazioni stratigrafiche contenute nel documento "*Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)*" del Piano di Governo del Territorio del Comune di Chignolo Po.

Le successioni clastiche esaminate sono sostanzialmente simili, essendo caratterizzate dalla presenza di litologie in prevalenza sabbiose fino alla profondità di circa 22-23 metri, cui segue un livello di argille grigie con fossili (substrato roccioso) che si spinge sino ad una profondità minima accertata di 33 metri dal p.c.. L'orizzonte acquifero produttivo è posizionato all'incirca tra i 7 e i 15 metri di profondità, in corrispondenza di un orizzonte sabbioso-ghiaioso.

Gli orizzonti profondi a dominanza argillosa, corrispondono a depositi sedimentari di ambiente costiero e marino di età quaternaria antica e pre-quaternaria. La loro presenza a limitata profondità è da correlare con l'assetto tettonico generale dell'area, condizionato dalla vicinanza con l'alto strutturale del Colle di San Colombano, dove terreni quaternari antichi e pre-quaternari risultano direttamente affiorare in superficie.

Le condizioni idrogeologiche e la distribuzione dei livelli acquiferi risentono perciò, oltre che delle irregolarità stratigrafico - sedimentarie del materasso alluvionale, anche delle peculiarità geologiche del substrato marino.

La successiva immagine che riporta estratto della Carta geolitologica annessa al documento "*Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)*" del Piano di Governo del Territorio del Comune di Chignolo Po evidenzia come il tracciato di realizzazione dell'elettrodotto ricada completamente entro i materiali delle ALLUVIONI RECENTI costituiti da depositi fluviali a granulometrie prevalenti limoso-sabbioso-ghiaiose.



Unità di Badia di Piave

aR **ALLUVIONI RECENTI (Olocene medio - superiore):**
Depositi inferiori del Fiume Po e del Fiume Lambro, costituiti da limi, sabbie e ghiaie prevalenti; localmente associati a questi depositi si rinvencono intercalati dei livelli torbosi. Costituiscono un ripiano di poco sopraelevato rispetto alle Alluvioni Attuali.

aAN **ALLUVIONI ANTICHE (Olocene inferiore):**
Depositi costituiti da limi, sabbie e ghiaie prevalenti depositi dal Fiume Lambro meridionale in epoca protostorica in corrispondenza del solco d'erosione situato a nord dell'abitato di Chignolo Po e ribassati di circa dieci metri rispetto al "Piano Generale Terrazzato".

Unità di Santa Cristina e Bissone

Fr **FLUVIALE RECENTE (Pleistocene superiore-Wurm):**
Questi depositi costituiscono il "Piano Generale Terrazzato" (P.G.T.) o "Livello Fondamentale della Pianura" a nord del Fiume Po. Essi risultano costituiti da sabbie prevalenti, localmente inglobanti lenti di ghiaia, ghiaietto e/o limi più o meno sabbiosi. la parte superficiale, alterata, è generalmente costituita da sabbie o sabbie limose di colorazione brunastra e rossiccia.

Figura 3.2: Estratto di Carta Geologico - Geomorfologica - Componente Geologica

[fonte: Comune di Chignolo Po - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)]

3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La configurazione fisiografica del territorio è basata sulla presenza della depressione del fiume Po che, in termini generici, funge da asse di simmetria fra la pianura pavese a Nord e quella oltrepadana a Sud.

Dal punto di vista geomorfologico, la fascia di pianura pavese rivierasca al fiume Po è caratterizzata dalla presenza dei terrazzamenti alluvionali, la cui genesi è legata essenzialmente alle variazioni climatiche quaternarie. Spiccano i seguenti elementi topografici rilevati:

- il terrazzo che, delimitato da una scarpata alta in alcuni punti anche 12-15 metri, individua il ripiano morfologico su cui insistono gli abitati di Chignolo Po e Lambrinia. La stessa scarpata non presenta un andamento regolare in quanto in più punti è intaccata da tagli artificiali da ricollegare con attività estrattive e/o antropiche in genere, svoltesi in passato;
- il rilievo isolato situato poco ad Est di Chignolo Po, costituito da un lembo del “*Piano Generale Terrazzato*” rimasto isolato a causa dell’erosione del fiume Po (a Sud) e del Lambro Meridionale in epoca protostorica (a Nord);
- l’arginatura del fiume Po e del fiume Lambro, la quale si eleva di circa 7 metri rispetto alla piana circostante, nonché alcune arginature minori che bordano le rogge e i colatori facenti parte del reticolo idrografico secondario.

La superficie topografica del Piano Generale Terrazzato, la cui acclività è compresa tra il 2,0 e il 5,0‰, è in particolare caratterizzata in corrispondenza del territorio comunale di Chignolo Po dalla bassura morfologica prospiciente l’asta valliva del Colatore Nerone. Questa fascia di terreno, a debole inclinazione, risulta essere stata modellata nel corso dei secoli da spianamenti e rimodellamenti artificiali, che hanno contribuito ad addolcire le originali scarpate morfologiche.

3.4.1 ELEMENTI PALEOIDROGRAFICI

Il “Piano Generale Terrazzato” della pianura padana (P.G.T.), a Nord della linea ferroviaria Pavia – Cremona, in corrispondenza dell’alveo del Colatore Nerone risulta debolmente inciso, presentando un dislivello di circa 3 metri tra la superficie principale (quota media 71 metri s.l.m.) e lo stesso solco di erosione (quota 68 metri s.l.m.). Tale depressione, che lambisce il margine del rilievo di San Colombano, a Sud della stessa linea ferroviaria Pavia - Cremona diventa una vera e propria incisione che, in modo sempre più marcato, a Chignolo Po si porta al livello delle Alluvioni attuali.

L’entità di tale incisione, da considerarsi sproporzionata per il corso d’acqua che attualmente la solca, ne determina l’importante significato paleoidrografico. A generare tale avvallamento sarebbe infatti stato il fiume Lambro Meridionale che, fino ad epoca presumibilmente protostorica (ipotesi supportata dai dati archeologici dell’area), doveva essere un diretto affluente di sinistra del Po.

Il fiume Lambro Meridionale attualmente scorre con direzione SSE fino nei pressi di Villanterio; oltrepassato l’abitato assistiamo ad una brusca deviazione di circa 90° del suo corso in direzione ENE,

direzione che mantiene fino al punto di confluenza nel fiume Lambro Settentrionale, all'altezza di Sant'Angelo Lodigiano.

