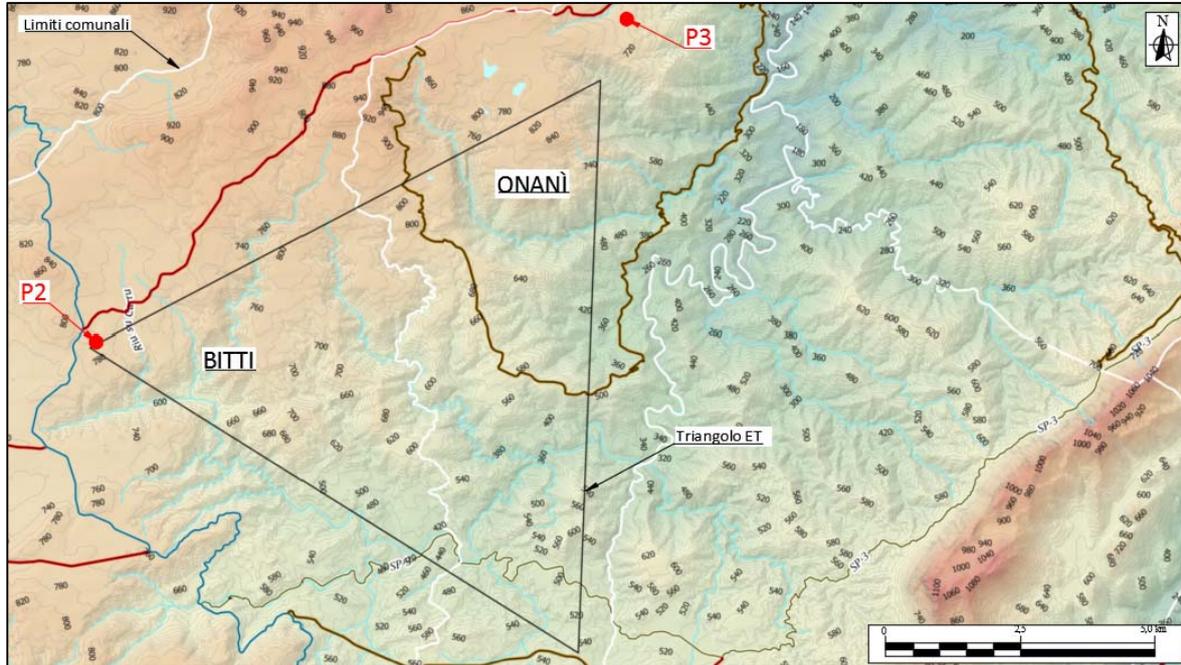




ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR

Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna

CUP: I49E20000030005



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Relazione generale e tecnica specialistica

Progettista:



E&G s.r.l.
prof. ing. Quintilio Napoleoni

Committente:



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Nucleare

Responsabile Unico del Procedimento:

dott. ing. Gaetano Schillaci

Codice						Formato	Revisione	Data
E	T	_	R	0	2	A4	B	10 Luglio 2020

Firma:

il progettista:
prof. ing. Quintilio Napoleoni



Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
		Relazione generale e tecnica specialistica	B	10 Luglio 2020	

Sommario

1. Premessa	1
2. Inquadramento generale	4
2.1 Premessa.....	4
2.2 Progetto di ricerca ET_VIRGO_MIUR	4
2.3 Obiettivi delle perforazioni	5
2.4 Inquadramento generale dei pozzi.....	5
2.5 Vie di accesso.....	10
2.6 Occupazione delle aree e ripristino dei siti	12
3. Inquadramento geologico	13
3.1 Premessa.....	13
3.2 Inquadramento geologico.....	13
3.3 Inquadramento geomorfologico	15
3.4 Inquadramento idrogeologico	16
3.5 Inquadramento geotecnico	18
4. Descrizione delle opere	20
4.1 Premessa.....	20
4.2 Pozzi, requisiti prestazionali	20
4.3 Fasi lavorative	21
4.4 Delimitazione dell'area di cantiere ed eventuale sistemazione superficiale dell'area;	21
4.5 Perforazione e completamento dei pozzi.....	22
4.5.1 Impianti di cantiere	22
4.5.2 Perforazione e rivestimento dei pozzi.....	24
4.5.3 Materiali.....	27
4.5.4 Controllo della verticalità	28
4.5.5 Prova di tenuta idraulica	28
4.6 Opere superficiali accessorie ai pozzi	30
5. Aspetti ambientali e vincolistici	35
5.1 Premessa.....	35
5.2 Quadro di riferimento programmatico	35
5.3 Quadro di riferimento progettuale.....	36
5.4 Quadro di riferimento ambientale	37

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

6. Gestione delle materie prime	39
7. Inquadramento paesaggistico	41
8. Accertamento in ordine alla disponibilità delle aree	43
9. Prime indicazioni sulla sicurezza	45
10. Cronoprogramma.....	46
11. Stima dei costi e quadro economico riassuntivo	48

Indice delle figure

<i>Figura 1 – Einstein Telescope, localizzazione e configurazione geometrica (Google Earth modificata).....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 – Ubicazione pozzi P2 e P3. Sopra: Inquadramento provinciale e comunale, sotto: inquadramento generale (Modello Digitale del Terreno della Regione Sardegna, scala 1:10'000, passo 10 m)</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3 – Pozzo P2, estratto carta tecnica regionale 1:10'000, Sez. 402050.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4 – Pozzo P3, estratto carta tecnica regionale 1:10'000, Sez. 402020.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5 – Pozzo P2, accesso al sito (Google Earth modificata, Luglio 2019)</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6 – Pozzo P3, accesso al sito (Google Earth modificata, Luglio 2019)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 7 – Sinistra: Principali complessi geologici della Sardegna, Destra: Principali elementi strutturali del Basamento ercinico sardo (Carmignati et al.).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 8 – Stralcio della carta geologica di base della Regione Sardegna in scala 1:25'000 con ubicazione dei pozzi P2 e P3 (fonte Sardegna Mappe).</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9 – Sinistra: Le regioni morfologiche della Sardegna secondo Pelletier, 1960 (da Fadda, 1986 modificato), Destra: Carta fisica della Sardegna (Sardegna Natura).....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10 –Ubicazione dei pozzi P2 e P3 all'interno dei bacini idrografici della Regione Sardegna (Piano Tutela delle Acque PTA della regione Sardegna)</i>	<i>17</i>
<i>Figura 11 – Stralcio della carta della permeabilità dei substrati della regione Sardegna in scala 1:25'000 con ubicazione dei pozzi P2 e P3 (fonte Sardegna Mappe).....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 12 – Nanometrics Trillium 120 Slim Borehole, componenti principali e relative dimensioni (Nanometrics).....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 13 – Perforazione a circolazione diretta di fluidi, schema tipico di cantiere.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 14 – Pozzi P2 e P3, Schema pozzo.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 15 – Pressione esterna vs. rapporto diametro/spessore</i>	<i>26</i>
<i>Figura 16 – Planimetria di dettaglio delle opere superficiali (estratto ET_TAV09).....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 17 – Vista ingresso recinzione (sezione A-A, estratto ET_TAV09).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 18 – Opere superficiali, sezioni e dettagli (sezioni B-B e C-C, estratto ET_TAV09)</i>	<i>32</i>
<i>Figura 19 – Armadio elettrico (estratto ET_TAV09).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 20 – Modalità di posa in opera del tubo corrugato (estratto ET_TAV09)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 21 – Cronoprogramma dei lavori.....</i>	<i>47</i>

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1 – Coordinate geografiche indicative dei pozzi P2 e P3.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 2 – Coordinate cartografiche indicative dell’area del pozzo P2.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 3 – Coordinate cartografiche indicative dell’area del pozzo P3.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 4 – Pozzi P2 e P3, caratteristiche fisico-meccaniche delle litologie prevalenti.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 5 – Pozzi P2 e P3, requisiti prestazionali per l’installazione del sismografo Nanometrics Trillium 120 Slim Borehole.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 6 – Tubazioni, specifiche dell’acciaio.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 7 – Pozzo P2, Quadro di riferimento programmatico, sintesi.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabella 8 – Pozzo P3, Quadro di riferimento programmatico, sintesi.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabella 9 – Pozzi P2 e P3, Quadro di riferimento ambientale, sintesi.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabella 10 – Bilancio di materiali durante le lavorazioni.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabella 11 – Pozzo P2, elenco delle ditte.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabella 12 – Pozzo P3, elenco delle ditte.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabella 13 – Quadro economico.....</i>	<i>49</i>

Indice degli allegati

Allegato 1 - Nanometrics Trillium Slim PH, userr guide, 21 November 2019

Allegato 2 - Nanometrics, Technical Note 18093R3 Borehole Drilling Requirements, 8 July 2016

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

1. Premessa

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ha incaricato la società E&G S.r.l., con sede legale in Roma Largo Amba Aradam 1, della progettazione definitiva/esecutiva della:

Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna nell'ambito del progetto scientifico ET_VIRGO_MIUR.

Il progetto definitivo/esecutivo, come illustrato nell'elenco elaborati (ET_R01) è costituito dai seguenti documenti:

- n. 7 elaborati tecnici e generali (codice ET_R):
 - ET_R01 Elenco elaborati
 - ET_R02 Relazione generale e tecnica specialistica
 - ET_R03 Relazione geologica, idrogeologica, geotecnica
 - ET_R04 Studio di impatto ambientale
 - ET_R05 Relazione sulla gestione delle materie prime
 - ET_R06 Pozzo P2, relazione paesaggistica
 - ET_R07 Pozzo P3, relazione paesaggistica
- n. 3 elaborati economici e quantitativi (codice ET_Q):
 - ET_Q01 Elenco prezzi unitari e analisi nuovi prezzi
 - ET_Q02 Computo metrico estimativo
 - ET_Q03 Quadro economico
- n. 5 elaborati amministrativi (codice ET_A):
 - ET_A01 Capitolato speciale d'appalto
 - ET_A02 Schema di contratto
 - ET_A03 Prime indicazioni sulla sicurezza
 - ET_A04 Cronoprogramma dei lavori
 - ET_A05 Piano particellare
- n. 9 elaborati grafici (codice ET_TAV):
 - ET_TAV01 Pozzi P2 e P3, Inquadramento generale
 - ET_TAV02 Pozzo P2, Inquadramento cartografico e fotografico
 - ET_TAV03 Pozzo P3, Inquadramento cartografico e fotografico
 - ET_TAV04 Pozzo P2, Inquadramento territoriale e urbanistico
 - ET_TAV05 Pozzo P3, Inquadramento territoriale e urbanistico

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
		Relazione generale e tecnica specialistica	B	10 Luglio 2020	

- ET_TAV06 Pozzi P2 e P3, Inquadramento geologico e idrogeologico
- ET_TAV07 Pozzo P2, Planimetria di progetto
- ET_TAV08 Pozzo P3, Planimetria di progetto
- ET_TAV09 Pozzi e relative opere di superficie: sezione, carpenteria, armature, dettagli

Il presente documento costituisce la relazione generale e tecnica specialistica allegata al Progetto Definitivo/Esecutivo. Il documento è articolato nelle seguenti sezioni principali:

- **INQUADRAMENTO GENERALE**

Questa sezione fornisce un inquadramento generale del progetto e descrive in particolare: gli obiettivi delle perforazioni, un inquadramento geografico e cartografico dell'area interessata dai pozzi, il criterio di scelta dell'ubicazione dei pozzi, una descrizione delle vie di accesso ai siti, ecc.;

- **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

Questo capitolo fornisce una sintesi della relazione geologica e idrologica allegata al presente progetto definitivo/esecutivo (ET_R03) e in particolare descrive l'inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area interessata dalla realizzazione dei pozzi. Inoltre, contiene una breve descrizione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche delle formazioni interessate dalle perforazioni.

- **DESCRIZIONE DELLE OPERE**

In questa sezione vengono descritte le principali caratteristiche delle opere connesse alla realizzazione dei pozzi, in particolare: impianto di perforazione e relative opere temporanee, operazioni di perforazione e rivestimento dei pozzi, opere superficiali, materiali da costruzione, ecc.

- **ASPETTI AMBIENTALI E VINCOLISTICI**

Questa sezione fornisce una sintesi dello studio di impatto ambientale descritto in dettaglio nella relazione ET_R04 e in particolare contiene: un inquadramento delle opere all'interno della programmazione territoriale e urbanistica, un inquadramento vincolistico, un'analisi delle principali tematiche ambientali coinvolte nella realizzazione e nel funzionamento delle opere.

- **GESTIONE DELLE MATERIE PRIME**

Questa sezione fornisce una sintesi della relazione sulla gestione delle materie prime (ET_R04) e in particolare descrive le volumetrie e la gestione delle materie di scavo, rinterro e in esubero, i fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava e individuazione delle cave stesse ed infine le soluzioni progettuali di sistemazione finale del sito.

Progettista 						ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005			Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>			
Codice						Titolo			Revisione		Data	
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica			B		10 Luglio 2020	

- **ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLA DISPONIBILITÀ DELLE AREE**
Questo capitolo sintetizza i contenuti illustrati nella relazione ET_A05.
- **PRIME INDICAZIONE SULLA SICUREZZA**
Questa sezione sintetizza le informazioni, relative alla gestione della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori, descritte in dettaglio nella relazione ET_A03.
- **CRONOPROGRAMMA**
Questa sezione richiama il cronoprogramma dei lavori illustrato in dettaglio nella relazione ET_A04.
- **STIMA DEI COSTI E QUADRO ECONOMICO RIASSUNTIVO**
Questo capitolo contiene una sintesi dei documenti economici allegati al progetto definitivo/esecutivo.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

2. Inquadramento generale

2.1 Premessa

Il paragrafo fornisce un inquadramento generale del presente progetto di perforazione anche in relazione al progetto di ricerca nel quale è inserito e fornisce le seguenti informazioni:

- breve descrizione del progetto di ricerca ET_VIRGO_MIUR;
- principali obiettivi delle perforazioni;
- inquadramento geografico e topografico dell'area interessata dai pozzi;
- criterio di scelta dell'ubicazione ottimale delle perforazioni;
- descrizione delle vie di accesso ai siti.

2.2 Progetto di ricerca ET_VIRGO_MIUR

Il MIUR, la Regione Sardegna, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e l'Università di Sassari hanno firmato un Protocollo d'intesa finalizzato a mettere in atto ogni iniziativa utile a favorire l'insediamento del Centro europeo per l'Osservatorio delle onde gravitazionali *Einstein Telescope* nella Regione Sardegna, anche con lo scopo di entrare nella lista delle infrastrutture di ricerca riconosciute a livello europeo.

Al momento esistono due siti candidati ad ospitare il rivelatore: Sos Enattos in Sardegna e Terziet ai confini tra Germania, Olanda e Belgio.

Il progetto prevede la costruzione di un osservatorio sotterraneo di onde gravitazionali che ospiterà al suo interno 6 interferometri laser, i cui bracci saranno ospitati in gallerie di 10km lunghezza. Ogni interferometro sarà posto ad una profondità compresa tra 100m e 300m per ridurre il rumore sismico e antropico agente sul rivelatore.

Come illustrato nella seguente figura, il sito prescelto per la Regione Sardegna sarà localizzato tra i comuni di Lula (in corrispondenza della miniera di Sos Enattos), Bitti e Onani', in provincia di Nuoro. Le opere sotterranee saranno collocate a circa 300 m s.l.m., ad una profondità compresa tra i 200 e 500 m di profondità dal piano campagna.

Tra le operazioni propedeutiche alla candidatura del sito sardo ad ospitare l'infrastruttura dell'Einstein Telescope, c'è la necessità di effettuare misure di rumore sismico, sia in superficie che in profondità, nell'area di progetto selezionata.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

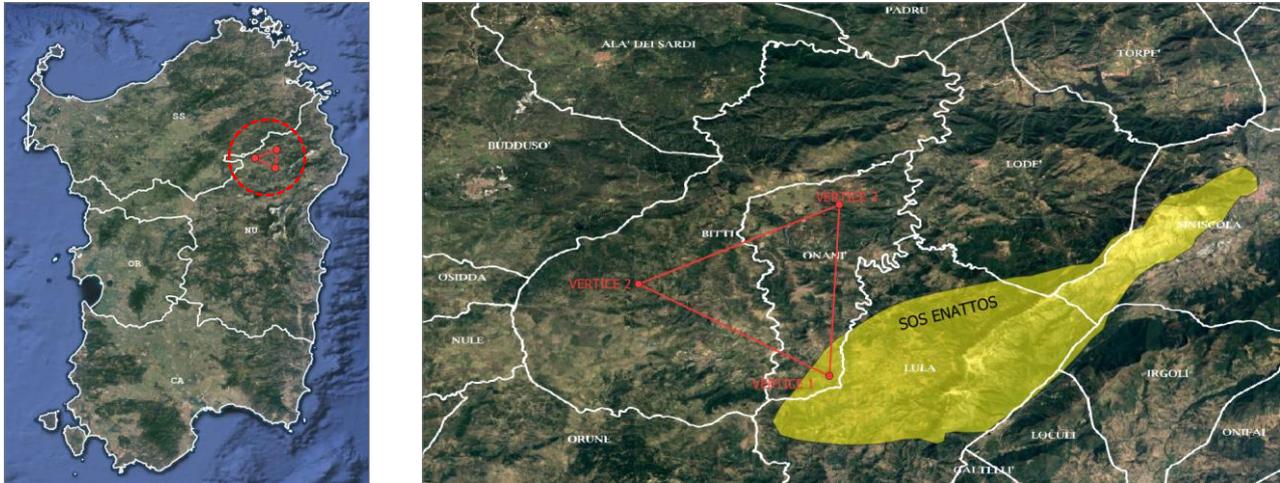


Figura 1 – Einstein Telescope, localizzazione e configurazione geometrica (Google Earth modificata)

2.3 Obiettivi delle perforazioni

L'obiettivo principale delle perforazioni è quello di installare, a una profondità di circa 250 m dal piano campagna, due sismometri (tipo Nanometrics Trillium 120 Slim Borehole) e la relativa strumentazione di superficie per la misura del rumore sismico in prossimità della posizione prevista per due (vertice 2 e 3 in Figura 1) dei tre vertici del rilevatore di onde gravitazionali *Einstein Telescope*.

L'obiettivo secondario è quello di ottenere informazioni preliminari sulla qualità dell'ammasso roccioso che ospiterà le opere sotterranee previste per la realizzazione del rilevatore ET.

2.4 Inquadramento generale dei pozzi

L'ubicazione dei pozzi è riportata nelle seguenti tavole allegate al progetto Definitivo-Esecutivo:

- ET_TAV01 Pozzi P2 e P3, Inquadramento generale
- ET_TAV02 Pozzo P2, Inquadramento cartografico e fotografico
- ET_TAV03 Pozzo P3, Inquadramento cartografico e fotografico

Come illustrato nella Figura 2, i pozzi (denominati P2 e P3) sono ubicati rispettivamente nei territori di proprietà dei comunali di Bitti e Onani, entrambi insistenti nella provincia di Nuoro (Sardegna).

Le coordinate geografiche indicative dei due pozzi sono riportate nella seguente tabella:

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

POZZO	COMUNE	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84 [EPSG4326]		QUOTA [m s.l.m.]
		Lon [°]	Lat [°]	
P2	Bitti	9,348809	40,523255	ca. 767
P3	Onani	9,465506	40,577433	ca. 719

Tabella 1 – Coordinate geografiche indicative dei pozzi P2 e P3

Come illustrato in figura, in entrambe le aree interessate dai pozzi, la morfologia del terreno è abbastanza regolare con pendenze inferiori al 5%. La quota del terreno in corrispondenza dei punti scelti per la perforazione è circa 767 m s.l.m per il Pozzo P2 e circa 719 m s.l.m., per il pozzo P3.

