

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 1 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

METANODOTTO:

MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar

STUDIO VIBRAZIONALE

00	Emissione per commenti	BARUZZO	ANTOGNOLI	SANTILLO	30/08/2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 2 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. SCOPO DEL LAVORO	6
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	8
3.1 ISO 2631 “Valutazione sull’esposizione del corpo umano alle vibrazioni”	8
3.2 UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”	9
3.3 UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”	19
3.4 Norma UNI 11048 – “Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo”	21
3.5 Riferimenti Bibliografici	21
4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA’	23
4.1 Generalità	23
4.2 Fasi di realizzazione dell’opera	25
4.2.1 Realizzazione di infrastrutture provvisorie	25
4.2.2 Apertura della fascia di lavoro e posa della condotta	25
4.2.3 Attraversamenti	28
4.2.4 Realizzazione degli impianti e dei punti di linea	31
4.2.5 Esecuzione dei ripristini	31
4.3 Recettori e sorgenti di vibrazione esistenti	32
4.4 Contesto geologico	32
4.4.1 Complessi geologici	36
4.4.2 Litotecnica	38

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 3 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

5. SIMULAZIONE IMPATTO VIBRAZIONALE	41
5.1 Definizione del disturbo vibrazionale	42
5.2 Metodologia per la valutazione dei livelli vibrazionali indotti dal cantiere e dai mezzi di trasporto	42
5.3 Modello di calcolo	45
5.3.1 Sorgenti superficiali	45
5.3.2 Sintesi delle ipotesi assunte	47
5.4 Definizione degli scenari	48
5.4.1 Definizione del tipo di sorgente	49
5.4.2 Scenario emissivo “A”: posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in orario diurno	50
5.5 Definizione dello spettro di emissione delle vibrazioni per gli scenari individuati	51
5.5.1 Scenario emissivo “A”: posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in periodo diurno	52
5.6 Valutazione della propagazione delle vibrazioni	55
5.6.1 Scenario emissivo “A”: propagazione dello spettro nel terreno mediamente consistente	56
5.6.2 Scenario emissivo “A”: propagazione dello spettro nel terreno con buona consistenza	57
5.7 Stima dei livelli di vibrazione	58
5.7.1 Scenario emissivo “A”: Posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in periodo diurno	59
5.8 Valutazione delle vibrazioni ai ricettori	67
5.8.1 Scenario emissivo “A”: posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in periodo diurno	69
6. RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA	78
7. CONCLUSIONI	80
7.1 Mitigazione delle vibrazioni	82
8. ALLEGATI	83

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 4 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

1. INTRODUZIONE

Il presente studio consiste nella valutazione previsionale di impatto vibrazionale generato dal cantiere per la realizzazione del “Metanodotto Matagiola-Masseria Manampola DN 1400 (56”) – DP 75” bar avente una lunghezza di 40+187 km.

Il progetto ricade interamente nella Regione Puglia, interessando i comuni di seguito riportati:

- Provincia di Brindisi:
 - Villa Castelli
 - Ceglie Messapica
 - Francavilla Fontana
 - San Michele Salentino
 - San Vito dei Normanni
 - Latiano
 - Brindisi
 - Mesagne
- Provincia di Taranto:
 - Martina Franca

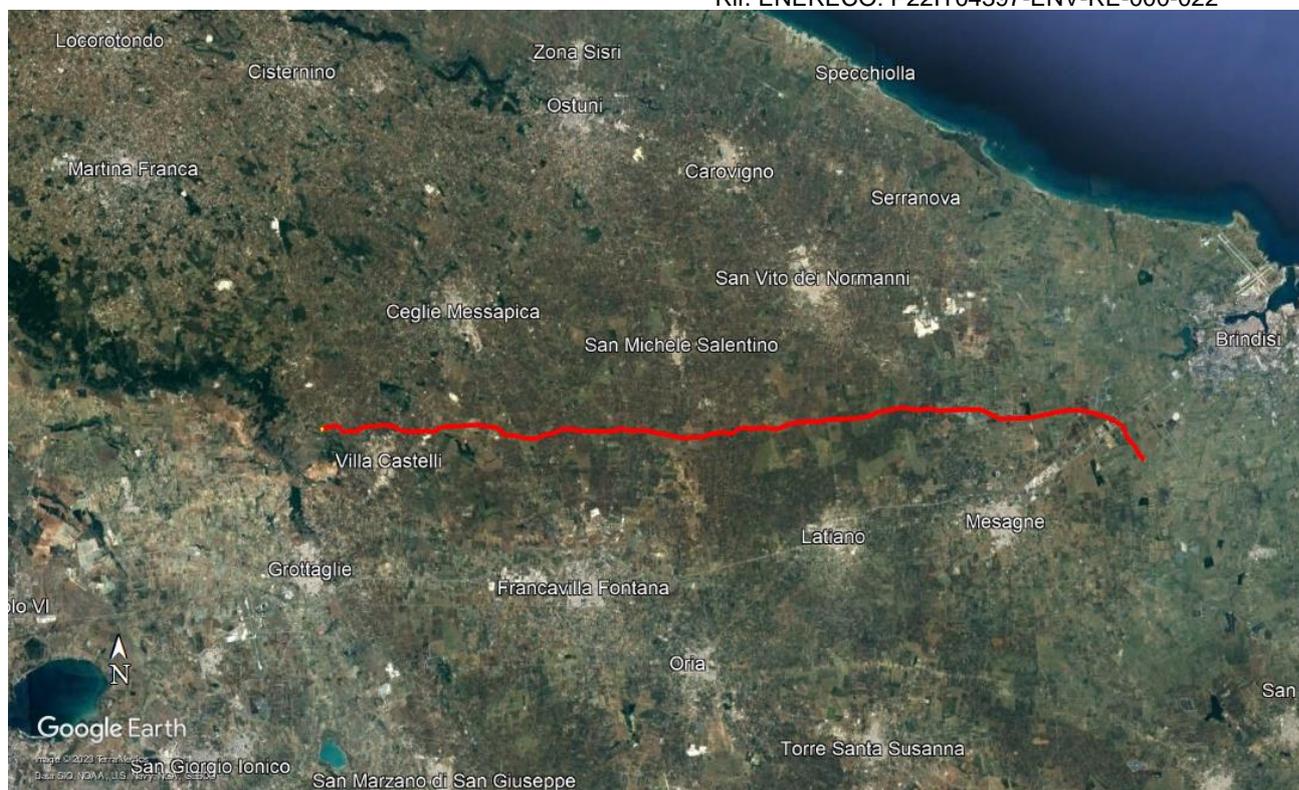
I territori interessati dalle opere in progetto sono riportati nell'immagine seguente Fig. 1-1.

La presente valutazione è redatta in applicazione alla norma UNI 9614:2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo” e della UNI 9916:2014 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”.

Il proponente del progetto è Snam S.p.A.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 5 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022



— metanodotti in progetto

Fig. 1-1 - Inquadramento generale dell'opera in progetto, su foto aerea.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 6 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

2. SCOPO DEL LAVORO

Obiettivo del presente studio è la valutazione previsionale dell’impatto causato dalle vibrazioni indotte dalle attività di cantiere necessarie per realizzazione dell’opera in progetto. In fase di esercizio non si prevedono vibrazioni di alcun tipo legate al funzionamento del metanodotto in progetto.

Durante la realizzazione dell’opera, l’entità delle emissioni delle vibrazioni varia con le diverse fasi di lavoro a seconda dei mezzi pesanti utilizzati, a seconda della specifica fase in atto, nonché della tipologia di suolo presente.

In questo specifico caso le lavorazioni avverranno in periodo diurno, per la posa della condotta mediante scavo a cielo aperto ad eccezione dei tratti in corrispondenza degli attraversamenti di alcuni corsi d’acqua (canali) o infrastrutture (S.S, S.P o Ferrovia etc.), in cui la condotta sarà posata mediante trivella spingitubo.

Tuttavia, il presente studio evidenzia che le attività di cantiere avranno un impatto sul clima vibrazionale esistente temporaneo e del tutto reversibile: ogni eventuale disturbo provocato dalle emissioni delle vibrazioni del cantiere si esaurirà con il termine delle attività.

Lo studio in oggetto ha quindi i seguenti scopi:

- l’individuazione delle principali sorgenti presenti nell’area oggetto di intervento;
- l’individuazione dei ricettori maggiormente disturbati presenti nell’area oggetto d’intervento;
- la valutazione, mediante modelli previsionali¹, dell’impatto sul clima vibrazionale delle attività di cantiere.

Nello specifico, lo studio è stato svolto attraverso le seguenti fasi di lavoro:

1. presa visione dell’area oggetto di intervento e contestualizzazione delle attività in progetto;
2. individuazione, in maniera preliminare attraverso cartografie e foto aree dei ricettori maggiormente esposti;
3. definizione dell’impatto in fase di realizzazione delle opere in oggetto mediante l’uso di modelli previsionali;
4. valutazione degli scenari di lavoro, indicando il rispetto dei valori e dei limiti fissati dalla normativa. Si evidenzia altresì che la caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano invece l’emissione del rumore. Non si hanno, quindi, nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai recettori. La valutazione della fase di cantiere sarà eseguita in base alla norma

¹ VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI VIBRAZIONI IN EDIFICI RESIDENZIALI Normativa, tecniche di misura e di calcolo di Angelo Farina Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Ingegneria Industriale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 7 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

UNI 9614:2017, in considerazione del fatto che se rispettati i suoi limiti, essendo più restrittivi, si considerano rispettati anche i limiti della UNI 9916:2014.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 8 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 “Evaluation of human exposure to whole body vibration / “Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)”. La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale “Vibrazioni”, contenute prima nel D.P.C.M. 27/12/1988 e, a seguito della sua abrogazione nel 2017, dall’Allegato VII alla Parte Seconda del D. Lgs. n. 152/2006 che lo ha sostituito. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614:2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”.

Si riporta di seguito la principale normativa tecnica esistente in riferimento all’aspetto ambientale delle vibrazioni.

3.1 ISO 2631 “Valutazione sull’esposizione del corpo umano alle vibrazioni”

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell’accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove:

- $a(t)$ è l’accelerazione in funzione del tempo
- T è la durata dell’integrazione nel tempo dell’accelerazione.

La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all’asse Z, agli assi X, Y e alla combinazione dei tre assi. L’Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrante della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie). Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 9 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

3.2 UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

La UNI 9614:1990 “Vibrazioni - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo” considera i diversi tipi di sollecitazione vibratoria: livelli costanti, non costanti, impulsivi. La norma definisce metodologia di misura e analisi del segnale al fine di quantificare il disturbo da vibrazioni verso le persone. La vibrazione viene espressa attraverso il concetto di accelerazione:

$$a = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T a(t)^2 dt}$$

o del suo equivalente livello di accelerazione (espressione in dB dell'accelerazione espressa in m/s^2):

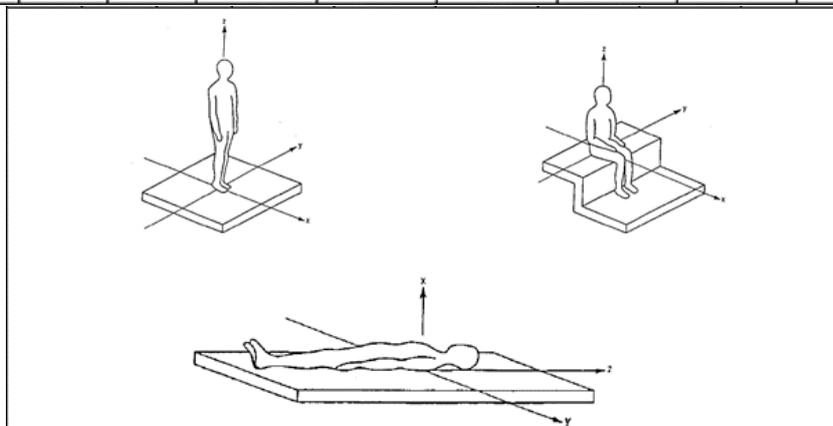
$$L_{acc} = 20 \cdot \lg \left[\frac{a}{a_0} \right] \quad a_0 = 10^{-6} \frac{m}{s^2}$$

Nella definizione di accelerazione ponderata a_w prevista dalla norma (che prevede una pesatura in frequenza in funzione della direzione della vibrazione) si fa riferimento al seguente schema:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 10 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Frequenza [Hz]			Ponderazione per le Accelerazioni [dB]			Ponderazione per le Velocità [dB]		
centrale	Estremo inferiore	Estremo superiore	Postura Longitudinale (asse z)	Postura Trasversale (asse x-y)	Postura non nota o Variabile	Postura Longitudinale (asse z)	Postura Trasversale (asse x-y)	Postura non nota o Variabile
1.00	0.89	1.12	-6.0	0.0	0.0	-24.0	-6.0	-15.0
1.25	1.12	1.41	-5.0	0.0	0.0	-21.0	-4.0	-13.0
1.60	1.41	1.78	-4.0	0.0	0.0	-18.0	-2.0	-11.0
2.00	1.78	2.24	-3.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	-9.0
2.50	2.24	2.82	-2.0	-2.0	-0.5	-12.0	0.0	-7.5
3.15	2.82	3.55	-1.0	-4.0	-1.0	-9.0	0.0	-6.0
4.00	3.55	4.47	0.0	-6.0	-1.5	-6.0	0.0	-4.5
5.00	4.47	5.62	0.0	-8.0	-2.0	-4.0	0.0	-3.0
6.30	5.62	7.08	0.0	-10.0	-2.5	-2.0	0.0	-1.5
8.00	7.08	8.91	0.0	-12.0	-3.0	0.0	0.0	0.0
10.00	8.91	11.22	-2.0	-14.0	-5.0	0.0	0.0	0.0
12.50	11.22	14.13	-4.0	-16.0	-7.0	0.0	0.0	0.0
16.00	14.13	17.78	-6.0	-18.0	-9.0	0.0	0.0	0.0
20.00	17.78	22.39	-8.0	-20.0	-11.0	0.0	0.0	0.0
25.00	22.39	28.18	-10.0	-22.0	-13.0	0.0	0.0	0.0
31.50	28.19	35.48	-12.0	-24.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
40.00	35.48	44.67	-14.0	-26.0	-17.0	0.0	0.0	0.0
50.00	44.67	56.23	-16.0	-28.0	-19.0	0.0	0.0	0.0
63.00	56.24	70.79	-18.0	-30.0	-21.0	0.0	0.0	0.0
80.00	70.80	89.12	-20.0	-32.0	-23.0	0.0	0.0	0.0



I valori limite sono differenziati per tipologia insediativa, per tipo di segnale (durata, caratteristiche) e per asse di sollecitazione. Per valori di sollecitazione vibratoria costante e non costante (dove per quest'ultima viene richiesta un'integrazione dei valori misurati), i valori limite sono riportati nella seguente tabella.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 11 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Classe	Destinazione d'uso del territorio	Livello L_{eff} [dB] (*)			Accelerazione A_{eff} [mm/s ²]			Velocità V_{eff} [μm/s]		
		L (z)	T (x-y)	V (x-y-z)	L (z)	T (x-y)	V (x-y-z)	L (z)	T (x-y)	V (x-y-z)
I	Aree critiche (1)	74	71	71	5,0	3,6	3,6	100	280	100
II	Abitazioni (notte)	77	74	74	7,0	5,0	5,0	140	400	140
III	Abitazioni (giorno)	80	77	77	10,0	7,2	7,2	200	560	200
IV	Uffici	86	83	83	20,0	14,4	14,4	400	1.100	400
V	Fabbriche	92	89	89	40,0	28,8	28,8	800	2.200	800

L componente longitudinale (riferita alla spina dorsale dell'uomo)(Asse z)
 T componente trasversale (riferita alla spina dorsale dell'uomo)(Assi x-y)
 V nel caso di postura variabile o non nota(Assi x-y-z)
 (*) 0 dB \equiv 1 μm/s² (10⁻⁵ m/s²)

(1) Per aree critiche si intendono edifici particolarmente sensibili alle vibrazioni, quali ad es. laboratori metrologici, fabbricati industriali contenenti apparecchiature sensibili alle vibrazioni (microscopi elettronici...).

La UNI 9614:1990 definisce tre tipologie di segnali vibratorii:

- Vibrazioni di livello costante;
- Vibrazioni di livello non costante;
- Vibrazioni impulsive.

Il segnale vibratorio prodotto dalle vibrazioni stradali può essere considerato come una vibrazione di livello non costante, e dunque per tale tipologia di segnale la valutazione deve avvenire su un "intervallo di tempo rappresentativo" dell'evento (app. A.2 norma UNI 9614).

Su tale intervallo è possibile effettuare due tipi di valutazioni: nel caso in cui si scelga un approccio maggiormente cautelativo si può operare sul massimo valore raggiunto durante l'evento del transito, mentre in alternativa si può lavorare sul concetto di media energetica sulla durata dell'evento.

In generale, per la valutazione delle vibrazioni negli studi, si è scelto di eseguire le valutazioni sul valore medio del valore efficace (RMS) della vibrazione su un intervallo equivalente alla durata dell'evento di transito.

Per quanto riguarda la direzione del rilievo la norma UNI 9614 prescrive di eseguire i rilievi "lungo i tre assi ortogonali o secondo l'asse lungo il quale le vibrazioni sono più elevate". Negli studi si è scelto di considerare la seconda ipotesi, e di applicare la ponderazione asse Z all'asse verticale e la ponderazione X-Y per gli assi orizzontali. I limiti applicabili saranno pertanto:

Direzione Asse	Soglia di percezione L_{aw} (dB)	Limite di accettabilità per abitazioni L_{aw} (dB)	Limite di accettabilità per uffici L_{aw} (dB)
Asse Z	74	77	86
Assi X-Y	71	74	83

In riferimento alla UNI 9614:2017, essendo questa la norma presa a riferimento nel presente studio specialistico, se ne riporta di seguito la descrizione dettagliata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 12 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Nel settembre 2017, dopo una lunga fase preparatoria, è stato emanato l'aggiornamento della norma UNI 9614:1990. L'aggiornamento si è reso necessario per mettere a punto un approccio più moderno alla valutazione del disturbo da vibrazioni e per tenere conto dei progressi delle tecniche di misura e della normativa internazionale vigente.

La norma, come già illustrato, riguarda il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici ed i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La nuova versione della norma modifica in modo sostanziale la vecchia, introducendo un approccio innovativo per le modalità di valutazione dei disturbi da vibrazioni, facendo riferimento alla norma ISO 2631.2:2003, per i metodi di misura e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176.E.

La norma è applicabile a tutti i fenomeni che possono originare vibrazioni negli edifici, come, ad esempio, traffico su gomma o su rotaia, attività industriali o di specifici macchinari, attività di cantiere, esplosioni, ecc.; non è invece applicabile a vibrazioni derivanti da fenomeni sismici, alla valutazione di danni strutturali, architettonici o “cosmetici” agli edifici, per la quale esistono altre norme di riferimento, all'esame di problematiche connesse all'igiene sul lavoro, o alle attività di manutenzione preventiva/predittiva di macchinari o di influenza su strumenti particolarmente sensibili. Non si applica inoltre a casi di frequenze vibrazionali inferiori al terzo di banda d'ottava centrato a 1 Hz.

Anzitutto la nuova norma UNI 9614:2017 distingue i tipi di sorgenti in base a:

- posizione: interna o esterna agli edifici;
- funzione: per sorgenti legate ad “attività essenziali” di pubblico servizio, per le quali un'eventuale disattivazione potrebbe generare un'interruzione di pubblico servizio con danni a persone, cose o attività, possibili pericoli o problemi di ordine pubblico, ecc. (ospedali, gasdotti, elettrodotti, acquedotti, ecc.); per sorgenti legate ad “attività non interrompibili”, per le quali non è possibile, a meno di interventi di manutenzione programmata o straordinaria, interrompere in tempi rapidi l'attività senza produrre danni o pericoli o alterazioni di prodotto (sorgenti industriali e/o a ciclo continuo, impianti di produzione/distribuzione di energia, sistemi di trasporto pubblico) per sorgenti “di altra natura”;
- caratteristiche di durata delle vibrazioni prodotte: per sorgenti continue o semi-continue (impianti industriali); per sorgenti intermittenti presenti per gran parte della giornata (strade, metropolitane, ferrovie); per sorgenti intermittenti presenti per una parte limitata della giornata (ascensori interni a un edificio); per sorgenti temporanee presenti per gran parte della giornata (cantieri); per sorgenti temporanee presenti per una parte limitata del giorno.

La classificazione di cui sopra viene proposta come descrittore univoco per l'identificazione dei fenomeni.

Le misure devono essere eseguite dopo un'analisi accurata dei fenomeni osservati, condotta sulla base degli aspetti legati alla tipologia di sorgente e di edificio, ed alle posizioni dei recettori e relativi tempi di permanenza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 13 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

La grandezza cinematica di riferimento rappresentativa del disturbo è individuata nell'accelerazione assoluta, che necessita di una misura diretta per mezzo di sensori accelerometrici, con misura simultanea sui tre assi ortogonali di riferimento per la struttura dell'edificio o del corpo umano (per convenzione: asse Z verticale).

Le postazioni di misura vanno individuate sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti, escludendo quindi eventuali ambienti di servizio (ripostigli, servizi igienici, cantine, solai, corridoi, giardini, vie di accesso, balconi/terrazzi, scale, pianerottoli e ambienti non abitabili secondo le vigenti normative indipendentemente dal loro reale uso). Le misure per la valutazione del disturbo alla persona vanno eseguite, in generale, sui pavimenti o, in subordine, su elementi strutturali che possono essere a diretto contatto con il corpo umano durante la normale attività all'interno dell'ambiente o su superfici di appoggio per mobili utilizzati per il riposo, ma non su soffitti, controsoffitti, mensole, vetrate, suppellettili, mobili, letti e arredi in generale. Vanno anche evitate posizioni di misura su superfici a scarsa aderenza con le strutture (piastrelle non aderenti al massetto), morbide e/o cedevoli (tappeti, moquette, ecc.) o per le quali l'ampiezza delle vibrazioni può derivare anche da cattivo stato di manutenzione. Ovviamente i punti di misura devono essere individuati nei punti ove si rileva il più elevato dei valori efficaci di accelerazione ponderata $a_w(t)$, ma lontano da eventuali punti singolari. La seguente Fig. 3-1 mostra alcune possibili individuazioni di punti di misura adeguati o non adeguati alle valutazioni oggetto della norma in esame.

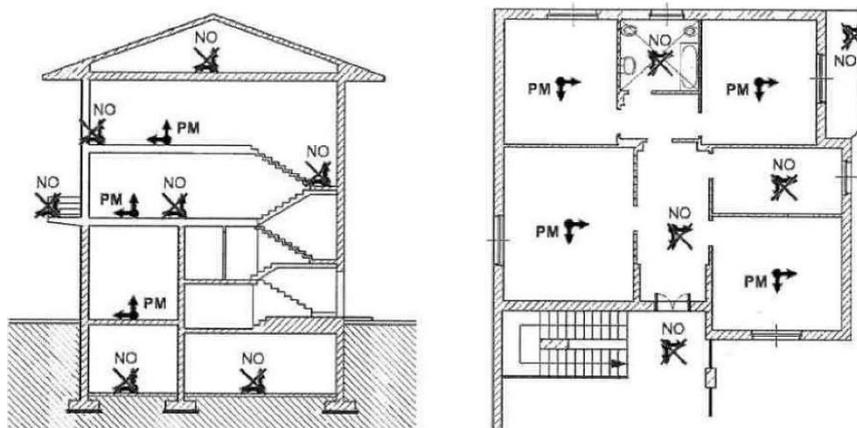


Fig. 3-1 - Individuazione corretta e non corretta dei punti di misura.

La durata complessiva delle misure dipende dal numero di eventi necessario ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica delle misure, tenendo conto sia della variabilità della sorgente che della natura dell'ambiente di misura. Se l'esposizione è prodotta da fenomeni di diverso tipo presenti in diversi periodi, è necessario procedere ad un'analisi separata per ciascun periodo. L'appendice A della norma fornisce criteri generali per l'individuazione degli eventi da prendere in considerazione nel caso di fenomeni connessi a traffico tramviario o stradale, attività

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 14 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

di cantiere, sorgenti industriali, attività umane dirette e vibrazioni stazionarie ed ergodiche. Per le misure, resta comunque fondamentale la verifica dell'effettiva ed esaustiva rappresentatività della situazione in esame.

La norma fornisce comunque indicazioni generali sul numero minimo consigliato di eventi da prendere in considerazione per i singoli casi:

- per fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti: almeno 15 eventi;
- per fenomeni generati da attività umane dirette con eventi distinguibili: almeno 25 eventi;
- per fenomeni stazionari, ergodici o assimilabili che non danno luogo ad eventi distinti (attività industriali o attività umane dirette con eventi non facilmente distinguibili): almeno 25 eventi;
- per fenomeni caratterizzati da un ridotto numero di eventi si possono eseguire misurazioni anche in giorni diversi per acquisire complessivamente i segnali relativi ad almeno 5 eventi;
- gli eventi molto rari (indicativamente con occorrenza inferiore a un evento ogni due settimane) sono considerati “non disturbanti” ai fini della UNI 9614:2017, in virtù della loro scarsa incidenza temporale.

Per la determinazione del presunto disturbo vibrazionale generato da una specifica sorgente devono essere misurate sia le vibrazioni immesse che quelle residue. Le vibrazioni residue vanno misurate nello stesso punto e con le stesse modalità e criteri utilizzati per le vibrazioni immesse, considerando ricomprese nella componente residua le vibrazioni eventualmente rilevate in ambiente lavorativo e connesse all'attività produttiva o agli impianti al suo servizio.

Nel caso di sorgenti continue classificabili come attività essenziali di pubblico servizio, non è ovviamente possibile la misura delle vibrazioni residue, rendendo accettabile la misura delle sole vibrazioni immesse, ma mantenendo la possibilità di eseguire rilievi di vibrazioni residue in occasione di fermi per manutenzioni programmate o nel corso di fasi di ridotta attività, al fine di ottenere almeno una stima della componente vibrazionale residua. Per le attività non interrompibili, ma non essenziali, la misura delle vibrazioni residue è invece richiesta mediante una disattivazione programmata delle sorgenti, previa una valutazione preliminare cautelativa della significatività delle vibrazioni residue stesse e del loro peso rispetto alle vibrazioni immesse. Per sorgenti semi-continue, intermittenti o temporanee la misura delle vibrazioni residue è invece obbligatoria.

La strumentazione da utilizzare per la valutazione del disturbo da vibrazioni deve permettere, oltre che l'acquisizione e la registrazione del segnale accelerometrico, anche l'elaborazione in linea dei dati. È accettato anche l'uso di sistemi di acquisizione dati con memorizzazione digitale della storia temporale accelerometrica con successiva post elaborazione off-line mediante specifico software, dandone esplicita indicazione, rispondente comunque alle caratteristiche di analisi richieste dalla UNI EN ISO 8041-1.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 15 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Le caratteristiche metrologiche della catena di misura (curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, rumore di fondo, filtri “band limiting”, ponderazione W_m , ecc.) devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1.

In particolare, si devono rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale non inferiore a $10\text{mV}/(\text{m/s}^2)$;
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell’acquisizione, lineare con tolleranza $\pm 5\%$ da 0.5 Hz a 250 Hz;
- acquisizione digitale con frequenza di campionamento non minore di 1500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore di 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e minima di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, dovuto a fenomeni casuali e non dipendenti né dalle vibrazioni immesse né da quelle residue, almeno cinque volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

Il montaggio degli accelerometri deve essere tale da garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all’accelerometro almeno della banda 0-500 Hz e deve essere eseguito facendo riferimento alla norma UNI ISO 5348 o secondo le indicazioni fornite dal produttore del sensore. Le modalità di installazione devono essere riportate nel rapporto di misura e devono essere scelte in relazione alle condizioni dei piani di posa, prevedendo eventualmente l’utilizzo, anche contemporaneo, di inserti/tasselli (meccanici o chimici) inseriti nel piano di posa, collaggi rigidi (mastici, resine, cera d’api), magneti, collegamenti bullonati o masse appoggiate isostaticamente sulle superfici alle quali è vincolato l’accelerometro (configurazione non concessa per superfici morbide o irregolari). Il corretto funzionamento della catena di misura deve essere verificato prima e dopo ogni misura mediante apposito calibratore a norma UNI EN ISO 8041-1; sono ammessi calibratori a frequenza fissa pari a 1000 rad/s ed ampiezza di 10m/s^2 . Ogni tre anni l’intera catena di misura deve essere sottoposta a verifica di taratura.