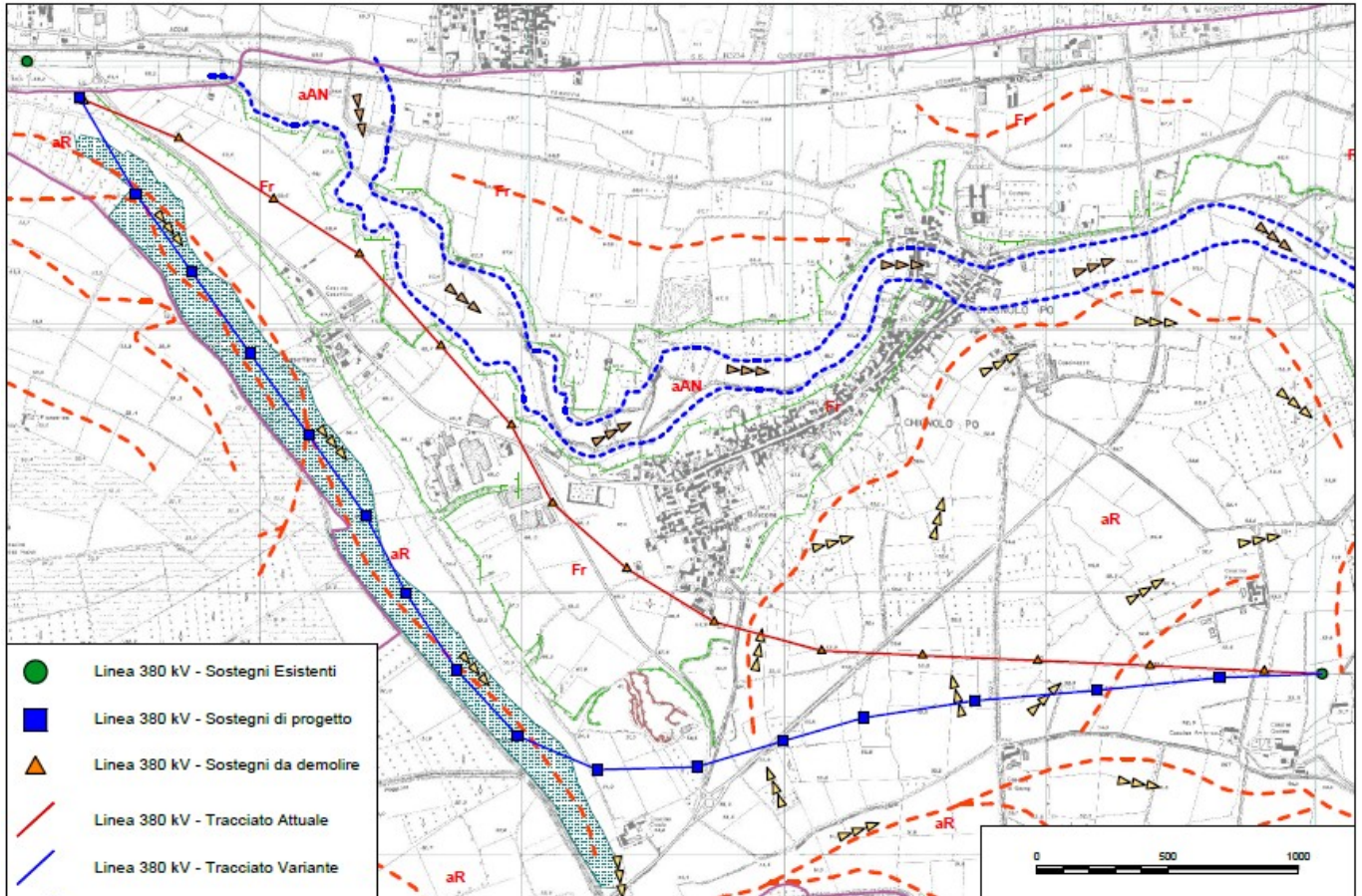


Figura 3.3: Estratto di Carta Geologico - Geomorfologica - Componente Geomorfologica

[fonte: Comune di Chignolo Po - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)]

3.5 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Nella zona in esame si realizzano condizioni favorevoli ad un'attiva circolazione idrica, con buone caratteristiche di trasmissività degli acquiferi, i quali, senza soluzione di continuità, si connettono con quelli presenti nelle zone più a Nord (territorio milanese). Queste condizioni geologiche sono ben documentate dalle stratigrafie dei pozzi presenti (cfr. *"Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica"*).

Nel sottosuolo dell'area in esame, diversi studi (tra cui *"Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia" - Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002"*), hanno evidenziato la presenza di tre unità idrostratigrafiche di rango superiore (Gruppi Acquiferi), definite da barriere di permeabilità ad estensione regionale. I Gruppi Acquiferi sono informalmente denominati Gruppo Acquifero A, Gruppo Acquifero B e Gruppo Acquifero C, così definiti partire dal piano campagna.

In corrispondenza dell'area indagata e più in generale nel settore di pianura padana compresa tra Corteolona, Santa Cristina e Bissone e Chignolo Po, le stratigrafie dei pozzi ad uso idropotabile disponibili ed utilizzate per il seguente lavoro, hanno permesso di caratterizzare in modo estremamente dettagliato il primo Gruppo Acquifero ("A").

Il Gruppo Acquifero "A" presenta, in corrispondenza del territorio comunale di Chignolo Po, il suo limite basale ad una profondità compresa tra circa - 50 metri e - 58 metri circa dal piano campagna. In termini assoluti il limite basale del Gruppo Acquifero "A" coincide rispettivamente con le quote di +20 metri e +10 metri circa s.l.m.. Il limite tra il Gruppo Acquifero "A" ed il Gruppo Acquifero "B" è individuato, nelle stratigrafie dei pozzi in parola, dalla comparsa di potenti orizzonti argillosi e/o torbosi - localmente fossiliferi -, dallo spessore variabile ma comunque plurimetrico.

Per quanto riguarda i terreni attraversati dalle perforazioni esaminate (ricadenti nel Gruppo Acquifero "A") s'individua perciò, al di sotto di una prima falda libera superficiale, almeno una falda confinata collocate all'interno di sedimenti sabbiosi e/o sabbioso-ghiaiosi, la quale ha generalmente un comportamento artesianico. Tali acquiferi non possono comunque essere equiparati a vere e proprie falde autonome, in quanto è stata verificata la loro reciproca dipendenza idrologica (cfr. *"Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia" - Regione Lombardia, Eni divisione Agip; 2002*).

L'alimentazione dell'orizzonte freatico superficiale avviene, essenzialmente, attraverso il processo di percolazione. A questa forma di alimentazione concorrono attivamente anche le irrigazioni, tanto che le escursioni della falda freatica risultano strettamente collegate ai cicli delle colture agrarie che comportano larghi consumi d'acqua per l'irrigazione.

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è riportato uno stralcio sitospecifico della Carta Idrogeologica del territorio comunale.

3.5.1 CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI

Per quanto riguarda il grado di protezione dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile, si fa riferimento alle considerazioni idrogeologiche dedotte esaminando la stratigrafia dei pozzi comunali censiti ed attualmente utilizzati ad uso idropotabile (cfr. "Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica").

Nel complesso, al fine della protezione delle acque sotterranee, dai dati raccolti emerge che il territorio studiato è dotato di coperture superficiali da molto permeabili ad impermeabili. Queste ultime, in particolare, sono costituite da argille prevalenti e localmente da torbe, in orizzonti di spessore limitato tra 1,50 e 3,00 metri e poste tra i 2,00 ed i 5,00 metri di profondità.

In relazione ai parametri sopra indicati, lo studio ha condotto all'individuazione di quattro diverse aree a diverso grado di protezione dell'acquifero principale sfruttato ad uso idropotabile.

Va in ogni caso sottolineato come il grado di protezione dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile, così come deducibile dalle elaborazioni prodotte, può tuttavia subire locali variazioni dovute da una parte a modifiche della composizione granulometrica dei sedimenti di copertura (aumento/diminuzione del rapporto sabbia/argilla), dall'altra dalla discontinuità dello spessore dei terreni di copertura argilloso - limosi superficiali.

Per quanto riguarda il grado di protezione dell'acquifero superficiale, che interessa in particolar modo l'area oggetto del presente studio, dal punto di vista idrogeologico è stata localmente accertata la presenza nel primo sottosuolo di una modesta falda freatica sospesa, generalmente profonda e arealmente discontinua. L'assetto idrogeologico di questo orizzonte acquifero, risulta strettamente condizionato dalla presenza di locali intercalazioni di livelli semipermeabili e/o impermeabili, che ne definiscono la distribuzione areale.

Dalla disamina della carta idrogeologica dell'area (cfr. allegata Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.) si può evincere che le aree attraversate dal tracciato dell'elettrodotto di progetto, siano caratterizzate da materiali a permeabilità bassa o nulla nella porzione occidentale del percorso e da materiali a permeabilità medio-bassa nella sua porzione orientale che nel complesso forniscono mediamente una buona protezione nei confronti dell'acquifero superficiale.