La scelta ottimale dell'ubicazione dei pozzi è stata effettuata, in accordo con i principali enti di ricerca coinvolti (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN e l'Università di Sassari), è stata basata sulle seguenti considerazioni principali:

- minimizzare la distanza tra i pozzi e i vertici del triangolo del rilevatore ET;
- ubicare in pozzi nelle stesse formazioni rocciose che ospiteranno le opere sotterranee di ET;
- accessibilità e viabilità esistente;
- condizioni topografiche e morfologiche.

In fase di esecuzione dei lavori, la posizione dei due pozzi potrà essere leggermente modificata in funzione delle condizioni locali del sito (morfologia, caratteristiche dei terreni, ecc.), previa approvazione del Direttore dei Lavori.

L'inquadramento cartografico di riferimento è riportato di seguito:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25:
 - Pozzo P2: Tav. 482 IV
 - Pozzo P3: Tav. 482 IV
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna, scala 1:10'000:
 - Pozzo P2: Sez. 482050
 - Pozzo P3: Sez. 802020

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

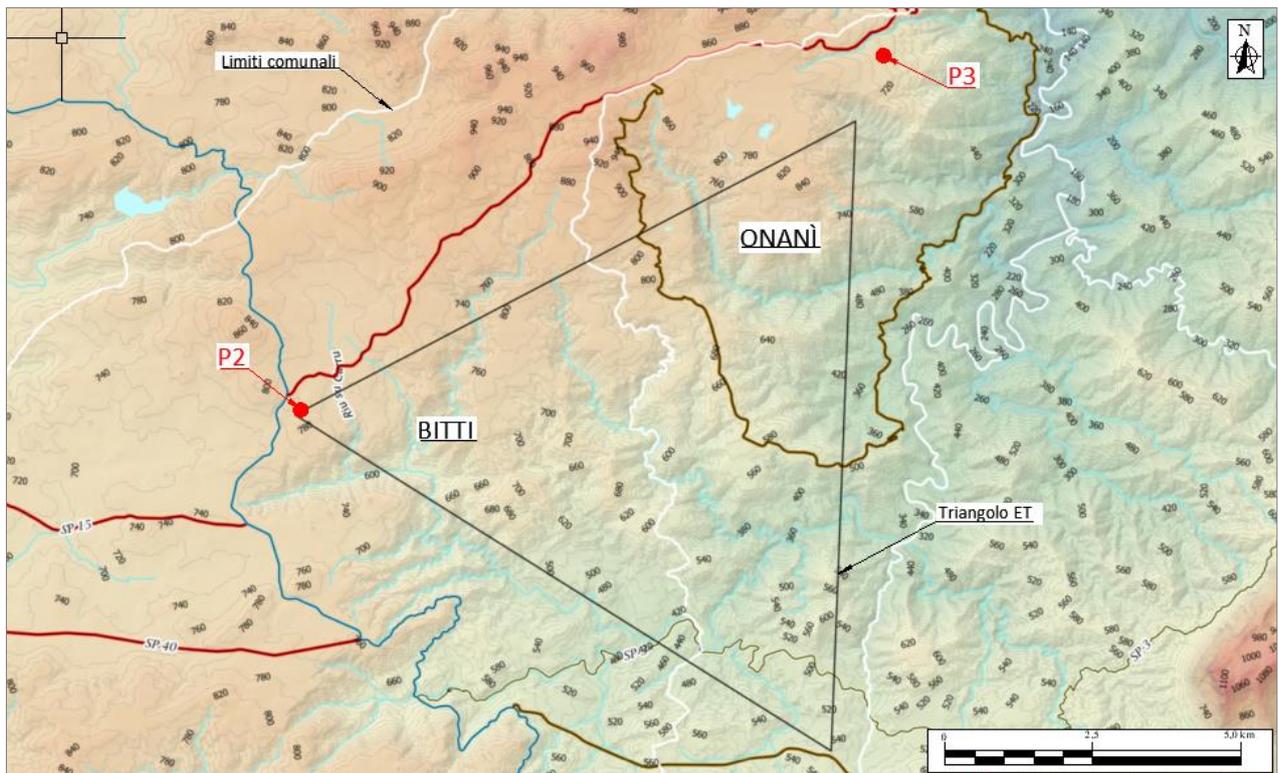
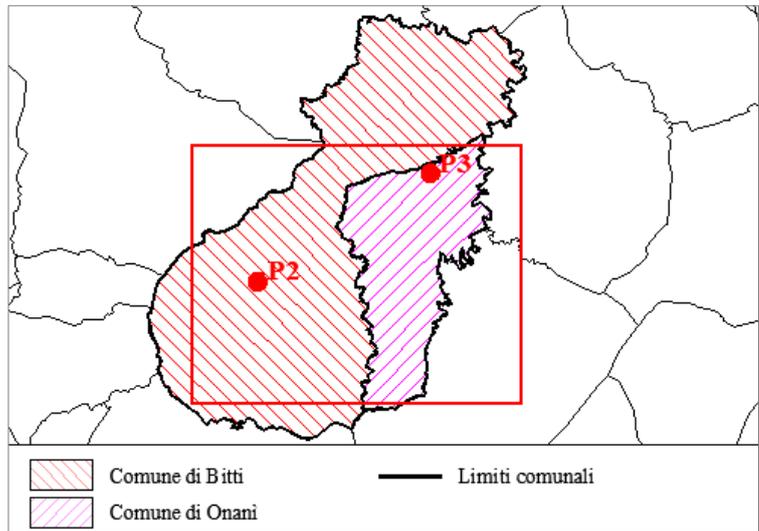
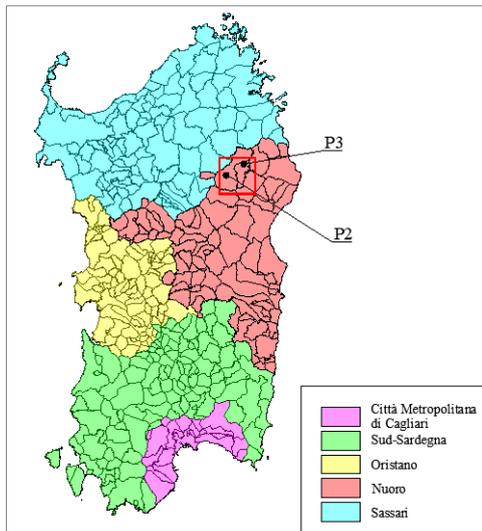


Figura 2 – Ubicazione pozzi P2 e P3. Sopra: Inquadramento provinciale e comunale, sotto: inquadramento generale (Modello Digitale del Terreno della Regione Sardegna, scala 1:10'000, passo 10 m)

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

La Figura 3 e la Figura 4 illustrano un estratto della cartografia tecnica regionale (scala 1:10000) con l'ubicazione dei due pozzi P2 e P3.

Come descritto in dettaglio nei capitoli successivi, l'area interessata dai pozzi e dalle relative opere accessorie sarà dell'ordine di circa 110 mq per ciascun pozzo.

Le coordinate geografiche indicative dell'area dei due pozzi sono riportate nelle seguenti tabelle:

VERTICE	COORDINATE CARTOGRAFICHE GAUSS-BOAGA 1940 FUSO OVEST [EPGS 3003]	
	Est [m]	Nord [m]
P2-V1	1529567.7	4485902.5
P2-V2	1529573.0	4485913.3
P2-V3	1529581.1	4485909.4
P2-V4	1529575.8	4485898.6

Tabella 2 – Coordinate cartografiche indicative dell'area del pozzo P2

VERTICE	COORDINATE CARTOGRAFICHE GAUSS-BOAGA 1940 FUSO OVEST [EPGS 3003]	
	Est [m]	Nord [m]
P3-V1	1539422.1	4491960.4
P3-V2	1539422.0	4491972.4
P3-V3	1539431.0	4491972.4
P3-V4	1539431.1	4491960.4

Tabella 3 – Coordinate cartografiche indicative dell'area del pozzo P3

Progettista 	ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005	Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice E T - R 0 2	Titolo Relazione generale e tecnica specialistica	Revisione B	Data 10 Luglio 2020

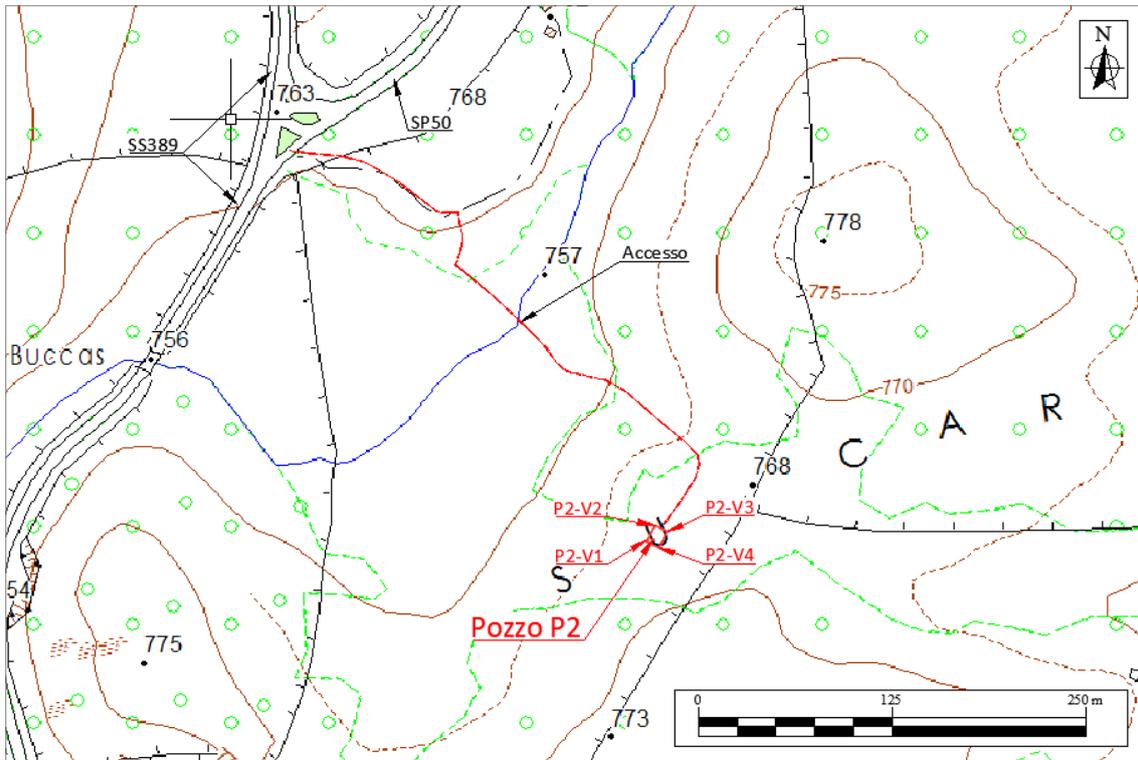


Figura 3 – Pozzo P2, estratto carta tecnica regionale 1:10'000, Sez. 402050

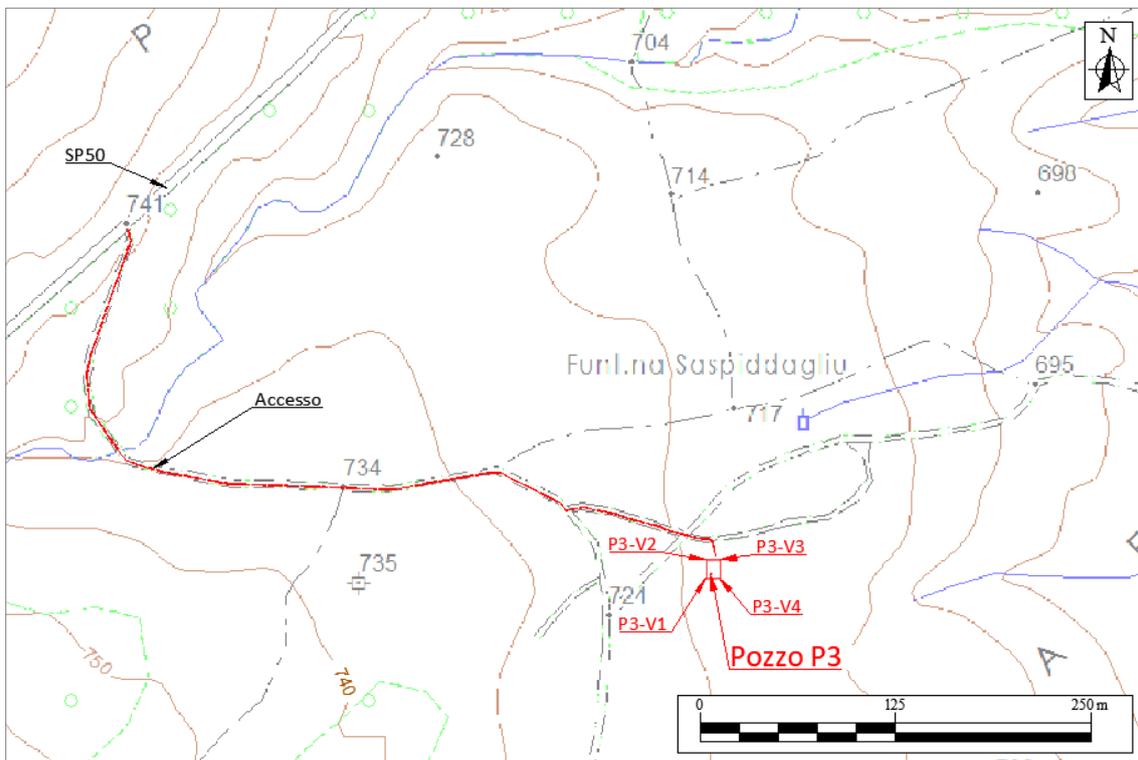


Figura 4 – Pozzo P3, estratto carta tecnica regionale 1:10'000, Sez. 402020

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

2.5 Vie di accesso

Come illustrato nella Figura 5, il pozzo P2 è raggiungibile sia attraverso la Strada Statale SS389 che la Strada Provinciale SP50. La distanza tra le strade asfaltate a viabilità principale e il sito di perforazione P2 è di circa 410 m. Il sito è collegato alla strada principale attraverso un tratto di mulattiera di circa 120 m e da una pista di circa 290 m individuabile sulla figura dalle tracce lasciate dai mezzi. Come illustrato nel profilo altimetrico in figura, l'accesso è costituito da un primo tratto di circa 120 m sostanzialmente pianeggiante, seguito da un breve tratto di circa 80 m in discesa con pendenza media del 7% e da un tratto finale di circa 210 m in salita con pendenza media del 6%.

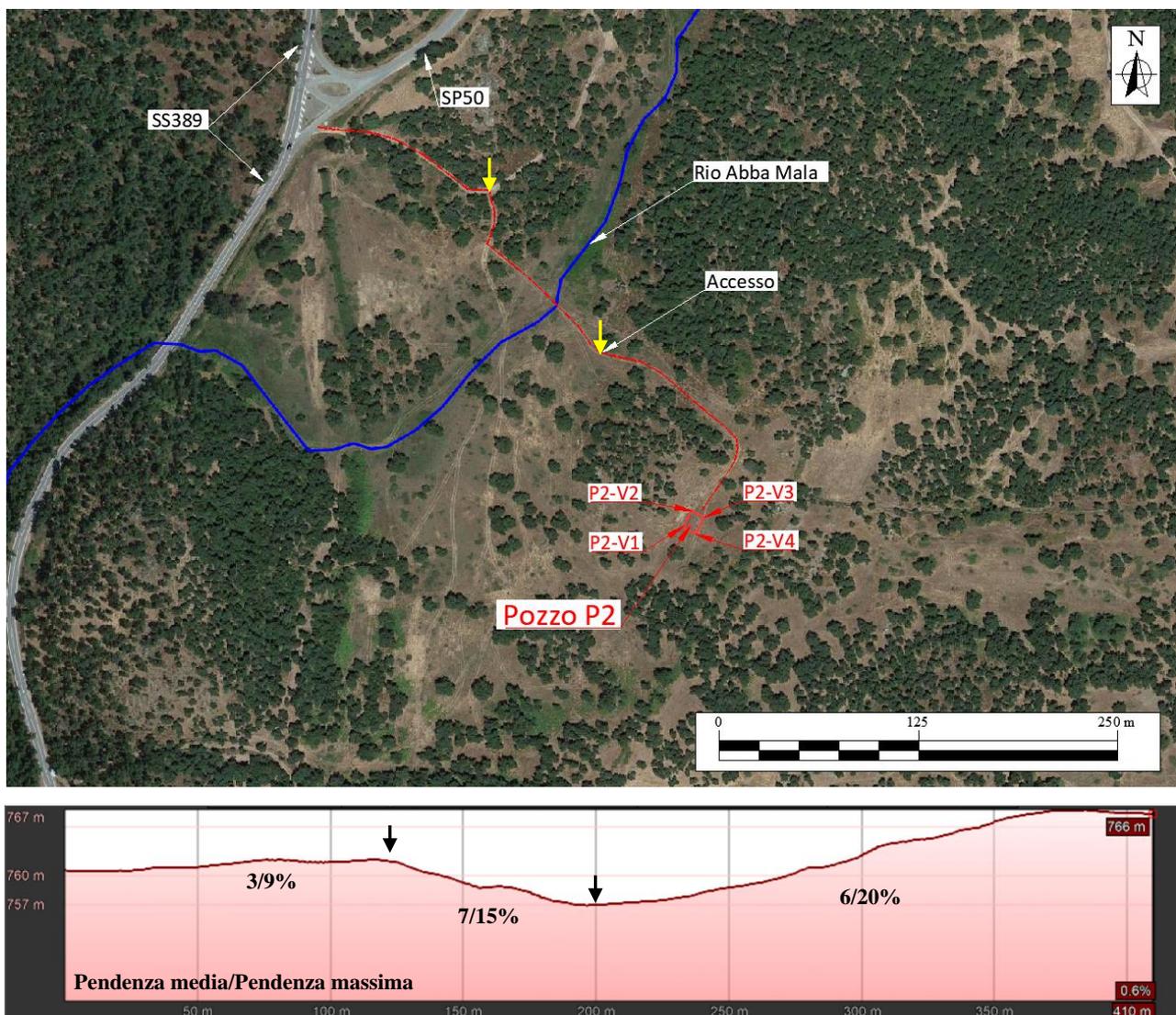


Figura 5 – Pozzo P2, accesso al sito (Google Earth modificata, Luglio 2019)

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

Come illustrato nella figura sopra riportata, l'accesso al pozzo P2 è interessato dall'attraversamento di un piccolo corso d'acqua stagionale (Rio Abba Mala).

Considerando la topografia dell'area e la modesta dimensione del corso d'acqua si ritiene che l'attraversamento dello stesso con i mezzi di cantiere sia agevole e non richieda particolari accorgimenti.

Inoltre, si sottolinea che l'area del pozzo è ubicata ad una distanza maggiore di 150 m dal corso d'acqua; la Ditta ha l'obbligo di verificare la distanza di rispetto prima dell'inizio delle lavorazioni.