La strumentazione di misura deve infine garantire l’acquisizione del segnale con riferimento alle specifiche di cui al punto 6 della norma UNI 11568:2015.

Per l’elaborazione delle misure ed il calcolo dei parametri del disturbo, la norma UNI 9614:2017 suggerisce un metodo sequenziale valido per tutti i tipi di sorgente e adeguato a coprire sia fenomeni di media e breve durata, sia fenomeni impulsivi caratterizzati da un fattore di cresta molto elevato.

L’elaborazione del segnale corrispondente ad ogni singolo evento monitorato comporta i seguenti passaggi:

1. filtraggio con filtro passa banda e con filtro di ponderazione: l’accelerazione rilevata sui tre assi $a_x(t)$, $a_y(t)$ e $a_z(t)$ viene preliminarmente filtrata con un filtro passa banda (“band limiting”), con specifiche funzioni di trasferimento (§ punto 8.1.1 della norma), al fine di selezionare le frequenze significative per la risposta del corpo umano al disturbo. Successivamente si applica un filtro di ponderazione in frequenza che utilizza la curva W_m definita dalla ISO 2631-2, anch’esso con una specifica funzione di trasferimento (§ punto 8.1.2 della

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 16 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

norma). Al termine del procedimento di filtraggio si ottiene. Per il j-esimo asse, l'accelerazione ponderata $a_{wj}(t)$;

- calcolo del valore efficace dell'accelerazione assiale ponderata: per l'intera storia temporale del segnale ponderato, viene calcolato, secondo quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 8041-1:2017 al punto D.1, l'andamento nel tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata, in riferimento a ciascun asse cartesiano, e per un intervallo di integrazione $T = 1$ s, secondo la seguente formulazione:

$$a_{w,rms,j}(t) = \left(\frac{1}{T} \times \int_{t-T}^t a_{w,j}^2(t) \times dt \right)$$

- calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace: viene eseguito per combinazione (secondo UNI ISO 2631-1:1997, punto 6.5, con $k_x=k_y=k_z=1$), istante per istante, a partire dalle tre accelerazioni assiali ponderate calcolate in precedenza secondo la seguente relazione:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

Le precedenti tre fasi di calcolo sono riassunte nella seguente Fig. 3-2.

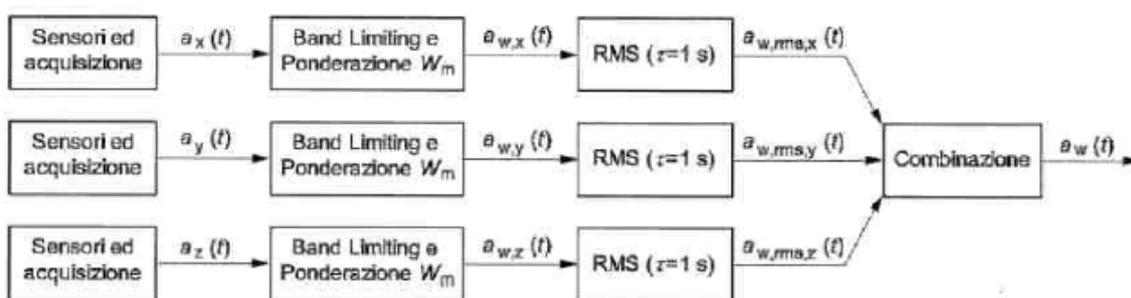


Fig. 3-2 - Schema di calcolo dell'accelerazione ponderata efficace secondo la UNI 9614:2017.

Dall'accelerazione ponderata efficace $a_w(t)$, si possono poi ottenere le seguenti grandezze:

- massima accelerazione ponderata, definita come il massimo livello di accelerazione ponderata efficace all'interno del singolo evento j-esimo, ovvero:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 17 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t))$$

b) massima accelerazione statistica $a_{w,95}$ data dalla seguente relazione:

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \times \sigma$$

dove:

$\overline{a_{w,max}}$ è il valore medio della massima accelerazione ponderata calcolato come media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,j}$ con j che rappresenta gli eventi considerati, ovvero:

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

σ è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,j}$ calcolate mediante la seguente relazione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

Nel caso in cui non sia possibile misurare più di 5 eventi, non si ritiene attendibile $a_{w,95}$ così ottenuto, ed esso deve quindi essere stimato mediante la più elevata delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,j}$ relative agli N eventi misurati.

Inoltre, è possibile determinare anche le vibrazioni associate ad una specifica sorgente ritenuta fonte di disturbo mediante l'accelerazione ponderata massima statistica della sorgente, V_{sor} , da calcolare a partire dall'accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse, V_{imm} , e dall'accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue, V_{res} , secondo la seguente relazione:

$$V_{sor} = \sqrt{V_{imm}^2 + V_{res}^2}$$

Per la determinazione del vero valore del parametro $a_{w,95}$ si utilizza un procedimento di misure ripetute di vibrazioni su edifici, misure, per loro stessa natura, soggette, in generale, ad indeterminazione statistica derivante da incertezza strumentale, da quella relativa alla scelta delle postazioni di misura e da quella legata alla natura ed alle caratteristiche di variabilità del fenomeno in esame; dunque, anche $a_{w,95}$ sarà un parametro soggetto ad indeterminazione.

L'incertezza strumentale e quella legata alla scelta delle posizioni di misura sono ben caratterizzate nella UNI 9614:2017 e, per questo, sono, in generale, meno importanti

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 18 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

dell'indeterminazione connessa alle specifiche caratteristiche del fenomeno vibratorio in esame. Di conseguenza le incertezze globali delle determinazioni sono influenzate principalmente dall'incertezza sulle caratteristiche del fenomeno e quindi dalla natura della sorgente, dalle modalità di generazione e di rilascio di energia vibrazionale e dalla proprietà fisico-meccaniche del mezzo entro il quale si propaga il fenomeno vibratorio, proprietà eventualmente anche variabili nel tempo.

In generale è quindi pressoché impossibile fornire indicazioni quantitative sull'incertezza del fenomeno vibratorio ed è quindi necessario valutare la dispersione dei dati mediante induzione motivata o l'esecuzione di misure in periodo diversi.

Ovviamente una significativa riduzione dell'indeterminazione può essere ottenuta con l'incremento del numero di eventi analizzati anche oltre le indicazioni fornite, in generale, dalla UNI 9614:2017 (punto 6.3).

Una volta determinato il parametro descrittore della vibrazione di una sorgente, V_{sor} , è possibile confrontare i suoi valori con specifici limiti di disturbo caratteristici di diversi tipi di ambienti e di diversi periodi della giornata. Ad esempio, per ambienti ad uso abitativo, i limiti di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente, V_{sor} , sono:

- periodo diurno: 7,2 mm/s²
- periodo notturno: 3,6 mm/s²
- periodo diurno di giornate festive: 5,4 mm/s²

Il seguente schema riepiloga i limiti di riferimento individuati dalla norma UNI 9614:2017 per particolari ambienti diversi da quello residenziale/abitativo.

- ambienti di lavoro (1) $V_{sor} = 14 \text{ mm/s}^2$
- ospedali, case di cura ed affini (2) $V_{sor} = 2 \text{ mm/s}^2$
- asili e case di riposo (3) $V_{sor} = 3,6 \text{ mm/s}^2$
- scuole (4) $V_{sor} = 5,4 \text{ mm/s}^2$

Note:

- 1) limiti indicati fermi restando gli obblighi derivanti dalla protezione dei lavoratori ex D.Lgs. 81/08 e s.m.i, e riferendosi a vibrazioni immesse da sorgenti esterne e non connesse alle attività (le vibrazioni connesse alle attività produttive fanno parte della componente residua V_{res});
- 2) limiti validi indipendentemente dall'orario, per degenze ordinarie, e con misure effettuate al pavimento in corrispondenza del letto dei pazienti;
- 3) limiti validi anche in orario diurno, limitatamente ai periodi effettivamente utilizzati per il riposo diurno (prime ore del pomeriggio);
- 4) limiti validi per il periodo di effettivo utilizzo da parte degli allievi e limitatamente alle aule didattiche.

Nel caso in cui le vibrazioni residue, V_{res} , avessero un valore maggiore del 50% di quelle immesse, V_{imm} , il disturbo prodotto dalle vibrazioni della sorgente, V_{sor} , può essere ritenuto trascurabile.

Di seguito la tabella di sintesi (Tab. 3.1) dei limiti previsti dalla UNI 9614:2017.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 19 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Tab. 3.1 - Valori limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza per la UNI 9614:2017

Destinazione d'uso	Accelerazione Vettore V_{sorg} (m/s ²)
Abitazioni (periodo notturno dalle 22:00 alle 6:00)	3,6 10 ⁻³
Abitazioni (periodo diurno dalle 6:00 alle 22:00)	7,2 10 ⁻³
Abitazioni (periodo diurno festivo dalle 6:00 alle 22:00)	5,4 10 ⁻³
Luoghi di lavoro	14 10 ⁻³
Ospedali, case di cura e affini (indipendentemente dal periodo)	2 10 ⁻³
Asili e case di riposo (valido anche nel periodo diurno in caso sia previsto il riposo delle persone)	3,6 10 ⁻³
Scuole (nel periodo di utilizzo degli allievi e limitatamente alle aule usate)	5,4 10 ⁻³

3.3 UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”, norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3. La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. La norma considera per semplicità gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.) nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio; tuttavia, le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. L'Appendice A della UNI 9916 contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 20 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

dallo strato di base (magrone) sul quale si trovano le fondazioni oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali (case, uffici, ospedali, case di cura, ecc.);
- gli edifici pubblici (municipi, chiese, ecc.);
- edifici vecchi ed antichi con un valore architettonico, archeologico e storico;
- le strutture industriali più leggere spesso concepite secondo le modalità costruttive in uso per gli edifici abitativi.

La classificazione degli edifici (Prospetto III) è basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni oltre che sulla tolleranza degli effetti vibratorii sugli edifici in ragione del loro valore architettonico, archeologico e storico. I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura;
- le fondazioni;
- la natura del terreno.

La categoria di struttura (Prospetto II) è classificata in una scala da 1 a 8 (a numero crescente di categoria corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni) in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici, edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali (Gruppo 1) e edifici e strutture moderne (Gruppo 2). L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione e al numero di piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi. La Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità; la Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno; la Classe C infine comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate (Tipo a); terreni compattati a stratificazione orizzontale (Tipo b); terreni poco compattati a stratificazione orizzontale (Tipo c); piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale (Tipo d); terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature (Tipo e) e materiale di riporto (Tipo f). L'Appendice B della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni con riferimento alla DIN 4150 e al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica." La parte 3 della DIN 4150 indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie:

- sull'edificio (nel suo complesso);
- sui pavimenti: $v < 20$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione e le velocità massime ammissibili per vibrazioni stazionarie;
- sull'edificio (nel suo complesso): $v < 5$ mm/s in direzione orizzontale sull'ultimo piano;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 21 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

- sui pavimenti: $v < 10$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione.

Per velocità massima è da intendersi la velocità massima di picco. Essa è ricavabile dalla velocità massima r.m.s. attraverso la moltiplicazione di quest'ultima con il fattore di cresta F. Tale parametro esprime il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace. Per onde sinusoidali si assume $F = 1,41$; in altri casi si possono assumere valori maggiori. Nei casi più critici (ed es. esplosioni di mina) F può raggiungere il valore 6. La ISO 4866 fornisce infine una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo tre livelli:

- Danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre, formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata, con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4÷50 mm/s, e per vibrazioni continue, con velocità 2÷5 mm/s.
- Danno minore: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità vibrazionale compreso tra 20÷100 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 3÷10 mm/s.
- Danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20÷200 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 5÷20 mm/s.

3.4 Norma UNI 11048 – “Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo”

La norma UNI 11048:2003, sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.

3.5 Riferimenti Bibliografici

Al fine della redazione del presente studio, per le assunzioni e comprovare le ipotesi tecniche assunte sono state prese in considerazione, oltre la corrente normativa tecnica, la seguente bibliografia:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 22 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

- Lamberto Tronchin, Angelo Farina, Valerio Tarabusi – “Studio di impatto acustico e vibrazionale nella realizzazione di infrastrutture viarie e ferroviarie” - 31° Convegno Nazionale AIA, Venezia, 5-7 Maggio 2004.
- Angelo Farina – “Valutazione dei livelli di vibrazioni in edifici residenziali - Normativa, tecniche di misura e di calcolo” - Rivista Neo-EUBIOS, n. 16. Maggio 2006 - ISSN 1825-5515.
- Aki, K., and Richards, P.G. (1980). “Quantitative Seismology: Theory and Methods.”, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 932 pp.
- Ishihara, K. (1996). “Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics.”, Oxford Science Publications, Oxford, UK, pp. 350.
- Ohta, Y. and N. Goto. (1978), Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes. Earthq. Eng. Struct. Dyn., 6:167-187.
- Hal Amick, Colin Gordon & Associates (1999), “A Frequency-Dependent Soil Propagation Model” - Presented at SPIE Conference on Current Developments in Vibration Control for Optomechanical Systems - Denver, Colorado, July 20, 1999 San Mateo, California USA.
- Dong-Soo Kim, Jin-Sun Lee¹ (1999), “Propagation and attenuation characteristics of various ground vibrations” - Department of Civil Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Taejon – pp 305-701
- Hal Amick and Michael Gendreau (2000) – “Construction Vibrations and Their Impact on Vibration-Sensitive Facilities” - Colin Gordon & Associates, San Mateo, California 94402.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 23 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

4.1 Generalità

L'opera in progetto consta nella costruzione di una linea principale DN 1400 (56”) di lunghezza pari a 40+187 km e di n. 7 aree impiantistiche, di cui n.6 Punti di Intercettazione di Linea (P.I.L.) ed un Stazione Lancio e Ricevimento PIG (quest'ultima ubicata a fine tracciato).

Complessivamente, l'intera opera ricade nella regione Puglia, interessando i comuni di seguito riportati.

Provincia di Brindisi:

- Brindisi
- Mesagne
- Latiano
- San Vito dei Normanni
- San Michele Salentino
- Francavilla Fontana
- Ceglie Messapica
- Villa Castelli

Provincia di Taranto:

- Martina Franca

Il metanodotto inizia con un tie-in da realizzarsi all'interno dell'esistente Stazione di Lancio e Ricevimento PIG situata in loc. Matagiola in comune di Brindisi, con contestuale rimozione dell'esistente trappola DN1400 (56”), dando così continuità al gasdotto Interconnessione TAP DN1400 (56”) proveniente da Melendugno (LE) fino alla loc. Masseria Manampola, in comune di Martina Franca, dove è prevista la realizzazione di una nuova Stazione di Lancio e Ricevimento PIG.

Il metanodotto si sviluppa tendenzialmente in direzione est – ovest, interessando prevalentemente terreni agricoli pianeggianti (uliveti, vigneti, seminativi ed incolti), ponendosi per la maggior parte del suo tracciato in parallelismo rispetto a due metanodotti Snam esistenti:

- Met. Palagiano – Brindisi DN450 (18”), MOP 70 bar;
- Met. Palagiano – Brindisi Sud DN1050 (42”), MOP 75 bar.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 24 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

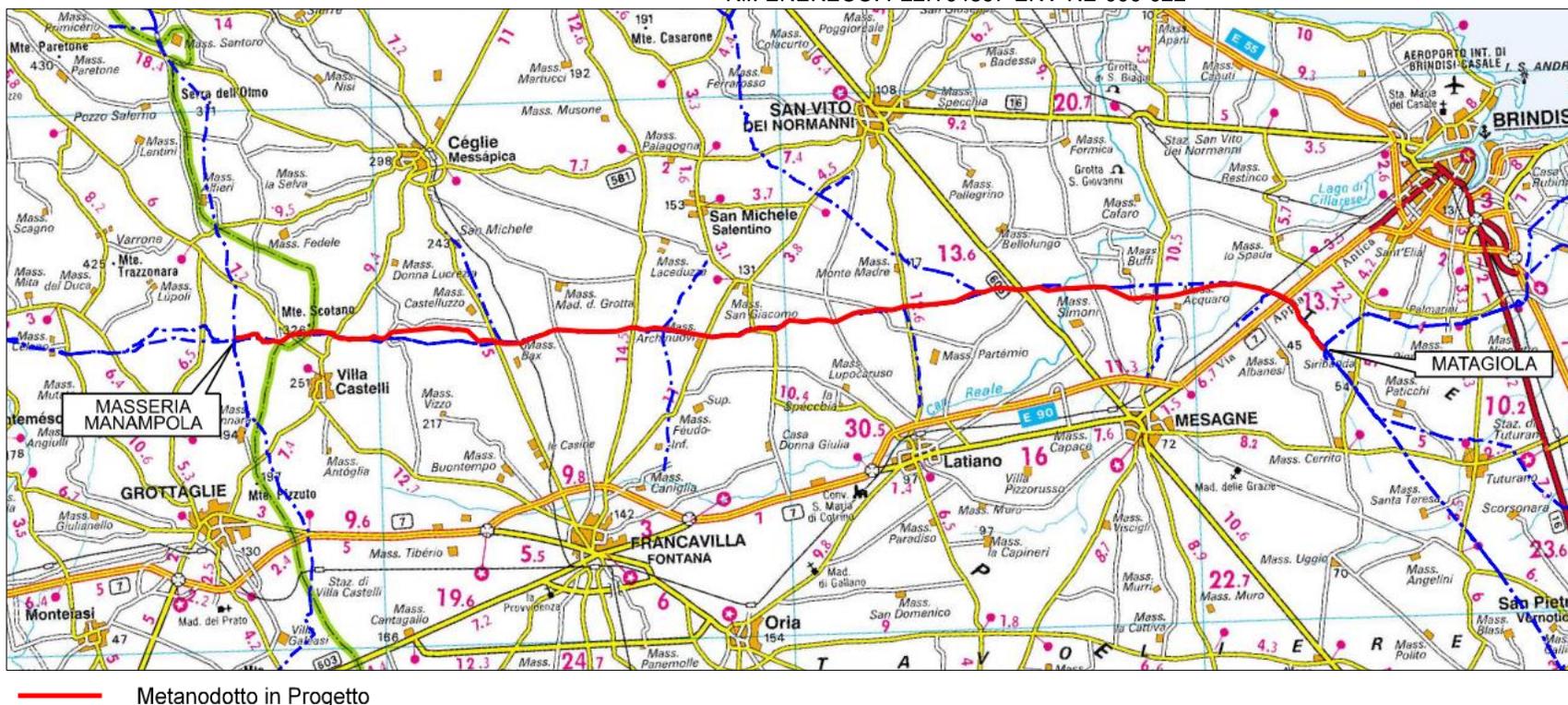


Fig. 4-1 - Inquadramento generale dell'opera in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 25 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

4.2 Fasi di realizzazione dell’opera

La realizzazione delle opere in progetto consta, in linea generale, delle attività di seguito descritte.

4.2.1 Realizzazione di infrastrutture provvisorie

Con il termine di “infrastrutture provvisorie” si intendono le piazzole di stoccaggio per l’acatastamento delle tubazioni e della raccorderia. Le piazzole saranno realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle tubazioni e contigue all’area di passaggio. La realizzazione delle stesse, previo accatastamento dell’humus superficiale, consiste nel livellamento del terreno.

4.2.2 Apertura della fascia di lavoro e posa della condotta

La posa della condotta verrà effettuata in gran parte tramite **trincea a cielo aperto**. L’esecuzione dei lavori di posa richiede preliminarmente la realizzazione di uno scotico del terreno superficiale per l’apertura della pista di lavoro e degli allargamenti necessari lungo tutta la linea, in cui si prevede di rimuovere i primi 20 cm di suolo. Il terreno risultante sarà accantonato al margine della pista di lavoro stessa e riutilizzato interamente, previo esito positivo dei campionamenti, in fase di ripristino delle aree di lavoro.

Successivamente si procederà allo scavo della trincea di posa e al deposito di materiali di risulta lateralmente allo scavo, evitando il mescolamento con il terreno superficiale, per riutilizzarlo in fase di rinterro.

In corrispondenza di una fascia di larghezza variabile (stimabile in circa 2,5 m – 3,0 m, in funzione dell’inclinazione delle pareti di scavo della trincea), coassiale alla condotta, la profondità di scavo arriverà a 1,5 m, in aggiunta al diametro esterno della condotta.

Nelle seguenti figure Fig. 4-2, Fig. 4-3 e Fig. 4-4 viene rappresentata, in maniera schematica, la movimentazione di terreno generata dall’apertura dell’area di passaggio e dello scavo della trincea.



PROGETTISTA



COMMESSA

NR/15437

UNITÀ

LOCALITA'

REGIONE PUGLIA

REL-VIB-E-09001

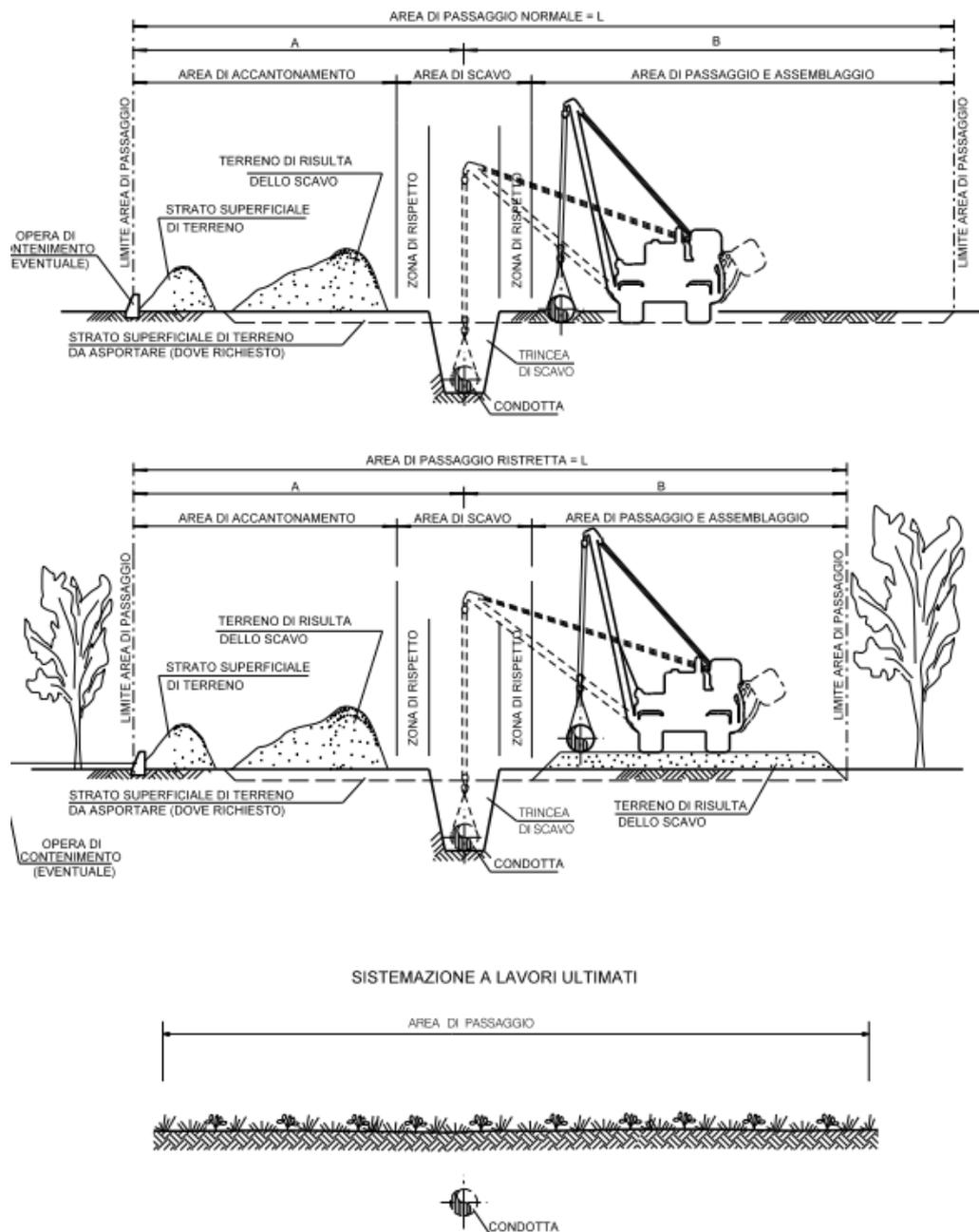
PROGETTO / IMPIANTO

METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA
MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar

Fg. 26 di 83

Rev.
00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022



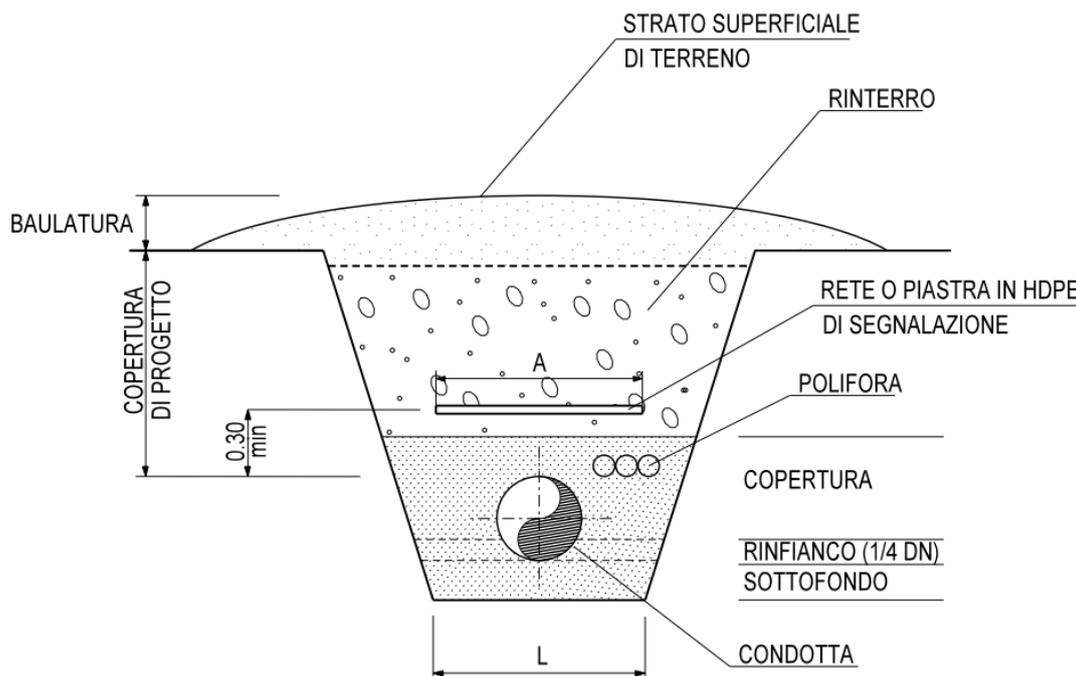
DIAMETRO CONDOTTA	AREA DI PASSAGGIO NORMALE			AREA DI PASSAGGIO RISTRETTA		
	A [m]	B [m]	L [m]	A [m]	B [m]	L [m]
1400 (56")	13	19	32	10	14	24

Fig. 4-2 - Disegno tipologico indicativo dei movimenti di terreno in fase di posa della nuova condotta (apertura dell'area di passaggio e scavo della trincea).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 27 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

SEZIONE TIPO



TUBO DI LINEA		FONDO SCAVO (dimensioni standard)	PIASTRA DI SEGNALAZIONE GASD A.10.01.37	RETE DI SEGNALAZIONE GASD A.10.01.35
DN	inch	L (m)	A (m)	A (m)
1400	56"	1.80	2.00	2.00

Fig. 4-3 - Disegno tipologico indicativo della trincea di scavo per le opere in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 28 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022



Fig. 4-4 - Scavo per l'alloggiamento della condotta.