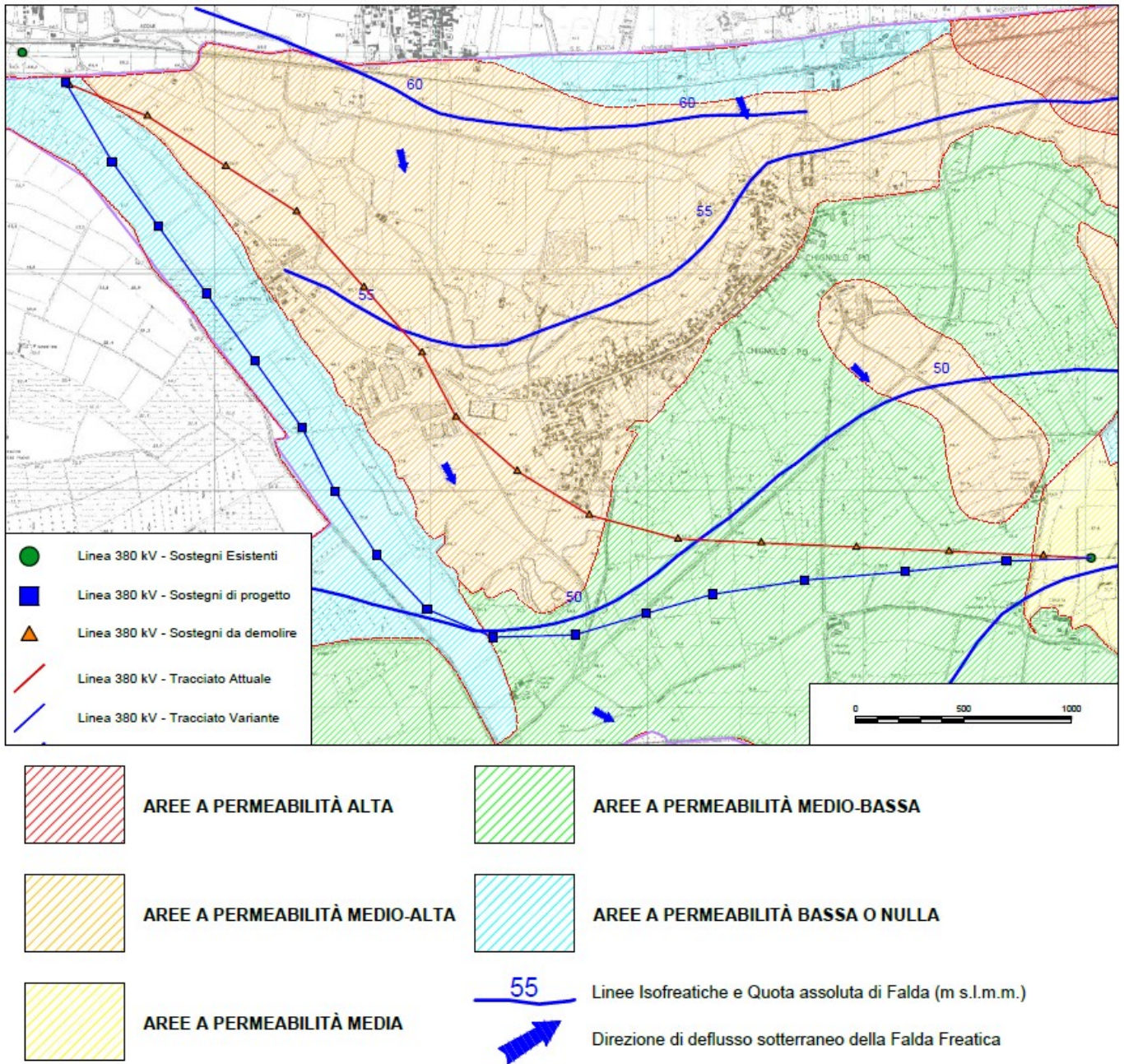


Figura 3.4: Estratto di Carta Idrogeologica

[fonte: Comune di Chignolo Po - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)]

4 QUADRO GEOTECNICO

4.1 SISMICITÀ DELL'AREA

4.1.1 PERICOLOSITÀ, VULNERABILITÀ E RISCHIO SISMICO

4.1.1.1 Pericolosità Sismica

La *PERICOLOSITÀ SISMICA* è la probabilità che si verifichi in un dato luogo o entro una data area ed entro un certo periodo di tempo un terremoto capace di causare dei danni. In termini schematici si può parlare di:

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE: La pericolosità sismica di base è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito. La pericolosità di base definisce l'entità massima dei terremoti ipotizzabili per una determinata area in un determinato intervallo di tempo: è indipendente dalla presenza di manufatti e persone ed è correlata alle caratteristiche sismo-genetiche dell'area.

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE: La pericolosità sismica locale rappresenta la modificazione indotta da particolari condizioni geologiche e/o morfologiche all'intensità con cui le onde sismiche si manifestano in superficie.

Per la determinazione della *PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE* si procede alla determinazione della sequenza temporale degli eventi sismici nel territorio considerato, ottenuta a partire dai dati contenuti in cataloghi storici dei terremoti.

Viceversa per la definizione della *PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)* vengono considerate le condizioni geologiche e geomorfologiche locali, che possono produrre delle variazioni della risposta sismica e, tra queste, le aree che presentano particolari conformazioni morfologiche (quali creste rocciose, dorsali, scarpate), dove possono verificarsi focalizzazioni dell'energia sismica incidente. Variazioni dell'ampiezza delle vibrazioni e delle frequenze si possono avere anche alla superficie di depositi alluvionali e di falde di detrito, anche con spessori di poche decine di metri, a causa dei fenomeni di riflessione multipla e di interferenza delle onde sismiche entro il deposito stesso, con conseguenti modificazioni rispetto al moto di riferimento. Altri casi di comportamento sismico anomalo dei terreni sono quelli connessi con le deformazioni permanenti e/o cedimenti dovuti a liquefazione di depositi sabbiosi saturi di acqua o a densificazioni dei terreni granulari sopra la falda, nel caso si abbiano terreni con caratteristiche meccaniche scadenti. Sono da segnalare i problemi connessi con i fenomeni di instabilità di vario tipo, come quelli di attivazioni o riattivazione di movimenti franosi e crolli di massi da pareti rocciose.

In relazione alla *PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)*, va definita l'*Amplificazione locale*, ovvero il rapporto tra l'accelerazione di picco in superficie e l'accelerazione di picco del substrato. L'accelerazione di picco in superficie può dunque essere aumentata dalle condizioni morfologiche, geologiche e geotecniche.

L'acquisizione delle conoscenze circa la *PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)* è demandata a

studi di dettaglio ed in particolare agli studi di *microzonazione sismica* (MZS), che costituiscono la base di ogni politica di difesa dai terremoti, prima e dopo gli eventi sismici. Ne consegue che la prevenzione del rischio sismico trova la sua naturale applicazione nella programmazione territoriale e nella pianificazione urbanistica.

Per quanto concerne lo studio della *PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE*, sono state avviate numerose attività di ricerca, la più importante delle quali ha portato nell'aprile 2004 alla redazione della nuova *Carta della pericolosità sismica del territorio italiano* (cfr. successiva figura)

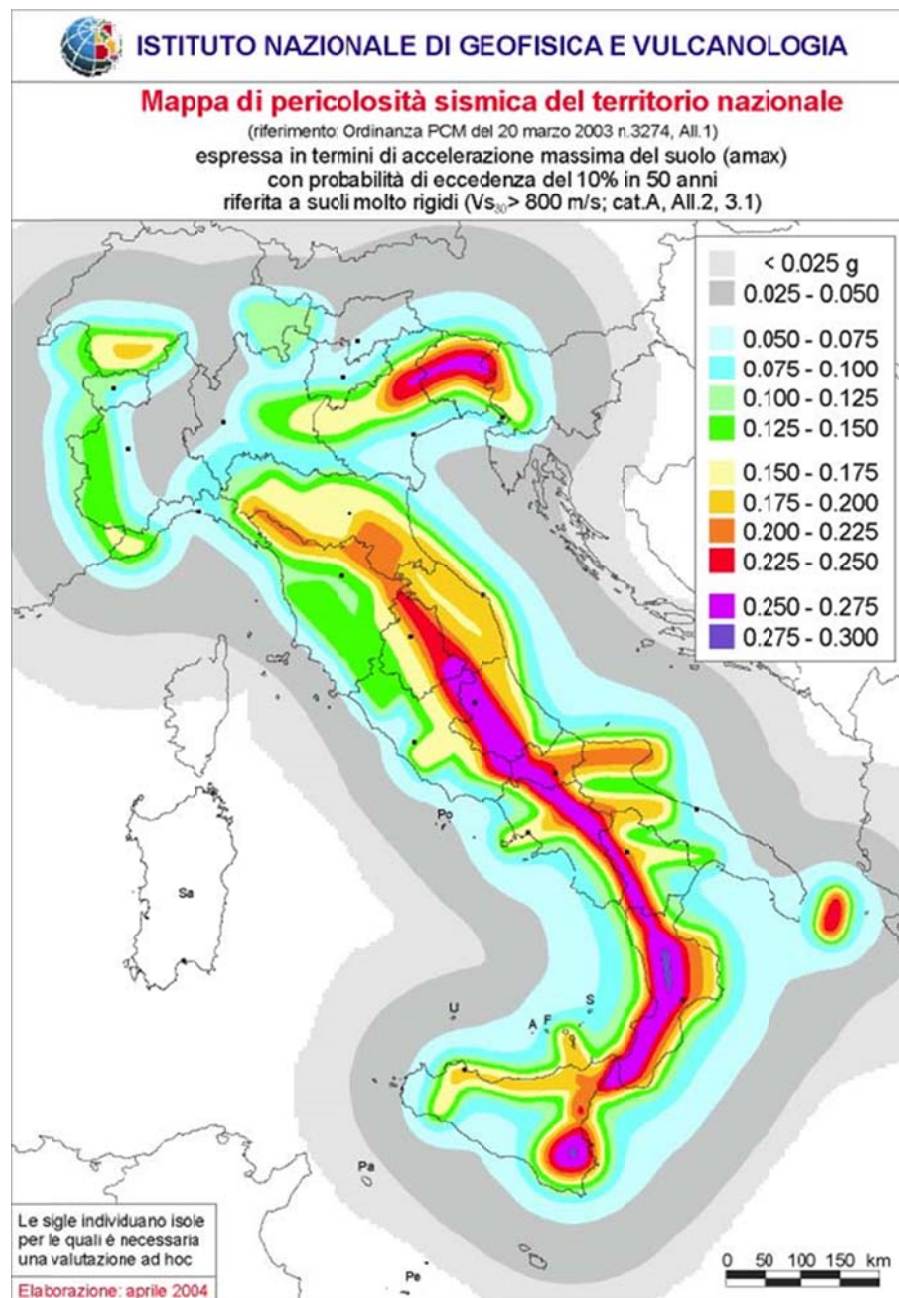


Figura 4.1: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV, aprile 2004)