Come illustrato nella Figura 6, il pozzo P3 è raggiungibile attraverso la Strada Provinciale SP50

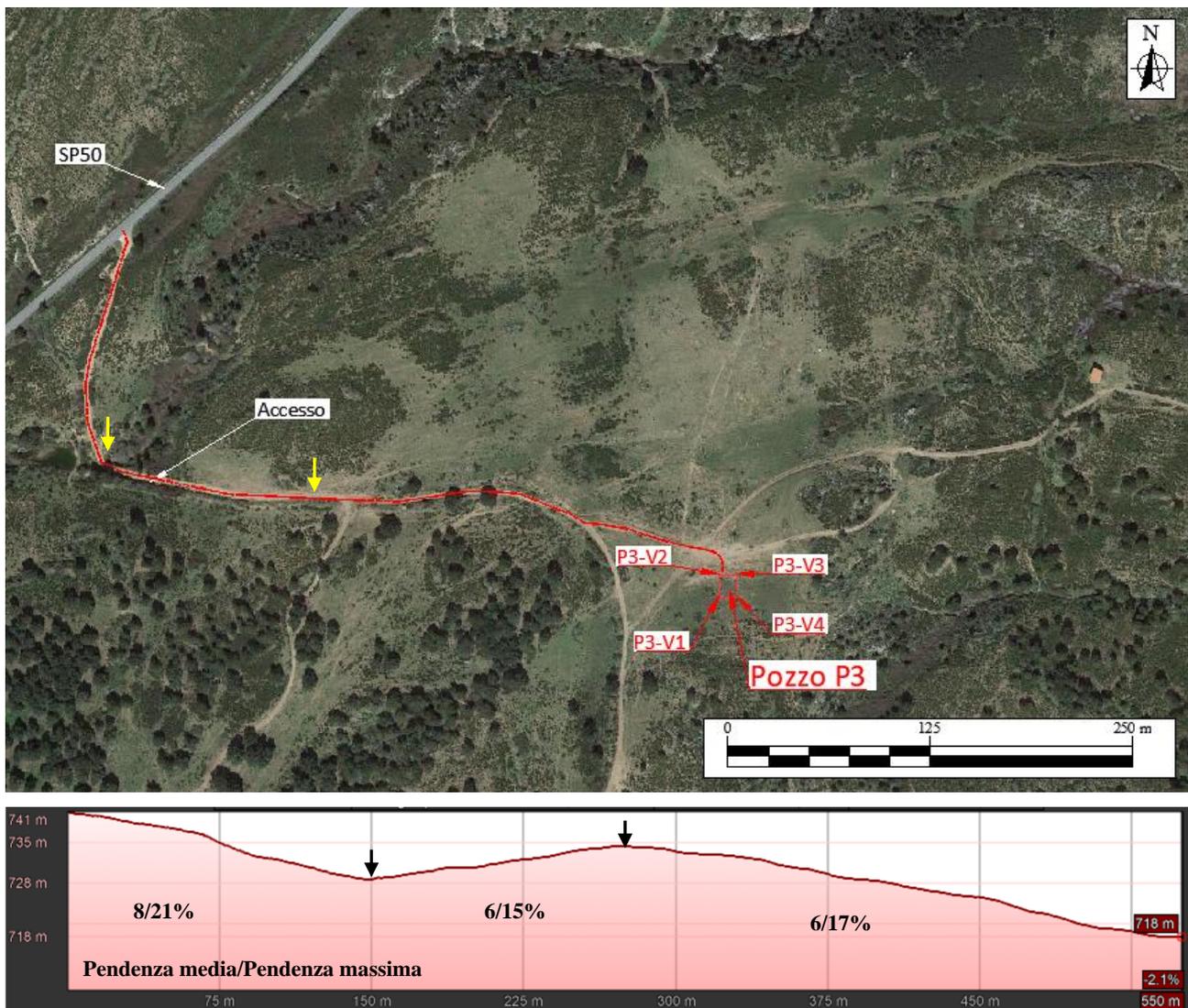


Figura 6 – Pozzo P3, accesso al sito (Google Earth modificata, Luglio 2019)

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

La distanza tra le strade asfaltate a viabilità principale e il sito di perforazione P3 è di circa 550 m. Il sito è collegato alla strada provinciale attraverso un tratto di mulattiera. Come illustrato nel profilo altimetrico in figura, l'accesso è costituito da un primo tratto di circa 150 m in discesa con pendenza media dell'8%, seguito da un tratto di circa 130 m in salita con pendenza media del 6% e da un tratto finale di circa 270 m in discesa con pendenza media del 6%.

2.6 Occupazione delle aree e ripristino dei siti

Per la realizzazione delle opere oggetto del presente progetto, per entrambi i siti P2 e P3, non è previsto di espropriare i terreni interessati.

Le aree interessate saranno occupate solo per il tempo necessario all'acquisizione delle misure sismiche. L'arco temporale previsto per le misure è approssimativamente di 5 anni.

I siti alla fine dell'arco temporale previsto per le misurazioni saranno ripristinati e restituiti ai proprietari.

Le operazioni di ripristino non sono oggetto del presente progetto e della relativa gara di appalto. In linea generale le lavorazioni di ripristino comprenderanno:

- completa demolizione/rimozione di tutte le opere superficiali;
- completo riempimento e sigillatura dei pozzi con idonei materiali e in accordo con le indicazioni della normativa vigente;
- ripristino della morfologia delle aree che sono state interessate dalle opere allo stato originale.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

3. Inquadramento geologico

3.1 Premessa

L'inquadramento geologico, idrogeologico e geotecnico dell'area interessata dalla realizzazione dei pozzi è descritto nella relazione geologica allegata al presente progetto definitivo/esecutivo:

- ET_R03 Relazione geologica, idrogeologia, geotecnica

Il presente capitolo fornisce una sintesi delle informazioni riportate nella relazione geologica sopra elencata.

3.2 Inquadramento geologico

Come illustrato nella seguente figura, la geologia dell'area interessata dai due pozzi è caratterizzata da litologie appartenenti al complesso metamorfico Varisico della Sardegna nord-orientale e da intrusioni di rocce granitoidi che lo hanno interessato a partire dal Carbonifero superiore-Permiano. Le coperture mesozoiche delimitano quest'area verso est, coinvolte in una tettonica thick-skinned terziaria responsabile della formazione della dorsale del Mont'Albo.

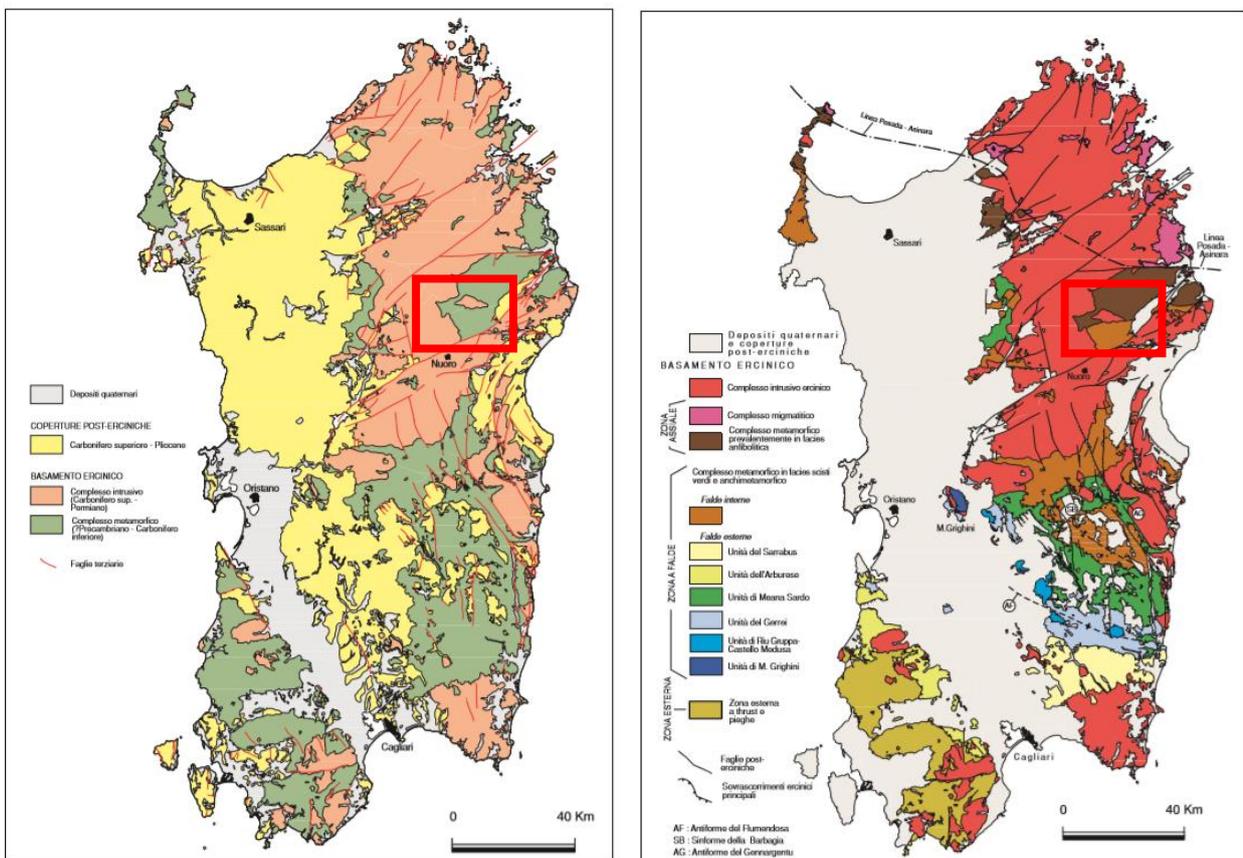


Figura 7 – Sinistra: Principali complessi geologici della Sardegna, Destra: Principali elementi strutturali del Basamento ercinico sardo (Carmignati et al.)

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

Come descritto nella relazione geologica:

- la successione metasedimentaria dell'area che va da Lula alla valle del Posada ha un metamorfismo barroviano, progrado verso nord, che va dagli scisti verdi profondi alla facies anfibolitica. In questa area non è facile definire una precisa stratigrafia, anche in seguito alle diverse fasi deformative duttili varisiche che hanno trasposto l'originaria stratificazione. Nella monoclinale di scistosità che immerge a sud sono distinguibili i seguenti litotipi che ricorrono a più livelli: Metarenarie e metasiltiti scistose, Filladi scure, Ortogneiss, Gneiss occhiadini, ecc.
- le rocce metamorfiche sono intruse dai granitoidi tardo-varisici. Tra queste plutoniti quella meglio definita è la granodiorite di Bitti, intrusa interamente nel basamento metamorfico. Verso est e Nord Est l'area è delimitata da una serie di unità intrusive coalescenti, tra le quali sono state distinte un'unità metalluminosa da leucomonzonitica a monzogranodioritica (unità di Buddusò) e un complesso intrusivo peralluminoso (unità di Concas, Tepidòra e Sos Canales);
- oltre alle principali intrusioni sono presenti numerosi corpi ipoabissali in stocks e filoni a composizione riolitica riodacitica e basaltica, spesso con carattere alcalino intraplacca (camptoniti), di età triassica.

Come illustrato nella seguente figura, il pozzo P2 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità intrusiva di "Sos Canales" mentre invece il pozzo P3 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità degli "ortogneiss di Lodè".

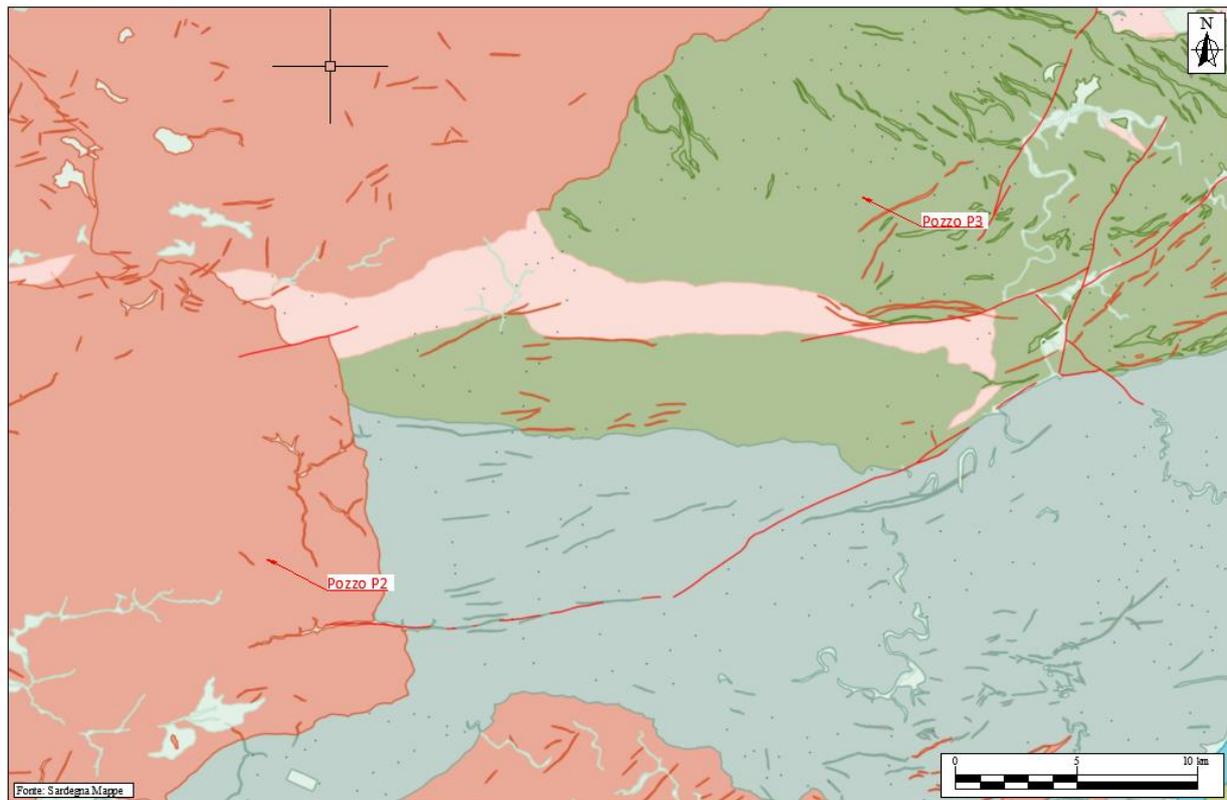
La strutturazione dell'area è dovuta alla tettonica collisionale varisica responsabile delle deformazioni duttili sin-metamorfiche che interessano il basamento e alla tettonica fragile oligo-miocenica legata alla collisione tra il margine meridionale europeo e l'Adria.

La tettonica collisionale varisica è responsabile della strutturazione del basamento, dove si manifesta con due fasi plicative sin-metamorfiche con associate scistosità di piano assiale S1 e S2. La prima scistosità è relitta, osservabile solo al microscopio o all'interno di microlithons definiti dalla S2. La seconda scistosità, sempre molto pervasiva, è l'anisotropia dominante sul terreno e descrive una monoclinale con generale immersione verso sud e sud est, con pendenze sempre molto elevate tra 40 e 80 gradi. La S2 è deformata da pieghe post-metamorfiche costituite da kink di direzione assiale variabile e da pieghe a piano assiale orizzontale, queste dovute verosimilmente a raccorciamenti verticali post-collisionali.

La tettonica terziaria si manifesta con faglie trascorrenti sinistre orientate NE e con faglie destre orientate E-W che insieme individuano cunei crostali con movimento di estrusione verso est.

Una di queste faglie sinistre, in corrispondenza di un restraining band, genera una struttura transpressiva che si manifesta col rilievo del Monte Albo.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data 10 Luglio 2020					



LEGENDA

<p> Facies Punta Gomoretta (UNITÀ INTRUSIVA DI SOS CANALES). Graniti a cordone, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 3-4 cm, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP.</p> <p> Micasisti prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO</p> <p> FILLADI DI LULA. Filladi, filladi carboniose, quarziti con subordinate metarenarie quarzoso-micacee. ?CAMBRIANO-?CARBONIFERO</p>	<p> ORTOGNEIS DI LODE-MAMONE. Ortogneis granodioritici grigi, a grana media, tessitura granoblastica gneissica fortemente foliata e lineata; frequenti inclusi melanocrati gabbro-dioritici orientati con la foliazione principale. (453 ± 10 Ma; Ferrara et al.)</p> <p> Coltri eluvio-coluviali. Detriti immensi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE</p>
--	--

Figura 8 – Stralcio della carta geologica di base della Regione Sardegna in scala 1:25'000 con ubicazione dei pozzi P2 e P3 (fonte Sardegna Mappe).

3.3 Inquadramento geomorfologico

Le aree dei pozzi P2 e P3 ricadono entrambi, secondo la suddivisione operata da Pellettier (1960), all'interno della regione morfologica degli altopiani di Monti, Buddusò, Bitti, Nuoro e Fonni (regione 7b in Figura 9).

Come illustrato nella Figura 2 e nella Figura 9, entrambi i pozzi sono situati su un altopiano con forma prevalentemente pianeggiante.

Le aree dei pozzi P2 e P3 rientrano nella fascia altimetrica montana, essendo a quote superiori ai 600 metri sul livello del mare.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data					
10 Luglio 2020					

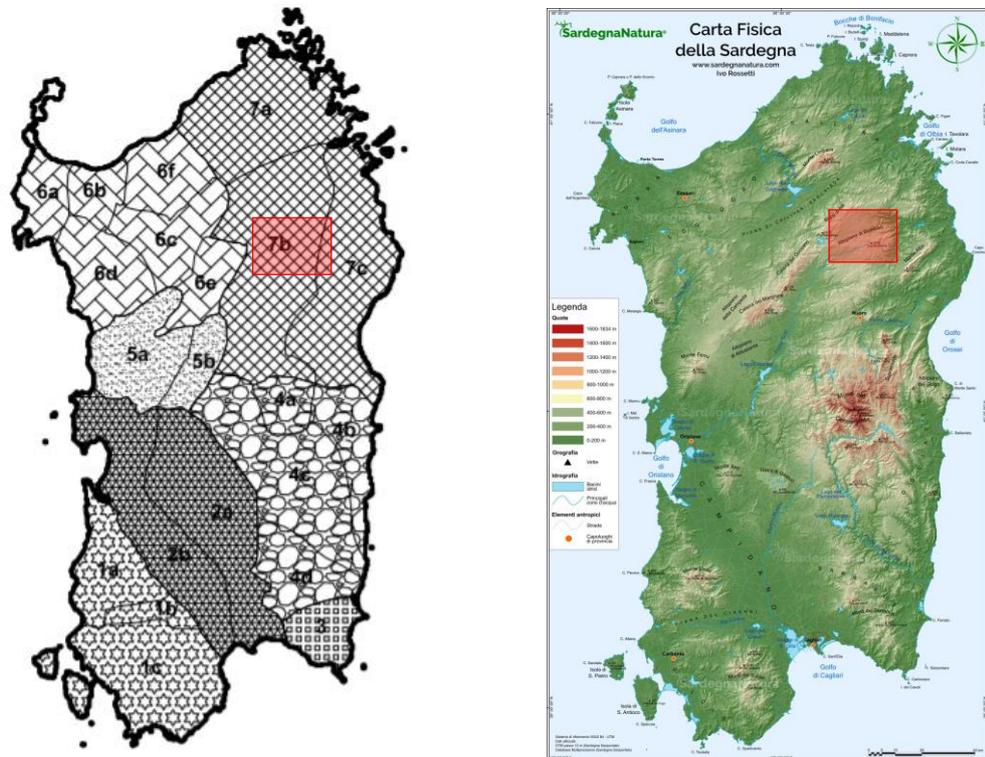


Figura 9 – Sinistra: Le regioni morfologiche della Sardegna secondo Pelletier, 1960 (da Fadda, 1986 modificato), Destra: Carta fisica della Sardegna (Sardegna Natura).