Dopo la posa in opera delle tubazioni saranno effettuate le operazioni di rinterro. La condotta posata sarà ricoperta con il materiale di risulta accantonato lungo l'area di passaggio all'atto dello scavo della trincea. Le operazioni saranno condotte in due fasi per consentire, a rinterro parziale, la posa della polifora portacavo e della rete (o piastra in HDPE) di avvertimento, utile per segnalare la presenza della condotta in gas. A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato.

4.2.3 Attraversamenti

Gli attraversamenti di corsi d'acqua, di infrastrutture e di particolari elementi morfologici (aree boscate, ecc.) vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano simultaneamente all'avanzamento della linea, in modo da garantire la realizzazione degli stessi prima dell'arrivo della linea.

Le metodologie realizzative utilizzate per il presente progetto sono riconducibili alla seguente tecnica:

- **attraversamenti realizzati tramite scavo a cielo aperto;**
- **attraversamenti realizzati tramite trivella spingitubo;**

La scelta della metodologia da utilizzare dipende da diversi fattori, quali: profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, tipologia e consistenza del terreno, permeabilità, sensibilità dell'ambiente, ecc..

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 29 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

In generale per gli attraversamenti in cui non è prevista la posa in opera di tubo di protezione si utilizza la posa della tubazione tramite scavo a cielo aperto che consente un rapido intervento e ripristino delle aree a fronte di un temporaneo ma reversibile disturbo diretto sulle stesse. Questi attraversamenti sono generalmente realizzati in corrispondenza di strade comunali, o comunque della viabilità secondaria, e dei corsi d'acqua (l'attraversamento di un corso d'acqua con scavo a cielo aperto rappresenta infatti la tecnica più consolidata per la posa di condotte).

Gli attraversamenti che richiedono l'ausilio del tubo di protezione possono essere realizzati per mezzo di scavo a cielo aperto, ma più di frequente con l'impiego di apposite trivelle spingitubo, il che consente di non interferire direttamente sul corso d'acqua o sulla infrastruttura interessata, ma con restrizioni sull'applicabilità legate alla lunghezza dell'attraversamento o alla presenza di ciottoli o di terreni permeabili. Per il presente progetto è previsto l'impiego di apposite trivelle spingitubo.

Attraversamenti di infrastrutture e servizi principali

Gli **attraversamenti di ferrovie, strade statali, strade regionali e provinciali**, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) e, in alcuni casi, di collettori in CLS sono realizzati, in accordo alla normativa vigente, con tubo di protezione.

Il tubo di protezione è verniciato internamente e rivestito, all'esterno, con polietilene applicato a caldo in fabbrica dello spessore minimo di 3 mm.

Qualora si operi con scavo a cielo aperto, la messa in opera del tubo di protezione avviene, analogamente ai normali tratti di linea, mediante le operazioni di scavo, posa e rinterro della tubazione.

Qualora si operi con trivella spingitubo, la messa in opera del tubo di protezione comporta le operazioni, maggiormente dettagliate e descritte successivamente.

Attraversamenti di corsi d'acqua

Fossi e piccoli corsi d'acqua sono di norma attraversati tramite scavo a cielo aperto. Questa tecnica prevede lo scavo in alveo mediante escavatori o drag-line per la formazione della trincea in cui vengono varate le condotte e, a posa ultimata, il rinterro e il ripristino dell'area, analogamente a quanto avviene per il resto della linea.

Negli attraversamenti di fiumi di dimensioni significative, invece, si procede normalmente alla preparazione fuori terra del cosiddetto "cavalotto", che consiste nel piegare e quindi saldare fra loro le barre della tubazione secondo la geometria di progetto. Contemporaneamente a questa preparazione, si procede all'esecuzione dello scavo dell'attraversamento. Inoltre, in caso di presenza d'acqua in alveo, durante le fasi operative si provvederà all'esecuzione di bypass provvisori del flusso idrico. Questi verranno realizzati tramite la posa di alcune tubazioni nell'alveo del corso d'acqua, con diametro e lunghezza adeguati a garantire il regolare deflusso dell'intera portata. Successivamente, realizzato il by-pass, si procederà all'esecuzione dello scavo per la posa del cavalotto preassemblato tramite l'impiego di trattori posatubi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 30 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Gli attraversamenti con scavo a cielo aperto dei corsi d’acqua con sezioni idrauliche di rilievo vengono sempre programmati nei periodi di magra per facilitare le operazioni di posa della tubazione.

Non sono comunque mai previsti deviazioni dell’alveo o interruzioni del flusso durante l’esecuzione dei lavori.

La tubazione inoltre, in corrispondenza della sezione dell’attraversamento, al fine di garantire la sicurezza della condotta, sarà opportunamente collocata ad una maggiore profondità, garantendo una copertura minima di circa 1,5 m rispetto alla profondità di erosione verificata e comunque non inferiore a circa 2,0 m dal punto più depresso dell’alveo di magra, eccezion fatta per gli alvei in roccia e per quelli con rivestimento di fondo in cls per i quali ci si può attestare ad una copertura minima di 1,5 m.

In caso di corsi d’acqua mostranti particolari motivi di attenzione ambientale / paesaggistica o di dimensioni molto importanti, si può optare per l’attraversamento in modalità trenchless.

Tra le metodologie trenchless disponibili sopra menzionate, l’opera in progetto prevede la sola metodologia della Trivella Spingitubo, essa è di seguito descritta in maniera più approfondita.

Metodologie Trenchless

Trivella spingitubo con unità di perforazione: è la metodologia trenchless più semplice; essa consiste nell’infiggere orizzontalmente nel terreno il tubo di protezione in acciaio mediante spinta con martinetti idraulici.

Prima di effettuare l’attraversamento con tale metodologia, una volta individuata la profondità di posa della condotta, si predispongono due pozzi, uno di partenza ed uno di arrivo. Il pozzo di partenza funge da postazione di spinta. Tale postazione di norma ha dimensioni in pianta di circa 15 m x 5 m ed una profondità variabile in funzione della quota dell’attraversamento (è buona norma mantenere una copertura minima della perforazione pari a 2,5 volte il diametro del foro da realizzare).

Realizzata la postazione di spinta, in essa si posiziona l’attrezzatura di perforazione e spinta del tubo camicia costituita da:

- un telaio di guida;
- una stazione di spinta.

L’esecuzione della trivellazione avviene mediante l’avanzamento del tubo di protezione, posizionato sul telaio, spinto da martinetti idraulici, al cui interno agisce solidale la trivella di perforazione (con testata diversa a seconda della tipologia di terreno) dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 31 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022



Fig. 4-5 - Trivella spingitubo

4.2.4 Realizzazione degli impianti e dei punti di linea

Consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.). Le valvole sono quindi messe in opera completamente interrate, ad esclusione dello stelo di manovra (apertura e chiusura della valvola). Al termine dei lavori si procede al collaudo ed al collegamento dei sistemi alla linea.

Gli impianti potranno raggiungere una profondità massima di -3 m dallo 0 impianto.

L'area dell'impianto viene delimitata da una recinzione realizzata mediante pannelli metallici preverniciati, collocati al di sopra di un cordolo in muratura.

Attorno alla recinzione verrà posto a dimora un mascheramento vegetale costituito da specie arboree tipiche del contesto locale.

L'ingresso all'impianto viene garantito da una strada di accesso predisposta a partire dalla viabilità esistente e completata in maniera definitiva al termine dei lavori di sistemazione della linea.

4.2.5 Esecuzione dei ripristini

In questa fase saranno eseguite tutte le operazioni necessarie a riportare l'ambiente allo stato pre-esistente i lavori.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 32 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Al termine delle fasi di collaudo e collegamento, ad ultimazione delle operazioni di montaggio, si procederà a realizzare gli interventi di ripristino.

4.3 Recettori e sorgenti di vibrazione esistenti

Per una corretta caratterizzazione dell'area di indagine ed una successiva valutazione degli impatti è stata preventivamente stimata la fascia di territorio soggetta all'intervento, individuando un ambito di studio di almeno 50 metri per lato dalle aree di cantiere e nella quale sono stati localizzati i recettori potenzialmente impattati dai lavori. In base ad esperienze prodotte su studi analoghi tale ampiezza di fascia può ritenersi cautelativamente sufficiente al fine di indagare l'area di propagazione delle vibrazioni. In caso di presenza di ricettori sensibili si è provveduto ad un'estensione dell'ambito di studio sino al loro raggiungimento.

L'individuazione dei ricettori ha quindi tenuto in considerazione la loro tipologia e l'eventuale sensibilità e vulnerabilità delle aree interessate dai lavori, facendo particolare attenzione alle caratteristiche del territorio in cui si svolgeranno le attività, alla distanza dalle aree di lavoro, dai centri urbani e alle caratteristiche geotecniche e geologiche dei suoli attraversati.

La valutazione dell'impatto delle vibrazioni prodotte dal cantiere sarà valutata almeno per tutti i ricettori interni alla fascia di 50 m.

Al fine di caratterizzare la tipologia di edifici lungo il tracciato e definire un valore residuo delle vibrazioni presso gli stessi si procede ad un'analisi dettagliata di alcuni ricettori, considerandoli rappresentativi di quelli presenti nelle aree in cui sono ubicati.

In considerazione di eseguire una valutazione previsionale conservativa sarà considerato per tutti i ricettori il valore del vettore residuo ipotizzato pari a $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$.

4.4 Contesto geologico

La Puglia è una regione costituita principalmente da rocce sedimentarie di età mesozoica e cenozoica, durante le quali il mare ricopriva l'intera area dell'Italia meridionale.

La geografia dell'epoca vedeva infatti la presenza di un vasto bacino che si estendeva dalla Puglia fino all'Appennino Settentrionale, con condizioni di forte evaporazione delle acque. Lateralmente a questo bacino evaporitico, nella vicina area appenninica meridionale, vi erano le condizioni di mare aperto con deposizioni di calcari ricchi di noduli di selce, i quali attualmente si rinvengono in affioramento in Lucania e Calabria. Nel Giurassico, tutta la parte centro occidentale del Gargano era occupata da un complesso di scogliere coralline. Oltre il bordo della scogliera, nel resto della Puglia si sviluppava un mare poco profondo che si estendeva fino al Salento, con sedimentazione di calcari e dolomie. Pertanto, nella regione Puglia la successione sedimentaria in affioramento è formata da 3000 m di carbonati del Cretaceo, rappresentati da carbonati lagunari e peritidali di acque basse, per

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 33 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

lo più depositati in ambienti a piattaforma interna a bassa energia (es. RICCHETTI, 1975; CIARANFI et alii, 1988).

Tale ambiente deposizionale è conosciuto come piattaforma periadriatica (D'ARGENIO, 1974; ZAPPATERRA 1990). Le piattaforme periadriatiche, nel periodo tardo triassico fine cretaceo, erano siti di sedimentazione quasi esclusiva di carbonato (es. RICCHETTI et alii, 1988; ZAPPATERRA, 1990) e per lo più sviluppati in un contesto di margine passivo caratterizzato da tassi di subsidenza quasi costanti (CHANNEL et alii, 1979; D'ARGENIO & ALVAREZ, 1980).

La deformazione tettonica, dovuta alle spinte attive che hanno poi portato alla formazione dell'appennino, ha prodotto successivamente il sollevamento regionale delle piattaforme, con conseguente sviluppo di due principali discordanze sedimentarie regionali intracretacee: “la prima dell’Albiano/cenomaniano, la seconda del turoniano (MINDSZENTY et alii, 1995)”.

Queste discordanze stratigrafiche sono contrassegnate da paleosuoli di bauxite che indicano l’esposizione subaerea di lunga durata di tali depositi. Le prime emersioni, se pur di piccole aree, si registrarono nel Cretacico, a chiusura della successione mesozoica. A tali emersioni sono ascrivibili la maggior parte degli affioramenti del Gargano, delle Murge e delle Serre Salentine.

Con il Terziario ha invece inizio l'era delle grandi emersioni. Dati stratigrafici mostrano che il record sedimentario del Carbonato Pugliese ha registrato solo l'evento di bauxite turoniana (ad es. LUPERTO SINNI & REINA, 1996), mentre nessun record significativo vi è riguardante l’esposizione subaeree avvenuta durante l’Albiano e il Cenomaniano (VALDUGA, 1965; RICCHETTI, 1975).

L'attuale Murgia, area in cui si sviluppa il presente progetto, rimase così emersa per tutto il Cenozoico, mentre i blocchi carbonatici degli attuali promontori del Gargano e della Penisola Salentina subivano, in misura differente, ripetute e sempre più vaste subsidenze tettoniche, accompagnate da ingressioni marine. Nel Paleocene-Oligocene si assisteva alla costituzione di una formazione calcarea (detritico organogena) poco estesa, la quale oggi affiora lungo i bordi orientali del Gargano e del Salento. Proprio nel Salento, in età Miocenica, si depositarono spessori di arenarie formate da detriti calcarei, che provenivano dallo smantellamento dei depositi mesozoici affioranti, costituendo, pertanto, la formazione ben nota nel Salento con la denominazione di “Pietra Leccese”.

Nell’Infrapliocene si originarono, infine, le condizioni che hanno portato alla più vasta ingressione marina che l'intera Puglia abbia mai subito e che portò alla conseguente acquisizione dell'assetto geografico-strutturale che oggi la contraddistingue.

La storia geologica e le vicende tettoniche e paleogeografiche hanno fatto sì che la Puglia si diversificasse nel suo complesso in varie unità con caratteri geologici, morfologicostrutturali, idrografici ed idrogeologici alquanto diversi fra loro, che geograficamente si identificano nelle seguenti zone:

- Subappennino dauno;
- Promontorio del Gargano;
- Tavoliere di Foggia;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 34 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

- Murge;
- Penisola Salentina;

Per quel che concerne l'assetto strutturale, la Puglia è collocata nel più ampio contesto geologico dell'Italia Meridionale e può essere suddivisa in 3 settori, allungati in senso appenninico (NW-SE) e ciascuno appartenente ad una ben precisa unità stratigrafica o morfologico-strutturale. Procedendo dalla linea di costa adriatica verso l'interno, si riconoscono (): il settore di avampaese, il settore di avanfossa e il settore di catena (ISPRA, Manuali e Linee Guida 170/2017).

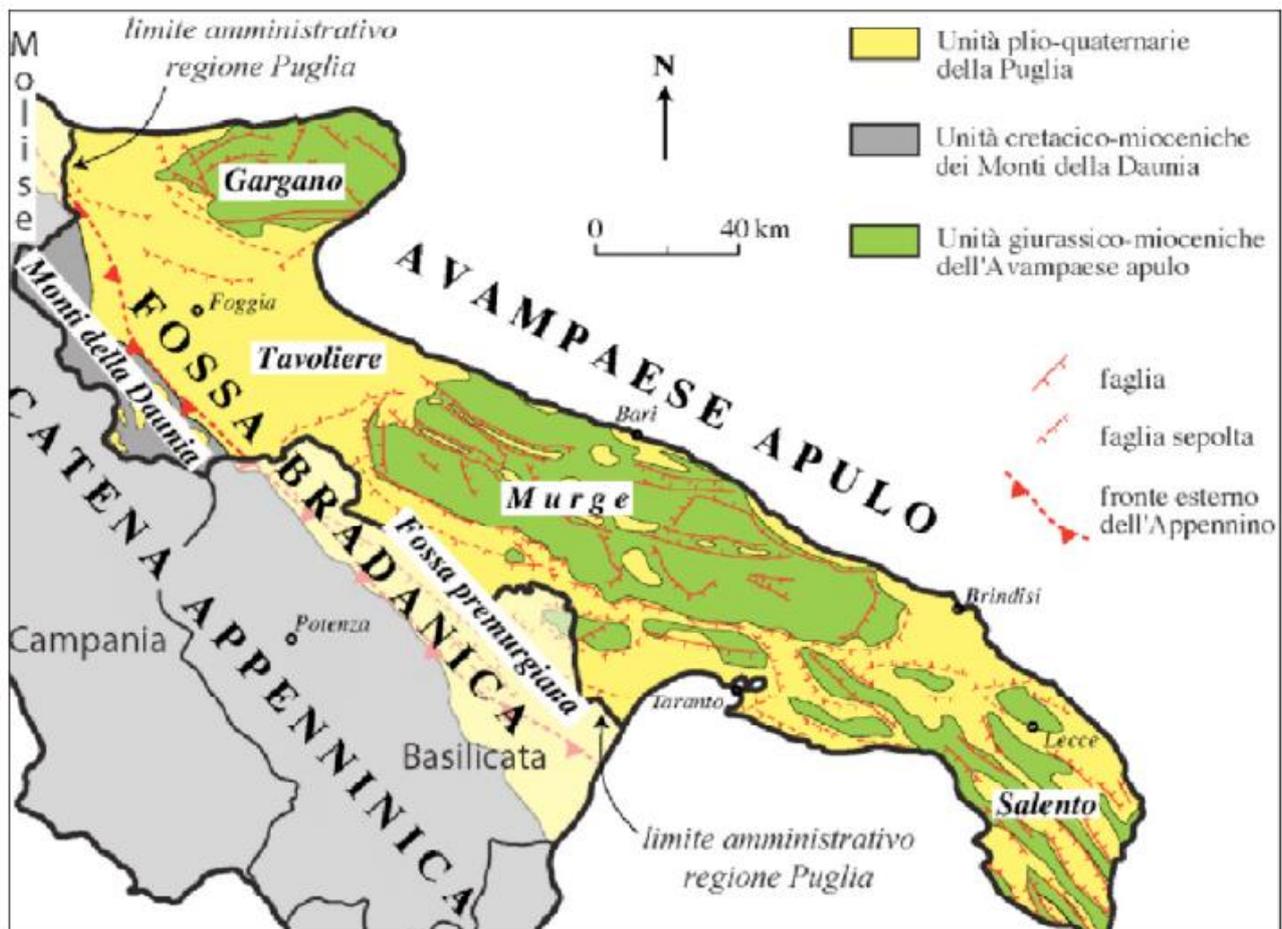


Fig. 4-6 - Carta geologica schematica (Pieri et al., 1997 modificata in Tropeano et al., 2009). fonte ISPRA, Manuali e Linee Guida 170/2017

L'unità carbonatica apulo-garganica mesozoica affiorante in corrispondenza dei rilievi del Gargano, delle Murge e del Salento, costituisce il settore di avampaese Sud appenninico o adriatico. Il settore di avanfossa ospita il Tavoliere delle Puglie e la Fossa Bradanica e fa parte dell'avanfossa Sud appenninica che si estende dal Golfo di Taranto al litorale di Termoli. Questo settore di avanfossa è costituito da una vasta depressione interposta tra la

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 35 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese ove affiorano rocce clastiche Plio-Pleistoceniche senza soluzione di continuità e di potenza apprezzabile.

L'unità carbonatica apulo-garganica mesozoica affiorante in corrispondenza dei rilievi del Gargano, delle Murge e del Salento, costituisce il settore di avampaese Sud appenninico o adriatico.

Il settore di avanfossa ospita il Tavoliere delle Puglie e la Fossa Bradanica e fa parte dell'avanfossa Sud appenninica che si estende dal Golfo di Taranto al litorale di Termoli.

Questo settore di avanfossa è costituito da una vasta depressione interposta tra la dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese ove affiorano rocce clastiche Plio-Pleistoceniche senza soluzione di continuità e di potenza apprezzabile.

I rilievi dell'Appennino Dauno rappresentano infine il settore di catena. Si tratta di una stretta fascia che si sviluppa in senso appenninico nell'estrema parte nord-occidentale della Puglia in cui affiorano essenzialmente formazioni cenozoiche terrigene in facies di Flysh, ricoperte limitatamente da depositi clastici plio-pleistocenici (ISPRA, Manuali e Linee Guida 170/2017).

Il Promontorio del Gargano, a causa delle vicissitudini tettonico-strutturali e quindi di sedimentazione che lo hanno caratterizzato, risulta pertanto costituire un corpo isolato sia dal resto della Regione che della Penisola. Difatti, a causa di intensi sollevamenti prodottisi nel Miocene medio che condussero all'emersione della quasi totalità delle rocce attualmente affioranti e al contemporaneo instaurarsi di una rete di faglie distensive (NOSE e O-E), le quali favorivano lo sprofondamento delle regioni marginali del promontorio, il Gargano venne a costituire un'isola separata dall'Appennino e dalle Murge da un braccio di mare in corrispondenza della Fossa Bradanica.

Per quanto concerne le Murge (principale area di riferimento per il presente progetto), affiora oggi una successione cretacea spessa 3 km che mostra una diminuzione di spessore procedendo da SW a SSW (Pieri, 1980; Ricchetti, 1980). Questa successione è principalmente caratterizzata da carbonati ben stratificati (Ricchetti 1975; 1980), discontinui e sottili, dunque, depositi tardo pliocenici-quadernari appartenenti al ciclo sedimentario bradanico. Tali depositi si sovrappongono stratigraficamente alla successione del Cretaceo dell'alta Murge, quest'ultima caratterizzata da un grande plateau centrale con direzione di immersione NW-SE (l'altopiano delle "Murge alte" o "Alta Murgia"), fiancheggiata a NE da blocchi fagliati e dislocati (le "Murge basse" altopiano e piattaforma adriatica pugliese). Le dislocazioni tettoniche che cominciarono a prodursi allorché la piattaforma carbonatica apula andò a far parte del sistema geodinamico dell'orogenesi appenninica, produssero infatti profonde deformazioni strutturali. L'attuale area delle Murge alte assunse dunque un assetto strutturale di esteso Horst e le attuali aree della Fossa Bradanica di ampi Graben (Fig. 4-7). Durante il Pliocene, la subsidenza dell'Avanfossa Apula, indotta dal Roll-back verso est della Placca Adria, produsse una severa trasgressione sull'altopiano delle Murge, fatta eccezione dell'altopiano delle "Murge alte".

La trasgressione è stata registrata tramite deposizione di carbonati di mare poco profondo (la Calcarenite di Gravina), seguita da argille limose - emipelagiti (la formazione subappenninica delle Argille), sovrastate da depositi a grana grossa (sabbia e ghiaia marina) (Pieri et al., 1996), successione ritrovata nell'area di studio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 36 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

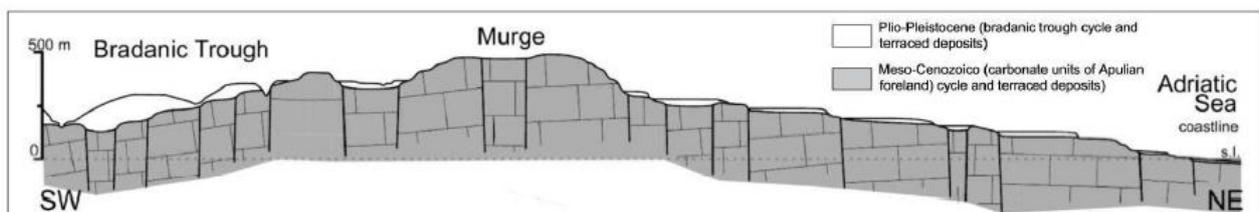
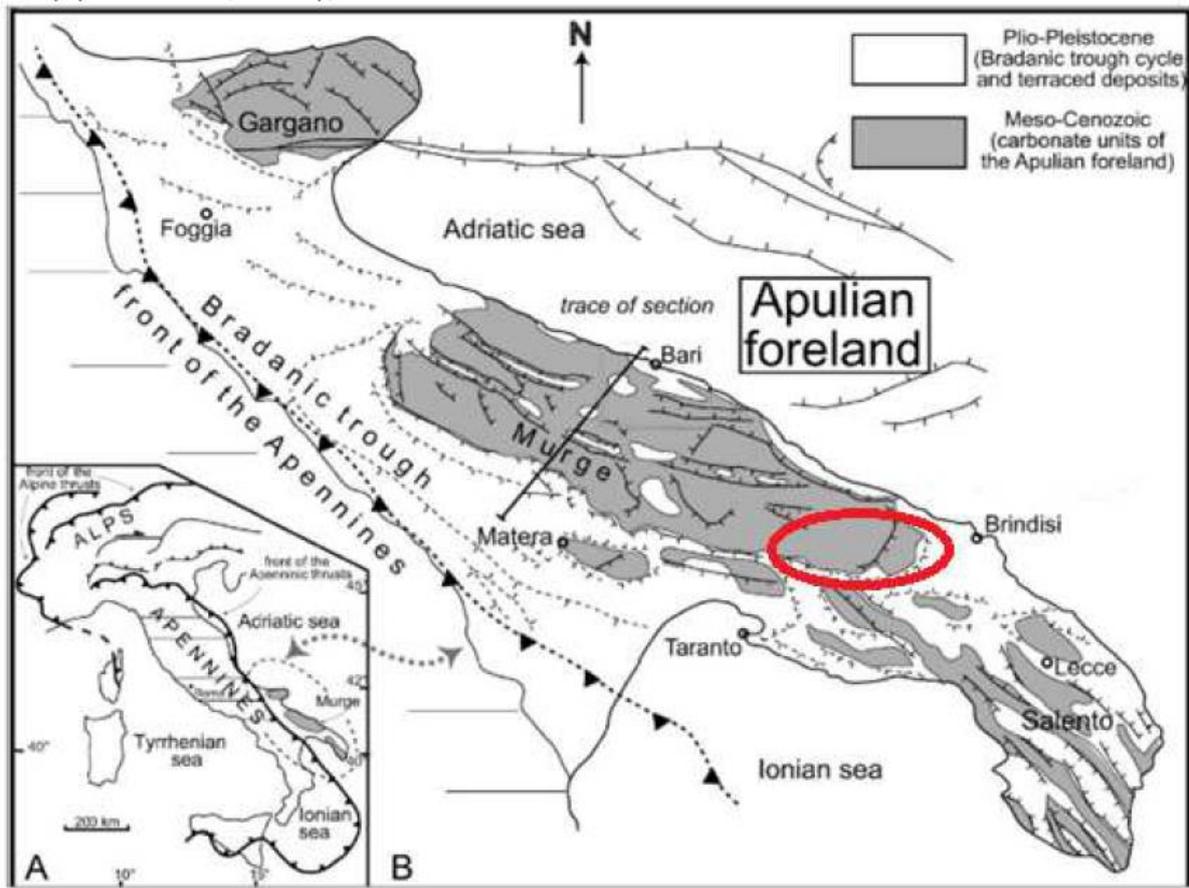


Fig. 4-7 - Assetto geologico-strutturale della Puglia attraverso l'area delle Murge (modificato da PIERI et alii, 1997). Cerchiata in rosso l'area studio.

4.4.1 Complessi geologici

La geologia della Puglia è stata oggetto di diversi studi stratigrafici, paleontologici, sedimentologici e strutturali volti alla comprensione dei processi sedimentari, dei rapporti geometrici tra i vari terreni affioranti ed alla conoscenza cronostratigrafica degli stessi. Le formazioni litologiche, sulla base di tutte quelle caratteristiche che possono aver condizionato la configurazione geomorfologica del paesaggio, possono essere, quindi, annoverate all'interno dei seguenti complessi litologici (**Fig. 4-8**):

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 37 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica;
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa;
- Unità a prevalente componente arenitica;
- Unità a prevalente componente argillosa;
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica;
- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica.