Nella nuova Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione

massima del suolo (a_{max}) per suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/sec, cat. A, paragrafo 4.3.1), viene rappresentata l'attesa probabilistica di terremoti (periodo di ritorno $T_r = 475$ anni), caratterizzati da maggiore o minore energia. Osservando la mappa emerge chiaramente come le aree in cui l'attesa sismica è più significativa corrispondono al settore nord-orientale (Friuli Venezia Giulia e parte del Veneto), l'Appennino settentrionale, l'Appennino centrale e meridionale, l'arco calabro e la Sicilia orientale. Dall'esame della mappa di dettaglio per la Regione Lombardia (Fig. 8), si può osservare che la Provincia di Pavia è ricompresa in valori di a_{max} mediamente bassi ($0.025 \text{ g} < a_{max} < 0.125 \text{ g}$). Tali valori di picco sono indotti da attività sismica proveniente dalle vicine aree sismogenetiche nord-appenninica e gardesana. Va comunque precisato che nel rapporto conclusivo, gli stessi estensori della Mappa suggeriscono comunque di non trascurare la sismicità delle aree rappresentate in grigio, poiché anche in queste zone possono manifestarsi terremoti con intensità significativa ($M = 5$)

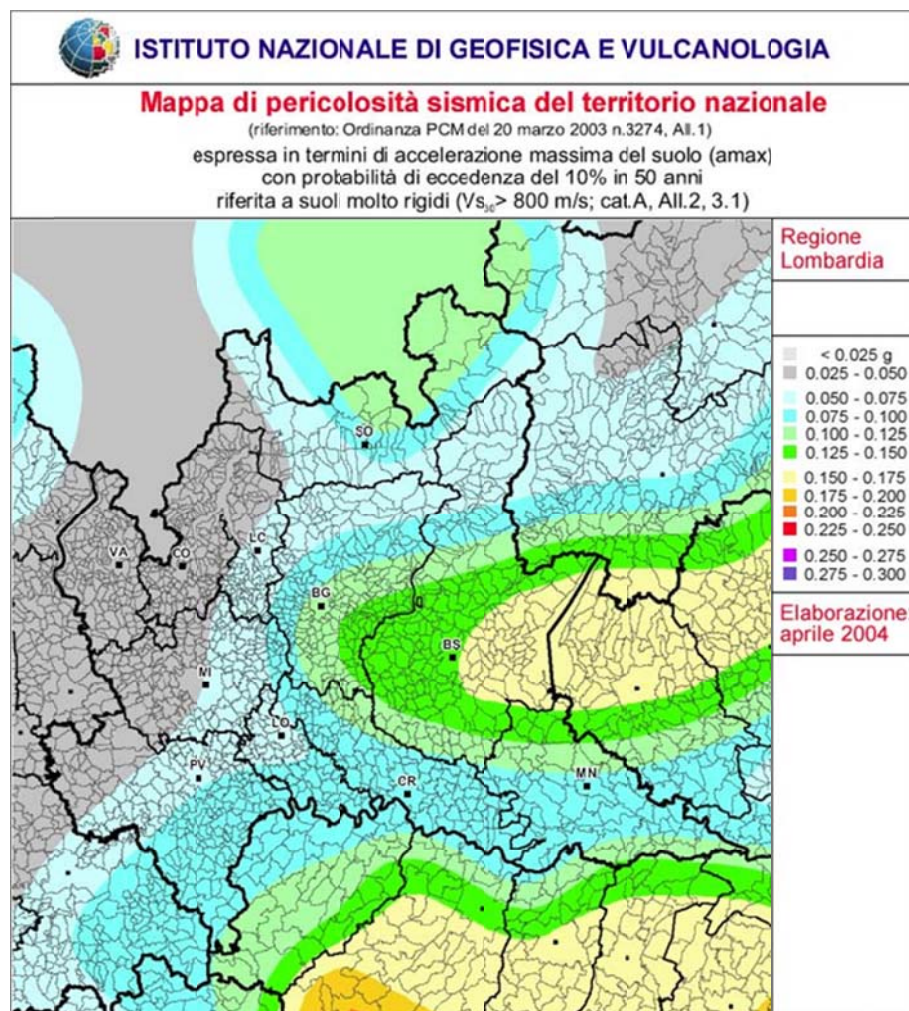


Figura 4.2: Mappa di pericolosità sismica territorio nazionale. Dettaglio Reg. Lombardia (INGV, apr. 2004)

4.1.1.2 Vulnerabilità Sismica

La *VULNERABILITÀ SISMICA* consiste nella valutazione della propensione di persone, beni o attività a subire danni al verificarsi dell'evento sismico. Essa misura da una parte la perdita o la riduzione di efficienza, dall'altra la capacità residua a svolgere e assicurare le funzioni che il sistema territoriale nel complesso normalmente esplica a regime.

Nell'ottica di una analisi completa della vulnerabilità si pone il problema di individuare non solo i singoli elementi che possono collassare sotto l'impatto del sisma, ma di individuare e quantificare gli effetti che il loro collasso determina sul funzionamento del sistema territoriale.

Le componenti che concorrono alla definizione del concetto di *VULNERABILITÀ* possono essere distinte in:

- *VULNERABILITÀ DIRETTA*: definita in rapporto alla propensione del singolo elemento fisico a subire danni (es: la vulnerabilità di un edificio o di un viadotto)
- *VULNERABILITÀ INDOTTA*: definita in rapporto agli effetti di crisi dell'organizzazione del territorio generati dal collasso / danneggiamento di uno degli elementi fisici (es: la crisi del sistema di trasporto indotto dall'interruzione di una strada)
- *VULNERABILITÀ DIFFERITA*: definita in rapporto agli effetti che si manifestano nella fasi successive all'evento e tali da modificare il comportamento delle popolazioni (es: il disagio della popolazione causa la riduzione occupazionale per il danneggiamento di attività produttive).

Tra i principali elementi fisici della vulnerabilità vanno ricordati:

- *danneggiamenti e/o crolli ad edifici residenziali*
- *danneggiamento e/o crolli ad edifici di pubblico servizio o produttivi*
- *danneggiamenti al sistema viario e dei trasporti e/o infrastrutture di servizio*
- *crolli, frane e modifiche all'ambiente naturale.*

4.1.1.3 Rischio Sismico

La seguente definizione e relativi commenti sono tratti da recenti pubblicazioni che il G.N.D.T. (Gruppo Nazionale Difesa Terremoti del C.N.R.) ha pubblicato sull'argomento. Qualsiasi terremoto sufficientemente forte produce tre tipi di effetti principali: sul suolo, sugli edifici e sulle persone.

Pertanto, dato un evento sismico di caratteristiche prefissate, il *RISCHIO SISMICO* è dipendente dall'estensione e dalla tipologia della zona interessata dall'evento, dal valore dei beni esposti e dal numero di persone coinvolte.