3.4 Inquadramento idrogeologico

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, come illustrato nella seguente figura, il pozzo P2 si trova in prossimità dello spartiacque che separa i bacini idrografici dei fiumi Tirso e Posada, mentre il Pozzo P3 si trova all'interno del bacino del fiume Tirso.

Come descritto nella relazione geologica:

- l'area del pozzo P2 è drenata a est dal bacino del Riu S'Adde e a Ovest dal bacino del Rio San Giovanni. Il Riu S'Adde, verso nord-est diventa tributario anch'esso del Rio Mannu, principale immissario del Lago di Posada, il più importante invaso artificiale dell'area grazie allo sbarramento "Maccheronis". Viceversa il Rio San Giovanni, a seguito dell'unione con altri affluenti (Malò, Lughei etc), diventa tributario in sinistra idraulica del Fiume Tirso, il più grande corso d'acqua della Sardegna.
- l'area del pozzo P3 è drenata da piccoli corsi d'acqua stagionali tributari in sinistra idrografica dell'adiacente Rio Mannu.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

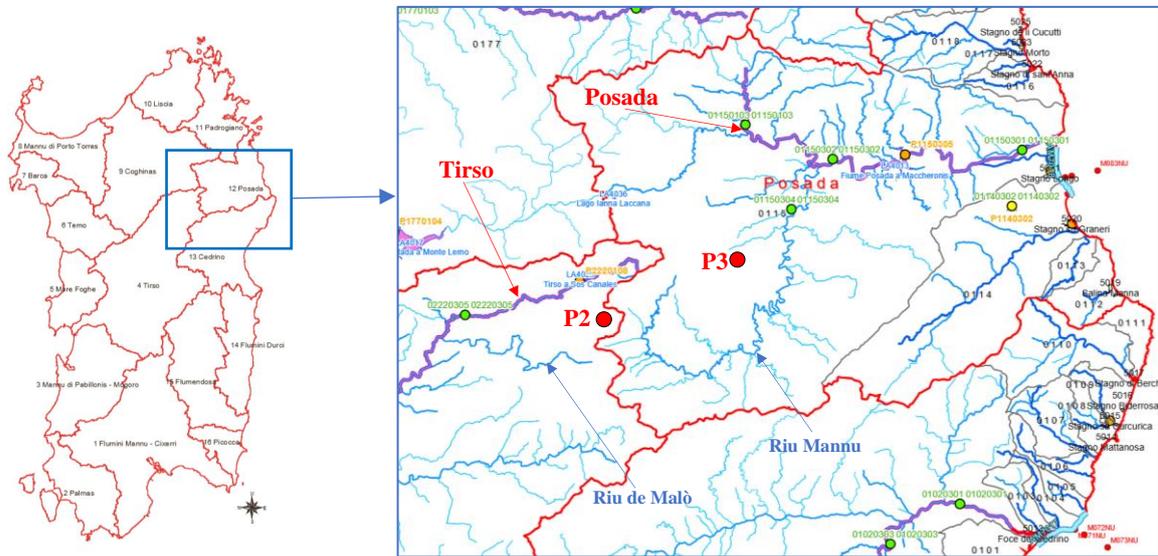


Figura 10 – Ubicazione dei pozzi P2 e P3 all'interno dei bacini idrografici della Regione Sardegna (Piano Tutela delle Acque PTA della regione Sardegna)

Come illustrato nella carta della permeabilità dei substrati della regione Sardegna (di cui uno stralcio è riportato nella seguente figura), per quanto riguarda la circolazione sotterranea, questa è fortemente limitata dalla bassa porosità delle litologie affioranti nell'area.

Come descritto nella relazione geologica:

- nei graniti la circolazione può avvenire esclusivamente attraverso il network di microfratturazione, ove particolarmente sviluppato, o nelle zone cataclastiche e damage zones associate a importanti faglie.
 - nelle rocce metamorfiche è la natura della scistosità a controllare la circolazione.
- Tale discontinuità planare, generalmente allentata in superficie, in profondità è serrata sotto il carico litostatico inibendo fortemente la permeabilità. Anche in questi litotipi l'infiltrazione e la circolazione sono confinate a zone di faglia accompagnati da fasce cataclastiche di una certa rilevanza.

Progettista 	ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Codice	Titolo	Revisione	Data
E T - R 0 2	Relazione generale e tecnica specialistica	B	10 Luglio 2020



LEGENDA

 MBF - Permeabilità medio bassa per fratturazione	 MAP - Permeabilità medio alta per porosità
 BF - Permeabilità bassa per fratturazione	 AP - Permeabilità alta per porosità

Figura 11 – Stralcio della carta della permeabilità dei substrati della regione Sardegna in scala 1:25'000 con ubicazione dei pozzi P2 e P3 (fonte Sardegna Mappa).

3.5 Inquadramento geotecnico

Come descritto in precedenza, il pozzo P2 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità intrusiva di "Sos Canales" mentre invece il pozzo P3 attraverserà prevalentemente litologie appartenenti all'unità degli "ortogneiss di Lodè".

Come descritto nella relazione geologica (ET_R03), per entrambe le litologie è stata effettuata una caratterizzazione fisico-meccanica al fine di determinare la massa volumica apparente, l'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica e la resistenza a compressione uniassiale. Le caratteristiche fisico-meccaniche delle due litologie prevalenti sono sintetizzate nella seguente tabella:

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

Descrizione	Unità di misura	Pozzo P2	Pozzo P3
Litologia	[-]	Leucomonzogranito	Ortogneiss
Massa Volumica apparente	[g/cm ³]	2,60	2,74
Coef. di imbibizione	[%]	0,37	0,40
Resistenza alla compressione uniassiale Valore medio, carico perpendicolare all'anisotropia	[MPa]	130	100
Resistenza alla compressione uniassiale Valore medio, carico parallelo all'anisotropia	[MPa]	90	60

Tabella 4 – Pozzi P2 e P3, caratteristiche fisico-meccaniche delle litologie prevalenti

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

4. Descrizione delle opere

4.1 Premessa

Nel presente capitolo vengono descritte tutte le opere e le lavorazioni oggetto del presente progetto definitivo/esecutivo.

4.2 Pozzi, requisiti prestazionali

Come descritto in precedenza, all'interno dei pozzi dovrà essere installato, a una profondità di circa 250 m dal piano campagna, un sismometro tipo Nanometrics Trillium 120 Slim Borehole.

La seguente figura illustra il sismometro con le sue dimensioni e componenti principali.

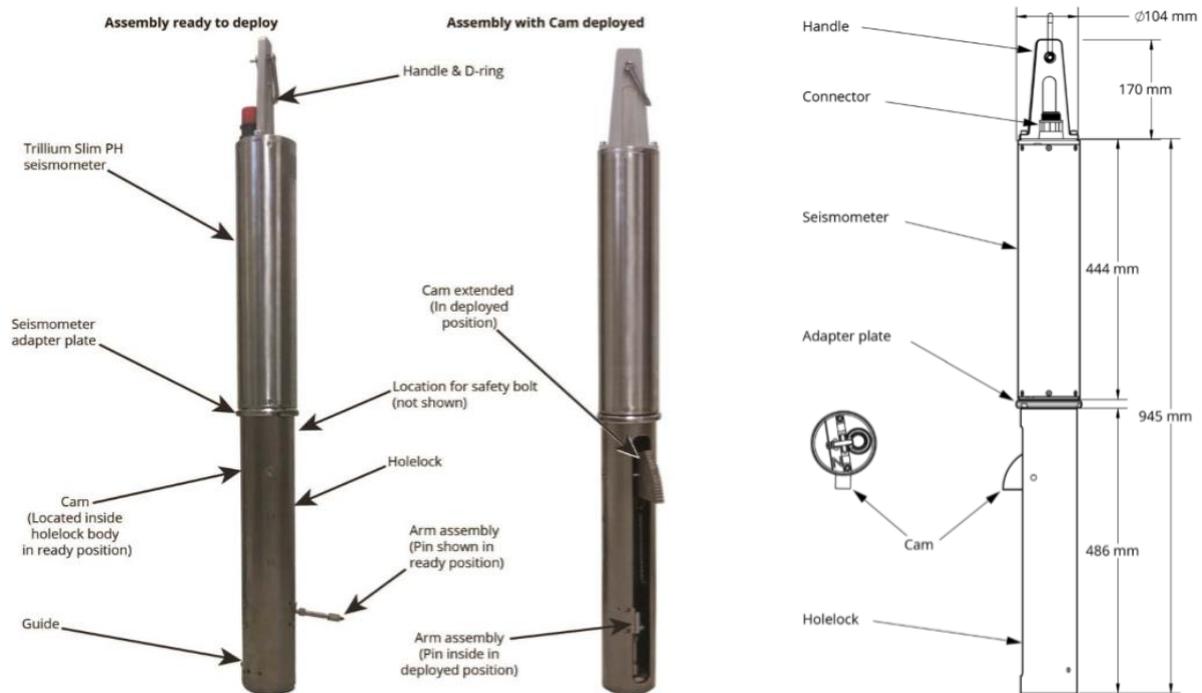


Figura 12 – Nanometrics Trillium 120 Slim Borehole, componenti principali e relative dimensioni (Nanometrics)

I principali requisiti per l'installazione del sismometro all'interno dei pozzi sono descritti nei seguenti documenti del fornitore *nanometrics* allegati per completezza alla presente relazione e sintetizzati nella seguente tabella:

- Allegato 1 Estratto “Nanometrics Trillium Slim PH, user guide, 21 November 2019”
- Allegato 2 Nanometrics, Technical Note 18093R3 Borehole Drilling Requirements, 8 July 2016

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

Descrizione	Unità di misura	Valore
Diametro interno rivestimento	[mm]	114÷129
Requisito di verticalità	[°]	± 3
Rivestimento definitivo	[-]	in acciaio

Tabella 5 – Pozzi P2 e P3, requisiti prestazionali per l'installazione del sismografo Nanometrics Trillium 120 Slim Borehole

4.3 Fasi lavorative

La realizzazione delle opere sarà articolata nelle seguenti fasi principali:

- delimitazione dell'area di cantiere ed eventuale sistemazione superficiale dell'area;
- installazione dell'impianto di perforazione ed esecuzione delle operazioni di perforazione e rivestimento dei pozzi;
- dismissione dell'impianto di perforazione e realizzazione delle opere superficiali;
- dismissione dell'area di cantiere.

4.4 Delimitazione dell'area di cantiere ed eventuale sistemazione superficiale dell'area;

Lo spazio richiesto per consentire l'installazione degli impianti di cantiere per le lavorazioni connesse alla perforazione e alle successive lavorazioni di completamento dei pozzi, nonché lo spazio necessario per la movimentazione e l'operatività dei mezzi, è stimato nell'ordine di circa 400-900 mq.

Le aree interessanti sono sostanzialmente pianeggianti e prive di fitta vegetazione, dunque si prevede che le operazioni superficiali necessarie all'installazione degli impianti e alla realizzazione delle opere potranno comprendere al massimo piccoli livellamenti del terreno e rimozione parziale della vegetazione.

L'accesso ai siti di perforazione è garantito dalla viabilità principale e secondaria già presente e conseguentemente non risulta necessario aprire nuove piste per l'accesso dei mezzi necessari alle lavorazioni.

L'area prevista sarà delimitata con una recinzione temporanea con unico cancello di accesso. Come descritto nel seguente paragrafo, nell'area di cantiere oltre all'impianto di perforazione, saranno installati tutti i baraccamenti necessari all'espletamento delle attività di cantiere (deposito degli attrezzi e dei materiali, spogliatoi, servizi igienici, ufficio di cantiere, ecc.).

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data 10 Luglio 2020					

4.5 Perforazione e completamento dei pozzi

4.5.1 Impianti di cantiere

Per quanto riguarda la scelta della tecnologia di perforazione, tenuto conto della dimensione della perforazione e del materiale attraversato, si è deciso di utilizzare la perforazione eseguita a rotazione a distruzione di nucleo mediante tecnica a rotazione con circolazione diretta di fluidi.

L'impianto di cantiere per la perforazione sarà organizzato schematicamente come illustrato nella Figura 13. La configurazione del cantiere è indicativa e potrà essere modificata, previa approvazione del Direttore dei Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione, in funzione delle effettive caratteristiche morfologiche del terreno nell'area interessata dalla perforazione e dei macchinari/attrezzature che utilizzerà l'impresa aggiudicatrice della gara di appalto.

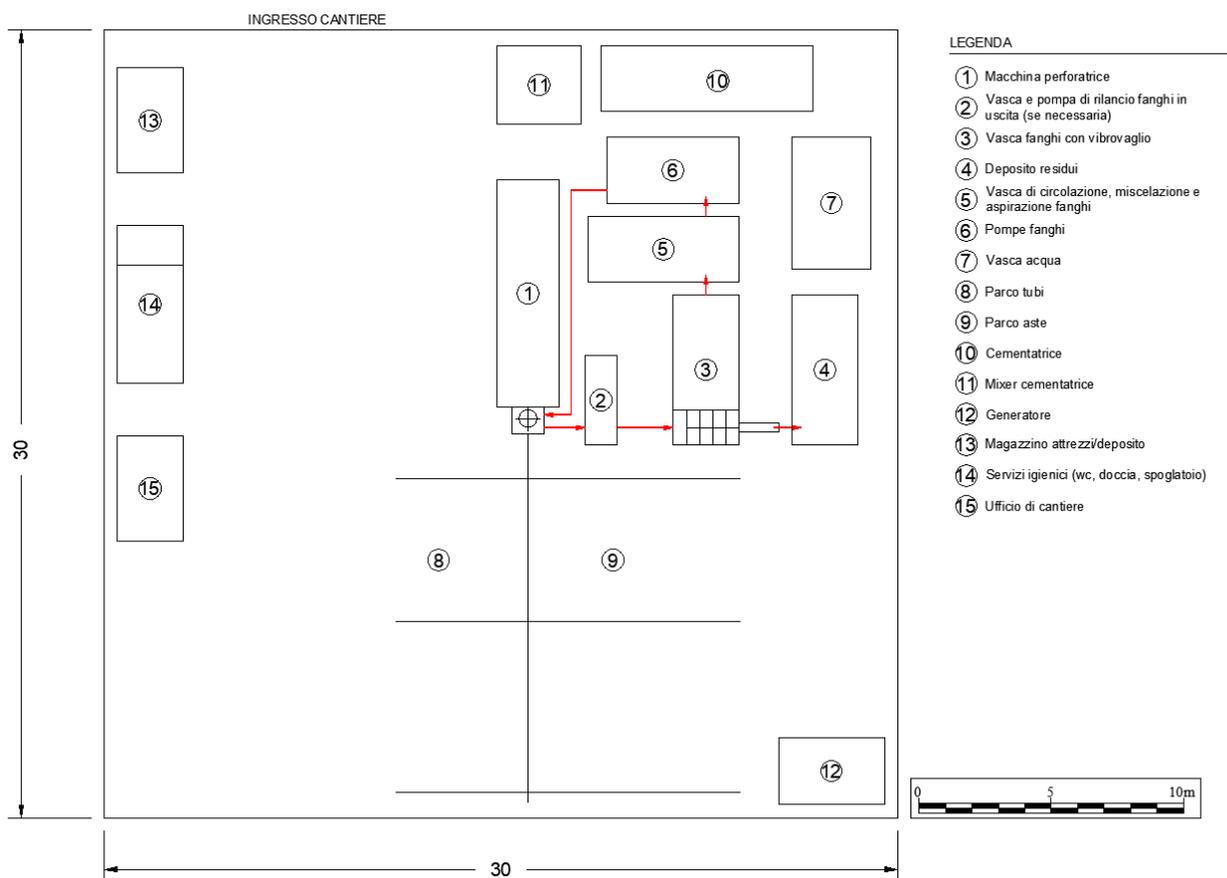


Figura 13 – Perforazione a circolazione diretta di fluidi, schema tipico di cantiere

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

L'impianto di cantiere per la perforazione sarà composto dalle seguenti componenti e zone principali:

- macchina perforatrice;
- area destinata al parco tubi e aste di perforazione;
- apparecchiatura per la separazione meccanica dei detriti dal fango;
- vasche fanghi (indicativamente una o due vasche in carpenteria metallica soprasuolo da circa 10 mc ciascuna)
- pompe fanghi;
- vasca di stoccaggio per accogliere temporaneamente il cutting prima del trasporto a rifiuto (indicativamente una vasca in carpenteria metallica soprasuolo da circa 15 mc)
- vasca di deposito acqua di riserva (indicativamente una vasca interrata impermeabilizzata da circa 10 mc)
- cementatrice e mixer cementatrice
- generatore
- magazzino attrezzi deposito
- servizi igienici e spogliatoio
- ufficio di cantiere

Nella perforazione con circolazione diretta del fluido, il fluido di perforazione (fango) viene pompato attraverso la testa rotante all'interno delle aste di perforazione, fino ad uscire a forte velocità' dalle cavità' dello scalpello, provvedendo in tal modo sia a "lavare" le lame o i denti dell'utensile che a pulire il fondo del pozzo. Il fluido (*fango*) ed i detriti (*cutting*) risalgono quindi lungo l'intercapedine tra la batteria di perforazione e le pareti del pozzo e vengono alimentati ad un vibrovaglio installato in corrispondenza della prima vasca di circolazione (n. 3 in Figura 13).

Nel vibrovaglio avviene la separazione dei detriti solidi più grossolani dal fango di circolazione. I detriti più grossolani, attraverso uno scivolo nel vibrovaglio, vengono raccolti in una apposita vasca impermeabile per residui (n. 3 in Figura 13).

La parte solida più fine, non separabile dal fango, cadrà invece all'interno della vasca di circolazione dei fanghi dove avverrà per sedimentazione la separazione del solido fino dal fluido.

Il fluido di perforazione verrà invece passerà nella seconda vasca di circolazione (se presente) e verrà aspirato da una pompa e reimpresso di nuovo in circolazione attraverso la batteria di perforazione.

La tecnica raccomandata per il sistema di circolazione dei fanghi prevede l'impiego vasche in carpenteria metallica stagne e soprasuolo, in quanto garantisce la massima pulizia delle aree circostanti la trivella.

Progettista 						ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005			Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>		
Codice						Titolo			Revisione		Data
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

Nel caso l'impresa appaltatrice dedica di utilizzare vasche realizzate al suolo, si prescrive l'utilizzo di un telo impermeabile che, al termine dei lavori, sarà recuperato unitamente al detrito del foro. Nel caso di vasche realizzate al suolo si dovrà prevedere una recinzione di sicurezza intorno alle vasche stesse.

I fluidi di perforazione debbono assolvere diverse funzioni, tra le quali: asportazione dei detriti dal fondo pozzo e loro trasporto a giorno, raffreddamento e lubrificazione dello scalpello, eventuale contenimento dei fluidi presenti nelle formazioni perforate, consolidamento della parete del pozzo e riduzione dell'infiltrazione in formazione.

La perforazione dovrà essere eseguita utilizzando acqua chiara o fango bentonitico e, se necessario, polimeri biodegradabili.

4.5.2 Perforazione e rivestimento dei pozzi

Lo schema di progetto dei pozzi P2 e P3 è illustrato nella seguente figura.