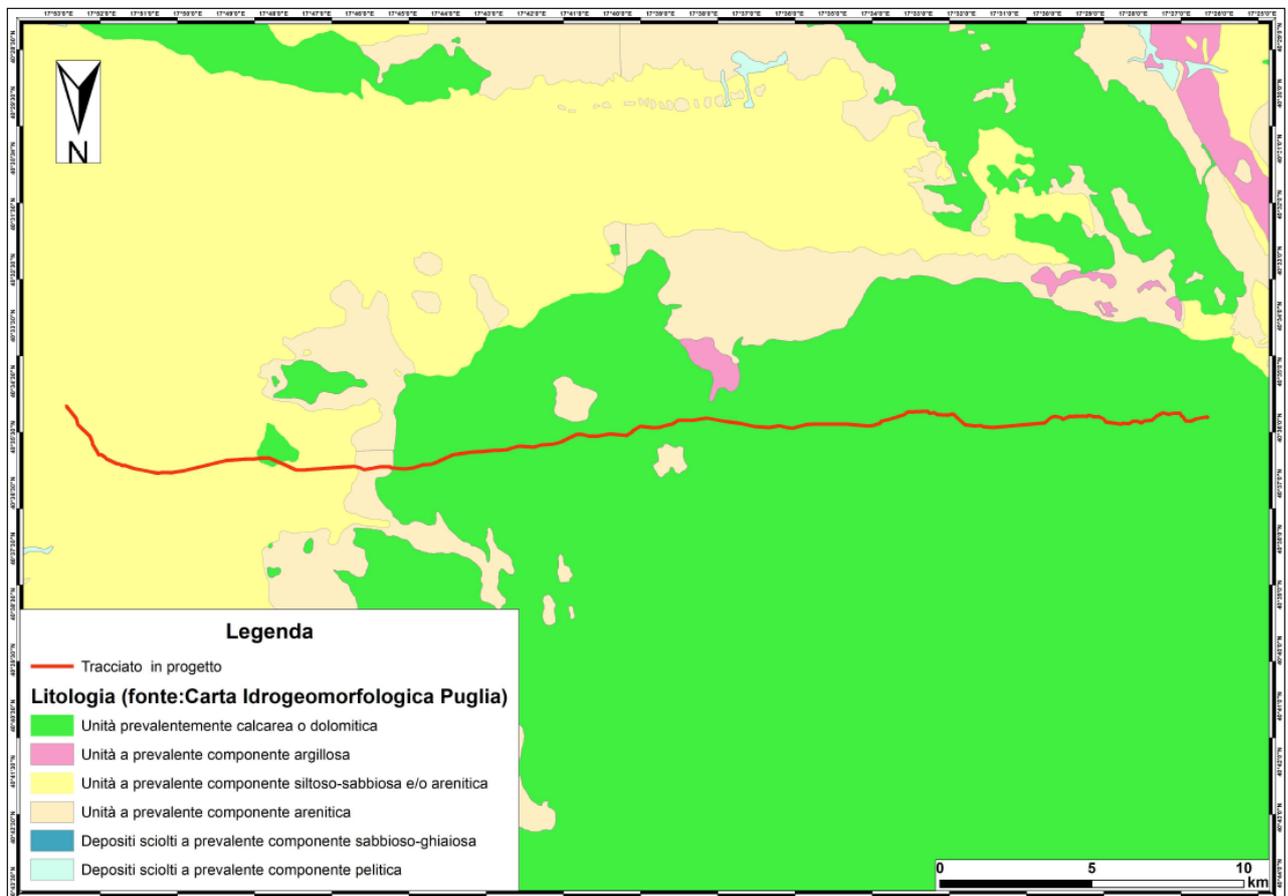


Fig. 4-8 - Carta dei complessi litologici relativamente all'area interessata dalle opere in progetto

Lo studio dei caratteri geologici lungo le aree di interesse è stato realizzato a partire dai dati disponibili in letteratura: Carta geologica Piano Territoriale Coordinamento Provinciale - Provincia di Brindisi, carta geologica d'Italia Foglio 203 "Brindisi" edita in scala 1:100.000 dal Servizio Geologico Nazionale.

Successivamente, sono state realizzate delle carte in ambiente CAD/GIS e le cartografie in scala 1:10.000 (NR15437-PG-CGD-D-09101 "Carta geologica" e NR15437-PG-CGM-D-09101 "Carta Idrogeomorfologica") che hanno consentito di determinare le interferenze dei tracciati con le varie formazioni geologiche. In linea generale, le formazioni geologiche

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 38 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

affioranti lungo le aree di interesse possono essere sintetizzate nel seguente modo (Tab. 4.1):

Tab. 4.1 – Formazioni geologiche affioranti nelle aree in studio

Età	Nome formazione	Sigla	Descrizione
Pleistocene	Formazione di Gallipoli	Q ¹ _s	Formazione di Gallipoli. Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. Di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrastre
		Q ¹ _c	Formazione di Gallipoli. L'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati. Nelle sabbie più elevate si notano talora <i>Cassidulina laevigata</i> D'ORB., <i>Carinata</i> SILV., <i>Bulimina marginata</i> D'ORB., <i>Ammonia beccarii</i> (LIN), <i>Ammonia perlucida</i> (HER, ALL. EARL.)
Cenomaniano/Turoniano	Calcari di Altamura	C ⁸⁻⁶	Calcare di Altamura. Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiari. Microfossili non molto frequenti: <i>Thaumatoporella</i> sp., <i>Praeglobotruncana stephani stephani</i> , <i>stephani turbinata</i> , <i>rotalipora appenninica appenninica</i> , <i>R.cf.reicheli</i> , <i>Nummoloculina</i> sp

4.4.2 Litotecnica

La caratterizzazione litotecnica dei terreni interessati dal metanodotto in progetto è stata desunta da dati bibliografici disponibili in letteratura, classificando le litologie in diversi complessi, sulla base delle loro caratteristiche petrografiche, sedimentologiche, strutturali, tessiturali e di erodibilità.

Pertanto, ogni formazione geologica attraversata dalle opere in progetto è stata classificata all'interno di uno specifico complesso litologico.

La consultazione di diversi studi eseguiti nell'ambito del territorio Pugliese (P.A.I., P.T.C.P.) ha permesso, relativamente alle aree interessate dalla condotta, la classificazione di tre unità litologiche, di seguito elencate:

- *Unità a prevalente componente argillosa-sabbiosa e/o arenitica* comprendente la formazione di Gallipoli nella sua forma arenacea e calcarenitica ben cementata e le sabbie argillose giallastre e argille grigio-azzurre della medesima formazione.
- *Unità a prevalente componente arenitica*, comprendente la formazione "Calcare del Salento", caratterizzata da sabbie calcaree poco cementate con intercalazioni di banchi di sabbie argillose grigio azzurre in trasgressione sulle formazioni più antiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 39 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

- *Unità prevalentemente calcarea o dolomitica*, comprendente il calcare di Altamura, caratterizzato da calcari compatti, biancastri e dolomie nocciola o grigio scuro. Nella sua parte degradata il calcare si presenta sotto forma di Terre rosse.

Le caratteristiche litotecniche dei terreni attraversati dal tracciato in progetto sono desunte da dati di letteratura e dai risultati ottenuti dalle indagini geognostiche (sondaggi geognostici, SPT), unitamente alle risultanze ottenute dalle prove di laboratorio eseguite sui target dei sondaggi.

Il tracciato in progetto attraversa l'unità argilloso-sabbiosa e/o arenitica, costituita dalle unità litotecniche afferenti alla formazione di Gallipoli dal punto di distacco in corrispondenza dell'impianto esistente fino a circa 12 km, ad eccezione del tratto compreso tra il km 7+375 e km 8+085, in cui il tracciato attraversa le unità prevalentemente calcaree e dolomitiche afferibili alla Formazione di Altamura, caratterizzati nei primi metri da roccia prevalentemente fratturata e/o alterata, la quale in profondità si rinviene più compatta. Spesso i calcari si presentano fessurati.

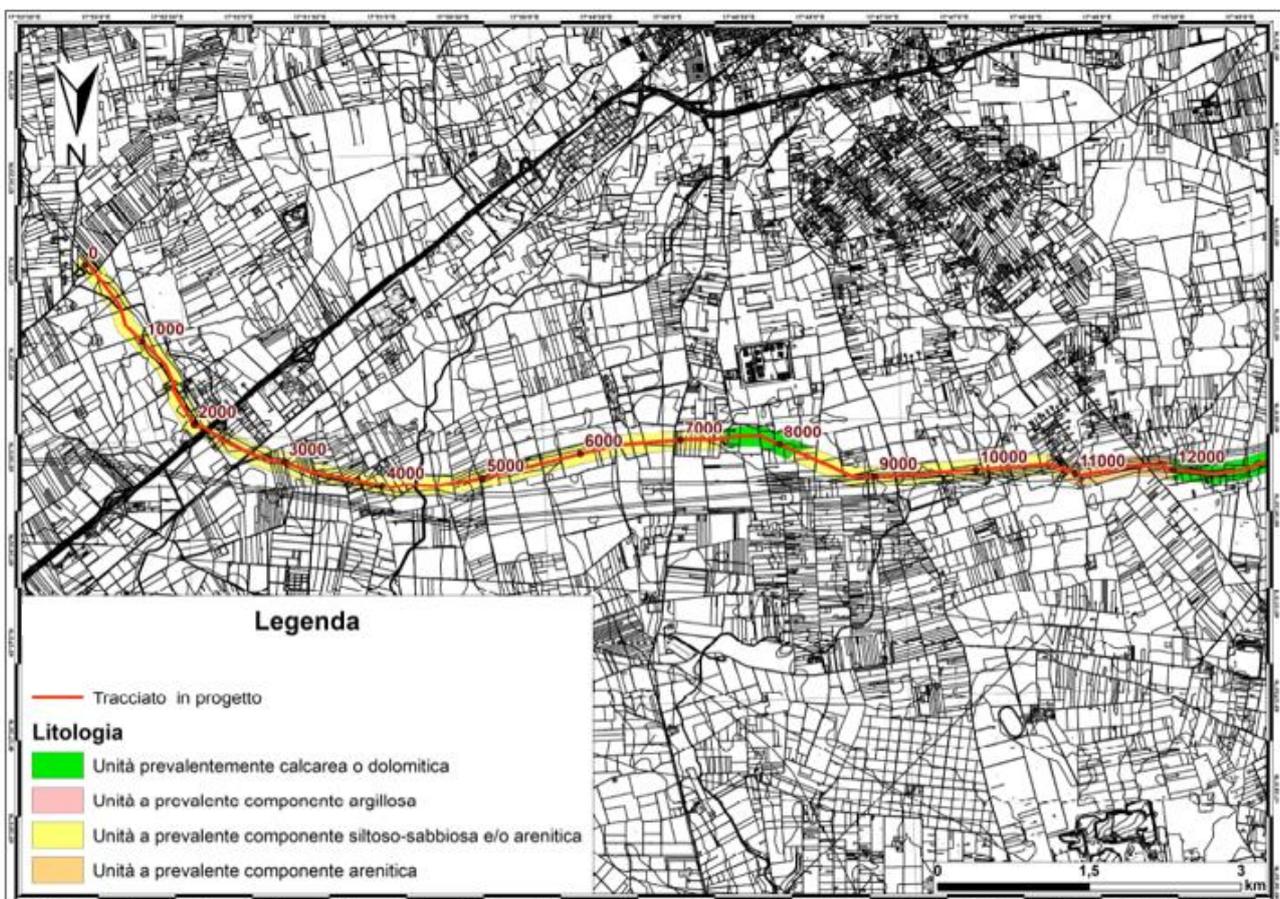


Fig. 4-9 - Carta litologica delle aree interessate dal tracciato in progetto dal km 0+000 al km 12+000 circa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 40 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Il tracciato in progetto prosegue fino al termine del tracciato attraversando l'unità calcarea o dolomitica, i cui litotipi sono afferibili alla formazione del Calcarea di Altamura.

Per una più completa e dettagliata visione delle unità litologiche interessate dalle opere in progetto si rimanda alla "Carta Geologica", Doc. n. NR15437-PG-CGD-D-09101 documentazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale (Doc. n. NR15437-REL-SIA-E-09001).

Ai fini della valutazione previsionale, i terreni attraversati dall'opera in oggetto sono stati suddivisi in due categorie in base al grado di consistenza.

Il grado di consistenza è stato assegnato in seguito all'osservazione incrociata delle carte geologiche, litologiche e all'osservazione delle stratigrafie dei sondaggi effettuati lungo il tratto. Le due categorie di terreno sono:

- Terreni con buona consistenza: sono i terreni appartenenti alla formazione dei "Calcari di Altamura", caratterizzati da unità prevalentemente calcarea o dolomitica.
- Terreni mediamente consistenti: sono terreni appartenenti alla formazione di Gallipoli, caratterizzati da unità a prevalente componente argilloso-sabbiosa e/o arenitica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 41 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

5. SIMULAZIONE IMPATTO VIBRAZIONALE

In questo capitolo si procede nella valutazione modellistica previsionale del clima vibrazionale determinato dalle emissioni associate alle attività di cantiere per la realizzazione del progetto in esame.

La valutazione delle vibrazioni ha lo scopo di stimare gli effetti sull'ambiente circostante delle vibrazioni emesse dai macchinari di cantiere impiegati per la realizzazione dell'opera.

In dettaglio, si procederà analizzando le principali sorgenti previste in funzione delle attività lavorative che saranno sostanzialmente raggruppabili in macchine operatrici (escavatore, ecc.) ed in mezzi adibiti al trasporto (fuoristrada, camion, ecc.). Verrà descritto il metodo adottato per la previsione dei livelli vibrazionali indotti durante realizzazione delle opere e tali livelli saranno confrontati con i limiti della normativa in materia per ciò che riguarda l'effetto delle vibrazioni sulle persone e strutture.

Lo studio vibrazionale per la fase di cantiere è volto, in particolare, all'accertamento del disturbo alle persone, il quale ha limiti più restrittivi rispetto a quelli determinati sulle strutture. Pertanto, qualora si verifici dall'esame della previsione di propagazione delle vibrazioni la presenza di edifici nelle più zone più critiche, tale elemento non costituisce un fattore per la stima di un possibile danno alle strutture, evidenziando unicamente il superamento di una soglia di disturbo per i residenti dell'edificio stesso. **Tale soglia, pur ricavata dalle normative tecniche esistenti in sede nazionale ed internazionale, non risulta fissata da alcun atto legislativo.**

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, sono stati osservati danni strutturali a edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. Tale considerazione è facilmente deducibile dal confronto dei valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (ISO 2631 e UNI 9614) con i valori nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916 ed ISO 4866), pertanto le prime sono state scelte quale riferimento, poiché riportano dei valori limite più restrittivi.

In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili. Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate. Nell'ambito di studio considerato pari ad una fascia di ampiezza di 50 m per lato, dal metanodotto in progetto, non sono stati rilevati edifici e/o strutture di questo tipo.

Per lo studio dell'impatto vibrazionale si è proceduto con le operazioni seguenti:

- analisi del territorio in cui si colloca l'opera e delle caratteristiche dei ricettori;
- definizione degli scenari critici in termini di impatto vibrazionale;
- valutazione delle vibrazioni previste sui ricettori prossimi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 42 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

5.1 Definizione del disturbo vibrazionale

La caratterizzazione del disturbo vibrazionale è effettuata in termini di definizione del Vettore Sorgente (V_{sorg} espresso in mm/s^2) ossia del vettore accelerazione relativo alla sorgente in valutazione per determinare la percezione umana e della velocità (in mm/s) per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici. È possibile convertire i valori di accelerazione “a” nel corrispondente valore di velocità “v”, nota la frequenza “f”, tramite la relazione:

$$v = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, sia i valori di velocità che quelli di accelerazione è possibile valutarli sulla scala dei dB, tramite le relazioni:

$$L_{acc} = 20 \cdot \lg \left[\frac{a}{a_0} \right] \qquad L_{vel} = 20 \cdot \lg \left[\frac{v}{v_0} \right]$$

in cui compaiono i valori di riferimento $a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2$ e $v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/s}$.

5.2 Metodologia per la valutazione dei livelli vibrazionali indotti dal cantiere e dai mezzi di trasporto

Il fenomeno con cui un prefissato livello di vibrazioni imposto sul terreno si propaga nelle aree circostanti è correlato alla natura del terreno, alla frequenza del segnale e alla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione ha impiegato simulazioni numeriche.

In dettaglio si illustrano i passi seguiti nell'elaborazione. La valutazione dei livelli vibrazionali è stata condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei fenomeni considerati (attività dei mezzi di cantiere e per il trasporto dei materiali nonché impianti fissi), utilizzando sia dati bibliografici che rilievi strumentali. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza nota dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla componente verticale. In particolare, si assume nello studio che la componente vettoriale che origina il Vettore Immissione e conseguentemente il Vettore Sorgente, sia la componente verticale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 43 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

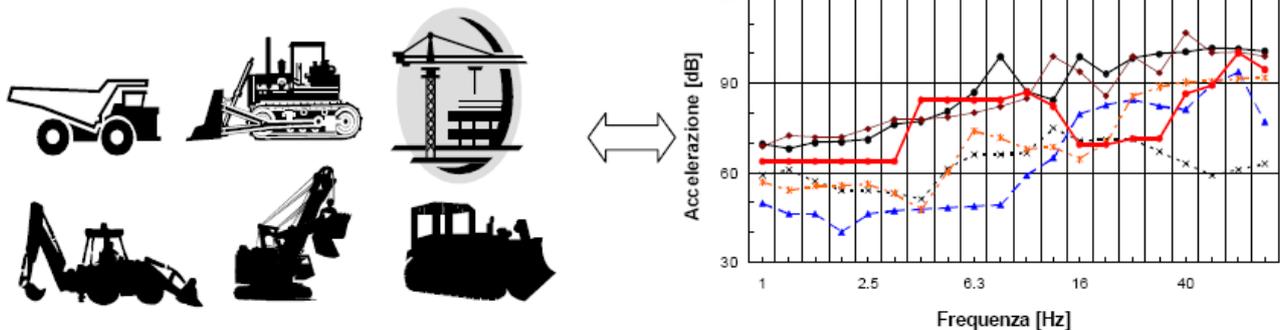


Fig. 5-1 - Relazione tra mezzi d'opera e spettro di emissione di vibrazioni

Dagli spettri delle sorgenti si determina il livello di accelerazione non ponderato a distanze crescenti dalla sorgente mediante una legge di propagazione. Nel caso di sorgenti superficiali, ad esempio, si precisa che l'espressione con cui si esprime l'accelerazione ad una certa distanza d è basata sulla seguente formulazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot (\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

I livelli complessivi di accelerazione non pesati a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine previste. Come legge di combinazione degli spettri è stata adottata la regola SRSS (Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares) che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine. Per ciascuna frequenza si è quindi ottenuto quindi un valore complessivo non pesato di tutte le macchine attive ($A_{TOT,f}$) sotto forma di matrice.

$$A_{TOT,f} = \sqrt{A_1(f, d)^2 + A_2(f, d)^2 + \dots + A_N(f, d)^2} \quad (\text{SRSS})$$

Relativamente ad ogni scenario modellizzato, si è applicato alla matrice citata la curva di attenuazione definita per postura non nota (o asse generico) dalla UNI 9614.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 44 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

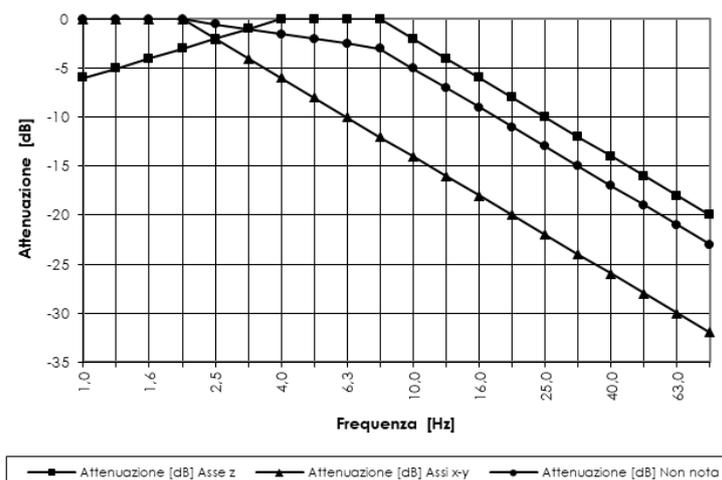


Fig. 5-2 – Filtri di ponderazione per i diversi assi di riferimento.

Si è quindi ottenuta la matrice dei livelli ponderati di accelerazione complessiva per singola frequenza e distanza, con cui è stato possibile realizzare specifici grafici di propagazione dello spettro della somma delle sorgenti analizzate.

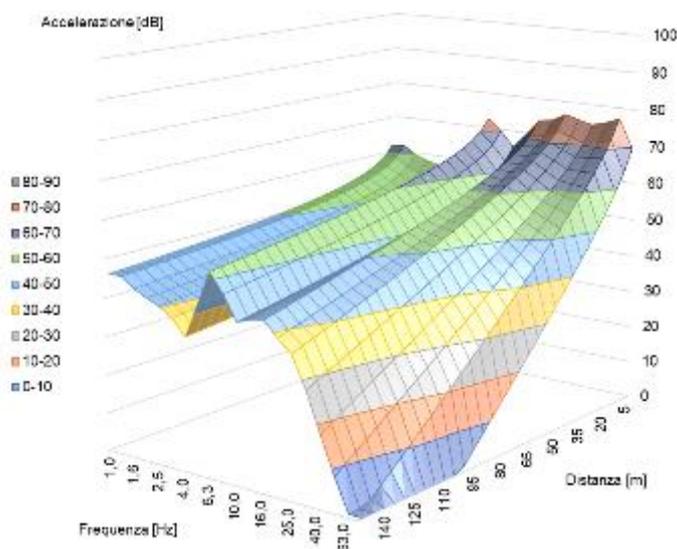


Fig. 5-3 – Propagazione dello spettro di vibrazione.

Il livello totale di accelerazione ponderata in funzione della distanza, $a_{w,d}$, è ottenuto sommando tutti i corrispondenti valori per frequenza $A_{TOT,f}$. Il numero ottenuto è rappresentativo dell'accelerazione complessiva ponderata sul vettore di riferimento, il quale individua il Vettore Immissione ad una determinata distanza. Ripetendo questa operazione per una griglia di distanze si è ottenuto il profilo di attenuazione dell'accelerazione ponderata e complessiva di tutti i Vettori di Immissione. Per la definizione del Vettore Sorgente sarà

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 45 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

necessario stabilire il Vettore Residuo. In particolare, se il Vettore Residuo è molto basso il Vettore Immissione sarà molto prossimo, se non coincidente al Vettore Sorgente. Nella valutazione si procederà ad una valutazione del Vettore Residuo o tramite indagini sperimentali o in base a dati noti di letteratura basati sulla fruizione dei luoghi relativamente alla destinazione d'uso.

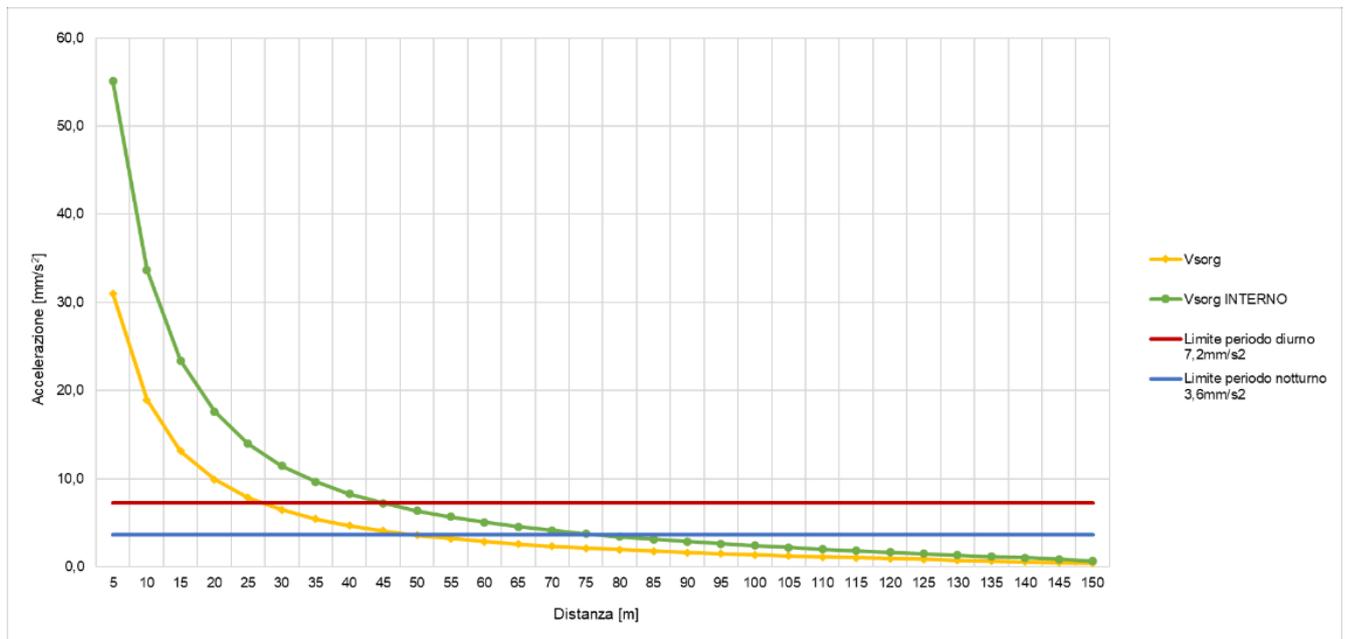


Fig. 5-4 – Valutazione della propagazione del livello di vibrazione (Vettore Sorgente) a diverse distanze.

Ai fini del confronto con i livelli di riferimento della norma UNI 9614:2017 si procederà al confronto con il Vettore Sorgente determinato, in funzione dell'ubicazione del ricettore e della destinazione d'uso.

5.3 Modello di calcolo

Al fine dell'esecuzione del calcolo della propagazione delle vibrazioni indotte dal cantiere, considerando che la maggior parte del progetto sarà realizzata tramite scavo a cielo aperto si considerano sorgenti posizionate in superficie.

5.3.1 Sorgenti superficiali

Parlando della trasmissione di vibrazioni nel terreno, è necessario distinguere tra tre tipi principali di onde che trasportano energia vibrazionale: onde di compressione (onda P), onde di taglio (onda S) e onde di superficie (orizzontali, onde R, e verticali, onde L), le quali hanno velocità di propagazione differente in funzione del modulo di Poisson del terreno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 46 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

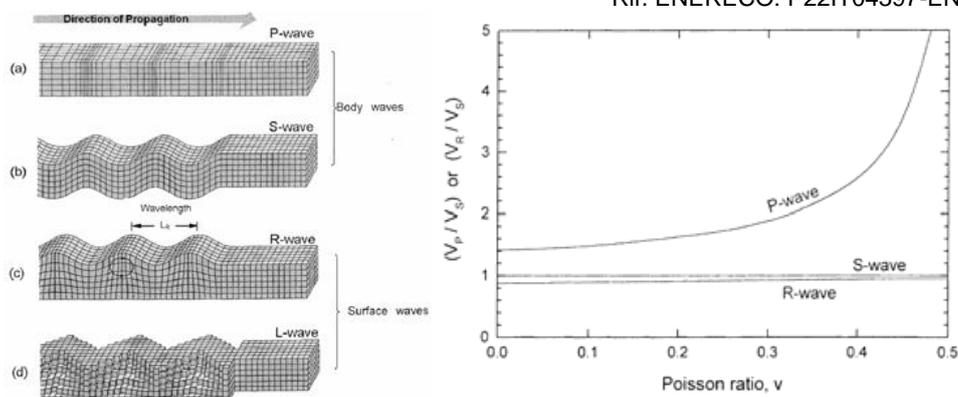


Fig. 5-5 – Tipi di onda di volume e di superficie (a sinistra) e velocità relativa delle onde P, R rispetto ad onde S (a destra).