Per un sistema urbanizzato il *RISCHIO SISMICO* (R) può essere descritto simbolicamente dalla relazione:

$$R = Pr \cdot (PI \cdot Eu \cdot Vs)$$

In cui:

Pr	<i>pericolosità di riferimento</i> definisce l'entità massima dei terremoti ipotizzabili per una determinata area in un determinato intervallo di tempo. Questo fattore è indipendente dalla presenza di manufatti o persone, non può essere in alcun modo modificato dall'intervento umano essendo esclusivamente correlato alle caratteristiche sismogenetiche dell'area interessata. Costituisce l'input energetico, in base al quale commisurare gli effetti generabili da un evento sismico.
PI	<i>pericolosità locale</i> rappresenta la modificazione indotta da condizioni geologiche particolari e dalla morfologia del suolo all'intensità con cui le onde sismiche si manifestano in superficie.
Eu	<i>esposizione urbana</i> descrive tutto quanto esiste ed insiste su di un determinato territorio, dalla consistenza della popolazione, al complesso del patrimonio edilizio - infrastrutturale e delle attività sociali ed economiche.
Vs	vulnerabilità del sistema urbano è riferita alla capacità strutturale che l'intero sistema urbano o parte di esso ha di resistere agli effetti di un terremoto di data intensità. Può essere descritta per mezzo di indicatori sintetici come la tipologia insediativa, o dalla combinazione di parametri quali materiale, struttura, età, numero di piani ecc., al fine di definire zone a vulnerabilità omogenea.

4.1.2 INFORMAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE DI CHIGNOLO PO (PV)

4.1.2.1 Dati Storici

Per lo studio del fenomeno terremoti, è fondamentale poter disporre di informazioni relativamente al passato, in quanto i terremoti, essendo provocati da cause geologiche, si ripresentano sempre nei medesimi areali. La ricerca su quanto avvenuto in passato si è avvalsa dei cataloghi predisposti dalla Comunità scientifica ed in particolare della documentazione prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Più in dettaglio sono stati esaminati:

- *il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), I.N.G.V., Bologna.*
- *il Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI04) utilizzate per la compilazione dello stesso catalogo parametrico (CPTI04).*

Dalla consultazione del Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI04) per località, sono emerse tre osservazioni relative al comune di Chignolo Po.

La storia sismica dell'areale di Chignolo Po è segnalata a partire dal 1885, con 3 osservazioni accertate (cfr. tabella sottostante), tra cui l'evento massimo rappresentato dal terremoto del 7 giugno 1891, con area epicentrale nella Valle D'Illasi. Tra gli ultimi eventi sismici va citato il terremoto molto più recente del 9 novembre 1983, con area epicentrale nel parmense. A questo potrebbe essere ragionevolmente aggiunto anche il recente sisma del 24.11.2004 che ha avuto come epicentro la zona di Salò, sulla sponda bresciana del Lago di Garda. Tutti gli eventi documentati negli ultimi 1000 anni non hanno mai raggiunto nel pavese la soglia dell'8° grado della scala MCS, anche se nelle rispettive zone epicentrali questi effetti sono stati abbondantemente superati.

Tabella 4.1: Elenco dei terremoti in cui risulta citata la località di Chignolo Po (PV)

Effetti	In occasione del terremoto:									
	Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
4	1885	02	26	20	48		SCANDIANO		6	5.22
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense		6-7	5.10
F	1891	06	07	01	06	14	Valle d'Illasi		8-9	5.71

Is Intensità al sito (MCS) AE Denominazione dell'area dei maggiori effetti Io Intensità epicentrale (MCS) Mw Magnitudo momento

Per quanto riguarda la storia sismica di Chignolo Po, va infine sottolineato come dalla consultazione del Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI04), non risultano presenti osservazioni riferite a terremoti con intensità al sito (Is) uguale o superiore a 4-5.

A completamento dell'analisi storica, sono stati estratti 44 terremoti dal Catalogo CPTI04, che hanno avuto intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5 (cfr. Tabella sottostante).

Tabella 4.2: Osservazioni sismiche a Pavia

DATA						AE	Ix	Io	Mw	Is
An	Me	Gi	Ora	Mi	Se	Denominazione dell'area dei maggiori effetti	Intensità massima (MCS)	Intensità epicentrale (MCS)	Magnitudo momento	Intensità al sito (MCS)
1117	1	3	13			Veronese	9	9-10	6,49	D
1541	10	22	18			VALLE SCRIVIA	8	8	5,48	4
1695	2	25	5	30		Asolano	10	9-10	6,61	4-5
1759	5	26	1	30		PAVIA	6	6	4,83	6
1802	5	12	9	30		Valle dell'Oglio	8-9	8	5,67	6
1810	12	25	0	45		NOVELLARA	7	7	5,28	4
1826	6	24	12	15		SALO'	5-6	5-6	4,74	2-3
1828	10	9	2	20		Valle dello Staffora	8	7-8	5,67	6
1832	3	13	3	30		Reggiano	7-8	7-8	5,59	F
1854	12	29	1	45		Liguria occidentale	7-8	7-8	5,77	3-4
1875	3	17	23	51		Romagna sud-orient.	8	8	5,74	2
1885	2	26	20	48		SCANDIANO	6	6	5,22	3
1887	2	23	5	21	50	Liguria occidentale	10	9	6,29	4-5
1891	6	7	1	6	14	Valle d'Illasi	9	8-9	5,71	4
1892	1	5				GARDA OCC.	7-8	6-7	4,96	4
1894	11	27				FRANCIACORTA	6-7	6-7	4,95	2-3
1895	3	23				COMACCHIO	6-7	6	4,83	RS
1896	10	16				ALBENGA	6	6	4,90	RS
1898	1	16	12	10	5	Romagna settent.	7	6-7	5,03	NF
1898	3	4				CALESTANO	7	6-7	5,07	3
1901	10	30	14	49	58	Salo'	8	8	5,67	5
1902	6	27	16	48		CASENTINO	6	6	4,83	RS
1905	11	26				RPINIA	7-8	7	5,32	RS
1907	4	25	4	52		BOVOLONE	6	6	4,94	RS
1908	7	10	2	13	35	Carnia	7-8	7-8	5,34	NF
1909	1	13	0	45		BASSA PADANA	6-7	6-7	5,53	4
1909	8	25	0	22		MURLO	7-8	7-8	5,40	RS
1911	9	13	22	29		CHIANTI	7-8	7	5,14	RS
1913	12	7	1	28		NOVI LIGURE	5	5	4,72	5
1914	10	27	9	22		GARFAGNANA	7	7	5,79	4
1914	10	26	3	45		TAVERNETTE	7	7	5,36	F
1915	1	13	6	52		AVEZZANO	11	11	6,99	NF
1920	9	7	5	55	40	Garfagnana	10	9-10	6,48	5
1945	6	29	15	37	13	Valle dello Staffora	7-8	7-8	5,15	4-5
1945	12	15	5	27		VARZI	6	5-6	4,78	2-3
1951	5	15	22	54		LODIGIANO	6	6-7	5,24	6
1960	3	23	23	8	49	Vallese	6-7	6-7	5,36	3
1967	12	9	3	9		ADRIATICO MER.	5	6	4,83	RS
1971	7	15	1	33	23	Farmense	8	7-8	5,61	3
1972	10	25	21	56		PASSO CISA	5	5	4,95	4
1976	5	6	20			FRIULI	9-10	9-10	6,43	3-4
1976	9	15	9	21	18	Friuli	8-9	8-9	5,92	4
1983	11	9	16	29	52	Farmense	7	6-7	5,10	4
1987	5	2	20	43	53	REGGIANO	6	6	5,05	3-4

Dall'esame della tabella si osserva che gli epicentri dei terremoti selezionati ricadono in 14 casi nella zona sismogenetica ZS911 ("arco di Pavia" e strutture tettoniche connesse).

L'accento alle zone sismogenetiche, ricorda la stretta relazione che intercorre tra i cataloghi parametrici sismici e le varie zone del territorio nazionale, distinguibili tra loro perché all'interno di ciascuna è individuabile un modello sismotettonico omogeneo.

La più recente zonazione del territorio nazionale, denominata ZS9, è stata presentata nell'appendice 2 al Rapporto conclusivo del Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, di cui

all'Ordinanza PCM 20.03.2003, n°3274. Si tratta di un'evoluzione della precedente zonazione denominata ZS4 (1996) e pur confermandone il quadro cinematico generale, ha introdotto importanti modifiche, rese possibili dalle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche.