Come illustrato nella figura si prevede di realizzare un avampozzo fino alla profondità di circa 30 m dal piano campagna. Il diametro della perforazione selezionato è di 406 mm. Il rivestimento definitivo sarà realizzato attraverso tubi di rivestimento in acciaio al carbonio di diametro esterno 323 mm e spessore 6 mm. L'intercapedine tra le tubazioni e la perforazione sarà cementata tramite boiaccia pura di cemento tramite cementazione dal basso verso l'alto.

Il pozzo sarà invece realizzato tramite una perforazione fino alla profondità di circa 250 m dal piano campagna di diametro pari a 216 mm. Il rivestimento definitivo sarà realizzato attraverso tubi di rivestimento in acciaio al carbonio di diametro esterno 127 mm e spessore 4 mm. Il diametro interno della tubazione sarà pari a 119 mm, compatibile con i diametri limite del rivestimento interno che consentono di installare il sismografo (114-129 mm). L'intercapedine tra le tubazioni e la perforazione sarà cementata tramite boiaccia pura di cemento tramite cementazione dal basso verso l'alto tramite scarpa di cementazione e tappi.

Progettista 					ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005			Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare		
Codice					Titolo			Revisione		Data
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020

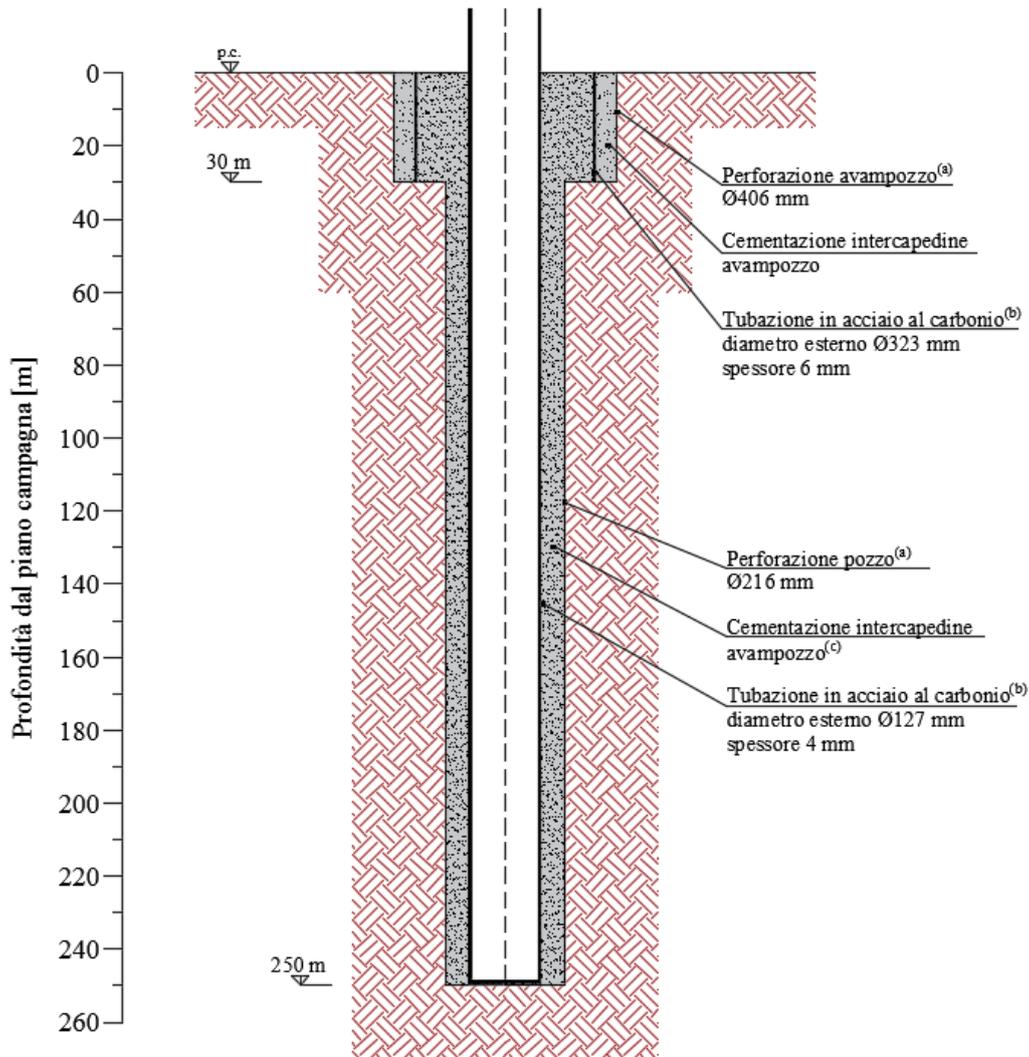


Figura 14 – Pozzi Pe e P3, Schema pozzo

Per il calcolo dello spessore è stata utilizzata la formula proposta nel bollettino API 5C3 valida nel caso di tubi a parete sottile (rapporto diametro/spessore maggiore di 25).

La sintesi del calcolo è illustrata nel seguente grafico, dove sull'asse delle ordinate è riportata la pressione esterna di calcolo e sull'asse delle ascisse il rapporto diametro/spessore richiesto.

La pressione esterna è stata calcolata considerando la pressione dovuta alla malta cementizia prima dell'indurimento, sulla base delle seguenti assunzioni:

- Peso dell'unità di volume: 20 kN/m³
- Profondità di calcolo: 30 m (avampozzo) e 250 m (pozzo)
- Coefficiente di sicurezza: 1,5

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data 10 Luglio 2020					

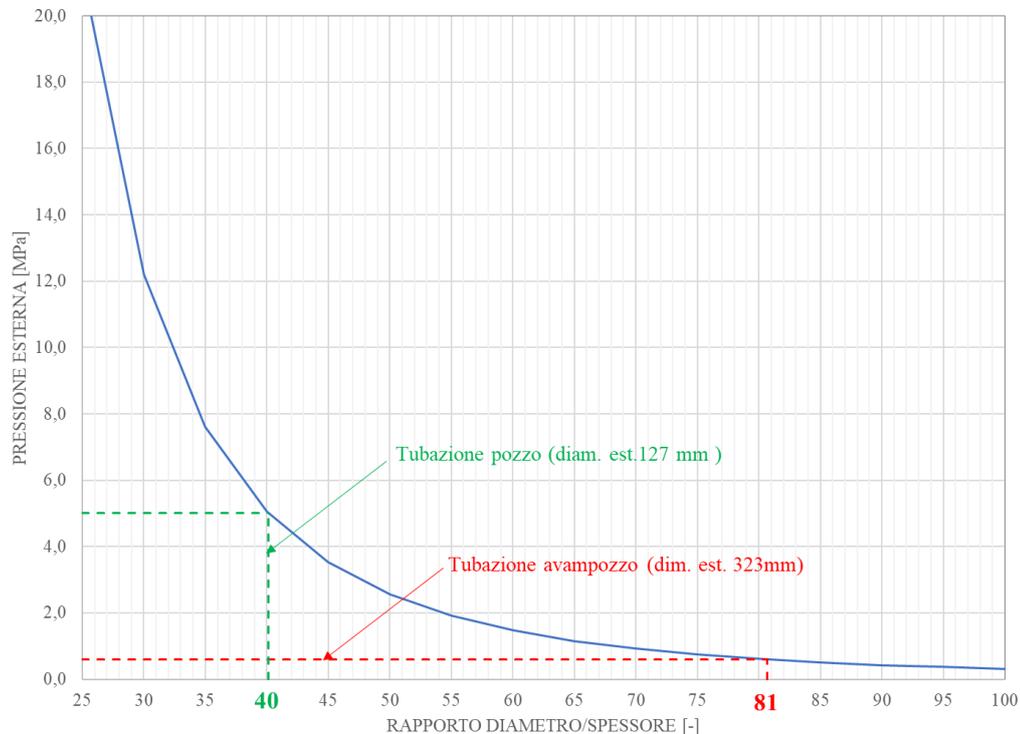


Figura 15 – Pressione esterna vs. rapporto diametro/spessore

Come illustrato nel grafico riportato in figura, gli spessori minimi di calcolo richiesti sono:

- avampo, tubazione 323 mm: 4,0 mm
- pozzo con diametro 127 mm: 3,2 mm

Come scritto in precedenza, gli spessori sono stati arrotondati a 6 mm per la tubazione dell'avampo e a 4 mm per la tubazione del pozzo.

Le principali fasi lavorative relative alla perforazione e al rivestimento del pozzo sono sintetizzate di seguito:

- realizzazione di un avampo fino a circa 30 m di profondità, attraverso una perforazione di diametro pari a 406 mm. Successivo rivestimento con tubi di acciaio al carbonio di diametro esterno pari a 323 mm (spessore 6 mm) e cementazione dell'intercapedine;
- perforazione di diametro pari a 216 mm fino a 250 m di profondità.
- rivestimento con tubi di acciaio al carbonio di diametro esterno pari a 127 mm (spessore 4 mm) e cementazione tramite scarpa di cementazione;
- prova di tenuta idraulica del rivestimento definitivo.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

Inoltre, durante la perforazione sono previste le seguenti attività:

- ogni 5 m di perforazione un esame del cutting;
- ogni 15 m di perforazione controllo della verticalità del foro.

Al termine della perforazione è prevista una sosta di due giorni per sito di perforazione per poter eseguire eventuali indagini in foro, quali logs geofisici, telecamera acustica, ecc.

4.5.3 Materiali

Tubazioni

Le tubazioni per il rivestimento definitivo saranno in acciaio al carbonio verniciato ad acqua. Le tubazioni potranno essere sia del tipo saldate che giuntate tramite filettatura.

L'acciaio utilizzato per le tubazioni dovrà essere conforme ad una delle seguenti specifiche:

- Tubi saldati: ASTM A-53 grade B, ASTM A589 grade B, ASTM A500 grade B o grade C
- Tubi filettati: API J55 o equivalente (con filettature e collati standard)

Nella seguente si riportano i valori della resistenza a trazione e della tensione di snervamento per le diverse classi di acciaio sopra elencate.

Classe di acciaio	Tensione ultima a rottura [MPa]	Tensione di snervamento [MPa]
ASTM A-53 grade B	415	240
ASTM A589 grade B	415	240
ASTM A500 grade B	400	290
ASTM A500 grade C	427	317
API J55	517	379-552

Tabella 6 – Tubazioni, specifiche dell'acciaio

Nel caso dei tubi saldati, prima di abbassare l'involucro all'interno della perforazione, ogni saldatura dovrà essere controllata e trattata tramite un sigillante di porosità di saldatura. Il sigillante dovrà essere applicato dopo che la saldatura si sarà raffreddata (possibilità di toccarla a mani nude) e dovrà essere lasciato completamente indurire in accordo con i tempi riportati nelle specifiche del prodotto.

Nel caso dei tubi filettati, prima di abbassare l'involucro all'interno della perforazione, ogni giunto dovrà essere controllato, trattato tramite un sigillante per filettature. Il sigillante dovrà essere applicato in accordo con le indicazioni riportate nelle specifiche del prodotto. I giunti dovranno essere installati utilizzando la coppia di serraggio indicata nelle specifiche del prodotto.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

Cementazione

La cementazione del pozzo dovrà essere eseguita dal basso verso l'alto tramite tecnica di cementazione con scarpa e tappi.

La cementazione dovrà essere eseguita con boiaccia pura di cemento, utilizzato cemento Portland Type III High-Early Strength (ASTM C-150).

Le caratteristiche prestazionali della miscela sono riportate di seguito:

- Densità: $\geq 1,85 \text{ g/cm}^3$
- Tempo di presa: $\leq 3 \text{ ore}$
- Espansione durante la presa: 0,05%

Inoltre, si precisa che:

- per ottenere una migliore aderenza della miscela cementizia, dovrà essere fatto circolare, immediatamente prima della cementazione, un flusso turbolento di acqua pulita e una soluzione detergente all'interno del rivestimento e nell'intercapedine rivestimento-perforazione al fine di eliminare l'eventuale presenza di fango di perforazione e detrito;
- nel caso di cementazione tramite scarpa di cementazione e tappi, il volume di boiaccia di cemento dovrà essere almeno il 25% in più rispetto al volume teorico previsto;
- dopo 24 ore, il rivestimento dovrà essere pulito e svuotato dalla presenza di qualsiasi detrito;
- nel caso in cui il livello della cementazione nell'intercapedine scendesse, si può aggiungere ulteriore boiaccia di cemento direttamente dall'alto.

4.5.4 Controllo della verticalità

Come scritto in precedenza, l'installazione del sismografo, richiede un requisito di verticalità del foro di $\pm 3^\circ$, per l'intera estensione della perforazione. Le misurazioni della verticalità dovranno essere eseguite ad intervalli di almeno 15 m.

4.5.5 Prova di tenuta idraulica

Il rivestimento definitivo dei pozzi, a seguito delle operazioni di cementazione, dovrà essere sottoposto ad una prova di tenuta idraulica. Tale prova sarà a carico dell'impresa appaltatrice.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
		Relazione generale e tecnica specialistica	B	10 Luglio 2020	

La prova di tenuta potrà essere eseguita dall'impresa appaltatrice utilizzando una delle seguenti due procedure di seguito descritte (la procedura B risulta più adatta in climi freddi dove l'aria fredda può causare cadute di pressione)

- **PROCEDURA A**

1. Attendere 24 ore dalla fine della cementazione per consentire la completa presa della boiaccia di cemento;
2. Riempire completamente la tubazione di rivestimento con acqua;
3. Sigillare la parte superiore del foro e mettere in pressione la sacca d'aria presente al di sopra dell'acqua fino a un minimo di 1,3 MPa;
4. Lasciare il pozzo in pressione per 24 ore.
5. Leggere e registrare la pressione dopo 24 ore.
 - a) Se la pressione è rimasta costante, passare al punto 7.
 - b) Se la pressione è diminuita (per tenere conto della stabilizzazione della temperatura dell'acqua e del tubo), riportare la pressione fino a 1,3 MPa e lasciare il foro per altre 24 ore.
6. Leggere e registrare la pressione dopo ulteriori 24 ore (dopo 48 ore non dovrebbero registrarsi cadute di pressione);
7. Svuotare il rivestimento dall'acqua e assicurarsi che sia asciutto e privo di detriti.

- **PROCEDURA B**

1. Attendere 24 ore dalla fine della cementazione per consentire la completa presa della boiaccia di cemento;
2. Riempire completamente la tubazione di rivestimento con acqua;
3. Sigillare la parte superiore del foro e mettere in pressione la sacca d'aria presente al di sopra dell'acqua fino a un minimo di 4,1 MPa;
4. Lasciare il pozzo in pressione per 24 ore.
5. Leggere e registrare la pressione dopo 24 ore. La pressione non dovrebbe essere scesa più del 10%.
6. Svuotare il rivestimento dall'acqua e assicurarsi che sia asciutto e privo di detriti.

In alternativa, la prova di tenuta del rivestimento definitivo potrà essere eseguita, con le modalità sopra descritte, con aria in pressione.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data 10 Luglio 2020					

4.6 Opere superficiali accessorie ai pozzi

Una volta terminate le operazioni di perforazione e rivestimento del pozzo sarà dismesso l'impianto di perforazione e verranno realizzate le opere superficiali accessorie al pozzo

Come illustrato nella seguente figura, l'area del pozzo avrà un'estensione di circa 110 mq.

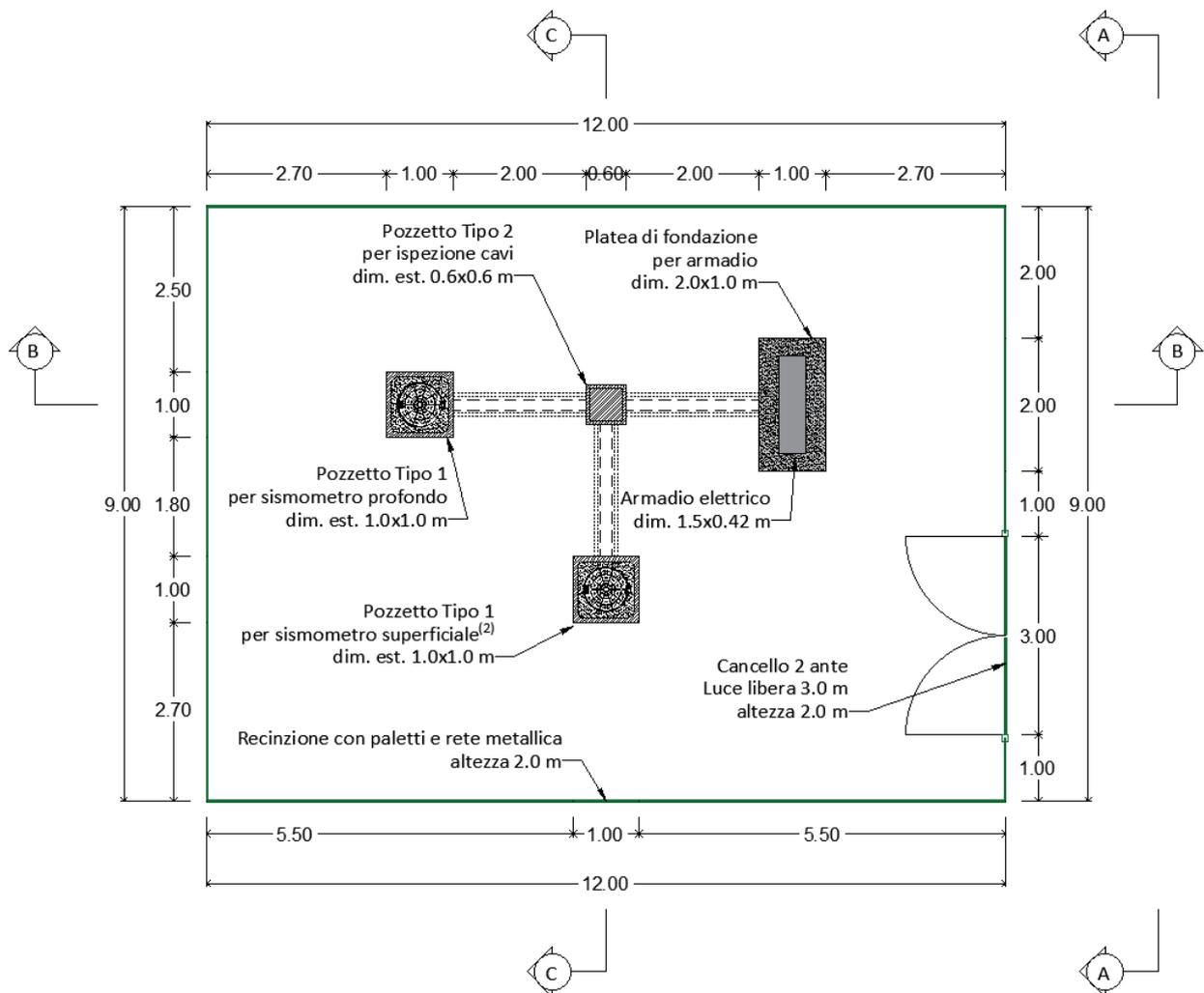


Figura 16 – Planimetria di dettaglio delle opere superficiali (estratto ET_TAV09)

La topografia delle aree è sostanzialmente pianeggiante, con dislivelli dell'ordine dei 10-30 cm. Per tale motivo e considerando la tipologia di opere da realizzare, descritte di seguito, non si prevedono scavi di sbancamento e livellamento. La preparazione delle aree, prima dell'inizio delle lavorazioni connesse alla realizzazione delle opere superficiali, potrà comprendere al massimo piccoli livellamenti del terreno e rimozione parziale della vegetazione.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data 10 Luglio 2020					

Le opere saranno delimitate con una recinzione in rete metallica di altezza pari a 2 m dotata di cancello.