L'espressione con cui si esprime l'accelerazione ad una certa distanza d , per tutti tre i tipi di onde considerati (P, S, R), è basata sulla seguente formulazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f(\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

dove η è il fattore di perdita del terreno, c la velocità di propagazione in m/s, f la frequenza in Hz, d la distanza in m, e d_0 la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione, assunta pari a 5m. L'esponente n varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni. Ai fini dell'analisi dei livelli massimi, si è preceduto prendendo a riferimento una sorgente concentrata, fissando l'esponente n a 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e 1 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda). Risulta pertanto evidente come la propagazione a partire da una sorgente posta in profondità sia dotata, anche nel caso di terreno omogeneo, di molta più rapida attenuazione al crescere della distanza dalla sorgente.

Tab. 5.1 – Definizione dell'esponente n in base al tipo di sorgente e onda.

Tipo di sorgente	Onda	Strato	n
Linea	Superficie	Superficie	0
	Volume	Superficie	1.0
Punto	Rayleigh	Superficie	0.5
	Volume	Superficie	2.0
Linea Sotterranea	Volume	Profondo	0.5
Punto Sotterraneo	Volume	Profondo	1.0

Il termine esponenziale rappresenta i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che, come è possibile riscontrare, va crescendo proporzionalmente alla frequenza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 47 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Ciò fa sì che le alte frequenze si estinguano dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori.

Il rapporto η/c (indicato anche come ρ) dipende, infine, dal particolare tipo di terreno considerato, ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide.

Tab. 5.2 – Coefficiente di attenuazione.

Classe	Descrizione del materiale	Coefficiente di attenuazione	ρ
I	Cedevole o tenero (terreno che può essere scavato facilmente)	0.003-0.01	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$
II	Consolidato (terreno che può essere scavato utilizzando una pala)	0.001-0.003	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$
III	Duro (terreno che non può essere scavato con una pala ma necessità di un piccone)	0.0001-0.001	$6 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-5}$
IV	Duro consolidato (terreno che scavato difficilmente utilizzando un martello)	<0.0001	$<6 \times 10^{-6}$

Il modello semplificato di propagazione illustrato considera i soli fenomeni previsti in un terreno supposto omogeneo ed isotropo, nel caso si abbia propagazione in presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione, è evidente che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno risultino "filtrati" dalla funzione di trasferimento del sistema struttura edilizia.

In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi o di amplificazione.

5.3.2 Sintesi delle ipotesi assunte

Il calcolo dei livelli vibrazionali ai ricettori, in condizioni di campo libero, risultanti dalle configurazioni dei macchinari da cantiere previsti negli scenari analizzati è stato condotto considerando una legge di attenuazione stabilita sulla base delle seguenti assunzioni:

- le macchine da cantiere sono assunte come sorgenti puntuali;
- l'attenuazione dissipativa del mezzo è stata calcolata secondo un approccio teorico semplificato basato sull'ipotesi di mezzo debolmente dissipativo e campo vibratorio costituito in prevalenza da onde di superficie del tipo di Rayleigh;
- l'attenuazione geometrica afferente alla sorgente puntuale che lavora in superficie (escavatore, autocarro, pala, autocarro, ecc.) è stata assunta proporzionale a r^{-1} , mentre quella che opera in profondità è stata considerata con una legge di attenuazione proporzionale a $r^{-0.5}$;
- i livelli vibrazionali a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 48 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

vibrazione relativi alle singole macchine di cantiere, mediante radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine.

In base al risultato dello studio del contesto geologico si assumono, per il terreno, le seguenti caratteristiche per definire la propagazione delle vibrazioni.

- il terreno di tipologia **mediamente consistente** si ipotizza di tipo consolidato, appartenete alla Classe II ($\rho < 1.5 \times 10^{-4}$) e di categoria C ($c=300\text{m/s}$; $\eta=0.04$).
- il terreno di tipologia di **buona consistenza** si ipotizza di tipo duro, appartenete alla Classe III ($\rho < 5.5 \times 10^{-5}$) e di categoria B ($c=580\text{m/s}$; $\eta=0.03$).

Nella seguente tabella si riporta nel dettaglio la correlazione tra la consistenza del terreno e le chilometriche di tracciato.

Tab. 5.3 – Consistenza dei terreni

Tratto tracciato (km 0+000)	Nome formazione	Litotecnica	Consistenza
0,000-12,000	Formazione di Gallipoli	Unità a prevalente componente arenitica (Q1c)	mediamente consistente
		Unità a prevalente componente argilloso-sabbiosa e/o arenitica (Q1s)	
da 12,000 a 40,18	Calcari di Altamura	Unità a prevalente componente arenitica	Buona consistenza

5.4 Definizione degli scenari

Con riferimento alle vigenti normative, le attività di cantiere possono essere definite come sorgenti di vibrazione intermittente. Un ricettore adiacente all'area di cantiere è infatti soggetto ad una serie di eventi di breve durata, separati da intervalli in cui la vibrazione ha una ampiezza significativamente più bassa. Il cantiere per la realizzazione della nuova condotta prevede l'esecuzione dello **scavo a cielo aperto** lungo la maggior parte del tracciato e l'attraversamento mediante trivella spingitubo di alcune strade provinciali e canali. In relazione alle attività lavorative di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in esame, sono stati individuati scenari di cantiere critici per il potenziale impatto in termini di vibrazioni sull'ambiente circostante, utilizzando un approccio cautelativo.

In particolare, le emissioni vibrazionali durante le lavorazioni possono essere legate agli impianti fissi/semifissi nei diversi cantieri stabili, e discontinue, dovute alle lavorazioni nelle aree di cantiere e nei fronti di avanzamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 49 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Lo studio, di seguito riportato relativamente alla fase di cantiere, analizza le seguenti macrofasi di lavorazione propedeutiche alla realizzazione dell'opera mediante scavo a cielo aperto:

- **scenario emissivo “A”**, scavo a cielo aperto, lungo tutto il tracciato;

Si rammenta come l'impatto vibrazionale nelle simulazioni numeriche sarà valutato in termini di livello ponderato globale di accelerazione a_w in campo libero, (secondo la normativa UNI 9614 per asse generico), per un confronto con i valori di riferimento per il disturbo alle persone.

5.4.1 Definizione del tipo di sorgente

Analizzando le principali sorgenti previste in funzione delle attività lavorative, si conviene come esse siano sostanzialmente raggruppabili in macchine operatrici ed in mezzi adibiti al trasporto, le prime hanno una distribuzione spaziale abbastanza prevedibile e delimitata all'interno dell'area di lavoro mentre, i secondi si distribuiscono lungo il percorso che collega il fronte di avanzamento lavori ai luoghi di approvvigionamento.

Gli scenari in esame sono stati definiti avendo come prima finalità quella di fornire risultati sufficientemente cautelativi cercando di rappresentare, per quanto possibile, tutti i macchinari potenzialmente presenti in contemporanea all'interno dell'area di cantiere. La valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere sopra citati utilizzando dati bibliografici o rilevati. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla componente verticale, la quale sarà assunta come componente principale del vettore di propagazione delle vibrazioni (vettore immissione).

In generale, nelle aree di cantiere ove sono presenti gli impianti fissi (es. cantiere per realizzazione trenchless) le emissioni di vibrazioni risultano usualmente più contenute rispetto a quelle presenti sul cantiere in linea poiché la natura stessa delle lavorazioni determina minori sollecitazioni meccaniche sul terreno e, di conseguenza, minore trasmissione di energia meccanica verso i potenziali ricettori.

Il calcolo del livello di vibrazione in condizioni di campo libero sarà definito nell'intorno del cantiere con una risoluzione di circa 5m nelle direzioni orizzontali (piano di campagna), ottenendo il grafico della propagazione delle vibrazioni in funzione della distanza.

Di seguito si riporta la definizione dello scenario operativo.

La metodologia assunta per l'analisi delle interferenze riferita alla fase di cantierizzazione si basa sulla teoria del “Worst Case” Scenario. Tale metodo individua la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni di vibrazioni sul territorio in modo che verificandone le condizioni di esposizione del territorio alle vibrazioni indotte rispetto ai limiti della UNI 9614:2017 possano essere individuate le eventuali soluzioni di mitigazione più opportune al fine di contenere il disturbo sui ricettori più esposti. L'analisi tiene conto dell'insieme delle diverse attività di cantiere in funzione della localizzazione delle diverse aree di lavoro.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 50 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

In virtù della configurazione del cantiere che opererà per la realizzazione dell’opera in oggetto è stata individuata un’unica tipologia operativa da simulare:

- La posa del nuovo tratto di metanodotto in progetto avverrà mediante scavo a cielo aperto (scenario emissivo A) nel solo orario diurno;

La stima degli impatti vibrazionali dovuta allo scenario emissivo (A) verrà di seguito condotta in **condizioni conservative** prendendo in considerazione per ogni fase, la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta dei ricettori presenti, lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti, caratteristiche emissive, maggior frequenza di esecuzione e l’utilizzo contemporaneo di diversi mezzi. Nel caso reale, per esempio, i mezzi considerati saranno in funzione non sempre in contemporanea.

5.4.2 Scenario emissivo “A”: posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in orario diurno

La posa della condotta mediante scavo a cielo aperto si articola in fasi successive che si svolgono lungo la direttrice di tracciato su tratti di cantiere anche non contigui l’uno all’altro, in funzione delle esigenze organizzative e gestionali.

Le attività di cantiere legate a questa tipologia di posa determinano emissioni e di conseguenza un impatto vibrazionale per i recettori e l’ambiente circostante che sarà presente unicamente in orario diurno.

Le fasi di cantiere per la realizzazione dell’opera tramite scavo a cielo aperto sono le seguenti:

- realizzazione di infrastrutture provvisorie;
- apertura della fascia di lavoro;
- opere di adeguamento stradale;
- sfilamento dei tubi lungo la fascia di lavoro;
- saldatura di linea;
- controlli non distruttivi delle saldature;
- scavo della trincea;
- rivestimento dei giunti;
- posa della condotta;
- rinterro della condotta;
- realizzazione degli attraversamenti;
- realizzazione degli impianti e punti di linea;
- collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta;
- esecuzione dei ripristini.

Per la definizione delle fasi è stata innanzitutto analizzata la tipologia di mezzi presenti in cantiere per ciascuna fase. La tabella seguente (Tab. 5.4) riporta le varie fasi di lavorazione e i mezzi presenti contemporaneamente in cantiere in ciascuna di esse, durante la realizzazione del metanodotto in progetto per lo **Scenario di realizzazione nuova condotta – scenario emissivo “A”**.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 51 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Lo scenario si suddivide in cinque fasi non contemporanee e consequenziali tra loro:

- **A.1)** apertura pista;
- **A.2)** scavo;
- **A.3)** saldatura;
- **A.4)** posa tubazione;
- **A.5)** rinterro.

Tab. 5.4 - Scenario “A”, posa della condotta con scavo a cielo aperto – tipologia di mezzi presenti in cantiere per ciascuna fase operativa

Mezzo	Scenario A, posa della condotta con scavo a cielo aperto				
	Apertura pista (A.1)	Scavo (A.2)	Saldatura (A.3)	Posa tubazione (A.4)	Rinterro (A.5)
	unità	unità	unità	unità	unità
Posatubi (side-boom)			1	7 (*)	
Escavatore	2	3 (*)			2
Camion	1	1	1	1	1
Fuoristrada	1	1	1	1	1
Pay-welder			4		
Compressore			1		
Vaglio Vibrante					1

(*) Nella metodica per la valutazione delle vibrazioni si considerano concentrati diversi mezzi di cantiere, in via cautelativa, in un'unica zona di lavoro puntuale. Nel caso dei macchinari segnalati con l'asterisco, ai fini della simulazione è stato necessario distribuire il numero di mezzi simulati nelle aree adiacenti visto il reale ingombro delle macchine stesse. Pertanto, per lo Scenario A.2 (SCA.2) è stata considerata la sovrapposizione di due escavatori che lavorano in contemporanea in una zona puntuale del cantiere; per lo Scenario A.4 (SCA.4) è stata considerata la sovrapposizione di quattro Posatubi che lavorano in contemporanea in una zona puntuale del cantiere.

Gli spettri di emissione, utilizzati nel presente studio e rappresentati nelle tabelle di analisi degli scenari seguenti, sono stati ottenuti in seguito ad elaborazioni fatte sulla base di misure effettuate in cantieri analoghi a quelli oggetto della presente relazione e da valori di letteratura.

Come già sottolineato sopra, le assunzioni fatte riguardo alla configurazione di cantiere sono particolarmente conservative e permettono di effettuare la simulazione ipotizzando il caso peggiore dal punto di vista delle emissioni vibrometriche. Questa impostazione metodologica permette di superare i problemi dovuti all'intermittenza ed alla variabilità del lavoro all'interno del cantiere. Nel caso reale, infatti, i mezzi considerati saranno in funzione non sempre in contemporanea.

5.5 Definizione dello spettro di emissione delle vibrazioni per gli scenari individuati

La valutazione dei livelli vibrazionali è stata condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere utilizzando dati bibliografici e misure dirette in campo su cantieri analoghi. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla sola componente verticale considerata quella che fornisce il contributo maggiore sul vettore immissione. Si precisa,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 52 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

infine, che stante l'indisponibilità di dati sperimentali per tutti i macchinari presenti nel cantiere in esame, si è proceduto utilizzando quelli di macchine in grado di trasmettere al terreno sollecitazioni di simile entità, di cui sia noto lo spettro.

Di seguito le tabelle ed i grafici di caratterizzazione delle sorgenti di vibrazioni individuate negli scenari di riferimento. I valori di accelerazione riportati nei grafici seguenti sono espressi in mm/s^2 per ciascun intervallo di frequenza.

5.5.1 Scenario emissivo “A”: posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in periodo diurno

Di seguito i mezzi previsti per ogni fase dello scenario con indicato lo spettro di emissione in termini di accelerazione mm/s^2 per ciascun intervallo di frequenza.

Sc. A.1 - posa nuova condotta - apertura pista

Mezzi attivi		D. (m)	Acc. (mm/s^2)	Frequenza (Hz)																			
				1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	5	Acc. (mm/s^2)	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Fuoristrada assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc. A.2 - posa nuova condotta - scavo

Mezzi attivi		D. (m)	Acc. (mm/s^2)	Frequenza (Hz)																			
				1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	5	Acc. (mm/s^2)	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Fuoristrada assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc. A.3 - posa nuova condotta - saldatura

Mezzi attivi		D. (m)	Acc. (mm/s^2)	Frequenza (Hz)																			
				1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	5	Acc. (mm/s^2)	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Posatubi (side-boom) assimilato a Pala Cingolata	5			0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Fuoristrada assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Pay-welder assimilato a Pala Cingolata	5			0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Compressore assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc. A.4 - posa nuova condotta - posa tubazione

Mezzi attivi		D. (m)	Acc. (mm/s^2)	Frequenza (Hz)																			
				1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Posatubi (side-boom) assimilato a Pala Cingolata	5	5	Acc. (mm/s^2)	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Fuoristrada assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

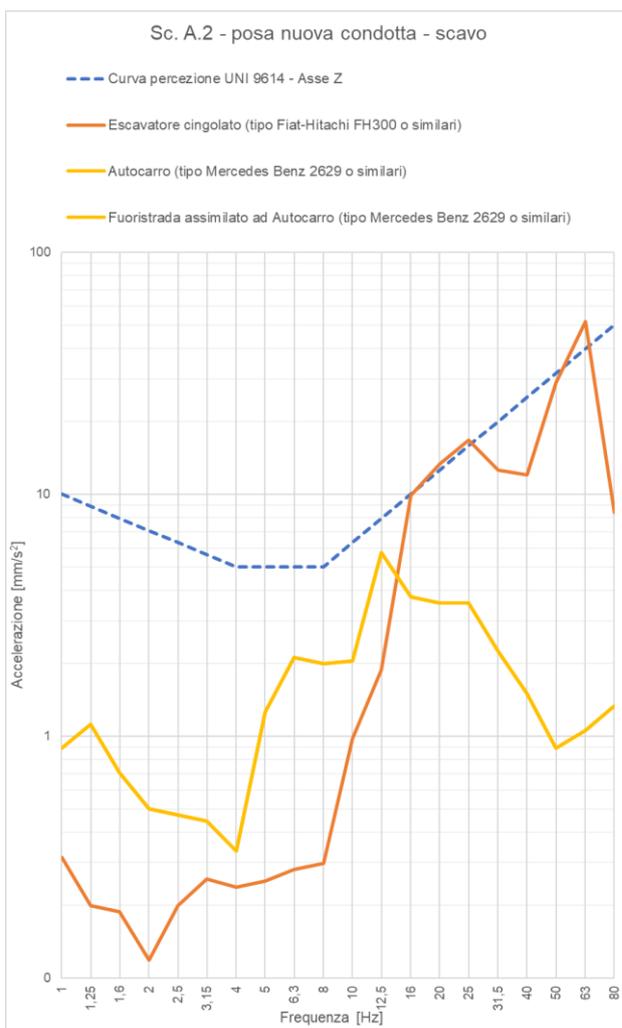
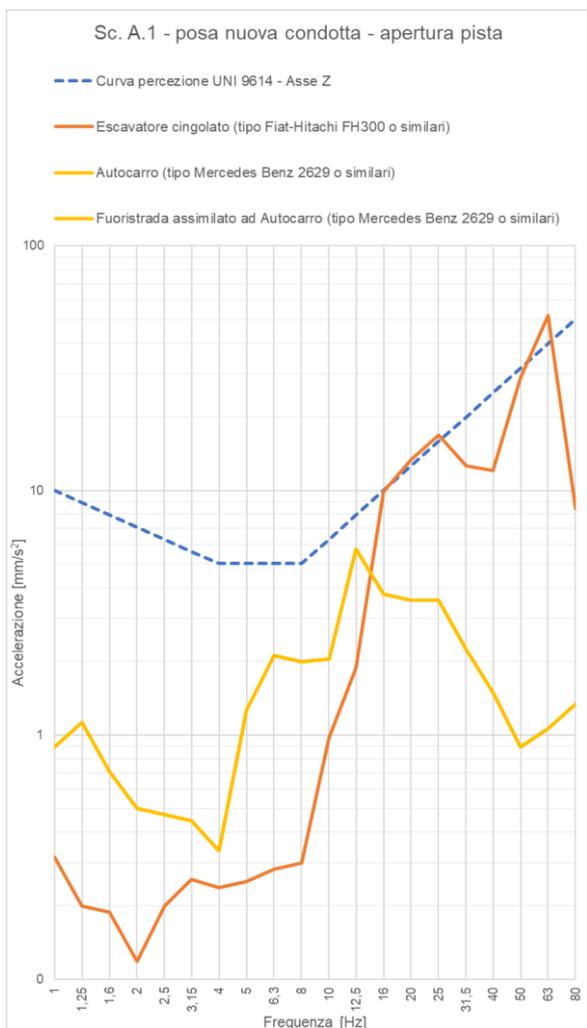
Sc. A.5 - posa nuova condotta - rinterro

Mezzi attivi		D. (m)	Acc. (mm/s^2)	Frequenza (Hz)																			
				1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Vaglio vibrante assimilato a Pala Cingolata	5	5	Acc. (mm/s^2)	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5			0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Fuoristrada assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5			0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 53 di 83	Rev. 00

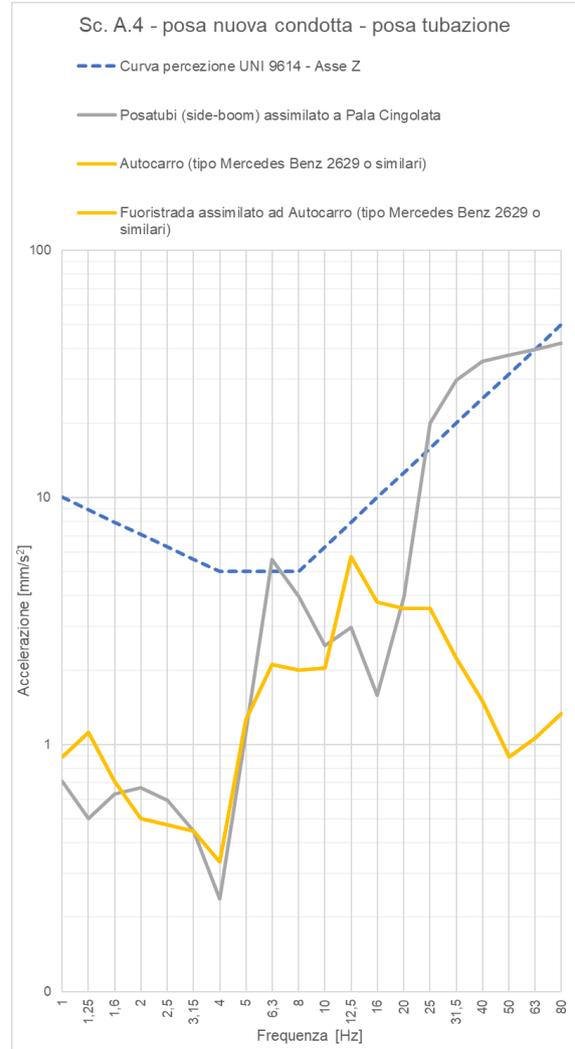
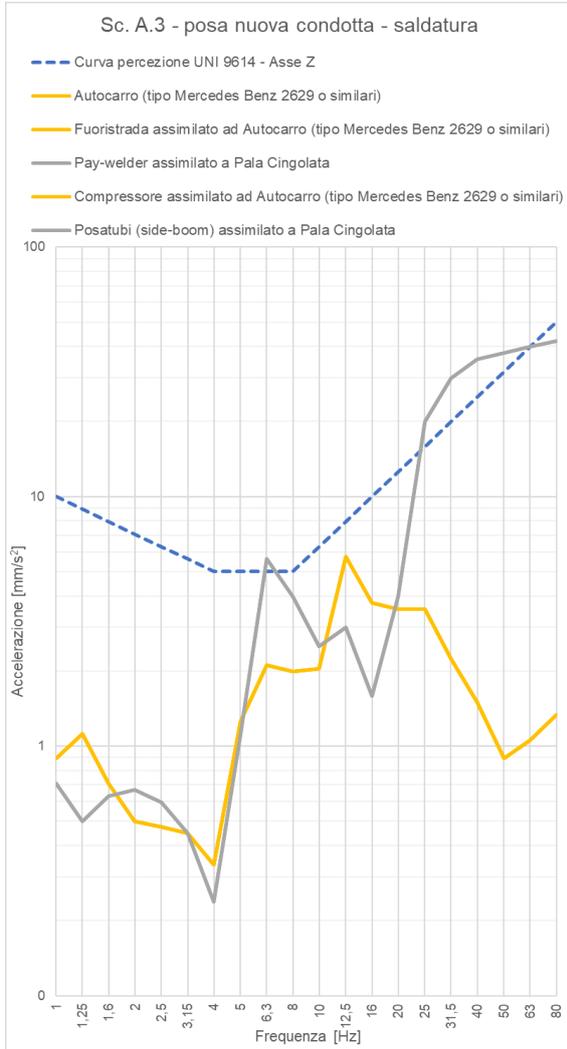
Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Di seguito i grafici degli spettri delle sorgenti dei macchinari con confronto con curva di percezione della UNI 9614 per l'asse verticale.



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 54 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 55 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

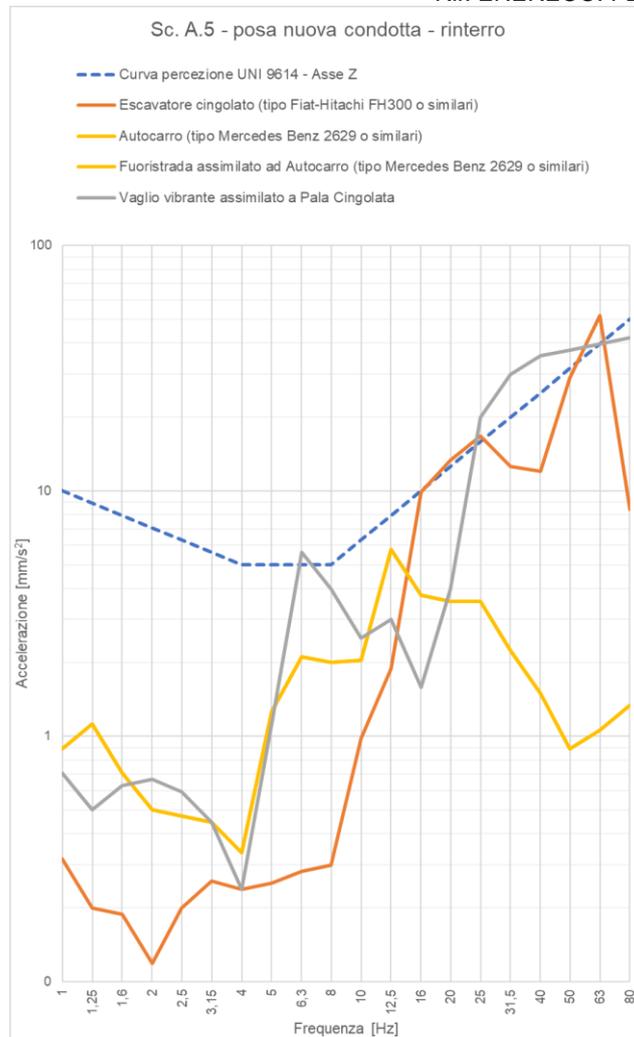


Fig. 5-6 – Spettri delle sorgenti dei macchinari con confronto con curva di percezione della UNI 9614 per l’asse Z.

Come è possibile identificare dall’analisi degli spettri delle sorgenti presenti nelle aree di cantiere, quelle che potrebbero fornire un maggiore disturbo sono quelle lavorazioni che prevedono l’impiego del Pay-welder, della posatubi, del vaglio vibrante e dell’escavatore poiché gli spettri delle sorgenti dei macchinari superano in più punti la curva di percezione individuata nella norma UNI 9614.

La precedente valutazione, quindi evidenzia al superamento della curva di riferimento, da parte dello spettro di emissione del mezzo di cantiere, la possibilità di *annoyance* al ricettore.

5.6 Valutazione della propagazione delle vibrazioni

Dall’analisi della propagazione dello spettro, per ogni distanza della sede dell’attività di lavoro, è agevole calcolare il livello complessivo di accelerazione ponderata, come somma

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 56 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

dei livelli delle singole frequenze. In questo modo è stata calcolata la legge di variazione del livello di accelerazione ponderata in funzione della distanza, la quale è mostrata graficamente di seguito, per ogni scenario.

Nelle figure seguenti sono riportate la propagazione dello spettro nel terreno, in base alla loro caratteristica determinata dalla valutazione geologica, per gli scenari di lavorazioni individuate in precedenza per le aree di cantiere.

5.6.1 Scenario emissivo “A”: propagazione dello spettro nel terreno mediamente consistente

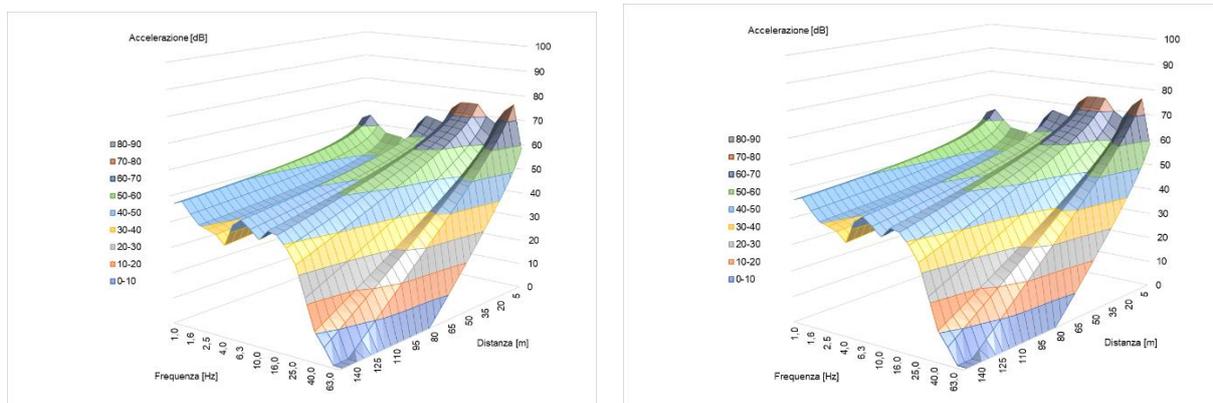


Fig. 5-7 - Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza in suolo mediamente consistente, a sinistra per Sc.A.1, a destra per Sc.A.2.