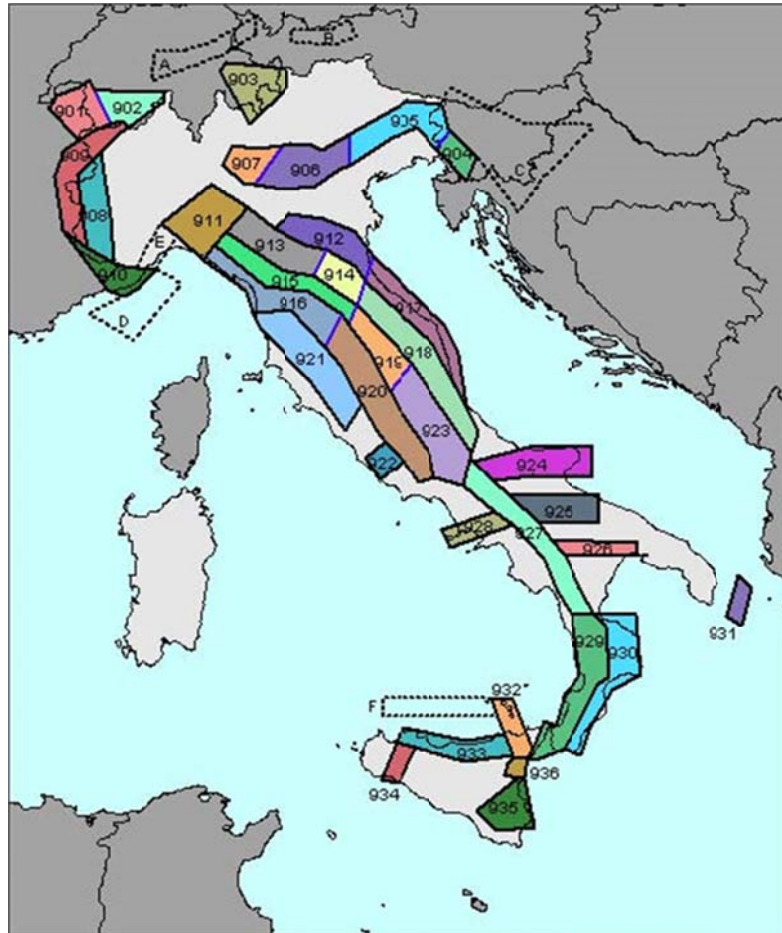


Figura 4.3: Zonazione sismogenetica ZS9

[da Rapporto conclusivo del Gruppo di lavoro per la redazione della Mappa di pericolosità sismica – INGV, aprile 2004]

4.1.3 QUADRO NORMATIVO NAZIONALE E REGIONALE

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n°105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n°72, sono state individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornita le normative tecnica da adottare per le costruzioni nelle stesse zone sismiche.

La Regione Lombardia, con D.G.R. n°14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03.

L'Ordinanza n°3274, in regime transitorio più volte prorogato fino al 23.10.2005, è stata ripresa nel D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n°222 del 23

settembre 2005, Supplemento ordinario n°159 e successivamente nel D.M. 14 gennaio 2008 - *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”*, pubblicato sulla G.U. n°29 del 4 febbraio 2008 – Supplemento Ordinario n°30.

A far tempo da tale data è confermata quindi la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, così come deliberato dalle singole regioni, e le relative normative, con regime transitorio di 18 mesi a partire dal 23.10.2005 – inizialmente prorogato al 31.12.2007 - (possibilità cioè di applicare la nuova normativa o in alternativa quella previgente individuata dal D.M. 16.01.1996). Con la pubblicazione sulla G.U. n°302 del 31 dicembre 2007 del D.L. n°248/2007, recante *“Proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria”*, veniva ulteriormente prorogato il regime transitorio per l'operatività delle norme tecniche per le costruzioni e la loro conseguente applicazione, di cui al D.M. 14.09.2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”*, dalla scadenza già prorogata al 31 dicembre 2007 sino al 30 giugno 2009.

A partire dal 1 Luglio 2009 l'unica normativa tecnica di riferimento per le costruzioni è il Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14/01/08, in seguito alla pubblicazione Sulla Gazzetta Ufficiale n°147 del 27/6/2009 - Suppl. Ordinario n°99 della legge di conversione 24 giugno 2009, n°77 «Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile» che, fra le altre, contiene la disposizione che fissa al 1° luglio 2009 l'inizio della vigenza esclusiva del D.M. 14/01/2008 *“Norme Tecniche per le Costruzioni”* per tutte le tipologie di opera.

La nuova classificazione sismica è articolata in 4 zone (cfr. tabella in calce), le prime tre corrispondono, dal punto di vista degli adempimenti previsti dalla Legge 64/74 e s.m. e i., alle zone di sismicità alta (zona 1 ovvero S=12), media (zona 2 ovvero S=9) e bassa (zona 3 ovvero S=6); nella zona 4, di nuova introduzione, è data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

La Regione Lombardia, con la citata D.G.R. n°14964 del 7 novembre 2003, ha imposto in Zona Sismica 4, all'interno della quale risulta ricadere anche il Comune di Chignolo Po, l'obbligo della progettazione antisismica per le sole costruzioni *“strategiche e rilevanti”*, così come rilevate dal Decreto n°19904 del 21.11.2003.

In sintesi, si è quindi passati dalla precedente classificazione sismica di cui al D.M. 5 marzo 1984, che individuava 41 comuni distribuiti tra le province di Bergamo, Brescia, Cremona e Pavia, tutti in zona 2, alla attuale classificazione sismica, con:

- 41 comuni in zona 2 distribuiti tra le province di Bergamo, Brescia, Cremona, e Pavia,
- 238 comuni in zona 3 distribuiti tra le province di Bergamo, Brescia, Mantova e Pavia
- i restanti 1267 comuni della regione in zona 4

La nuova normativa introduce inoltre, per la definizione delle azioni sismiche di progetto, cinque categorie principali di sottosuolo, individuate dai valori della velocità media delle onde di taglio nei primi

30 metri di sottosuolo (V_{s30}), mettendo così in evidenza l'importanza nella progettazione, oltre che dei normali parametri geotecnici del terreno di fondazione, anche di quelli elastici, ed enfatizzando l'importanza della velocità delle onde di taglio (V_s) che meglio rappresenta la variabilità geotecnica dei terreni in risposta sismica.

Tabella 4.3: Classificazione del territorio regionale a seguito dell'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Bergamo	=	4	85	155
Brescia	=	32	116	58
Como	=	=	=	163
Cremona	=	4	=	111
Lecco	=	=	=	90
Lodi	=	=	=	61
Mantova	=	=	21	49
Milano	=	=	=	188
Pavia	=	1	16	173
Sondrio	=	=	=	78
Varese	=	=	=	141
TOTALE	=	41	238	1267

Per quanto concerne la Provincia di Pavia, il raffronto tra il precedente quadro normativo e l'attuale, evidenzia quanto riportato nelle successive tabelle. Secondo la nuova classificazione i 190 comuni della Provincia di Pavia risultano così distribuiti: nessun comune ricade nella zona 1, un solo comune ricade nella zona 2, 16 comuni risultano compresi nella zona 3 ed i restanti 173 comuni sono attribuiti alla zona 4. La vecchia classificazione (D.M. 5 Marzo 1984) comportava invece che nessun comune ricadesse nelle zone a grado di sismicità alto e basso (caratterizzate rispettivamente da $S = 12$ e $S = 6$), mentre un solo comune ricadeva nella zona a grado di sismicità medio ($S = 9$).

Tabella 4.4: Provincia di Pavia - Raffronto tra il precedente quadro normativo e l'attuale

Rischio sismico: classificazione del territorio in Provincia di Pavia				
Vecchia Classificazione (D.M. 5 marzo 1984)	Grado di sismicità alto $S = 12$	Grado di sismicità medio $S = 9$	Grado di sismicità basso $S = 6$	
Comuni interessati	0	1	0	
Classificazione a seguito dell'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Comuni interessati	0	1	16	173

Tabella 4.5: Provincia di Pavia - Comuni ricadenti in zona 2 e zona 3 dopo l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03

Rischio sismico: classificazione del territorio	Classificazione Precedente (D.M. 5 marzo 1984)	Classificazione a seguito dell'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03
Comuni della Provincia di Pavia ricadenti in zona 2 e zona 3 a seguito dell'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03	Categoria	Zona
1. Bagnaria	N.C.	3
2. Borgoratto Mormorolo	N.C.	3
3. Brallo di Pregola	N.C.	3
4. Cecima	N.C.	3
5. Fortunago	N.C.	3
6. Godiasco	N.C.	3
7. Menconico	N.C.	3
8. Montesevale	N.C.	3
9. Ponte Nizza	N.C.	3
10. Rocca Susella	N.C.	3
11. Romagnese 12. Ruino	N.C.	3
13. Santa Margherita di Staffora 14. Val di Nizza	N.C.	3
15. Valverde	N.C.	3
16. Varzi	2	2
17. Zavattarello	N.C.	3