La recinzione sarà costituita da rete metallica sostenuta da paletti e controventi in profilato metallica spaziate circa 3 m e ancorati al suolo tramite blocchi di calcestruzzo. Il cancello sarà costituito da due ante di larghezza 1,5 m per una luce totale di 3 m.

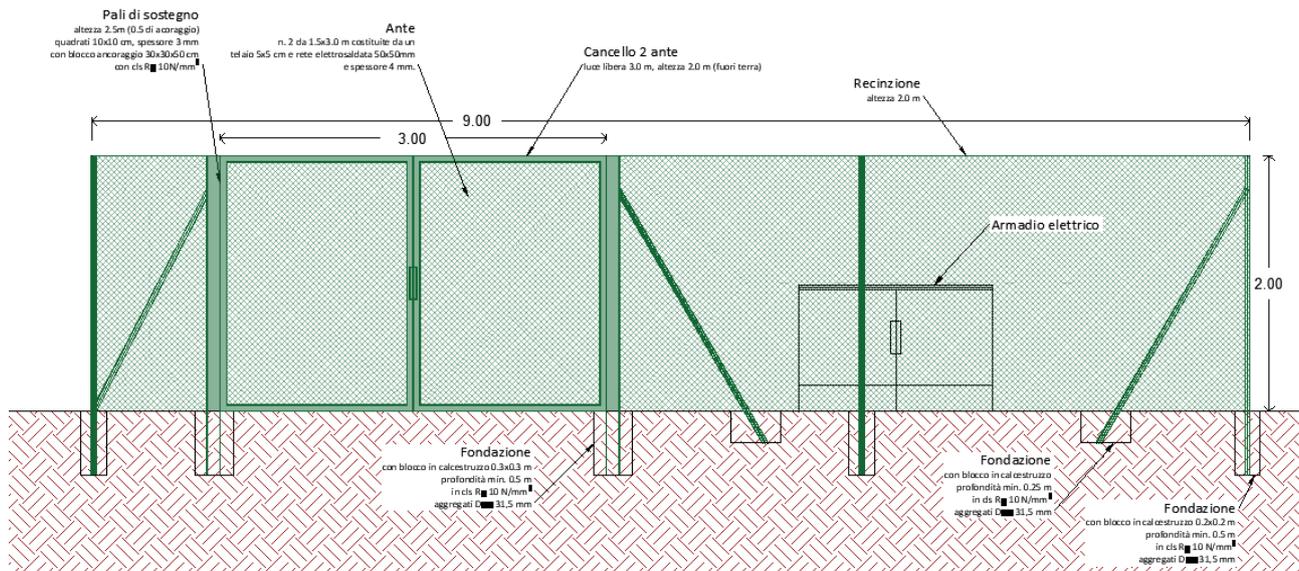


Figura 17 – Vista ingresso recinzione (sezione A-A, estratto ET_TAV09)

All'interno della piazzola recitata, per ciascun pozzo, saranno realizzate le seguenti opere

Testa pozzo

La testa pozzo sarà realizzata con un pozzetto in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni interne 80x80x80cm e spessore delle pareti di 10 cm. La copertura del pozzetto sarà realizzata con una copertura in calcestruzzo prefabbricato di spessore 20 cm dotata di chiusino in ghisa sferoidale con luce netta 600 mm.

Il pozzetto sarà dotato di idonee aperture sul fondo e su una delle pareti laterali per il passaggio rispettivamente della tubazione di rivestimento del pozzo (diametro esterno 127 mm) e dei tubi corrugati. La tubazione del pozzo dovrà entrare all'interno del pozzetto per almeno 45 cm. Lo spazio tra le tubazioni e le pareti del pozzetto sarà opportunamente sigillato attraverso malta cementizia antiritiro.

Lo scavo sarà realizzato a sezione obbligatoria. Prima del posizionamento del pozzetto sarà realizzato un sottofondo in calcestruzzo magro di spessore minimo 5 cm. Il pozzetto sarà rinterrato con materiale proveniente dagli scavi.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice E T - R 0 2		Titolo Relazione generale e tecnica specialistica		Revisione B	
				Data 10 Luglio 2020	

Pozzetto per sismografo superficiale

Il pozzetto per l'installazione del sismografo superficiale avrà le stesse caratteristiche e modalità di installazione di quelle previste per la testa pozzo.

Lo scavo in questo caso dovrà raggiungere la roccia. Nel caso la roccia non dovesse essere incontrata alla profondità di 1.15 cm, lo scavo dovrà essere approfondito. Le modalità di scavo e la quota finale dovranno essere definite in sito dal Direttore dei Lavori.

Si precisa che sono incluse in appalto tutte le predisposizioni per l'installazione del sismografo superficiale e non sono inclusi la sua fornitura e installazione, che saranno eseguiti a cura di INFN.

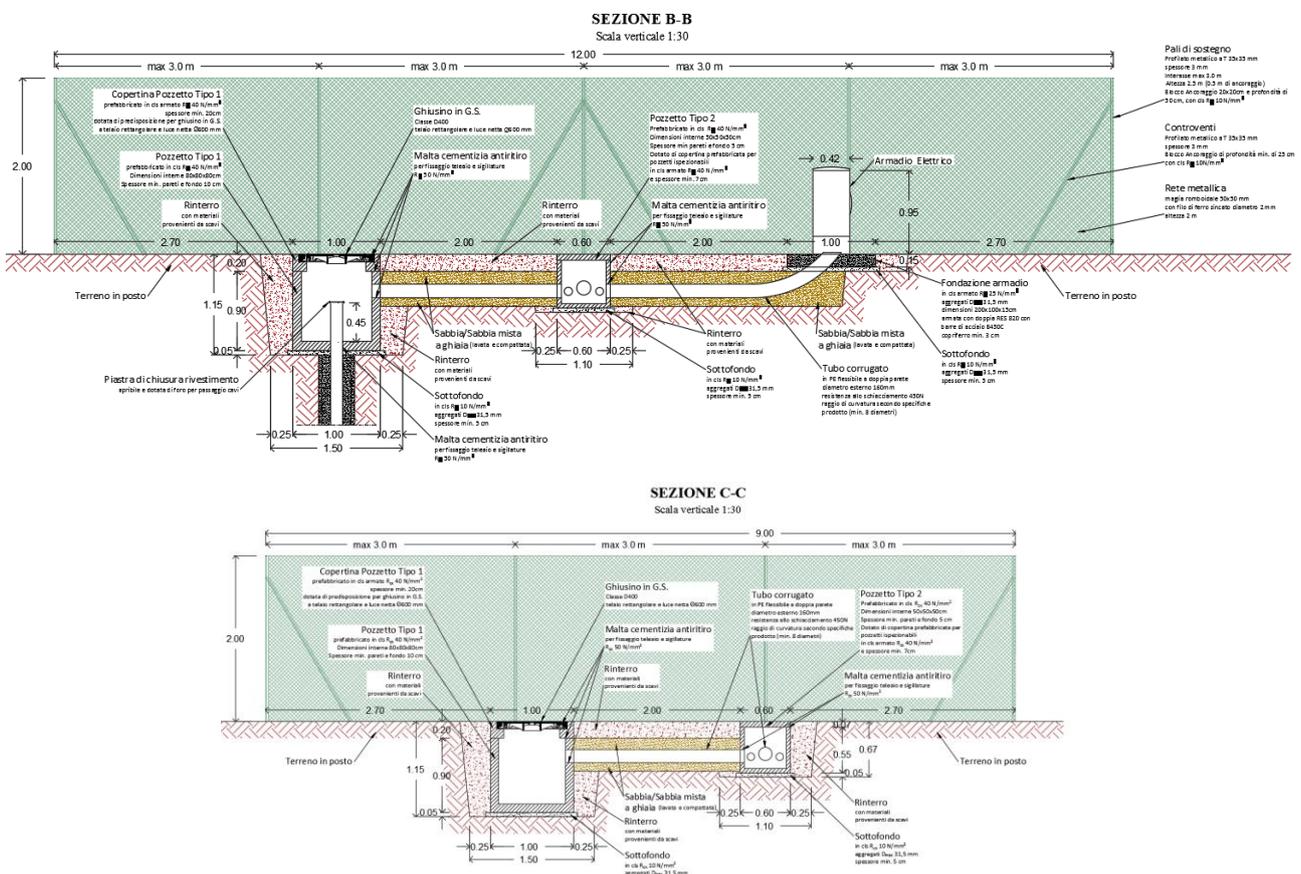


Figura 18 – Opere superficiali, sezioni e dettagli (sezioni B-B e C-C, estratto ET_TAV09)

Fondazione armadio elettrico

La fondazione dell'armadio elettrico sarà realizzata con una soletta in calcestruzzo armato gettato in opera (R_{ck} 25 MPa, D_{max} 31,5 mm), di dimensione in pianta 2x1 m e spessore 15 cm. La soletta sarà armata con doppia rete elettrosaldata RES 820 (acciaio B450C, copriferro minimo 3 cm).

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data 10 Luglio 2020					

Lo scavo sarà realizzato a sezione obbligata. Il sottofondo della soletta sarà realizzato in calcestruzzo magro di spessore minimo 5 cm. Il rinfiango della soletta sarà realizzato con materiale proveniente dagli scavi.

Al di sopra della soletta sarà installato l'armadio elettrico che ospiterà la componentistica elettronica di servizio al funzionamento dei sismografi. La fornitura e l'installazione dell'armadietto è esclusa dalle lavorazioni a base d'asta ma inserito nelle somme a disposizione della Stazione Appaltante.

La fornitura e l'installazione della componentistica elettronica non è invece oggetto del presente progetto e delle lavorazioni a base d'asta.

L'armadio elettrico, come illustrato nella seguente figura, sarà costituito da:

- armadio autoventilato in poliestere, a due vani, di dimensioni 1500x750x420mm, con grado di protezione minimo IP55;
- zoccolo di altezza 200 mm;
- tettoia di protezione;
- maniglie dotate di serratura;
- piastra di montaggio posteriore in poliestere per l'installazione delle apparecchiature.

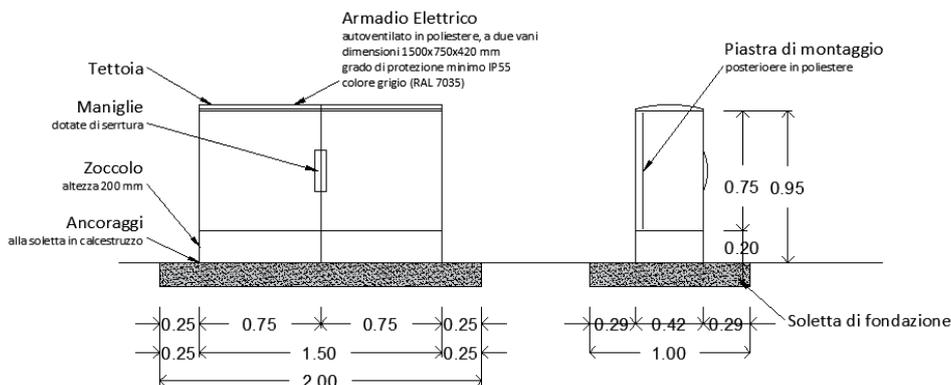


Figura 19 – Armadio elettrico (estratto ET_TAV09)

Tubo corrugato e pozzetto intermedio

I cavi elettrici e dati di collegamento tra i sismografi e l'armadio elettrico saranno alloggiati all'interno di un tubo corrugato interrato, con le seguenti caratteristiche:

- materiale: PE flessibile
- diametro esterno: 160 mm
- resistenza allo schiacciamento: 450 N
- raggio di curvatura: in accordo con le specifiche del prodotto (min. 8 diametri)

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo		Revisione	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica				B	
Data					
10 Luglio 2020					

Inoltre, è prevista l'installazione di n. 2 tubi corrugati di diametro esterno 90 mm e n. 3 tubi corrugati di diametro esterno 40 mm, aventi le stesse caratteristiche del tubo corrugato principale sopra elencate.

La posa dei corrugati sarà effettuata come segue:

- scavo trincea a sezione obbligatoria di larghezza 50 cm e profondità 60 cm;
- posa di strato di sabbia/sabbia mista a ghiaia di circa 10 cm;
- alloggiamento tubi corrugati;
- rinterro con sabbia fino a circa 15 cm al di sopra della generatrice superiore dei tubi corrugati;
- rinterro della restante parte della trincea con materiale proveniente dagli scavi.

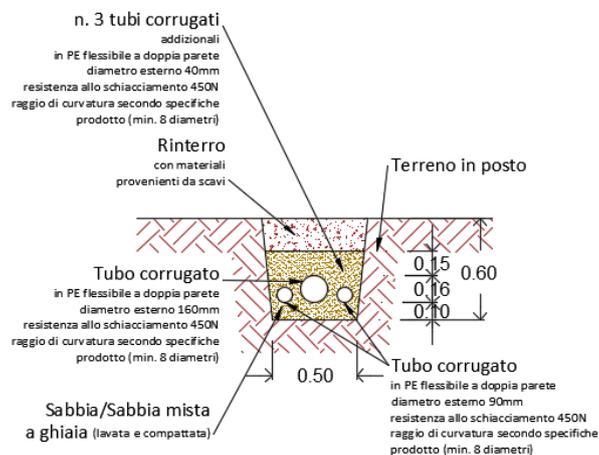


Figura 20 – Modalità di posa in opera del tubo corrugato (estratto ET_TAV09)

Come illustrato nella planimetria riportata nella Figura 16, è prevista inoltre l'installazione di un pozzetto intermedio ispezionabile dove confluiranno i tubi corrugati dei due pozzetti prima di giungere all'armadio elettrico.

Il pozzetto, in calcestruzzo prefabbricato, avrà dimensioni interne 50x50x50cm e spessore del fondo e delle pareti di minimo 5 cm. La copertura del pozzetto, del tipo per pozzetti ispezionabili, sarà realizzata con una copertura in calcestruzzo prefabbricato di spessore minimo di 7 cm.

Il pozzetto sarà dotato di idonee aperture sulle pareti laterali per il passaggio dei tubi corrugati. Lo spazio tra le tubazioni e le pareti del pozzetto sarà opportunamente sigillato attraverso malta cementizia antiritiro.

Lo scavo sarà realizzato a sezione obbligatoria. Prima del posizionamento del pozzetto sarà realizzato un sottofondo in calcestruzzo magro di spessore minimo 5 cm. Il pozzetto sarà rinterro con materiale proveniente dagli scavi.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

5. Aspetti ambientali e vincolistici

5.1 Premessa

Questo capitolo fornisce una sintesi dello studio di impatto ambientale (ET_R04) allegato al presente progetto definitivo/esecutivo. L'intervento in progetto non rientra nelle categorie di opere da sottoporre alla procedura di valutazione di impatto ambientale statale, né nelle categorie di opere da sottoporre alla procedura di V.I.A. regionale.

5.2 Quadro di riferimento programmatico

Nel Studio di Impatto Ambientale è stata analizzata la compatibilità tra le opere progettate e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e vincolistica. Le valutazioni condotte, sintetizzate nel quadro di sintesi riportato nelle seguenti tabelle per le due aree di progetto, consentono di giungere ad un giudizio complessivo di compatibilità.

Piano/Programma/Vincolo	Sintesi
Vincolistica nazionale	
Vincolo aree percorse da incendio <i>L. 21 novembre 2000, n. 353, art. 10</i>	Intervento non ricade all'interno delle aree percorse da incendio, non soggetta a vincolo
Vincolo idrogeologico <i>Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923</i>	Area interessata dalle opere non soggetta a vincolo idrogeologico
Strumenti della pianificazione regionale	
Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	Assetto ambientale: Aree ad utilizzazione agro-forestale, colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte (Articoli 28, 29, 30 N.T.A. PPR06); corsi d'acqua: Riu su Carru e Riu s'Adde Assetto storico-culturale: nessun elemento Assetto insediativo: strada provinciale SP50, strada statale SS389
Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	Area interessata dalle opere non perimetrata dal PAI.
Piano Tutela delle Acque (PTA)	Area dell'intervento all'interno del bacino drenante che contribuisce all'inquinamento delle aree sensibili presenti nel bacino del fiume Tirso. Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, il PTA non ha individuato acquiferi in questa area. Le opere non prevedono prelievi significativi da corpi idrici superficiali e/o sotterranei e scarichi significativi nell'ambiente circostante.
Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)	Si veda quanto scritto per gli altri piani
Piano Attività estrattive (PRAE) e Parco Geominerario della Sardegna	Intervento non soggetto al PRAE. Area interessata dalle opere non inclusa nel Parco Geominerario.
Piano Regionale Bonifica Aree Inquinare (PRB)	Area dell'intervento non ricade all'interno di nessuna delle aree inquinate presenti sul territorio.
Strumenti della pianificazione provinciale e comunale	
Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)	Non sono stati riscontrati alla data di oggi elementi di incoerenza.
Piano Urbanistico Comunale (PUC)	Intervento in Zona Agricola (Norma E)
Vincoli di protezione e tutela	
Parchi nazionali, le aree marine protette, i parchi regionali, i monumenti nazionali istituiti, le aree della rete Natura 2000 (Siti di interesse comunitario SIC, Zone di protezione speciale ZPS), le oasi di protezione permanente e cattura OPP, altre aree regionali protette	Area interessata dalle opere non soggetta a vincoli di tutela naturalistica.

Tabella 7 – Pozzo P2, Quadro di riferimento programmatico, sintesi

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B		10 Luglio 2020	

Piano/Programma/Vincolo		Sintesi
Vincolistica nazionale		
Vincolo aree percorse da incendio <i>L. 21 novembre 2000, n. 353, art. 10</i>		Intervento non ricade all'interno delle aree percorse da incendio, non soggetta a vincolo
Vincolo idrogeologico (<i>Par. Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923</i>)		Area delle opere soggetta a tale vincolo ai sensi dell'Art. 1 del R.D.L. 3267/23 e pertanto dovrà essere preventivamente autorizzata dalle autorità competenti. L'attività costruttiva legata alla realizzazione del pozzo P3 e delle opere di superficie accessorie è limitata ad una porzione minima di territorio, inoltre caratterizzata da basse acclività. Si ritiene pertanto che gli interventi previsti in progetto non modificheranno l'assetto idrogeologico esistente, sia in termini di stabilità dei terreni che di regime delle acque.
Strumenti della pianificazione regionale		
Piano Paesaggistico Regionale (PPR)		Assetto ambientale: Aree ad utilizzazione agro-forestale, colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte (Articoli 28, 29, 30 N.T.A. PPR06); corsi d'acqua: Riu Icoarva Assetto storico-culturale: fontana Saspiddagliu Assetto insediativo: strada provinciale SP50
Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)		Intervento ricade nelle aree a moderata pericolosità (Hg1) e moderato rischio (RG1) da frana (articoli 23 e 24 delle N.A.). Si veda quanto scritto per il vincolo idrogeologico.
Piano Tutela delle Acque (PTA)		Intervento ricade all'interno del bacino drenante che contribuisce all'inquinamento delle aree sensibili presenti nel bacino del fiume Posada. Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, il PTA non ha individuato acquiferi in questa area. Le opere non prevedono prelievi significativi da corpi idrici superficiali e/o sotterranei e scarichi significativi nell'ambiente circostante.
Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)		Si veda quanto scritto per gli altri piani
Piano Attività estrattive (PRAE) e Parco Geominerario della Sardegna		Intervento non soggetto al PRAE. Area non inclusa nel Parco Geominerario.
Piano Regionale Bonifica Aree Inquinata (PRB)		Intervento non ricade all'interno di nessuna delle aree inquinate presenti sul territorio.
Strumenti della pianificazione provinciale e comunale		
Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)		Non sono stati riscontrati alla data di oggi elementi di incoerenza.
Piano Urbanistico Comunale (PUC)		Intervento ricade in aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva (Norma E2, articoli 7, 8 e 9). Inoltre, l'area interessata dalle opere è soggetta a vincolo forestale (VF)
Vincoli di protezione e tutela		
Parchi nazionali, le aree marine protette, i parchi regionali, i monumenti nazionali istituiti, le aree della rete Natura 2000 (Siti di interesse comunitario SIC, Zone di protezione speciale ZPS), le oasi di protezione permanente e cattura OPP, altre aree regionali protette		Area interessata dalle opere non soggetta a vincoli di tutela naturalistica.