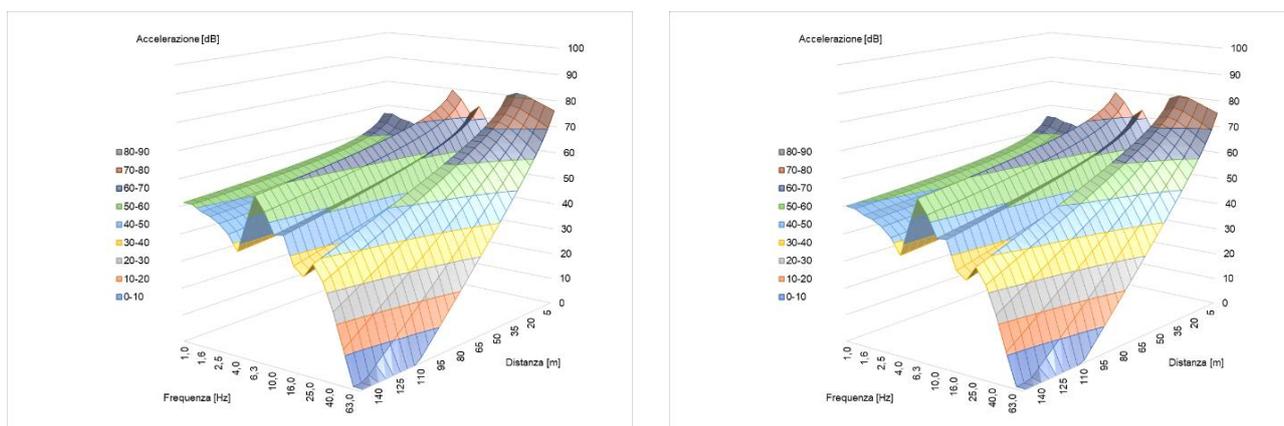


Fig. 5-8 - Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza in suolo mediamente consistente, a sinistra per Sc.A.3, a destra per Sc.A.4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 57 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

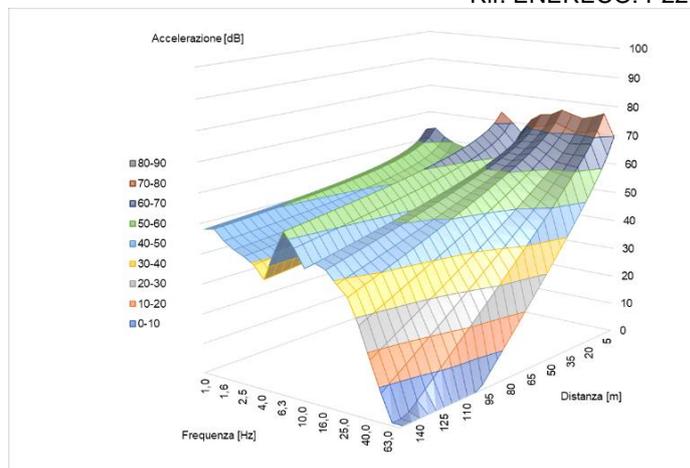


Fig. 5-9 - Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza in suolo mediamente consistente per Sc.A.5.

5.6.2 Scenario emissivo "A": propagazione dello spettro nel terreno con buona consistenza

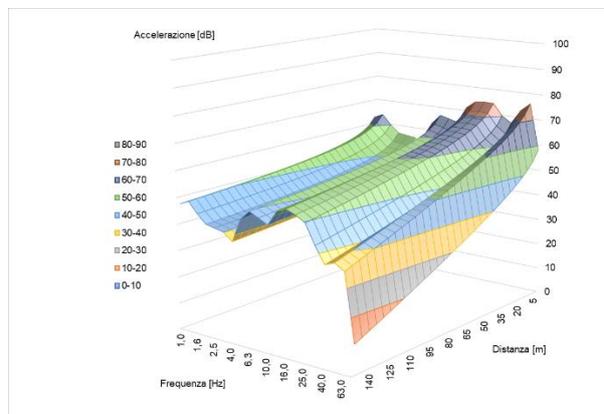
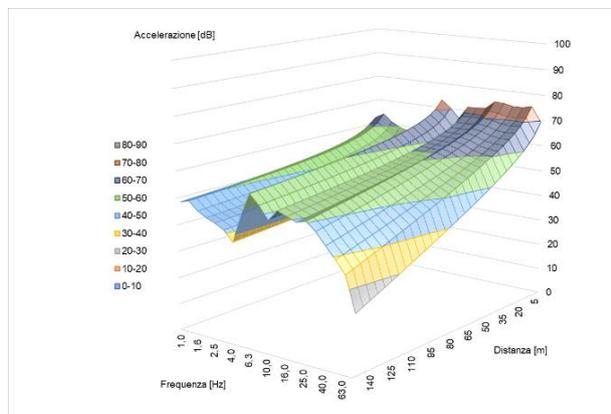


Fig. 5-10 - Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza in suolo con buona consistenza, a sinistra per Sc.A.1, a destra per Sc.A.2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 58 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

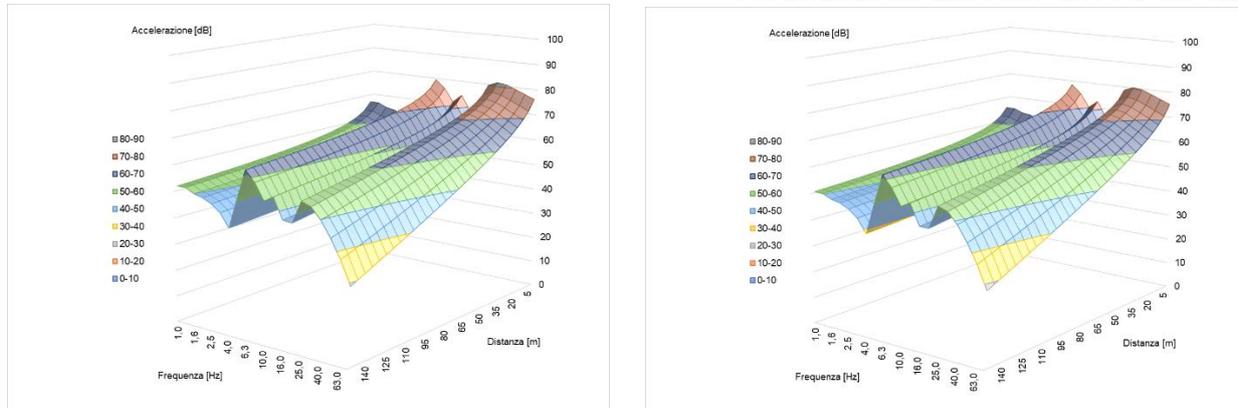


Fig. 5-11 - Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza in suolo con buona consistenza, a sinistra per Sc.A.3, a destra per Sc.A.4.

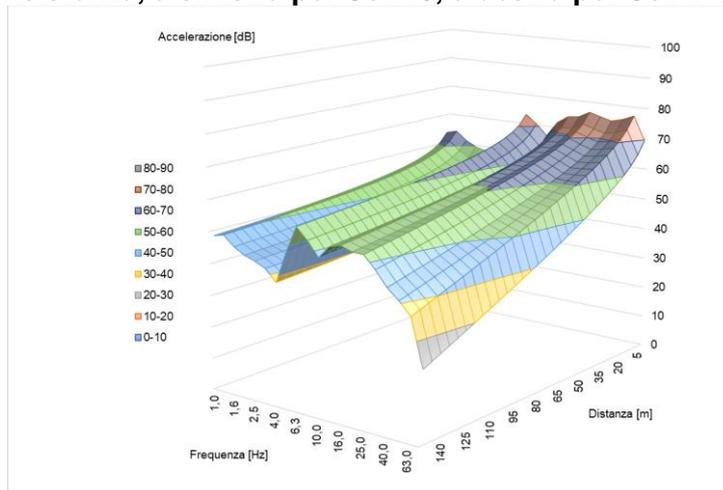


Fig. 5-12 - Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza in suolo con buona consistenza, per Sc.A.5.

5.7 Stima dei livelli di vibrazione

Il modello di propagazione illustrato fa riferimento ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all'interno di ogni strato), senza tenere in considerazione per il momento la presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione che possono comportare variazioni dei livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi.

I sistemi fondazione in generale producono, in modo condizionato alla tipologia, un'attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante.

Inoltre, si rammenta il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, con particolare riferimento ai solai: quando infatti la frequenza dell'evento eccitante coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, quest'ultima registra un significativo incremento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli registrabili sull'interfaccia terreno - costruzione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 59 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Una stima dell'effetto locale di riduzione/amplificazione di ciascun edificio è possibile parametrizzando gli effetti combinati secondo curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Sulla base di tali ipotesi, diviene possibile stimare in maniera approssimata per ogni edificio, note le sue caratteristiche costruttive, l'eventuale variazione massima sul solaio più sfavorito.

In merito alla previsione relativamente alla UNI 9614:2017 nelle seguenti considerazioni sull'entità dell'impatto vibrazionale presso i ricettori, avendo, da norma, per edifici residenziali un valore limite ammissibile pari a $7,2 \text{ mm/s}^2$ in virtù del periodo di lavoro diurno e $3,6 \text{ mm/s}^2$ per quello notturno e per ricettori sensibili quali ospedali, case di cura 2 mm/s^2 , case di riposo $3,6 \text{ mm/s}^2$, scuole $5,4 \text{ mm/s}^2$, si applicherà un fattore che tenga conto della possibile sovramplicazione da parte della struttura dell'edificio ricettore (assunta mediamente pari a $+5\text{dB}^2$) permettendo così la valutazione all'interno degli edifici.

In relazione al Vettore Residuo, esso sarà determinato dalle osservazioni ed ipotesi dei ricettori considerando il contesto in cui sono ubicati. Considerando quanto evidenziato per i ricettori caratterizzanti l'area e i dati di indagini sperimentali analoghe si individua un valore di vibrazione residua pari a $0,3 \text{ mm/s}^2$. Tale assunzione, oltre ad essere cautelativa, è motivata perché molti ricettori si trovano in un contesto isolato con limitate sorgenti attive sul territorio. Nel modello, al fine della determinazione di V_{sorg} ed in modo da individuare una predizione conservativa, sarà usato quindi il valore di residuo pari a $0,3 \text{ mm/s}^2$.

Dall'analisi della propagazione spaziale del valore complessivo ponderato dell'accelerazione (Vettore Immissione) per gli scenari individuati e considerando il Vettore residuo, si determina il Vettore Sorgente. Di seguito l'analisi per ogni scenario individuato.

5.7.1 Scenario emissivo "A": Posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in periodo diurno

Sc. A.1 – Apertura Pista. Per questa fase di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$, per i ricettori residenziali, si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 30 m, per suolo mediamente consistente e 45 m per suolo con buona consistenza, considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici ed assunti pari ad ulteriori 5 dB.

² VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI VIBRAZIONI IN EDIFICI RESIDENZIALI Normativa, tecniche di misura e di calcolo di Angelo Farina Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Ingegneria Industriale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 60 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

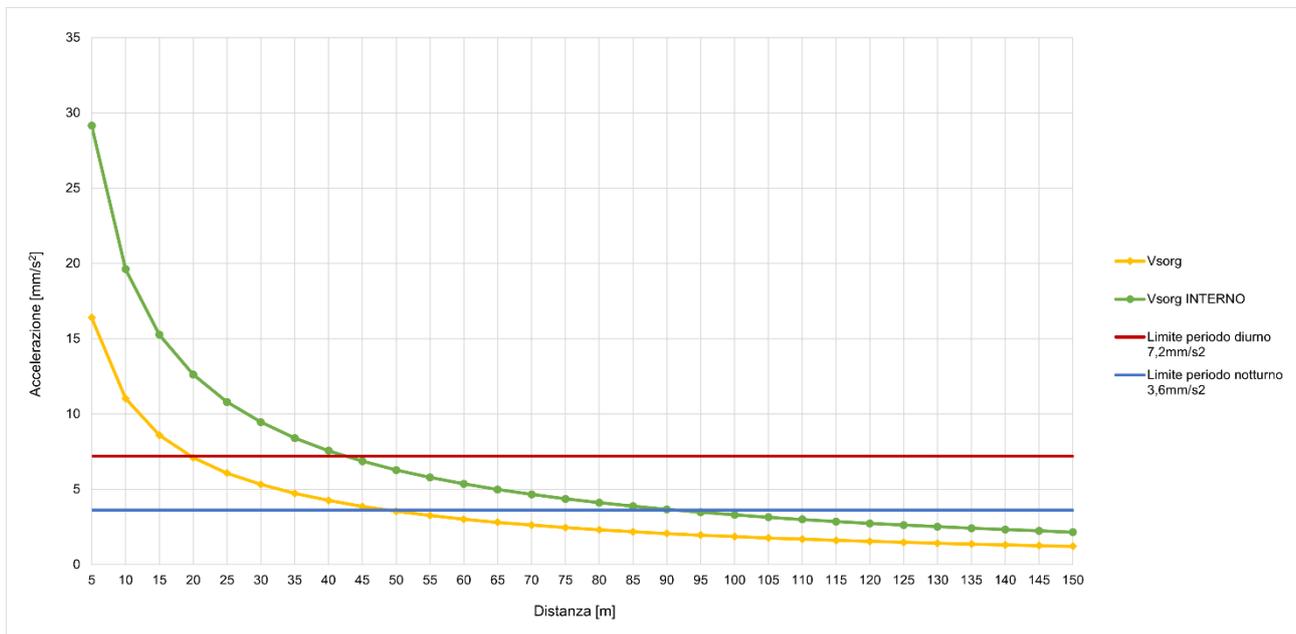
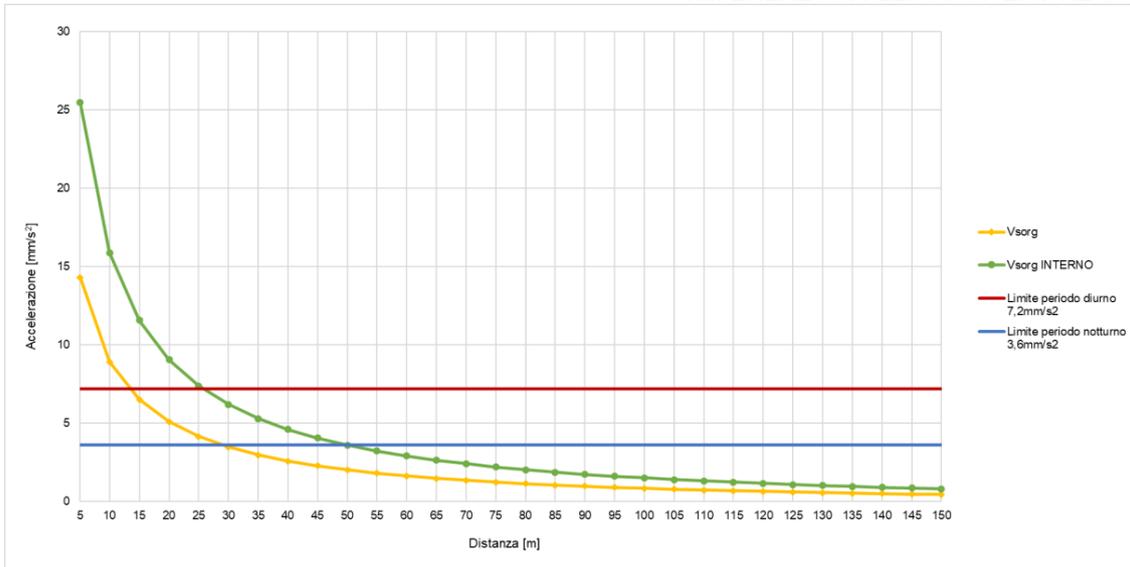


Fig. 5-13 - Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.A.1 – apertura pista per suolo mediamente consistente (grafico in alto) e suolo con buona consistenza (grafico in basso).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 61 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Sc. A.2 – Scavo. Per questa fase di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$, per i ricettori residenziali, si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 30 m, per suolo mediamente consistente e 40 m nel caso di suolo con buona consistenza, considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici ed assunti pari ad ulteriori 5 dB.

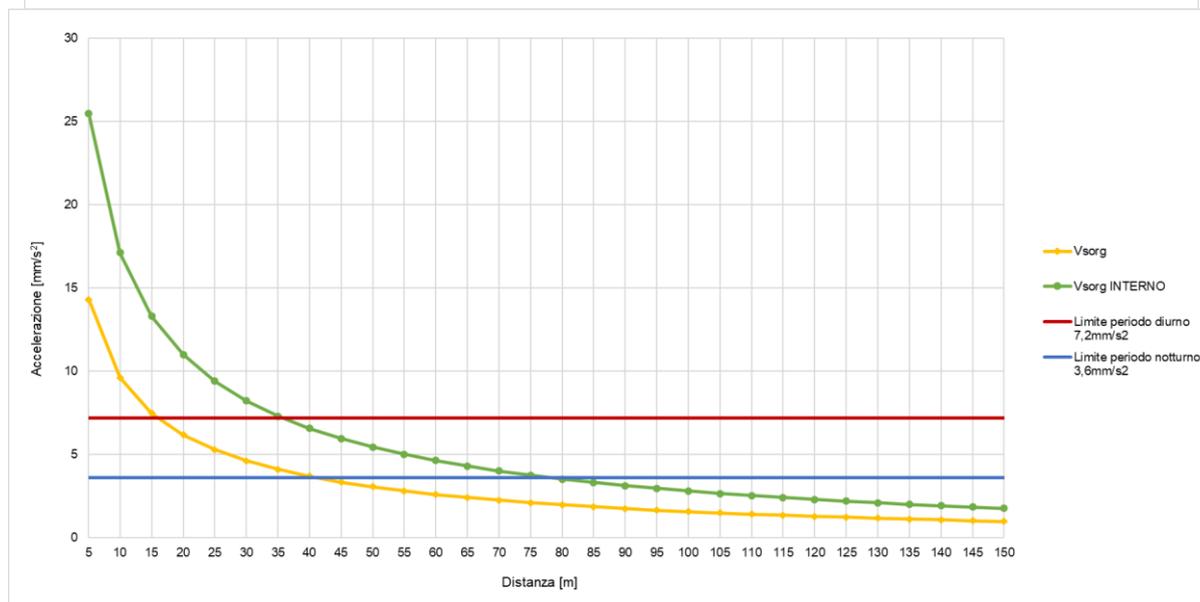
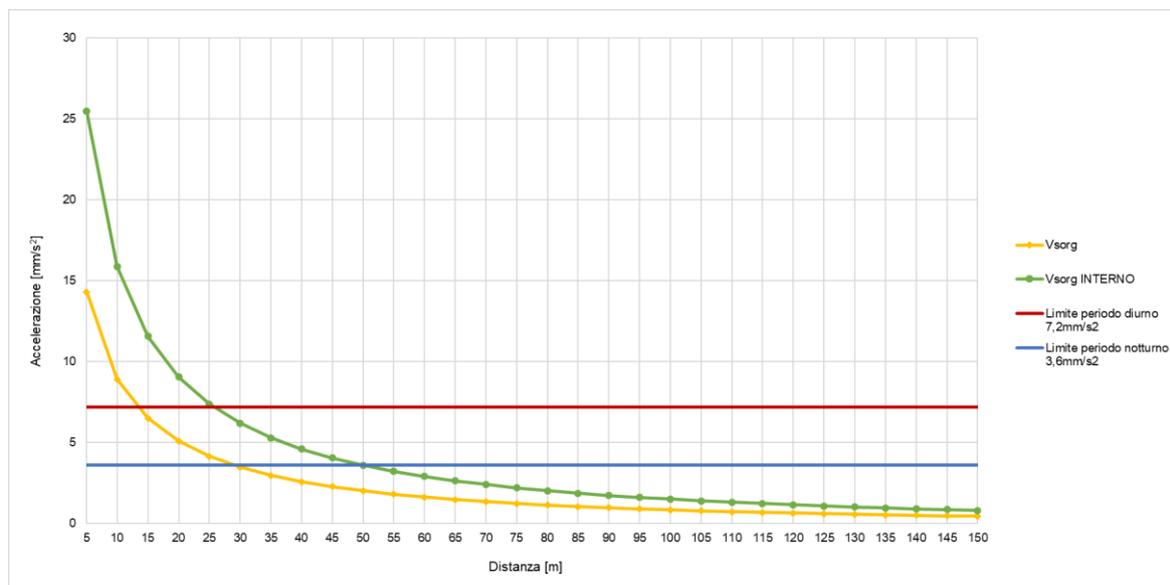


Fig. 5-14 - Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.A.2 – scavo per suolo mediamente consistente (grafico in alto) e suolo con buona consistenza (grafico in basso).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 62 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Sc. A.3 – Saldatura. Per questa fase di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$, per i ricettori residenziali, si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 55 m, per suolo mediamente consistente e di 80 m per suolo con buona consistenza, considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici ed assunti pari ad ulteriori 5 dB.

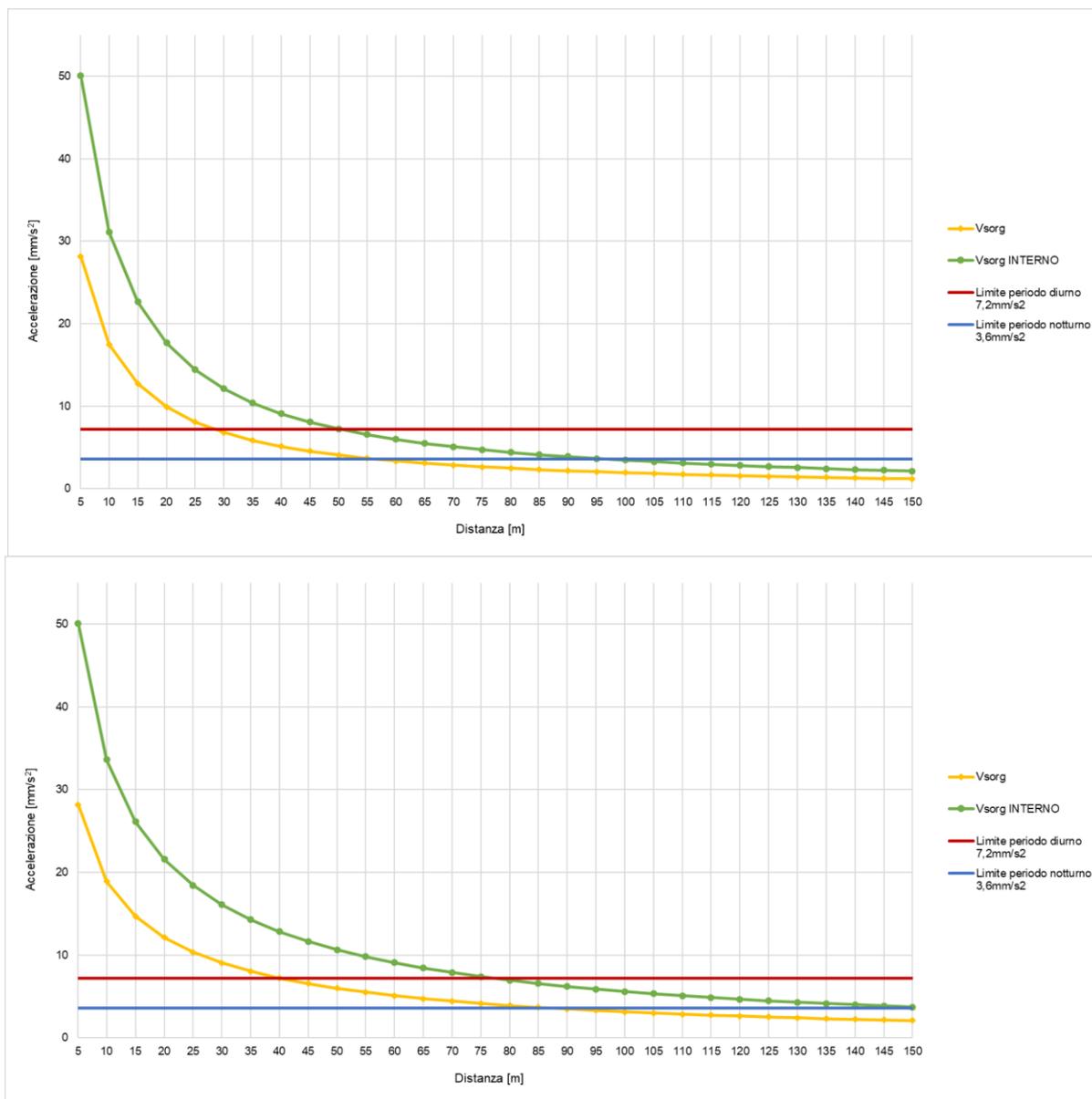


Fig. 5-15 - Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.A.3 – saldatura per suolo mediamente consistente (grafico in alto) e suolo con buona consistenza (grafico in basso).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 63 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Sc. A.4 – Posa tubazione. Per questa fase di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$, per i ricettori residenziali, si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 45 m, per suolo mediamente consistente e 70 m per suolo con buona consistenza, considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici ed assunti pari ad ulteriori 5 dB.