4.1.4 ADEMPIMENTI RELATIVI ALLA CLASSE SISMICA DI SITO

In adempimento a quanto previsto delle predette normative nazionali, la Regione Lombardia con D.G.R. n°8.1566.2005 del 22.12.2005 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n°12", ha individuato una apposita metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, fondata sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione regionali, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio – Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati (il 1° e il 2° relativi alla fase pianificatoria; il 3° alla fase progettuale):

- 1° livello Riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la classificazione e la perimetrazione delle aree suscettibili di amplificazione sismica (*aree a Pericolosità Sismica Locale - PSL*).
- 2° livello Caratterizzazione semi - quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree individuate dalla carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei

terreni in termini di valore di *Fattore di Amplificazione* (F_a). Il confronto con il valore soglia fornito dalla Regione Lombardia per ciascun Comune (vedi tabella seguente) consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (F_a calcolato, superiore a F_a di soglia). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore:

Comune di CHIGNOLO PO Valori di soglia del <i>Fattore di Amplificazione</i> (F_a)	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s	1,40	1,90	2,20	2,00
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s	1,70	2,40	4,20	3,10

Per il Comune di Chignolo Po, ricadente in zona sismica 4, l'applicazione di tale livello è obbligatoria, all'interno delle aree PSL Z3 e Z4, solo nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi del d.d.u.o. n°19904/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

- 3° livello Definizione quantitativa degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Tale livello si applica in fase progettuale, obbligatoriamente, nei seguenti casi:
 - nelle zone sismiche 2 e 3, quando l'indagine di 2° livello (zone Z3 e Z4) indica un fattore di amplificazione F_a maggiore del valore soglia comunale e in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità (zone Z1), cedimenti e/o liquefazione (zone Z2) e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z5).
 - nelle zone sismiche 4, quando l'indagine di 2° livello indica un fattore di amplificazione F_a maggiore del valore soglia comunale e, limitatamente agli edifici strategici e rilevanti, in presenza di aree perimetrate Z1, Z2 e Z5

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica. Nella successiva Tabella vengono sintetizzati gli adempimenti e le tempistiche in funzione della zona sismica di appartenenza.

Tabella 4.6: Livello di approfondimento dello studio in relazione alla zona sismica di appartenenza

Livelli di approfondimento e fasi di applicazione				
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria Obbligatorio per situazioni specifiche		3° livello fase progettuale Obbligatorio per situazioni specifiche
Zona sismica 2-3	Obbligatorio in generale	Obbligatorio:	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già dichiarate inedificabili	Nelle aree indagate con il 2° livello, quando Fa calcolato è maggiore del valore soglia comunale; Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5.
Zona sismica 4	Obbligatorio in generale	Obbligatorio:	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato è maggiore del valore soglia comunale; Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti

Dall'esame della Carta della Pericolosità sismica locale (cfr successiva figura), emerge come le aree oggetto di realizzazione della variante di elettrodotto di cui al presente elaborato, ricadano in zona Z4A* (zona con depositi alluvionali granulari e/o coesivi con deposizione casuale - ALLUVIONI ATTUALI). In tali aree, a livello previsionale, sono possibili Amplificazioni sismiche litologiche e geometriche, con una classe di pericolosità sismica definita con codice H2 e risulta pertanto necessario determinare mediante indagini semi - quantitative il valore del Fattore di Amplificazione (Fa) da confrontare in seguito con i rispettivi limiti di soglia in funzione delle Categorie di suolo riscontrate (A, B, C ,D, E)

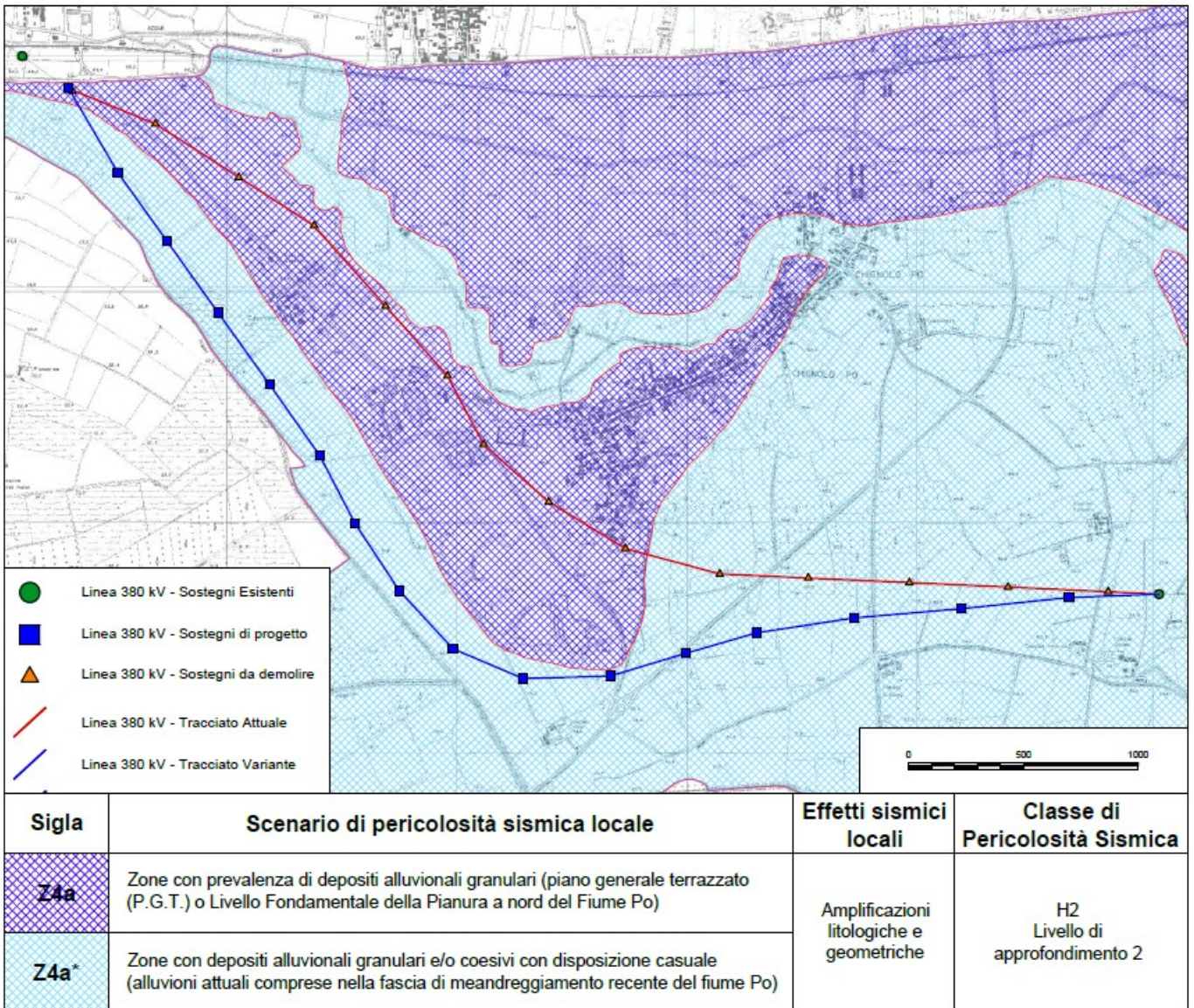


Figura 4.4: Estratto di Carta della Pericolosità sismica locale

[fonte: Comune di Chignolo Po - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)]

Per la determinazione della categoria di sottosuolo ai fini del raffronto con il valore del Fattore di Amplificazione (Fa) si faccia riferimento alle categorie di sottosuolo così come descritte nelle NTC (cap. 3.2.2.) riportate a seguire:

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 metri.
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $CU_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

- C. Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < CU_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- D. Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $CU_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
- E. Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 metri, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