Tabella 8 – Pozzo P3, Quadro di riferimento programmatico, sintesi

5.3 Quadro di riferimento progettuale

Nel quadro di riferimento progettuale è stata effettuata una breve descrizione delle lavorazioni e delle opere oggetto del presente progetto. Inoltre, sono stati descritti i principali obiettivi delle opere, le principali alternative prese in esame, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle principali ragioni della scelta

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

effettuata. Infine, è stata fornita una stima delle risorse utilizzate per l'esecuzione delle attività di progetto, una descrizione dei materiali impiegati nelle lavorazioni e una valutazione del tipo e della quantità dei residui.

5.4 Quadro di riferimento ambientale

Nel quadro di riferimento ambientale sono state analizzate le componenti ambientali interessate dalle lavorazioni e dalle opere e sono stati valutati i probabili impatti su di esse. Inoltre, sono state descritte le misure previste per evitare, ridurre e se possibile compensare gli impatti negativi rilevanti del progetto sull'ambiente.

Le valutazioni condotte consentono di giungere ad un giudizio complessivo che conferma la non significatività dei possibili effetti diretti e/o indiretti sull'ambiente attesi dalla realizzazione delle lavorazioni connesse alla realizzazione dei due pozzi. Gli eventuali effetti saranno infatti di carattere temporaneo, reversibile e legati quasi esclusivamente alla fase di cantiere. Inoltre, tali impatti saranno minimizzati mediante ricorso a mirate azioni di mitigazione.

Il quadro di riferimento ambientale del progetto è sintetizzato nella seguente tabella:

Fase di progetto	Impatti		Mitigazioni
	Descrizione	Quantificazione	
Atmosfera			
Fase di Cantiere	Sollevamento di polveri e emissioni di gas di scarico.	Bassa entità Temporaneo Reversibile	Mezzi e generatori a basse emissioni. Bagnatura viabilità e cumuli di materiale. Pulizia ruote mezzi. Copertura mezzi e cumuli di materiale.
Fase di Esercizio	Assenti	-	-
Ambiente idrico			
Fase di Cantiere	Sversamento accidentale di sostanze inquinanti stoccate e utilizzate nelle aree di cantiere.	Non significativo Temporaneo Reversibile	Prescrizioni all'impresa per il corretto stoccaggio e protezione di materiali potenzialmente inquinanti e dei residui della perforazione.
Fase di Esercizio	Assenti	-	-
Suolo e sottosuolo			
Fase di Cantiere	Piccole attività di scavo e di sbancamento; sversamento accidentale di sostanze inquinanti stoccate e utilizzate nelle aree di cantiere o durante il passaggio dei mezzi.	Bassa entità Temporaneo Reversibile	Impiego di mezzi d'opera di nuova generazione; predisposizione di apposita segnaletica stradale al fine di minimizzare il rischio di incidenti; prescrizioni per il corretto stoccaggio e protezione di materiali potenzialmente inquinanti.
Fase di Esercizio	Occupazione suolo (110 mq) per 5 anni	Non significativo Temporaneo Reversibile	-
Rumore e Vibrazioni			
Fase di Cantiere	Generato prevalentemente dalle macchine operatrici utilizzate per le lavorazioni ed i sollevamenti, dai veicoli pesanti per il trasporto dei materiali e dai veicoli leggeri per il trasporto delle persone	Bassa entità Temporaneo Reversibile	Adozione di macchine operatrici a norma CE e dotazione agli addetti di opportuni Dispositivi di Protezione Individuali (DPI).
Fase di Esercizio	-	-	-

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

Vegetazione, Flora, Fauna e Ecosistemi			
Fase di Cantiere	Perdita di habitat; al disturbo dovuto all'inquinamento atmosferico; al disturbo dovuto all'inquinamento acustico; all'incremento del traffico veicolare; al taglio della vegetazione nell'impronta delle opere.	Bassa entità Temporaneo Reversibile	I potenziali impatti saranno mitigati attraverso le misure previste per gli impatti su aria, suolo e rumore sopra descritti.
Fase di Esercizio	Occupazione suolo	Non significativo Temporaneo Reversibile	-
Salute pubblica			
Fase di Cantiere	Sollevamento di polveri dovuto al passaggio di mezzi; incremento del traffico pesante con conseguente incremento dell'inquinamento atmosferico e potenziali disagi per il traffico e la sicurezza stradale; Incremento dell'inquinamento acustico dovuto al traffico di mezzi pesanti e all'utilizzo delle attrezzature	Bassa entità Temporaneo Reversibile	I potenziali impatti saranno mitigati attraverso le misure previste per gli impatti su aria e rumore sopra descritti.
Fase di Esercizio	-	-	-
Paesaggio			
Fase di Cantiere	Presenza strutture di cantiere	Bassa entità Temporaneo Reversibile	-
Fase di Esercizio	Presenza opere soprasuolo (recinzione, armadio elettrico)	Bassa entità Temporaneo Reversibile	-

Tabella 9 – Pozzi P2 e P3, Quadro di riferimento ambientale, sintesi

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

6. Gestione delle materie prime

Questo capitolo fornisce una sintesi della relazione sulla gestione delle materie prime (ET_R05) allegata al presente progetto definitivo/esecutivo.

La relazione è redatta in conformità all'art.26 comma "i" del DPR 207/2010 e in particolare descrive i fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava, al netto dei volumi reimpiegati, e degli esuberi di materiali di scarto, provenienti dagli scavi. Inoltre, contiene l'individuazione delle cave per approvvigionamento delle materie e delle aree di deposito per lo smaltimento delle terre di scarto e descrive le soluzioni di sistemazione finale proposte.

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, considerando che le aree interessate dalle lavorazioni sono zone agricole destinate a pascolo, si può ragionevolmente assumere che i materiali provenienti dalle lavorazioni possano essere considerati come non pericolosi e conseguentemente gestiti nel seguente modo:

- **Scavi per la realizzazione delle opere superficiali**
Riutilizzati allo stato naturale nello stesso sito nel quale sono prodotte per le operazioni di rinterro previste in progetto (ai sensi dell'art. 185 del d.lgs. 152/2006 e dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017).
Per i materiali di scavo in esubero, che non verranno utilizzati per il rinterro delle opere previste in progetto, si potrà prevedere il riutilizzo nello stesso sito per piccole lavorazioni (modellazione terreno, sistemazione viabilità secondaria, ecc.), il riutilizzo in altri siti o il loro trasporto a impianti di trattamento come materiali non pericolosi (CER 17 04 05).
- **Residui di perforazione**
I residui fluidi e i residui solidi fini non separabili dal fango saranno smaltiti come rifiuti non pericolosi presso discariche o impianti di trattamento autorizzati secondo le procedure di legge.
Per quanto riguarda, i detriti grossolani della perforazione, separati dal fluido e raccolti nella vasca di stoccaggio, vale quanto detto sopra per i materiali di scavo derivanti dalle lavorazioni superficiali.

Si precisa che in fase di esecuzione dei lavori, si dovrà procedere alla esecuzione di analisi per la caratterizzazione dei materiali prodotti dalle lavorazioni, al fine di individuare l'eventuale presenza di materiale contaminato da identificare con specifico codice CER e avviare in discarica controllata o ad impianti di trattamento per il successivo recupero.

Le lavorazioni previste in progetto, per le quali risulta un approvvigionamento da cava, sono relative solamente alla posa della sabbia/sabbia mista a ghiaia per il rinterro del corrugato flessibile in PE. Nel caso l'impresa

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

esecutrice decida di confezionare il calcestruzzo in cantiere dovranno essere approvvigionate da cava anche gli inerti per l'esecuzione dei calcestruzzi.

La seguente tabella sintetizza il bilancio delle materie relativo alle lavorazioni oggetto del presente progetto:

SCAVI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE SUPERFICIALI	
Descrizione	Volume [mc]
Materiale che verrà destinato al riutilizzo all'interno del cantiere per le opere previste in progetto	11,1
Materiale che non verrà destinato al riutilizzo all'interno del cantiere per le opere previste in progetto, e che potrà essere destinato al riutilizzo all'interno dello stesso sito, al riutilizzo in altri siti o avviato al recupero presso centri di riciclaggio/smaltimento.	12,1

MATERIALI PROVENIENTI DALLE PERFORAZIONI	
Descrizione	Volume [mc]
Materiale dalle operazioni di perforazione che non verrà destinato al riutilizzo all'interno del cantiere per le opere previste in progetto, e che potrà essere destinato al riutilizzo all'interno dello stesso sito, al riutilizzo in altri siti o avviato al recupero presso centri di riciclaggio/smaltimento (CER 17 05 04)	20,9
Materiale che non verrà destinato al riutilizzo all'interno del cantiere da avviare al recupero presso centri di riciclaggio/smaltimento (CER 01 05 04)	38,8

MATERIALE DA APPROVVIGIONARE DA CAVA	
Descrizione	Volume [mc]
Sabbia/Sabbia mista a ghiaia per letto di posa e rinterro di protezione del corrugato flessibile in PE.	3,8
Sabbia per confezionamento del calcestruzzo (se confezionato in cantiere)	0,6
Pietrisco per confezionamento del calcestruzzo (se confezionato in cantiere)	1,8

Tabella 10 – Bilancio di materiali durante le lavorazioni

Si precisa che le valutazioni quantitative sui rifiuti riportate nella precedente tabella sono di carattere previsionale e che le effettive produzioni e la loro effettiva destinazione (funzione del codice CER indentificato) dovranno essere valutate in fase di esecuzione dei lavori.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

7. Inquadramento paesaggistico

L'inquadramento paesaggistico delle aree interessate dalle opere, gli effetti derivanti dalla realizzazione delle opere stesse e le eventuali misure di mitigazione sono descritti nelle relazioni paesaggistiche allegate al presente progetto definitivo/esecutivo (ET_R06 e ET_R07) e descritte sinteticamente di seguito.

L'area del pozzo P2 è localizzata su un altopiano con forma prevalentemente pianeggiante. La quota in prossimità del pozzo è approssimativamente 767 m s.l.m. L'area prevista per il cantiere e per le opere è all'interno di una radura destinata a pascolo di superficie indicativa di 2'500 m, circondata da bosco (sugherete, castagneti da frutto). L'area nell'intorno del pozzo è caratterizzata dall'alternanza di boschi, radure e zone coltivate.

L'area ad ovest del pozzo è attraversata dalla strada SS389 (ad una distanza di circa 300 m) e da un corso d'acqua stagionale (distanza approssimativa di 150-160 m). A nord si trova la strada provinciale SP50, ad una distanza approssimativa di 300-400 m. Ad Est e Sud l'area pianeggiante è incisa rispettivamente dal passaggio del Riu su Carru (distanza approssimativa 700-800 m) e dal Riu s'Adde (distanza approssimativa 1200 m).

Per quanto riguarda la cartografia del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) si segnala la presenza, in prossimità dell'area di progetto (raggio di circa 1 km), dei seguenti elementi:

- Assetto Ambientale: componenti di paesaggio con valenza ambientale - aree ad utilizzazione agro-forestale e aree semi-naturali in prevalenza, piccole porzioni di aree naturali; corsi d'acqua: Riu su Carru e Riu s'Adde
- Assetto storico-culturale: nessun elemento
- Assetto insediativo: nessun elemento

L'area del pozzo P3 è localizzata su un altopiano con forma prevalentemente pianeggiante. La quota in prossimità del pozzo è approssimativamente 720 m s.l.m. L'area vasta intro all'area del pozzo è caratterizzata dall'alternanza di boschi (soprattutto sul lato Ovest), radure e zone non coltivate destinate a pascolo.

L'area a nord del pozzo è attraversata dalla strada SP50 (ad una distanza di circa 400 m) e dal Riu Icoarva (distanza approssimativa di 300 m). In tutte le direzioni, l'altopiano è delimitato dai solchi, a volte profondi, che ospitano i corsi d'acqua stagionali tributari Rio Mannu.

Per quanto riguarda la cartografia del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) si segnala la presenza, in prossimità dell'area di progetto (raggio di circa 1 km), dei seguenti elementi:

- Assetto Ambientale: componenti di paesaggio con valenza ambientale: aree ad utilizzazione agro-forestale e aree semi-naturali in prevalenza, piccole porzioni di aree naturali; o corsi d'acqua: Riu Icoarva;

Progettista 						ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005			Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>			
Codice						Titolo			Revisione		Data	
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica			B		10 Luglio 2020	

- Assetto storico-culturale: fontana Saspiddagliu (distanza approssimativa di 100 m);
- Assetto insediativo: strada provinciale SP50

Durante la fase di cantiere gli impatti potenziali sul paesaggio sono imputabili essenzialmente alla presenza delle strutture del cantiere (area interessata di circa 400-900 mq). Tali impatti, a carattere temporaneo e localizzato, sono legati alle attività del cantiere, alla presenza delle macchine operatrici e agli stoccaggi di materiali.

Nella fase di esercizio gli impatti sono dovuti alla presenza delle opere sopra suolo sopra descritte.

Considerando il contesto paesaggistico dell'area di interesse e la tipologia e la dimensione delle opere in progetto installate sopra suolo si ritiene che gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera siano trascurabili, in termini di ingombro, occultamento e disturbo della visuale.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

8. Accertamento in ordine alla disponibilità delle aree

Per la realizzazione delle opere oggetto del presente progetto, per entrambi i siti P2 e P3, non è previsto di espropriare i terreni interessati.

Come detto in precedenza, l'obiettivo dei due pozzi è quello di installare dei sismografi per l'esecuzione di misurazione di rumore microsismico. Tale misurazione sono previste per un arco temporale indicativo di 5 anni. Il sito alla fine dell'arco temporale previsto per le misurazioni sarà ripristinato e restituito ai proprietari. Le operazioni necessari al ripristino non sono oggetto del presente progetto.

Per i motivi sopra descritti, si prevede di occupare solo temporaneamente i terreni interessati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

Le seguenti tabelle illustrano i riferimenti catastali delle aree che saranno interessate dalle lavorazioni e dalle opere.

Proprietario	Comune	Foglio	Particella	Qualità Classe	Superficie	Reddito catastale	Superficie da occupare
					[x10 ³ mq]	[€]	[mq]
MAMELI Lucianna	Bitti (A895)	4	18	Pascolo 2	51,232	103,44	ca. 1000

Tabella 11 – Pozzo P2, elenco delle ditte

Proprietario	Comune	Foglio	Particella	Qualità Classe	Superficie	Reddito catastale	Superficie da occupare
					[x10 ³ mq]	[€]	[mq]
Comune di Onanì	Onanì (G064)	4	10	Pascolo arb. 2	584,986	1963,78	ca. 900
				Pascolo 4	1427,406	589,76	

Tabella 12 – Pozzo P3, elenco delle ditte

La Stazione Appaltante ha già avviato le procedure per l'acquisizione temporanea delle aree interessate dal progetto. In particolare, sono in corso le seguenti procedure:

- Pozzo P2: locazione di un'area di circa 1000 mq per 5 anni;
- Pozzo P3: cambio di destinazione d'uso di un'area di circa 900 mq per 5 anni, attualmente concessa in uso civico ad ARGEA SARDEGNA.

All'interno di queste aree verranno posizionate le opere di progetto che richiedono un superficie di circa 110 mq (12x9m).

Progettista 						ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005			Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>			
Codice						Titolo			Revisione		Data	
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica			B		10 Luglio 2020	

Le indennità di occupazione temporanea per la durata di 5 anni per i due siti sono approssimativamente pari a:

- Area pozzo P2: ca. 4'500 euro
- Area pozzo P3: ca. 1'500 euro.

I costi per l'occupazione temporanea delle aree saranno sostenuti con coperture finanziarie già stanziare dalla Stazione Appaltante. Per tale motivo non sono previste nel quadro economico del presente progetto somme a disposizione per l'acquisizione delle aree interessate.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

9. Prime indicazioni sulla sicurezza

Considerando la tipologia e l'entità delle lavorazioni per la realizzazione dei due pozzi e delle opere accessorie si ritiene che il lavoro verrà affidato ad un'unica impresa.

Per tali motivi ad oggi non è necessario il Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Le lavorazioni richiederanno un numero di uomini-giorno pari a 360, superiore alla soglia dei 200 UG prevista dal D.Lgs 81/2008. Per tale motivo si rende obbligatoria, ai sensi dell'art. 99 del decreto legge prima citato, l'invio della notifica preliminare.

Si è ritenuto comunque utile redigere una relazione, allegata al presente progetto (ET_A03), con le prime indicazioni sulla sicurezza utili alla stesura del Piano Operativo di Sicurezza che verrà sviluppato dall'Impresa Appaltatrice. Inoltre, quest'ultima dovrà adottare tutte le misure e le cautele necessarie a garantire la salvaguardia e l'incolumità dei lavoratori e dei terzi, nonché a evitare danni ai beni sia pubblici che privati, dando concreta attuazione a tutti gli adempimenti previsti dall'attuale normativa di settore.

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
Relazione generale e tecnica specialistica			B	10 Luglio 2020	

10. Cronoprogramma

Il Cronoprogramma dei Lavori, redatto ai sensi dell'art. 40 del D.P.R. 207/2010, è illustrato nella relazione ET_A06 e riportato nella seguente figura.

Il tempo previsto per la completa esecuzione dei lavori è di **180 giorni** naturali e consecutivi.

I tempi necessari per l'esecuzione dei lavori sono stati stimati come segue:

- Installazione cantiere e impianto di perforazione: 1 settimana per ogni postazione
- Lavorazioni di perforazione e completamento pozzi: 7 settimane per ogni postazione
- Dismissione impianto di perforazione e smaltimento rifiuti: 1 settimana per ogni postazione
- Realizzazione testa pozzo e opere superficiali: 2 settimane per ogni postazione
- Dismissione cantiere alla fine delle lavorazioni: 1 settimana per ogni postazione

Il calcolo del tempo necessario per la perforazione e completamento pozzi è stato effettuato considerando la velocità di perforazione attesa in funzione dei diametri della perforazione e delle formazioni interessate, i tempi tecnici per l'installazione dei rivestimenti e per l'esecuzione della cementazione, i tempi di fermo cantiere per la verifica della verticalità, i tempi di fermo cantiere per l'esecuzione di eventuali indagini in foro a fine perforazione, i tempi necessari ad eseguire la prova di tenuta del rivestimento definitivo. Inoltre, nel calcolo dei giorni consecutivi necessari si è tenuto conto prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole, nonché della chiusura dei cantieri per festività.