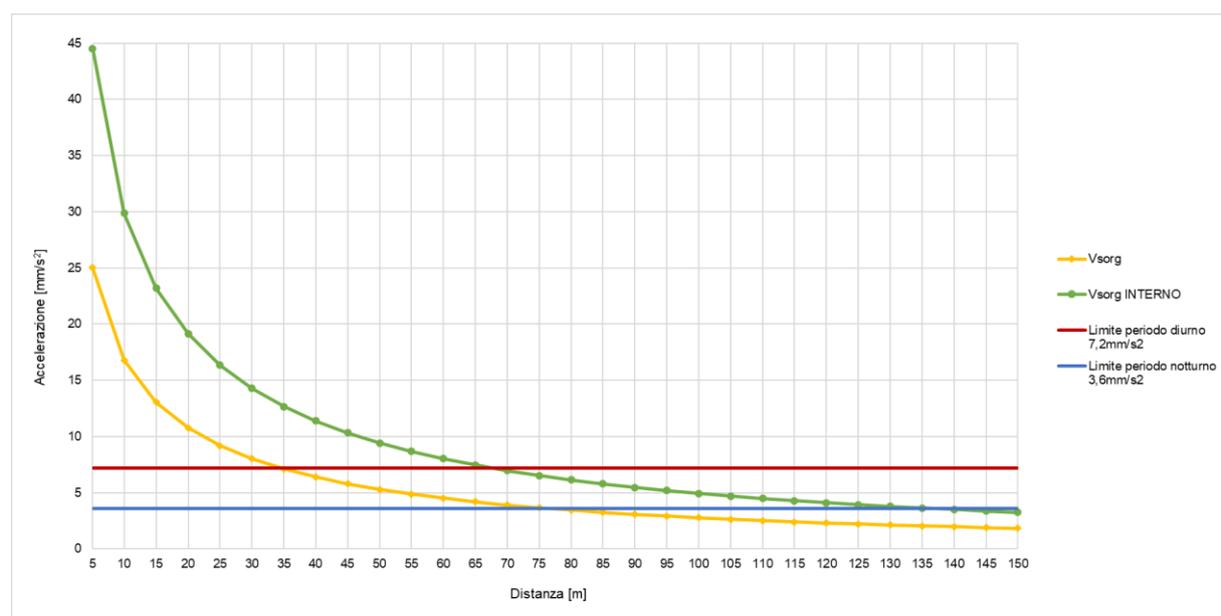
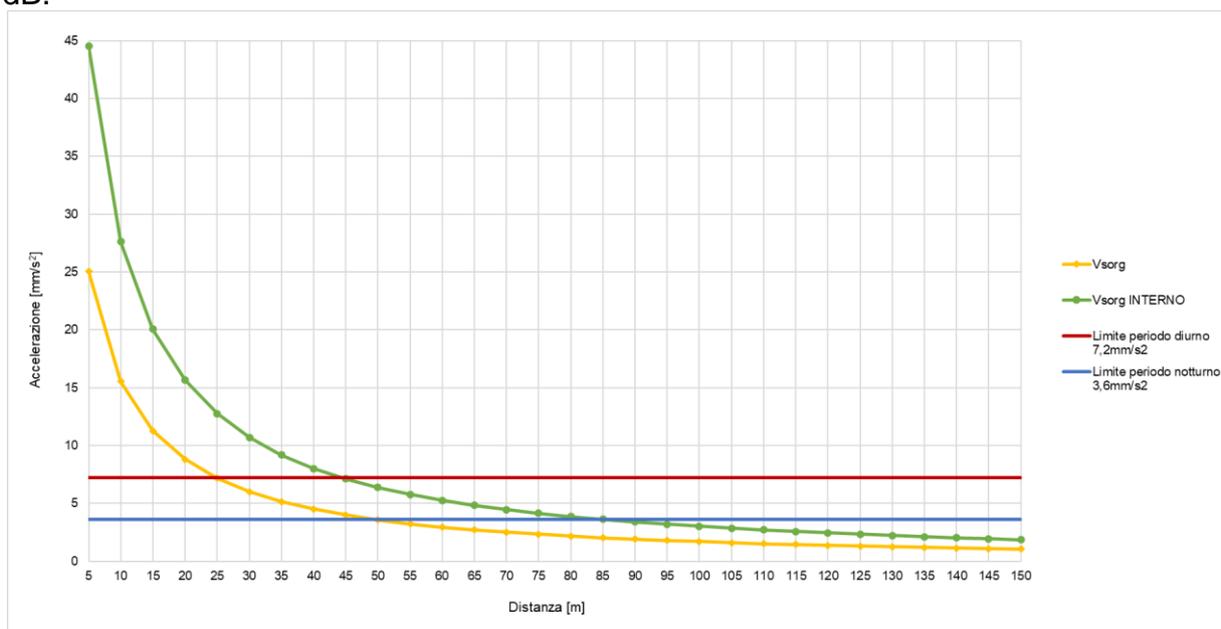


Fig. 5-16 - Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.A.4 – posa tubazione per suolo mediamente consistente (grafico in alto) e suolo con buona consistenza (grafico in basso).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 64 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Sc. A.5 – Rinterro. Per questa fase di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$, per i ricettori residenziali, si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 35 m, per suolo mediamente consistente e di 50 m per suolo con buona consistenza, considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici ed assunti pari ad ulteriori 5 dB.

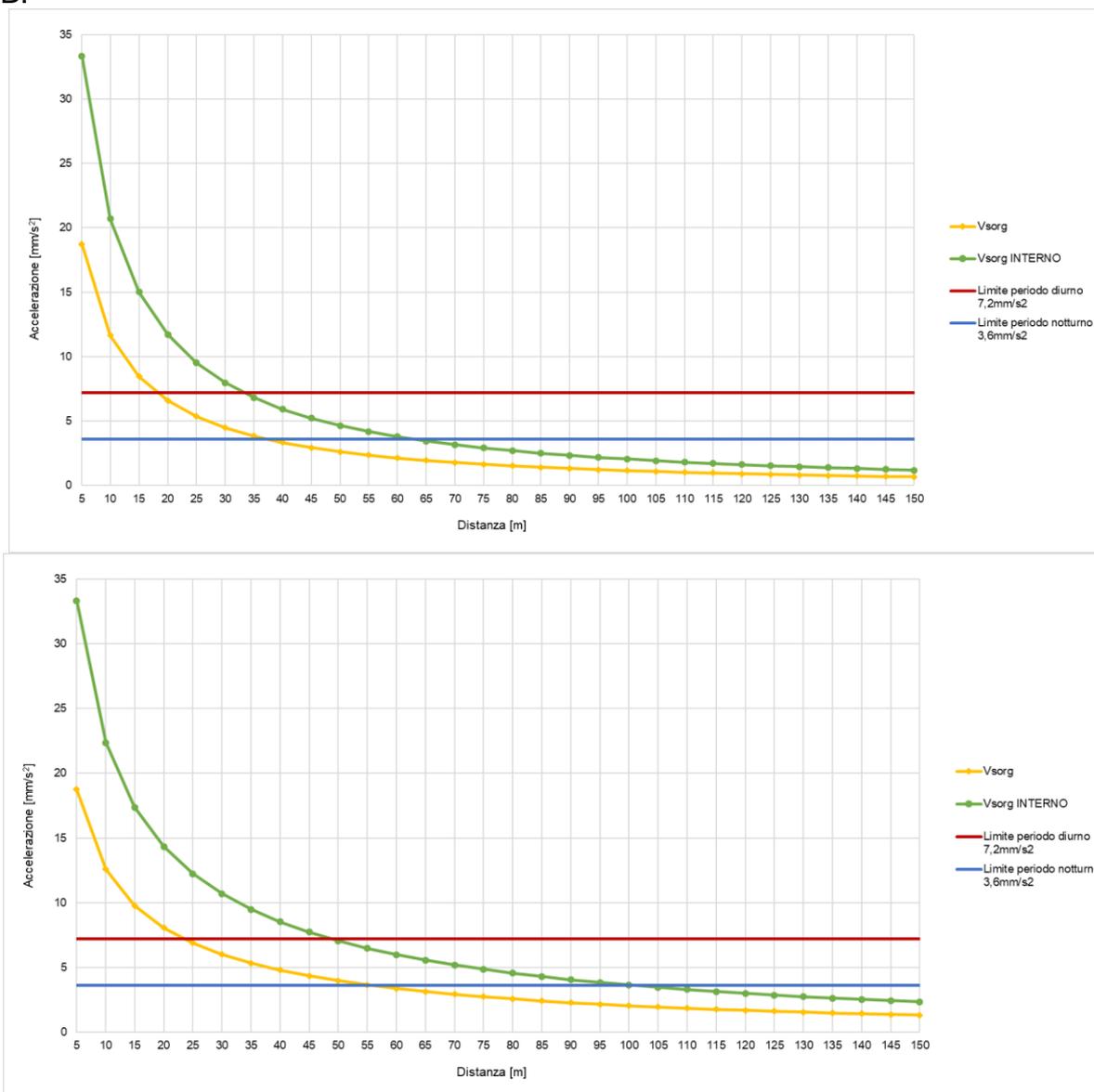


Fig. 5-17 - Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.A.5 – rinterro per suolo mediamente consistente (grafico in alto) e suolo con buona consistenza (grafico in basso).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 65 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

In sintesi, le distanze per cui è raggiunto il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ per i ricettori residenziali e considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 5.5 - Sintesi distanze dal confine delle aree di cantiere per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti i limiti per suolo mediamente consistente.

Scenario	Descrizione fase di lavorazione	Distanza del limite Diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ (m)	Distanza del limite Diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ interno agli edifici (m)
Sc. A.1	apertura pista	15	30
Sc. A.2	scavo	15	30
Sc. A.3	saldatura	30	55
Sc. A.4	posa tubazione	25	45
Sc. A.5	reinterro	20	35

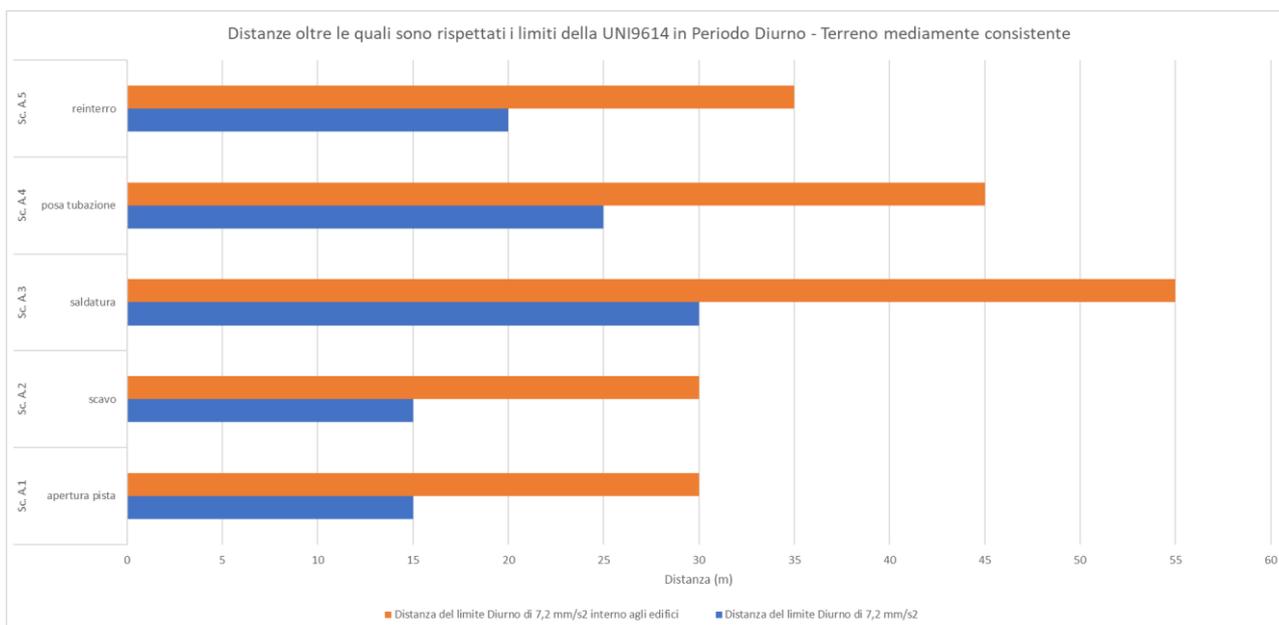


Fig. 5-18 - Sintesi distanze dalle aree di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno ($7,2 \text{ mm/s}^2$) per suolo mediamente consistente – periodo diurno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 66 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

Tab. 5.6 - Sintesi distanze dal confine delle aree di cantiere per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti i limiti per suolo con buona consistenza.

Scenario	Descrizione fase di lavorazione	Distanza del limite Diurno di 7,2 mm/s ² (m)	Distanza del limite Diurno di 7,2 mm/s ² interno agli edifici (m)
Sc. A.1	apertura pista	20	45
Sc. A.2	scavo	20	40
Sc. A.3	saldatura	45	80
Sc. A.4	posa tubazione	35	70
Sc. A.5	reinterro	25	50

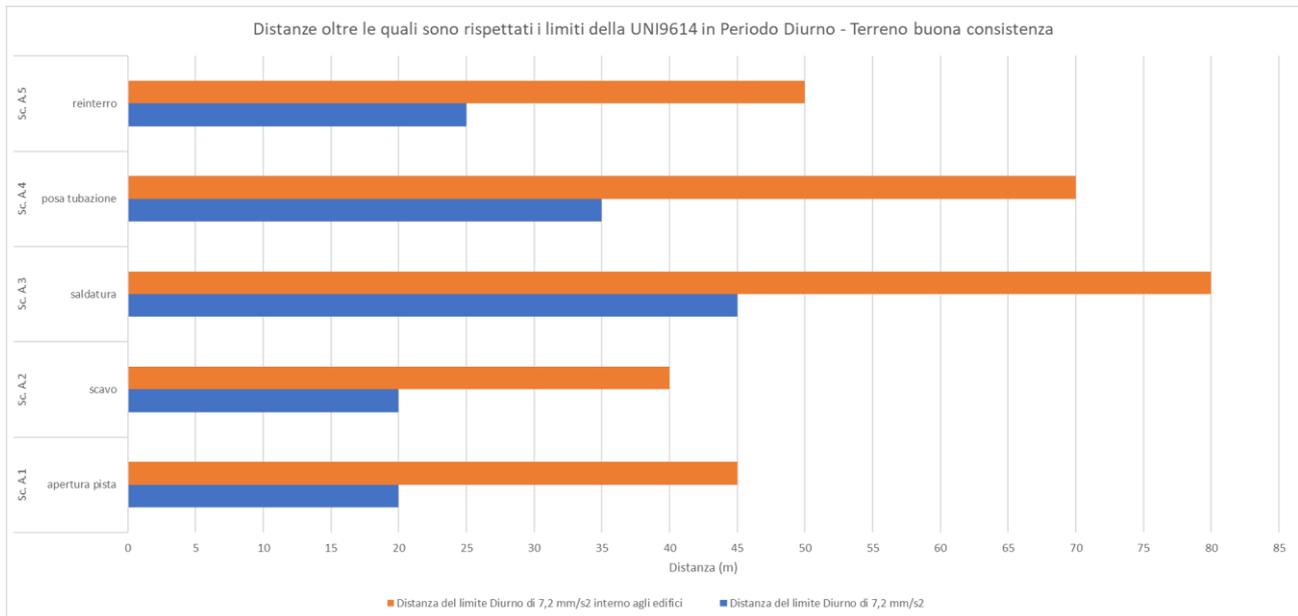


Fig. 5-19 - Sintesi distanze dalle aree di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno (7,2 mm/s²) per suolo con buona consistenza – periodo diurno.

Considerando la vicinanza alle lavorazioni di strutture, si segnala che potrebbero verificarsi alcuni superamenti della soglia di disturbo alle persone individuata dalla UNI 9614:2017 in periodo diurno.

Di seguito si procede ad una analisi puntuale che permetterà di individuare la tipologia ed i ricettori per i quali è stimato un probabile superamento del limite all'interno dell'edificio. Inoltre, per ogni ricettore, è presentato il valore puntuale delle vibrazioni immesse.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 67 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

5.8 Valutazione delle vibrazioni ai ricettori

Di seguito si espone la valutazione della propagazione delle vibrazioni presso i ricettori relativi agli scenari di lavoro considerati.

Si riporta la sintesi, distinguendo per Intervento e di lavorazioni (scenari) presenti, nonché la distanza limite della fase dello scenario che presenta il maggiore impatto.

Tab. 5.7 – Riepilogo per Interventi degli scenari con il risultato della fase più critica per la realizzazione della nuova condotta.

Intervento in progetto	Caratteristica del Suolo attribuita nello studio vibrazionale	Sc.A: scavo a cielo aperto	Limite distanza diurna interna (m)
Tracciato di progetto	Mediamente consistente	Sc.A - scavo c.a. - Periodo diurno	55
Tracciato di progetto	Buona consistenza	Sc.A - scavo c.a. - Periodo diurno	80

Di seguito si riportano i valori delle vibrazioni prodotte dalle lavorazioni e predette dal modello per gli scenari e delle fasi degli stessi che sono state individuate.

Si evidenzia che l'ampiezza delle vibrazioni durante le lavorazioni potrebbe comprendere alcuni ricettori siti nella vicinanza al cantiere. Dall'analisi della propagazione delle vibrazioni ai ricettori presenti sul territorio si individuano i seguenti superamenti.

- Sc. A: 91 ricettori a destinazione residenziale nel periodo diurno, su 261 in totale, per i quali si stimano valori oltre il limite. Il ricettore al quale risulta il valore maggiore è il 1010 ad una distanza dalle lavorazioni di circa 19 m, per il quali si stima un valore di circa 23 mm/s² su un limite di 7,2 mm/s² dalla fase relativa alla saldatura.

I superamenti evidenziati in precedenza e dettagliati nelle tabelle seguenti sono riferiti ai limiti della norma UNI 9614:2017 relativa al disturbo alla persona.

Valutando le vibrazioni indotte dalle lavorazioni, in termini di velocità, come richiesto dalla norma UNI 9916:2014, relativa alla valutazione del danno strutturale, non si riscontrano in nessuna situazione di lavoro valori eccedenti i limiti. Il valore massimo stimato è sempre inferiore a 1 mm/s.

Si riportano di seguito le propagazioni della velocità relative al caso di suolo con buona consistenza e alla fase risultata maggiormente critica dall'analisi precedente: fase 3 dello Sc.A (Sc. A.3).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 68 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

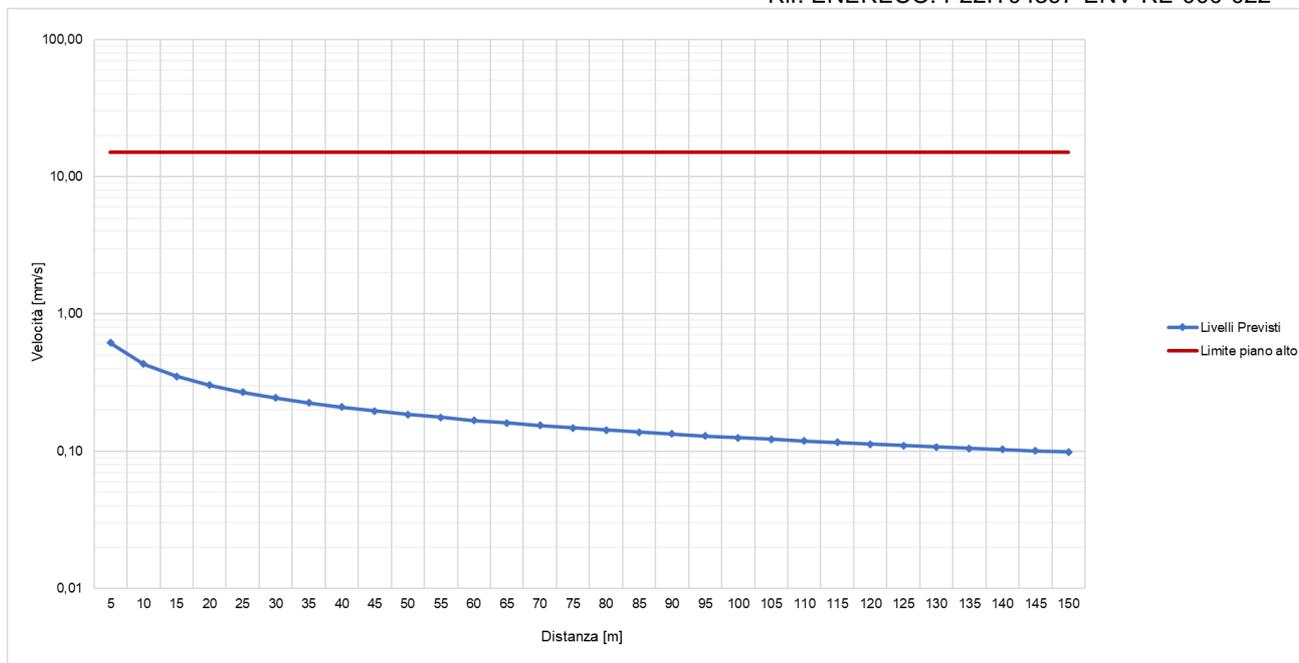


Fig. 5-20 – Propagazione della velocità per lo Sc.A.3

Come si riscontra dal grafico riportato in Fig.5.20 la velocità è già inferiore al valore di 1 mm/s a circa 5 m dalla sorgente emissiva, per quasi tutti gli scenari.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i valori puntali predetti ai ricettori, in termini di accelerazione ed ordinati in termini di distanza minore dal cantiere, in riferimento ai valori limite imposti dalla UNI 9614:2017 relativi al disturbo delle persone, inerenti agli scenari analizzati.

La valutazione puntuale ai ricettori non è riportata in quanto i valori limite imposti dalla UNI 9614:2017 sono sempre rispettati avendo riscontro dai casi analizzati che la velocità non è superiore al valore di 1 mm/s a circa 5 m della sorgente emissiva.

Nelle Tabelle seguenti, nelle quali si riportano le valutazioni dei valori in base alla UNI 9614:2017, le colonne “distanza da inizio intervento” e “distanza dall’area di lavoro” rappresentano rispettivamente la distanza progressiva in metri dall’inizio dell’intervento (PK 0+000) e la distanza in metri dall’asse dell’opera in progetto ai singoli ricettori; è stato inserito il simbolo “/” per identificare gli scenari che non hanno effetto sui ricettori individuati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 69 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

5.8.1 Scenario emissivo “A”: posa della nuova condotta con scavo a cielo aperto – solo in periodo diurno

Tab. 5.8 – Scenario emissivo “A”

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite diu (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1010	Residenziale	2813	mediamente consistente	19,6	7,2	11,6	11,6	22,6	20,1	15,0	oltre il limite di 4,4	oltre il limite di 4,4	oltre il limite di 15,4	oltre il limite di 12,9	oltre il limite di 7,8
1077	Residenziale	24562	buona consistenza	26,6	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1062	Residenziale	21900	buona consistenza	26,6	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1073	Residenziale	24399	buona consistenza	26,7	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1117	Residenziale	28944	buona consistenza	27,1	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1094	Residenziale	25737	buona consistenza	28,4	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1061	Residenziale	21778	buona consistenza	28,9	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1053	Residenziale	21426	buona consistenza	29,3	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1254	Residenziale	39514	buona consistenza	29,4	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1091	Residenziale	25603	buona consistenza	29,9	7,2	10,8	9,4	18,4	16,4	12,2	oltre il limite di 3,6	oltre il limite di 2,2	oltre il limite di 11,2	oltre il limite di 9,2	oltre il limite di 5
1090	Residenziale	25561	buona consistenza	31,1	7,2	9,5	8,2	16,1	14,3	10,7	oltre il limite di 2,3	oltre il limite di 1	oltre il limite di 8,9	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 3,5
1141	Residenziale	31437	buona consistenza	31,2	7,2	9,5	8,2	16,1	14,3	10,7	oltre il limite di 2,3	oltre il limite di 1	oltre il limite di 8,9	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 3,5
1081	Residenziale	24885	buona consistenza	33,3	7,2	9,5	8,2	16,1	14,3	10,7	oltre il limite di 2,3	oltre il limite di 1	oltre il limite di 8,9	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 3,5
1154	Residenziale	34439	buona consistenza	33,5	7,2	9,5	8,2	16,1	14,3	10,7	oltre il limite di 2,3	oltre il limite di 1	oltre il limite di 8,9	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 3,5
1063	Residenziale	21956	buona consistenza	33,9	7,2	9,5	8,2	16,1	14,3	10,7	oltre il limite di 2,3	oltre il limite di 1	oltre il limite di 8,9	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 3,5
1145	Residenziale	32028	buona consistenza	35,2	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1260	Residenziale	40024	buona consistenza	36,0	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1079	Residenziale	24752	buona consistenza	37,1	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1074	Residenziale	24420	buona consistenza	37,8	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1037	Residenziale	17145	buona consistenza	38,8	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1035	Residenziale	16769	buona consistenza	39,4	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1082	Residenziale	24915	buona consistenza	39,9	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1115	Residenziale	28819	buona consistenza	40,0	7,2	8,4	7,3	14,3	12,7	9,5	oltre il limite di 1,2	oltre il limite di 0,1	oltre il limite di 7,1	oltre il limite di 5,5	oltre il limite di 2,3
1045	Residenziale	20442	buona consistenza	40,5	7,2	7,6	6,6	12,9	11,4	8,5	oltre il limite di 0,4	entro il limite	oltre il limite di 5,7	oltre il limite di 4,2	oltre il limite di 1,3
1093	Residenziale	25680	buona consistenza	40,5	7,2	7,6	6,6	12,9	11,4	8,5	oltre il limite di 0,4	entro il limite	oltre il limite di 5,7	oltre il limite di 4,2	oltre il limite di 1,3
1247	Residenziale	39367	buona consistenza	40,6	7,2	7,6	6,6	12,9	11,4	8,5	oltre il limite di 0,4	entro il limite	oltre il limite di 5,7	oltre il limite di 4,2	oltre il limite di 1,3
1060	Residenziale	21757	buona consistenza	40,9	7,2	7,6	6,6	12,9	11,4	8,5	oltre il limite di 0,4	entro il limite	oltre il limite di 5,7	oltre il limite di 4,2	oltre il limite di 1,3
1157	Residenziale	34728	buona consistenza	42,2	7,2	7,6	6,6	12,9	11,4	8,5	oltre il limite di 0,4	entro il limite	oltre il limite di 5,7	oltre il limite di 4,2	oltre il limite di 1,3

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 70 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P221T04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di lavoro (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1083	Residenziale	25201	buona consistenza	42,5	7,2	7,6	6,6	12,9	11,4	8,5	oltre il limite di 0,4	entro il limite	oltre il limite di 5,7	oltre il limite di 4,2	oltre il limite di 1,3
1055	Residenziale	21503	buona consistenza	45,1	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1113	Residenziale	28791	buona consistenza	45,7	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1137	Residenziale	30993	buona consistenza	45,9	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1257	Residenziale	39755	buona consistenza	46,8	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1235	Residenziale	38248	buona consistenza	48,6	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1144	Residenziale	32025	buona consistenza	48,9	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1146	Residenziale	32032	buona consistenza	49,0	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1148	Residenziale	32195	buona consistenza	49,1	7,2	6,9	6,0	11,7	10,3	7,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 4,5	oltre il limite di 3,1	oltre il limite di 0,5
1221	Residenziale	37607	buona consistenza	50,1	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1023	Residenziale	10845	mediamente consistente	50,1	7,2	3,6	3,6	7,2	6,4	4,7	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0	entro il limite	entro il limite
1108	Residenziale	28207	buona consistenza	50,7	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1112	Residenziale	28691	buona consistenza	51,0	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1239	Residenziale	38520	buona consistenza	52,3	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1071	Residenziale	23555	buona consistenza	52,3	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1057	Residenziale	21598	buona consistenza	52,4	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1116	Residenziale	28883	buona consistenza	52,4	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1054	Residenziale	21465	buona consistenza	52,5	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1134	Residenziale	30919	buona consistenza	53,2	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1229	Residenziale	38116	buona consistenza	53,5	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1086	Residenziale	25342	buona consistenza	53,7	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1051	Residenziale	21360	buona consistenza	54,5	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1095	Residenziale	25782	buona consistenza	54,8	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1155	Residenziale	34679	buona consistenza	54,9	7,2	6,3	5,5	10,7	9,4	7,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 3,5	oltre il limite di 2,2	entro il limite
1098	Residenziale	25928	buona consistenza	55,1	7,2	5,8	5,0	9,8	8,7	6,5	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 2,6	oltre il limite di 1,5	entro il limite
1006	Residenziale	1598	mediamente consistente	57,0	7,2	3,2	3,2	6,6	5,8	4,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1029	Residenziale	12387	buona consistenza	57,4	7,2	5,8	5,0	9,8	8,7	6,5	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 2,6	oltre il limite di 1,5	entro il limite
1160	Residenziale	34986	buona consistenza	57,7	7,2	5,8	5,0	9,8	8,7	6,5	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 2,6	oltre il limite di 1,5	entro il limite
1111	Residenziale	28680	buona consistenza	59,1	7,2	5,8	5,0	9,8	8,7	6,5	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 2,6	oltre il limite di 1,5	entro il limite
1193	Residenziale	36314	buona consistenza	59,1	7,2	5,8	5,0	9,8	8,7	6,5	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 2,6	oltre il limite di 1,5	entro il limite
1153	Residenziale	34321	buona consistenza	59,2	7,2	5,8	5,0	9,8	8,7	6,5	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 2,6	oltre il limite di 1,5	entro il limite

	PROGETTISTA 				COMMESSA NR/15437		UNITÀ			
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA						REL-VIB-E-09001			
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar						Fg. 71 di 83		Rev. 00	