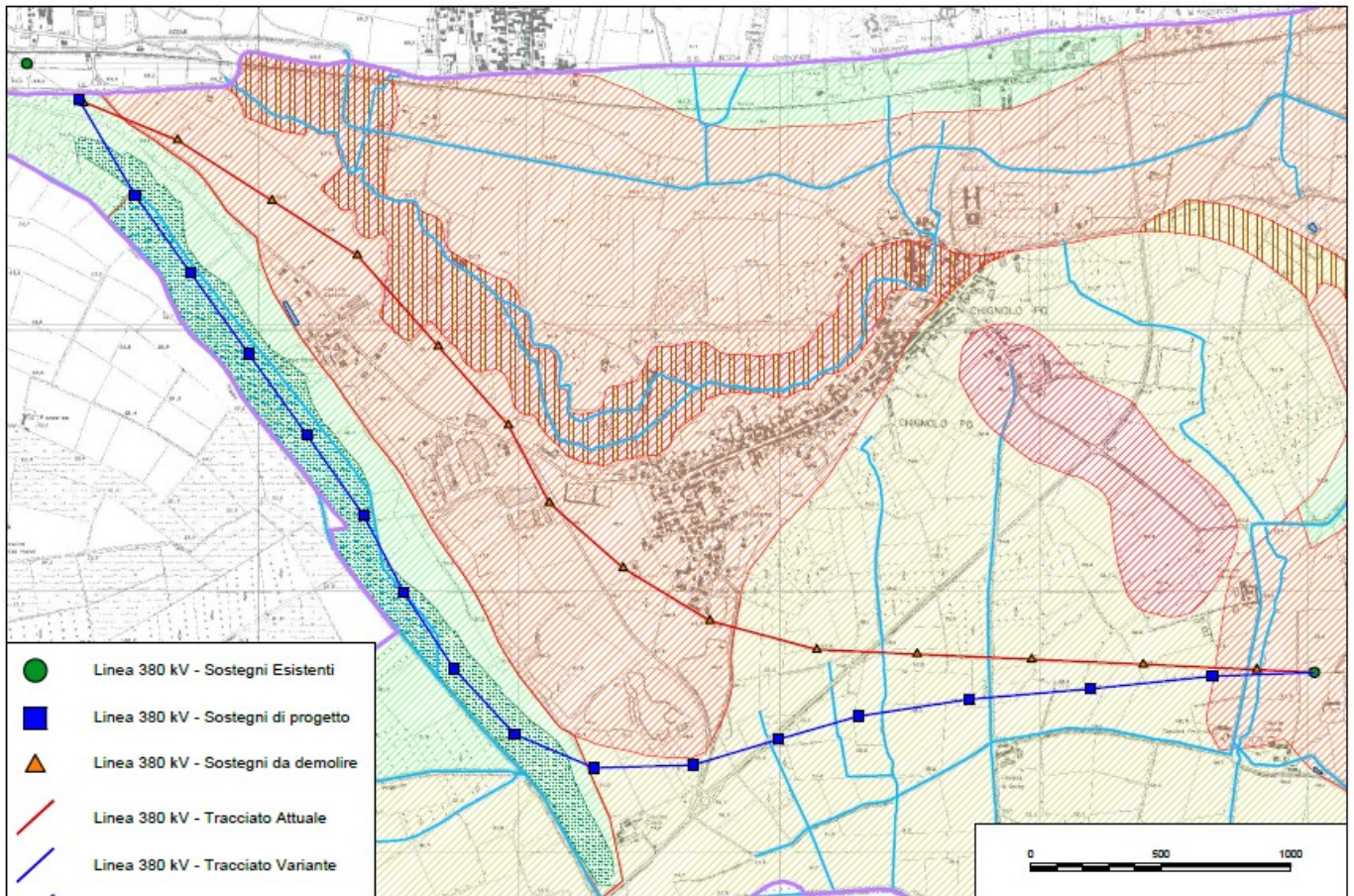
Ai fini della presente relazione, al fine di dare un quadro preliminare sulle caratteristiche del suolo e del primo sottosuolo dell'area di indagine si è proceduto, alla disamina dei dati relativi ai pozzi per acqua alle indagini geologico - geotecniche eseguite in ambito comunale e presentate nel Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)

I dati presi in considerazione si riferiscono a:

- n°59 diagrafie relative a prove penetrometriche statiche “*cone penetration test*”;
- n°08 diagrafia relativa a prove penetrometriche dinamiche “*Dynamic Continuous Penetration Test*” con avanzamento di 30 centimetri;
- n°3 stratigrafie relative a sondaggi geognostici a campionamento continuo;

Dall'analisi dei dati suddetti è stata prodotta la Carta Geologica Applicativa (annessa al Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)), della quale si riporta in calce un estratto significativo per l'area di intervento.

È tuttavia da segnalare che delle investigazioni geognostiche suddette, non ne è stata rinvenuta alcuna posizionata lungo il percorso dell'elettrodotto o in sua prossimità.



Grado di Protezione Idrogeologica dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile:

(valutata in relazione alla soggiacenza della falda, al grado di permeabilità della copertura e al rischio di inondabilità)

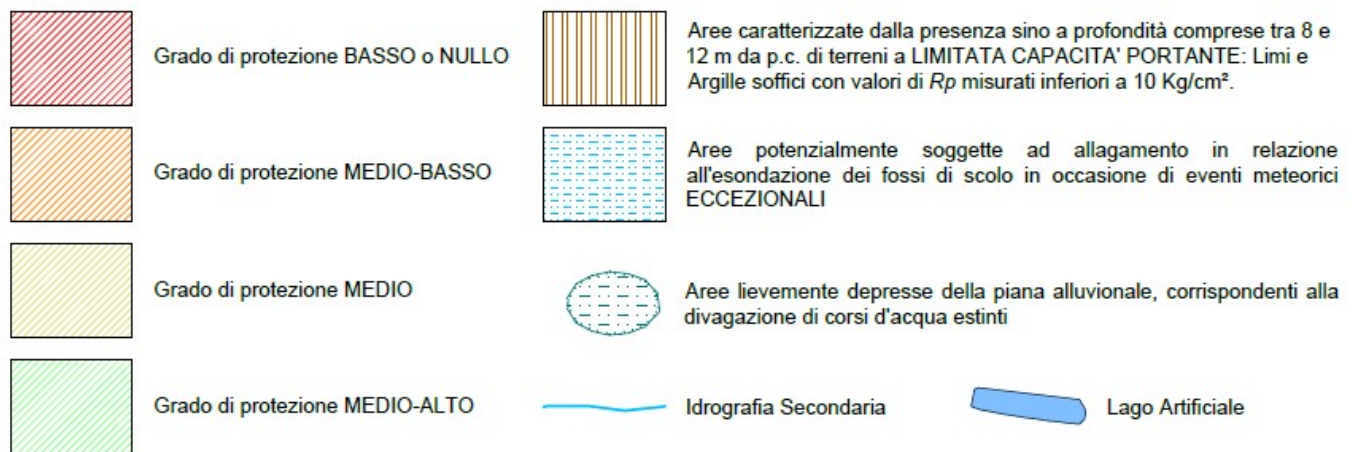


Figura 4.5: Estratto di Carta Geologico Applicativa

[fonte: Comune di Chignolo Po - Piano di Governo del Territorio - Componente Geologica Idrogeologica e Sismica (Dott. Geol. Daniele Calvi - mag. 2013)]

Dall'analisi della carta si evince che l'area di studio non ricade in aree a bassa portanza dei terreni, ma la parte occidentale del tracciato è collocata in aree a potenziale rischio di allagamento.

4.3 CONSIDERAZIONI SULLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Si premette che la presente relazione non ha lo scopo di fornire dati e/o parametri specifici per la progettazione geotecnica dei sostegni di progetto, per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema costruzione-terreno (capacità portante, cedimenti, ecc.) ma solo quello di fornire indicazioni generali e alcuni elementi prescrittivi da realizzarsi in sede di progettazione esecutiva al fine di ottenere tutti i dati necessari alla successiva progettazione geotecnica.

Come da DM 14/01/2008, le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.

In particolare, la sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. Le opere e le varie tipologie strutturali devono pertanto possedere i seguenti requisiti:

- **sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)**: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- **sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)**: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- **robustezza nei confronti di azioni eccezionali**: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Per quanto sopra, e in assenza di informazioni geognostiche dirette risulta necessario eseguire propedeuticamente alla progettazione esecutiva dell'opera un adeguato intervento di investigazione o geotecnica da calibrare sulla base degli effettivi dettagli esecutivi di progetto.

Ai fini della presente si ritiene, a titolo esemplificativo, che idonei mezzi di investigazione, siano rappresentati dalle seguenti tecnologie di investigazione:

- investigazioni geofisiche mediante prospezioni MASW;
- prove penetrometriche statiche (CPT);
- prove penetrometriche dinamiche (SPT).

Marghera, 28/10/2015

Dott. Tommaso Magro