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1089	Residenziale	25483	buona consistenza	61,6	7,2	5,4	4,6	9,1	8,0	6,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,9	oltre il limite di 0,8	entro il limite
1218	Residenziale	37250	buona consistenza	61,8	7,2	5,4	4,6	9,1	8,0	6,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,9	oltre il limite di 0,8	entro il limite
1064	Residenziale	22125	buona consistenza	62,7	7,2	5,4	4,6	9,1	8,0	6,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,9	oltre il limite di 0,8	entro il limite
1166	Residenziale	35430	buona consistenza	64,0	7,2	5,4	4,6	9,1	8,0	6,0	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,9	oltre il limite di 0,8	entro il limite
1105	Residenziale	28144	buona consistenza	65,0	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1034	Residenziale	16683	buona consistenza	65,2	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1021	Residenziale	10813	mediamente consistente	65,3	7,2	2,7	2,7	5,5	4,8	3,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1178	Residenziale	36118	buona consistenza	65,9	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1114	Residenziale	28817	buona consistenza	65,9	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1217	Residenziale	37114	buona consistenza	66,1	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1131	Residenziale	30867	buona consistenza	66,2	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1213	Residenziale	36685	buona consistenza	66,8	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1124	Residenziale	30632	buona consistenza	67,0	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1072	Residenziale	23610	buona consistenza	67,3	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1167	Residenziale	35453	buona consistenza	68,3	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1047	Residenziale	20476	buona consistenza	68,4	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1085	Residenziale	25303	buona consistenza	68,7	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1182	Residenziale	36203	buona consistenza	68,7	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1210	Residenziale	36561	buona consistenza	68,9	7,2	5,0	4,3	8,5	7,5	5,6	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 1,3	oltre il limite di 0,3	entro il limite
1158	Residenziale	34857	buona consistenza	70,2	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1110	Residenziale	28633	buona consistenza	73,6	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1106	Residenziale	28174	buona consistenza	73,6	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1226	Residenziale	38075	buona consistenza	73,6	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1212	Residenziale	36671	buona consistenza	73,7	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1189	Residenziale	36272	buona consistenza	74,0	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1242	Residenziale	38912	buona consistenza	74,8	7,2	4,7	4,0	7,9	7,0	5,2	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,7	entro il limite	entro il limite
1165	Residenziale	35426	buona consistenza	75,3	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1162	Residenziale	35228	buona consistenza	75,6	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1044	Residenziale	20240	buona consistenza	75,9	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1070	Residenziale	23522	buona consistenza	76,4	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1075	Residenziale	24483	buona consistenza	76,6	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 72 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di lavoro (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1020	Residenziale	10778	mediamente consistente	76,8	7,2	2,2	2,2	4,7	4,2	2,9	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1119	Residenziale	28960	buona consistenza	77,7	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1180	Residenziale	36164	buona consistenza	78,4	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1219	Residenziale	37393	buona consistenza	79,5	7,2	4,4	3,8	7,4	6,5	4,8	entro il limite	entro il limite	oltre il limite di 0,2	entro il limite	entro il limite
1097	Residenziale	25879	buona consistenza	80,0	7,2	4,1	3,5	7,0	6,1	4,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1187	Residenziale	36271	buona consistenza	81,8	7,2	4,1	3,5	7,0	6,1	4,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1026	Residenziale	11044	mediamente consistente	82,2	7,2	2,0	2,0	4,4	3,9	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1159	Residenziale	34980	buona consistenza	84,5	7,2	4,1	3,5	7,0	6,1	4,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1214	Residenziale	36697	buona consistenza	84,6	7,2	4,1	3,5	7,0	6,1	4,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1014	Residenziale	7934	mediamente consistente	84,8	7,2	2,0	2,0	4,4	3,9	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1099	Residenziale	25931	buona consistenza	85,3	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1042	Residenziale	18918	buona consistenza	85,4	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1220	Residenziale	37422	buona consistenza	85,4	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1100	Residenziale	26071	buona consistenza	86,4	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1208	Residenziale	36510	buona consistenza	86,5	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1096	Residenziale	25821	buona consistenza	86,9	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1123	Residenziale	30519	buona consistenza	87,1	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1207	Residenziale	36504	buona consistenza	87,9	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1059	Residenziale	21678	buona consistenza	88,1	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1164	Residenziale	35294	buona consistenza	88,4	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1234	Residenziale	38218	buona consistenza	89,1	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1228	Residenziale	38114	buona consistenza	89,8	7,2	3,9	3,3	6,6	5,8	4,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1241	Residenziale	38892	buona consistenza	90,0	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1184	Residenziale	36255	buona consistenza	91,3	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1138	Residenziale	31006	buona consistenza	91,4	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1225	Residenziale	38074	buona consistenza	92,8	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1039	Residenziale	18359	buona consistenza	94,0	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1258	Residenziale	39837	buona consistenza	94,2	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1139	Residenziale	31123	buona consistenza	94,7	7,2	3,7	3,1	6,2	5,5	4,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1019	Residenziale	10731	mediamente consistente	97,2	7,2	1,6	1,6	3,7	3,2	2,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1245	Residenziale	39113	buona consistenza	97,3	7,2	3,5	3,0	5,9	5,2	3,8	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 73 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di lavoro (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1069	Residenziale	23388	buona consistenza	97,5	7,2	3,5	3,0	5,9	5,2	3,8	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1177	Residenziale	36108	buona consistenza	99,1	7,2	3,5	3,0	5,9	5,2	3,8	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1192	Residenziale	36310	buona consistenza	100,1	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1076	Residenziale	24506	buona consistenza	101,4	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1065	Residenziale	22407	buona consistenza	101,7	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1142	Residenziale	31977	buona consistenza	102,0	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1183	Residenziale	36205	buona consistenza	102,6	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1125	Residenziale	30646	buona consistenza	103,4	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1009	Residenziale	2246	mediamente consistente	103,5	7,2	1,5	1,5	3,5	3,0	2,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1205	Residenziale	36491	buona consistenza	104,7	7,2	3,3	2,8	5,6	4,9	3,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1120	Residenziale	30362	buona consistenza	105,4	7,2	3,1	2,7	5,3	4,7	3,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1259	Residenziale	39852	buona consistenza	107,5	7,2	3,1	2,7	5,3	4,7	3,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1038	Residenziale	17261	buona consistenza	107,6	7,2	3,1	2,7	5,3	4,7	3,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1135	Residenziale	30920	buona consistenza	109,2	7,2	3,1	2,7	5,3	4,7	3,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1188	Residenziale	36272	buona consistenza	110,7	7,2	3,0	2,5	5,1	4,5	3,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1191	Residenziale	36289	buona consistenza	112,4	7,2	3,0	2,5	5,1	4,5	3,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1109	Residenziale	28508	buona consistenza	112,4	7,2	3,0	2,5	5,1	4,5	3,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1087	Residenziale	25406	buona consistenza	112,7	7,2	3,0	2,5	5,1	4,5	3,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1027	Residenziale	11080	mediamente consistente	112,9	7,2	1,3	1,3	3,1	2,7	1,8	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1209	Residenziale	36547	buona consistenza	113,2	7,2	3,0	2,5	5,1	4,5	3,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1050	Residenziale	21349	buona consistenza	113,3	7,2	3,0	2,5	5,1	4,5	3,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1150	Residenziale	32198	buona consistenza	115,2	7,2	2,9	2,4	4,9	4,3	3,1	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1149	Residenziale	32196	buona consistenza	116,1	7,2	2,9	2,4	4,9	4,3	3,1	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1078	Residenziale	24671	buona consistenza	116,4	7,2	2,9	2,4	4,9	4,3	3,1	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1056	Residenziale	21562	buona consistenza	116,7	7,2	2,9	2,4	4,9	4,3	3,1	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1246	Residenziale	39224	buona consistenza	116,8	7,2	2,9	2,4	4,9	4,3	3,1	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1179	Residenziale	36125	buona consistenza	117,7	7,2	2,9	2,4	4,9	4,3	3,1	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1007	Residenziale	1905	mediamente consistente	118,2	7,2	1,2	1,2	3,0	2,6	1,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1161	Residenziale	35054	buona consistenza	120,8	7,2	2,7	2,3	4,7	4,1	3,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1186	Residenziale	36268	buona consistenza	122,0	7,2	2,7	2,3	4,7	4,1	3,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1152	Residenziale	34308	buona consistenza	122,3	7,2	2,7	2,3	4,7	4,1	3,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 74 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di lavoro (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1024	Residenziale	10851	mediamente consistente	122,7	7,2	1,2	1,2	2,8	2,5	1,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1133	Residenziale	30877	buona consistenza	124,0	7,2	2,7	2,3	4,7	4,1	3,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1253	Residenziale	39505	buona consistenza	124,6	7,2	2,7	2,3	4,7	4,1	3,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1174	Residenziale	36008	buona consistenza	124,7	7,2	2,7	2,3	4,7	4,1	3,0	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1201	Residenziale	36441	buona consistenza	125,2	7,2	2,6	2,2	4,5	3,9	2,9	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1256	Residenziale	39554	buona consistenza	128,5	7,2	2,6	2,2	4,5	3,9	2,9	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1058	Residenziale	21607	buona consistenza	128,5	7,2	2,6	2,2	4,5	3,9	2,9	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1202	Residenziale	36446	buona consistenza	128,7	7,2	2,6	2,2	4,5	3,9	2,9	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1048	Residenziale	20777	buona consistenza	130,1	7,2	2,5	2,1	4,3	3,8	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1249	Residenziale	39434	buona consistenza	131,2	7,2	2,5	2,1	4,3	3,8	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1196	Residenziale	36385	buona consistenza	132,1	7,2	2,5	2,1	4,3	3,8	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1130	Residenziale	30837	buona consistenza	132,8	7,2	2,5	2,1	4,3	3,8	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1156	Residenziale	34685	buona consistenza	133,2	7,2	2,5	2,1	4,3	3,8	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1043	Residenziale	19568	buona consistenza	133,3	7,2	2,5	2,1	4,3	3,8	2,7	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1126	Residenziale	30700	buona consistenza	135,2	7,2	2,4	2,0	4,2	3,6	2,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1018	Residenziale	10714	mediamente consistente	135,6	7,2	1,0	1,0	2,4	2,1	1,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1104	Residenziale	28114	buona consistenza	138,0	7,2	2,4	2,0	4,2	3,6	2,6	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1243	Residenziale	38934	buona consistenza	141,7	7,2	2,3	1,9	4,0	3,5	2,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1168	Residenziale	35539	buona consistenza	143,8	7,2	2,3	1,9	4,0	3,5	2,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1049	Residenziale	20947	buona consistenza	144,2	7,2	2,3	1,9	4,0	3,5	2,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1118	Residenziale	28953	buona consistenza	144,4	7,2	2,3	1,9	4,0	3,5	2,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1136	Residenziale	30941	buona consistenza	144,6	7,2	2,3	1,9	4,0	3,5	2,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1147	Residenziale	32147	buona consistenza	144,6	7,2	2,3	1,9	4,0	3,5	2,5	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1204	Residenziale	36481	buona consistenza	145,3	7,2	2,2	1,8	3,9	3,4	2,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1227	Residenziale	38088	buona consistenza	146,7	7,2	2,2	1,8	3,9	3,4	2,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1013	Residenziale	7192	mediamente consistente	147,5	7,2	0,9	0,9	2,2	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1224	Residenziale	38028	buona consistenza	147,7	7,2	2,2	1,8	3,9	3,4	2,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1195	Residenziale	36370	buona consistenza	148,3	7,2	2,2	1,8	3,9	3,4	2,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1223	Residenziale	37775	buona consistenza	148,9	7,2	2,2	1,8	3,9	3,4	2,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1128	Residenziale	30746	buona consistenza	149,2	7,2	2,2	1,8	3,9	3,4	2,4	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1252	Residenziale	39477	buona consistenza	150,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite

	PROGETTISTA 					COMMESSA NR/15437		UNITÀ		
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA					REL-VIB-E-09001				
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar					Fg. 75 di 83		Rev. 00		

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di lavoro (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1203	Residenziale	36464	buona consistenza	150,8	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1107	Residenziale	28203	buona consistenza	151,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1185	Residenziale	36256	buona consistenza	152,0	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1197	Residenziale	36402	buona consistenza	153,5	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1088	Residenziale	25466	buona consistenza	153,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1122	Residenziale	30443	buona consistenza	153,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1216	Residenziale	36877	buona consistenza	154,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1211	Residenziale	36596	buona consistenza	155,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1031	Residenziale	16124	buona consistenza	155,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1092	Residenziale	25657	buona consistenza	157,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1237	Residenziale	38248	buona consistenza	158,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1176	Residenziale	36102	buona consistenza	158,8	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1172	Residenziale	35951	buona consistenza	161,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1248	Residenziale	39406	buona consistenza	162,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1030	Residenziale	12629	buona consistenza	163,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1011	Residenziale	4029	mediamente consistente	165,4	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1181	Residenziale	36193	buona consistenza	166,2	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1121	Residenziale	30429	buona consistenza	166,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1173	Residenziale	35983	buona consistenza	166,4	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1080	Residenziale	24855	buona consistenza	166,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1052	Residenziale	21383	buona consistenza	167,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1206	Residenziale	36503	buona consistenza	167,2	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1033	Residenziale	16537	buona consistenza	168,5	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1194	Residenziale	36326	buona consistenza	169,8	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1190	Residenziale	36280	buona consistenza	170,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1255	Residenziale	39526	buona consistenza	172,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1261	Residenziale	40131	buona consistenza	176,8	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1236	Residenziale	38248	buona consistenza	178,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1025	Residenziale	10882	mediamente consistente	179,3	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1022	Residenziale	10831	mediamente consistente	179,5	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1250	Residenziale	39466	buona consistenza	182,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite



PROGETTISTA



COMMESSA

NR/15437

UNITÀ

LOCALITA'

REGIONE PUGLIA

REL-VIB-E-09001

PROGETTO / IMPIANTO

METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA
MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar

Fg. 76 di 83

Rev.
00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite di (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1163	Residenziale	35268	buona consistenza	183,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1068	Residenziale	23214	buona consistenza	186,2	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1198	Residenziale	36441	buona consistenza	187,2	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1215	Residenziale	36779	buona consistenza	187,2	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1032	Residenziale	16163	buona consistenza	187,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1046	Residenziale	20476	buona consistenza	187,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1140	Residenziale	31188	buona consistenza	187,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1143	Residenziale	32022	buona consistenza	190,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1084	Residenziale	25228	buona consistenza	190,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1240	Residenziale	38699	buona consistenza	190,4	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1041	Residenziale	18718	buona consistenza	190,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1175	Residenziale	36038	buona consistenza	190,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1001	Residenziale	0	mediamente consistente	190,8	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1036	Residenziale	16867	buona consistenza	191,5	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1016	Residenziale	10712	mediamente consistente	192,0	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1101	Residenziale	26189	buona consistenza	193,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1002	Residenziale	0	mediamente consistente	193,3	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1040	Residenziale	18366	buona consistenza	194,0	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1199	Residenziale	36441	buona consistenza	196,0	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1103	Residenziale	26202	buona consistenza	196,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1067	Residenziale	22912	buona consistenza	199,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1233	Residenziale	38190	buona consistenza	204,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1015	Residenziale	8666	mediamente consistente	204,4	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1102	Residenziale	26189	buona consistenza	204,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1169	Residenziale	35659	buona consistenza	205,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1028	Residenziale	11634	mediamente consistente	205,6	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1244	Residenziale	38934	buona consistenza	208,4	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1251	Residenziale	39474	buona consistenza	208,6	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1230	Residenziale	38182	buona consistenza	210,3	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1171	Residenziale	35785	buona consistenza	210,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1132	Residenziale	30873	buona consistenza	211,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 77 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

COD RIC.	USO	DISTANZA da inizio intervento (m)	Caratteristica del Suolo	DISTANZA dall' area di lavoro (m)	Limite diu (mm/s ²)	Scenario di riferimento (mm/s ²)					Valutazione Sc. A - PERIODO DIURNO				
						Sc.A .1	Sc.A .2	Sc.A .3	Sc.A .4	Sc.A .5	Sc.A.1 P. DIURNO	Sc.A.2 P. DIURNO	Sc.A.3 P. DIURNO	Sc.A.4 P. DIURNO	Sc.A.5 P. DIURNO
1129	Residenziale	30800	buona consistenza	214,4	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1017	Residenziale	10712	mediamente consistente	214,5	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1200	Residenziale	36441	buona consistenza	215,4	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1012	Residenziale	6469	mediamente consistente	216,0	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1222	Residenziale	37665	buona consistenza	218,4	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1127	Residenziale	30744	buona consistenza	224,0	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1004	Residenziale	0	mediamente consistente	225,0	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1232	Residenziale	38187	buona consistenza	227,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1003	Residenziale	0	mediamente consistente	227,2	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1066	Residenziale	22461	buona consistenza	229,7	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1008	Residenziale	2089	mediamente consistente	231,4	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1170	Residenziale	35785	buona consistenza	232,9	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1005	Residenziale	0	mediamente consistente	238,1	7,2	0,8	0,8	2,1	1,9	1,2	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1231	Residenziale	38186	buona consistenza	245,1	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1238	Residenziale	38316	buona consistenza	261,5	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite
1151	Residenziale	33073	buona consistenza	302,5	7,2	2,2	1,8	3,7	3,3	2,3	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite	entro il limite

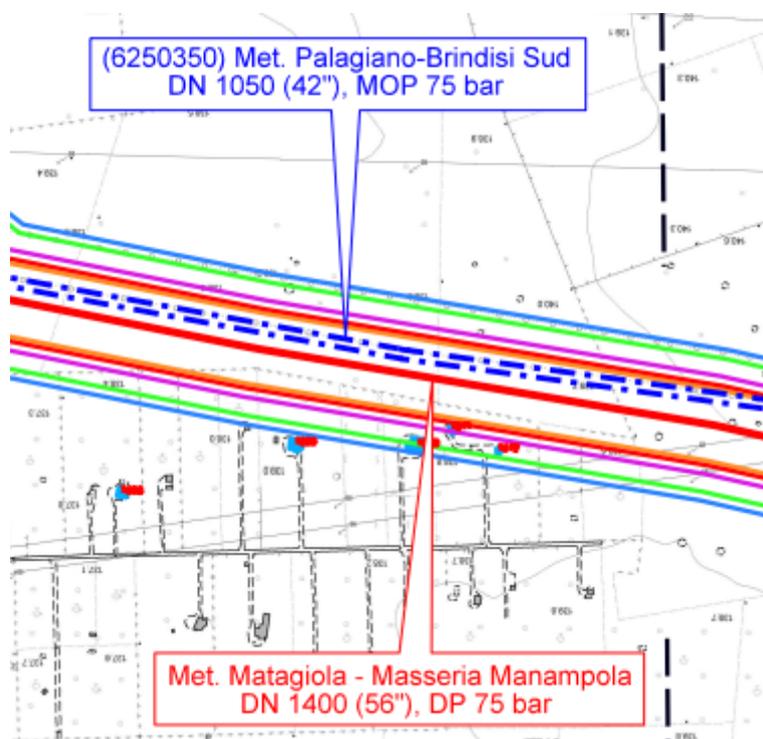
	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56"), DP 75 bar	Fg. 78 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

6. RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

Nella tavola "Carta degli impatti" (PG-VIB-D-09101), riportata in allegato è stato rappresentato l'impatto vibrazionale previsto sui ricettori circostanti le opere in progetto attraverso l'utilizzo di "curve colorate".

Le linee rappresentano gli scenari lavorativi previsti per la posa della nuova condotta mediante scavo a cielo aperto come indicati nella figura seguente.



SCAVO A CIELO APERTO - periodo diurno

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| — Scenario A.1 (apertura pista) | Recettori
 Recettore individuato |
| — Scenario A.2 (scavo) | |
| — Scenario A.3 (saldatura) | |
| — Scenario A.4 (posa tubazione) | |
| — Scenario A.5 (rinterro) | |
| Limiti di riferimento UNI 9614:2017
Limite diurno di riferimento di 7,2mm/s ² interno agli edifici ad uso abitativo | |

Fig. 6-1 - Rappresentazione cartografica della posa della condotta mediante scavo a cielo aperto – Sc. A (Foglio 8 della tavola PG-VIB-D-09101, Allegato 1)

Dalle Tab. 5.5 e Tab. 5.6 precedentemente riportate si evince che il limite diurno di 7,2 mm/s² previsto dalla UNI 9614:2017 interno agli edifici sia rispettato rispettivamente alle distanze di 30m, 30m, 55m, 45m, 35m rispettivamente per gli scenari A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5 se in presenza di un suolo mediamente consistente e alle distanze di 45m, 40m, 80m,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 79 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

70m, 50m rispettivamente per gli scenari A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5 se in presenza di buona consistenza di suolo.

Le linee colorate rappresentate in Fig. 6-1 rappresentano, infatti, le distanze e gli scenari appena descritti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 80 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

7. CONCLUSIONI

La presente relazione specialistica è relativa alla valutazione previsionale dell’impatto vibrazionale indotto dall’attività di cantiere necessarie per la realizzazione del progetto “Metanodotto Matagiola-Masseria Manampola DN 1400 (56”) – DP 75” bar avente una lunghezza di 40+187 km.

In fase di esercizio non si prevedono vibrazioni di alcun tipo legate al funzionamento del metanodotto in progetto.

Per la definizione degli scenari di corso d’opera è stata applicata la metodologia del “Worst Case Scenario”. Questo permette di valutare le condizioni di esposizione alle vibrazioni indotte dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti normativi nelle condizioni operative più gravose sul territorio, che nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche.

Nel modello è stato imputato il layout delle diverse aree di lavorazione ritenute più impattanti nei confronti dei ricettori presenti nell’area.

Per lo scenario di lavoro in esame (SC.A scavo a cielo aperto) è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta delle lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti, caratteristiche emissive e maggior frequenza di esecuzione. In tal senso gli scenari simulati tengono conto della presenza di recettori, della tipologia di lavorazioni previste e della contemporaneità delle stesse. In virtù di quanto detto gli scenari assunti nelle simulazioni previsionali delle vibrazioni si ritengono cautelativi e rappresentativi delle seguenti situazioni. Inoltre, ogni scenario è stato ulteriormente valutato, in dettaglio, analizzando le fasi in cui è suddiviso:

- Sc.A: scavo a cielo aperto, per la nuova condotta, suddiviso in cinque fasi;
 - Sc.A.1 apertura pista
 - Sc.A.2 scavo
 - Sc.A.3 saldatura
 - Sc.A.4 posa tubazione
 - Sc.A.5 rinterro

Per quanto concerne le sorgenti di vibrazioni caratterizzanti le aree di cantiere, l’analisi consiste nella verifica dei livelli previsti dalla norma UNI 9614:2017 al fine di valutare il disturbo alle persone e della UNI 9916:2014 per quanto riguarda i possibili danni strutturali, in relazione alla destinazione d’uso del ricettore. La verifica dei livelli di emissione è stata effettuata considerando il vettore sorgente indotto dai macchinari utilizzati per le lavorazioni. Le sorgenti emissive presenti all’interno dei cantieri sono state schematizzate all’interno del modello di calcolo come sorgenti di tipo puntuale e posizionate lungo il tracciato di posa della condotta in modo da stimare la distanza da ogni ricettore.

In base a quanto descritto sono, quindi, state raccolte le informazioni di input necessarie per la caratterizzazione sia dei mezzi, delle lavorazioni, della posizione dei ricettori che della matrice suolo per la stima della propagazione delle vibrazioni. Successivamente è stata valutata, tramite l’utilizzo di un modello previsionale, la funzione di trasferimento delle

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 81 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

vibrazioni nel suolo ed all'interno delle strutture individuate nell'ambito di studio, valutando l'impatto vibrometrico che determineranno le attività di cantiere ai recettori e simulando il seguente scenario operativo:

- cantiere mobile per posa della condotta con scavo a cielo aperto. In questo caso si prevedono lavori, che si svolgono unicamente in orario diurno su dieci ore lavorative giornaliere. Il cantiere avanzerà progressivamente sul territorio con il susseguirsi delle varie fasi lavorative di qualche centinaio di metri al giorno. Questa tipologia di sorgente influenzerà i ricettori più prossimi alle lavorazioni per i quali si valuta un probabile superamento dei limiti fissati dalla UNI 9614:2017 relativa al disturbo alle persone. In merito alla valutazione del possibile danno strutturale non si evidenziano criticità.

È necessario specificare che, poiché nella realtà le emissioni delle vibrazioni prodotte dai mezzi pesanti e macchinari operanti all'interno dei cantieri sono caratterizzate da durate temporali e potenze emmissive variabili, sono state fatte assunzioni che permettono di effettuare le simulazioni ipotizzando il caso peggiore dal punto di vista delle emissioni di vibrazioni. Si è scelto di utilizzare un approccio altamente cautelativo individuando nelle fasi di lavoro dei diversi scenari l'accensione contemporanea di tutti i mezzi ad essa correlati, situazione che nella normale operatività del cantiere non dovrebbe verificarsi.

Dalla valutazione di dettaglio di cui al paragrafo 5.8 è risultato che potrebbero verificarsi diversi casi di superamento dei valori limite imposti dalla norma UNI 9614:2017 relativa al disturbo delle persone. In particolare, si individuano per la realizzazione della nuova condotta, per lo scenario A, scavo a cielo aperto (Sc.A), 91 ricettori per i quali si potrebbero verificare valori oltre i limiti in periodo diurno.

Valutando le vibrazioni indotte dalle lavorazioni, in termini di velocità, come richiesto dalla norma UNI 9916:2014, relativa alla valutazione del danno strutturale, non si riscontrano in nessuna situazione di lavoro valori eccedenti i limiti. Il valore massimo stimato è sempre inferiore a 1 mm/s.

Nel ribadire che i valori previsti sono il risultato di un approccio altamente cautelativo, si sottolinea inoltre che, l'aggravio del clima vibrazionale che provocherà il cantiere sarà del tutto temporaneo e reversibile in quanto si esaurirà del tutto con il termine dei lavori.

Nei tratti interessati dallo scavo a cielo aperto il cantiere avanzerà progressivamente sul territorio per tratti di qualche centinaio di metri al giorno, allontanandosi nel giro di pochi giorni dai recettori eventualmente impattati.

In termini di disturbo alle persone va evidenziato come in generale la maggior parte delle lavorazioni che danno origine a vibrazioni e che potrebbero arrecare disturbo ai residenti, prossimi alle aree di lavoro, si svolgono in orario diurno.

In termini di severità, l'impatto atteso si estenderà alla sola limitata durata dei lavori e sarà, quindi, limitato nel tempo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 82 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

L'ambito nel quale si colloca il progetto, considerando la presenza di alcuni ricettori a distanza ravvicinata rispetto alle aree di cantiere, risulta sensibile al fenomeno.

Pertanto, in base ai risultati sopra descritti sarà cura dell'appaltatore, prima di eseguire i lavori, di prevedere ed attuare una serie di procedure operative per limitare gli impatti dovuti all'emissione di vibrazioni sia degli impianti fissi che mobili, nonché valutare le fasce orarie di lavoro al fine di arrecare il minor disturbo.

7.1 Mitigazione delle vibrazioni

Al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi, sulla loro tipologia e adottare semplici accorgimenti, per esempio quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

Le misure di dettaglio potrebbero essere definite sulle caratteristiche dei macchinari impiegati e su apposite procedure di condotta delle lavorazioni. In linea indicativa, potrebbero essere osservate le seguenti indicazioni:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631 con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- spegnimento di tutte le macchine quando non sono previste dal ciclo di lavoro;
- preventiva informazione degli utilizzatori delle macchine del potenziale disturbo alle vibrazioni arrecabile ai ricettori nei pressi dell'area di lavoro;
- mantenere la buona cura delle aree di cantiere, come conservare in buono stato le strade di cantiere ed eliminare avvallamenti o buche.

In conclusione, considerando le ipotesi cautelative con le quali è stato prodotto lo studio in oggetto si ritiene che le misure di mitigazione appena descritte siano sufficienti ad attenuare il disturbo eventualmente provocato dalle vibrazioni del cantiere. Non si prevede la possibilità che il cantiere provochi danni alle strutture esistenti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/15437	UNITÀ
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	REL-VIB-E-09001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANODOTTO MATAGIOLA – MASSERIA MANAMPOLA DN1400 (56”), DP 75 bar	Fg. 83 di 83	Rev. 00

Rif. ENERECO: P22IT04397-ENV-RE-000-022

8. ALLEGATI

ALLEGATO 1 Carta degli impatti
 [NR15437-PG-VIB-D-09101]