Il calcolo del tempo necessario (giorni consecutivi necessari) per la realizzazione della testa pozzo e delle opere superficiali è stato effettuato mettendo in relazione l'importo lavori con la produzione media della manodopera. Inoltre, nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.

In fase di redazione del programma esecutivo, quando si è a conoscenza della data d'inizio dei lavori, l'impresa dovrà collocare le attività durante il loro effettivo periodo temporale di esecuzione, che nell'arco dell'anno avrà diversi tipi di incidenza sulla produttività che potranno essere di diminuzione o di aumento rispetto alla media considerata in fase di progetto.

Progettista 	ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005	Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	
Codice	Titolo	Revisione	Data
E T - R 0 2	Relazione generale e tecnica specialistica	B	10 Luglio 2020

ID	DESCRIZIONE ATTIVITA'	DURATA (SETTIMANE)	MESI/SETTIMANE																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	POZZO P2	12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■													
1.1	Preparazione e installazione cantiere Pozzo P2	1	■																							
1.2	Perforazione, compresi: rivestimento e cementazione avanzato, sosta di due giorni per esecuzione eventuali prove in foro	5	■	■	■	■	■																			
1.3	Completamento del pozzo con rivestimento definitivo e cementazione	1																								
1.4	Prova di tenuta idraulica del rivestimento definitivo del pozzo	1																								
1.5	Dismissione impianto di perforazione e smaltimento rifiuti perforazione	1																								
1.6	Realizzazione testa pozzo ed opere superficiali accessorie al pozzo	2																								
1.7	Dismissione cantiere	1																								
2	POZZO P3	12												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
2.1	Trasferimento postazione Pozzo P2, preparazione e installazione cantiere Pozzo P2	1												■												
2.2	Perforazione, compresi: rivestimento e cementazione avanzato, sosta di due giorni per esecuzione eventuali prove in foro	5												■	■	■	■	■								
2.3	Completamento del pozzo con rivestimento definitivo e cementazione	1																								
2.4	Prova di tenuta idraulica del rivestimento definitivo del pozzo	1																								
2.5	Dismissione cantiere di perforazione e smaltimento rifiuti perforazione	1																								
2.6	Realizzazione testa pozzo ed opere superficiali accessorie al pozzo	2																								
2.7	Dismissione cantiere	1																								
TOTALE POZZI P2+P3		24	(ca. 6 mesi)																							

Figura 21 – Cronoprogramma dei lavori

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>	
Codice		Titolo	Revisione	Data	
E	T	-	R	0	2
		Relazione generale e tecnica specialistica	B	10 Luglio 2020	

11. Stima dei costi e quadro economico riassuntivo

Il quadro economico complessivo delle lavorazioni è illustrato nella relazione ET_Q03 e riportato nella seguente tabella.

Il quadro economico è stato redatto, ai sensi degli Articoli 16 e 42 del DPR 207/2010 e contiene:

- il risultato del computo metrico estimativo dei lavori;
- l'importo degli oneri della sicurezza non soggetti a ribasso;
- le somme a disposizione della stazione appaltante per imprevisti, lavori in economia, spese tecniche, IVA e altre imposte, ecc.

Il computo metrico estimativo è stato redatto applicando alle quantità delle lavorazioni, dedotte dagli elaborati grafici allegati al presente progetto, i prezzi unitari dell'elenco allegato alla relazione ET_Q01.

I prezzi unitari fanno riferimento ai seguenti prezziari:

- Prezzario dei Lavori Pubblici della regione Sardegna 2019 approvato con Delibera della Giunta Regionale N. 27/12 DEL 23.07.2019;
- Prezzario A.N.I.P.A. (Associazione Nazionale di Idrogeologia e Pozzi Acqua) 2019 pubblicato sul sito internet dell'associazione (<http://www.anipapozzi.com/?q=content/nuovo-preziario>).

Per voci non rinvenute nei prezziari è stata svolta un'analisi nuovi prezzi.

Come illustrato nella seguente tabella, le lavorazioni in progetto comportano un impegno di spesa lorda complessiva di **Euro 410.000,00** (quattrocentodiecimila/00).

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  Istituto Nazionale di Fisica Nucleare					
Codice		Titolo		Revisione		Data			
E	T	-	R	0	2	Relazione generale e tecnica specialistica		B	10 Luglio 2020

A - IMPORTO DEI LAVORI E DELLA SICUREZZA DA APPALTARE		
A1	Importo lavori - soggetto a ribasso	249,229.21 €
A2	Oneri della sicurezza - non soggetto a ribasso	14,770.79 €
A	Totale importo dei lavori e della sicurezza (A1+A2)	264,000.00 €
B - SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE		
B1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	36,000.00 €
	B1a - Oneri di gestione e smaltimento rifiuti	30,000.00 €
	B1b - Fornitura e posa in opera armadio elettrico	6,000.00 €
B2	indagini, rilievi e accertamenti	- €
B3	allacciamenti ai pubblici servizi	- €
B4	Imprevisti (IVA inclusa)	19,785.60 €
B5	Importo dei costi di acquisizione o di espropriazione di aree o immobili	- €
B6	Fondo incentivante di cui all'articolo 113 D. Lgs. 50/2016 (2% di A)	5,280.00 €
B7	Spese tecniche relative alla progettazione alla direzioni lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione	12,000.00 €
B8	Spese per attività tecniche amministrative connesse al supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	- €
B9	Eventuali spese per commisioni giudicatrici	1,000.00 €
B10	Spese per pubblicazione bando	2,000.00 €
B11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	- €
B12	I.V.A., eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge	69,934.40 €
	B12a - IVA su A (aliquota 22%)	58,080.00 €
	B12b - IVA su B1 (22%)	7,920.00 €
	B12c - IVA su B2 (22%)	- €
	B12d - contributi cassa previdenziale su B7+B8+B9 (4%)	520.00 €
	B12e - IVA su B7+B8+B9+B12d (22%)	2,974.40 €
	B12f - IVA su B10 (22%)	440.00 €
	B12g - IVA su B11 (22%)	- €
B	Totale somme a disposizione della stazione appaltante (B1+...+B12)	146,000.00 €
TOTALE GENERALE (A+B)		410,000.00 €

Tabella 13 – Quadro economico

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Allegato 1 – Estratto “Nanometrics Trillium Slim PH, user guide, 21 November 2019”		B		10 Luglio 2020	

Allegato 1

Estratto “Nanometrics Trillium Slim PH, user guide, 21 November 2019”

Progettista 		ET (EINSTEIN TELESCOPE) - VIRGO_MIUR Realizzazione di due pozzi verticali per la raccolta dati di rumore microsismico di profondità in Sardegna CUP: I49E20000030005		Committente  <small>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</small>							
Codice		Titolo		Revisione		Data					
E	T	-	R	0	2	Allegato 2 - Nanometrics, Technical Note 18093R3 Borehole Drilling Requirements, 8 July 2016		B		10 Luglio 2020	

Allegato 2

Nanometrics, Technical Note 18093R3 Borehole Drilling Requirements, 8
July 2016



User Guide

November 21, 2019



Chapter 1 - Getting Started

1.1 About the Trillium 120 Slim Posthole Seismometer

Nanometrics industry-leading Trillium 120-class seismometer in a slim posthole form-factor is a very broadband seismometer ideal for local, regional and tele-seismic studies, having a response of flat to velocity from 120 seconds to 150 Hz and exceptionally low self-noise. Operators will appreciate the low power consumption, remote mass centering and robust no-mass lock design inherent in all Trillium Seismometers. Its many simple-to-use features, such as automatic mass centering that can be remotely initiated, and digital case tilt reporting make for fast and successful installation every time.

The Trillium 120 Slim Posthole has a wide range tensioner, a $\pm 4^\circ$ mass-centering range permitting installations in postholes that are up to 4° from vertical. When used with the Centaur Digital Recorder, an innovative real-time tilt and azimuth correction feature permits the digitizer to correct for any tilt and misalignment at the source, eliminating the need for correction downstream.

Additionally, when the Trillium 120 Slim Posthole seismometer is combined with an optional Slim Holelock the result is a slim borehole form-factor that is optimized for cased boreholes from 115 mm to 241 mm in diameter, complementing the current Trillium 120 Borehole models designed for boreholes of 152 mm and greater. The seismometer is housed in a stainless steel enclosure with a high pressure marine grade connector. The holelock is housed in a stainless steel enclosure with a spring actuated hole-lock mechanism.

Benefits

- A robust, waterproof, stainless steel enclosure ensures the sensor is protected from hostile environments
- Tilt tolerance of 0° to 4° from vertical
- True vertical data provided by the Centaur digitizer, informed by Trillium's integrated tilt sensor
- Low power consumption of 230 mW minimizes power source requirements at the site
- Quiet down-hole deployments benefit from exceptional self-noise
- Automatic mass centering that can be remotely initiated

1.2 Unpacking and Handling a Trillium 120 Slim Posthole

The shipping box and packing foam for the Trillium 120 Slim Posthole have been designed and tested to protect the against the impact of accidental drops during hand-carrying and from vibration and shock during shipping. To maintain warranty protection, Trillium 120 Slim Posthole must always be transported in packaging approved by Nanometrics. Save the original packaging and reuse it any time you are transporting a Trillium 120 Slim Posthole. If custom packaging is required for a particular application, please consult Nanometrics (see ["Contact Us" on page 97](#)).

After delivering a Trillium 120 Slim Posthole seismometer to its installation site, you can safely remove it from the packaging and handle it without any special precautions other than taking care not to drop it or bang it against hard surfaces. Trillium 120 Slim Posthole seismometers do not require any mass lock mechanisms. These seismometers are ready to operate right out of the box and can withstand shocks of up to 20 g with no degradation in performance or service life.

Unpacking & Handling

The Trillium 120 Slim Posthole is shipped in a standard cardboard box with foam.

For the Slim Holelock, take care when handling the Holelock when the Cam is in the ready position (not deployed). (See the Severe Injury Warning below.)



SEVERE INJURY WARNING This assembly contains a powerful spring-powered clamp mechanism that can cause severe personal injury, death or damage to property if mishandled. Read this entire user guide carefully, including warnings and cautions, before handling or using the Holelock and ensure that any operators or personnel involved in handling the Holelock have been alerted to the potential risks of handling and attempting to install the Holelock.

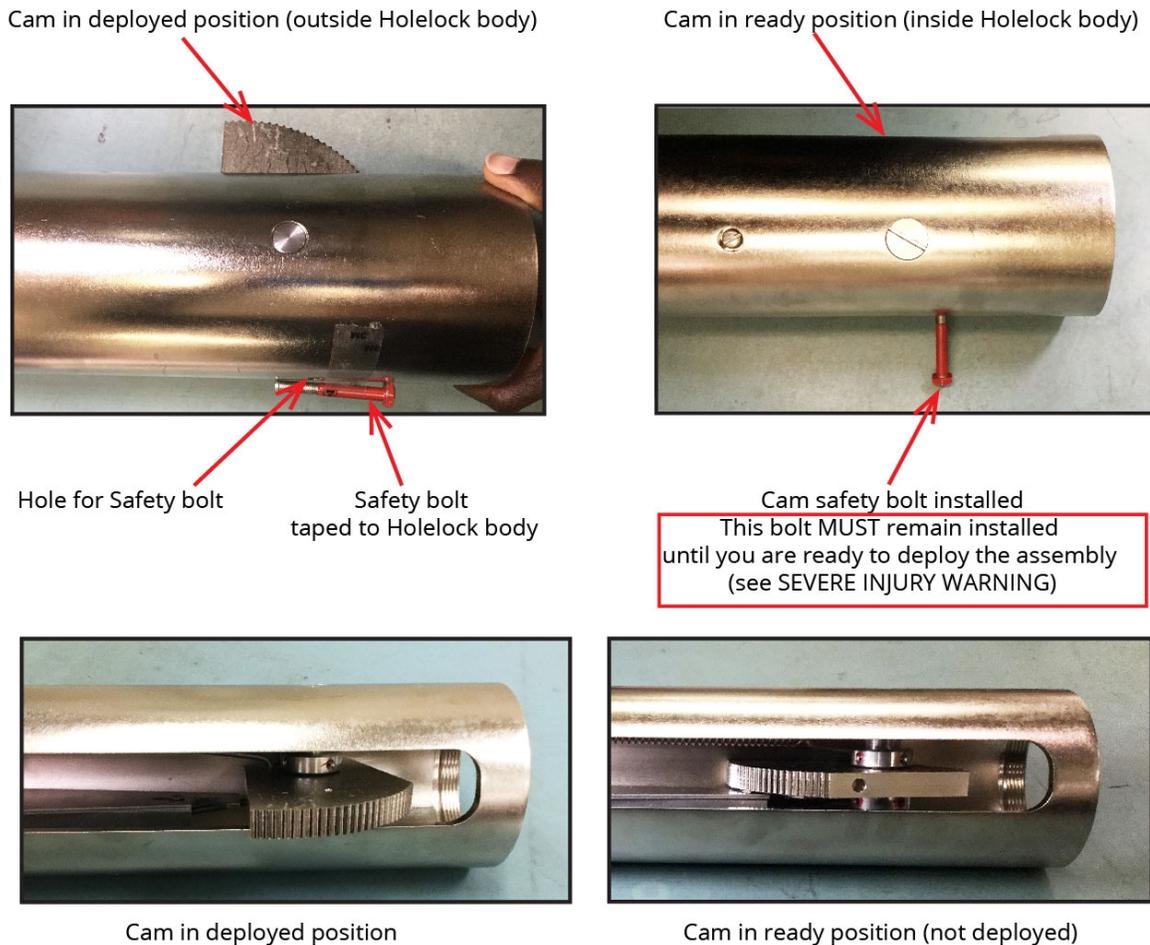
1.2.1 Safety Bolt Use for the Slim Holelock

The holelock assembly contains a powerful spring-powered clamp mechanism that can cause severe personal injury if mishandled. (See the Severe Injury Warning above.) The Slim Holelock is shipped with a safety bolt for locking the cam taped to the holelock body. Once the cam has

been set to the ready position, the safety bolt must be installed to prevent the cam from deploying prematurely. (See Figure 1-1.)

The safety bolt should not be removed until you are ready to lower the seismometer/holelock assembly into the borehole.

Figure 1-1 - Safety bolt shipped and in use



1.3 Cables and Accessories

Nanometrics offers optional equipment, that can be purchased separately, that add convenience to the installation and use of your Trillium 120 Slim Posthole seismometer. This section describes a number of these options.

Table 1-1 - List of cables and accessories for the Trillium 120 Slim Posthole

Name	Part Number	Description
Cable, Seismometer, Posthole to Nanometrics digitizer	17782-xxM where xx refers to the cable length in meters.	<p>A cable that connects the Trillium 120 Slim Posthole to a Nanometrics digitizer.</p> <p>It has 20 AWG power wires and can be used in lengths up to 65 m with a 12 V power system or up to 300 m with a 24 V power system.</p> <p>This cable has a rugged polyurethane jacket suitable for direct burial.</p>
Cable, Trillium Posthole/Borehole seismometer to Serial Port and Power	17280-xxM where xx refers to the cable length in meters.	<p>This cable, which is used for lab testing, provides serial communications and power to the Trillium 120 Slim Posthole seismometer. On one end, the cable has a 20-pin connector that attaches to the connector of the Trillium 120 Slim Posthole seismometer. From this connector, the cable splits into two 3 m lengths; one with a DB-9 serial connector that connects to the serial port of a computer, and the other with a two-prong banana plug for power.</p> <p>This cable is used for accessing the Web interface of the Trillium 120 Slim Posthole seismometer using a SLIP connection. For more information, refer to the Nanometrics technical note <i>Accessing Your Nanometrics Smart Sensor Web Interface</i>, or go to support.nanometrics.ca.</p> <p>The standard length of this cable is 3 m.</p>
Cable, seismometer Posthole to open-end or third party digitizer	Contact Nanometrics	<p>Contact Nanometrics for a full listing of open-ended cables and cables with connectors to third party digitizers. See "Contact Us" on page 97.</p>
Alignment Tool Spade Bit Kit	18439	<p>This kit includes the Alignment Tool Spade Bit and the screws required to secure the Spade Bit to an alignment rod (The alignment rod is not included). Use this with an alignment rod to align and level the Trillium 120 Slim Posthole. See "Aligning and Leveling a Trillium 120 Slim Posthole using an Alignment Rod" on page 26.</p>
Alignment Rod for Spade Bit	18440	<p>A simple 48" x 1 1/2" x 3/4" hollow aluminum bar, predrilled for the Alignment Tool Spade Bit.</p>
Slim Holelock Kit (T-SHL1)	19188	<p>To adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 114 mm to 129 mm borehole. Kit includes holelock assembly for 114 mm to 129 mm borehole, adapter plate and mounting screws.</p>

Table 1-1 - List of cables and accessories for the Trillium 120 Slim Posthole (Continued)

Name	Part Number	Description
Slim Holelock Kit (T-SHL2)	19188-01	To adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 132 mm to 174 mm borehole. Kit includes holelock assembly for 132 mm to 174 mm borehole, adapter plate and mounting screws.
Slim Holelock Kit (T-SHL3)	19188-02	To adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 144 mm to 185 mm borehole. Kit includes holelock assembly for 114 mm to 129 mm borehole, adapter plate and mounting screws.
Slim Holelock Kit (T-SHL4)	19188-03	To adapt the Trillium 120 Slim for installation in a 197 mm to 241 mm borehole. Kit includes holelock assembly for 197 mm to 241 mm borehole, adapter plate and mounting screws.
Vault Test Kit, Trillium Slim Posthole	19160	This kit includes a plate, three mounting screws and three adjustable locking feet for use with the Trillium 120 Slim Posthole.
Lifting Cable Kit, Trillium/Meridian Posthole and Borehole, 3/16" SS Cable	17920-xxM where xx refers to the cable length in meters.	For use when installing the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock. This kit includes a lifting cable, cable clamps, cable ties. When the cable is more than 50 m in length the kit also includes a magnetic cable strain relief and borehole cable clamp.
Lifting Cable, 3/16" Stainless steel	17897-xxM where xx refers to the cable length in meters.	Optional lifting cable for use when installing the Trillium 120 Slim Posthole.

1.4 Technical Support and Maintenance

If you need technical support, please submit your request by email. Include a full explanation of the problem and any supporting information (such as a screen capture of the observed problem, mass position readings, photographs, operating input voltage and current) to help us direct your request to the most knowledgeable person for reply. Before returning a unit for repair, contact Nanometrics Technical Support to obtain an RMA (Return Merchandise Authorization) number. Email us at techsupport@nanometrics.ca or see "Contact Technical Support" on page 97.

The mechanical and electronic elements of the Trillium 120 Slim Posthole have been designed to be robust and reliable, to ensure there is no need to open units for on-site maintenance. The internal reverse-voltage protection and over-current protection automatically resets when the fault is removed, so there are no fuses to replace.

1.4.1 Recording Your Serial Number and IP Address

Before installing your Trillium 120 Slim Posthole seismometer, it is important to record both the serial number and the IP address of the unit. Both numbers are located on the label.

Keep this information readily available. You will need to reference the serial number when contacting Technical Support. You will need the IP address of the unit to access. See "Configuring Serial Communications" on page 62 for more information.



If the IP address not recorded, can be calculated later using the serial number. See "Calculating the IP Address" on page 63.

2.6.3 Aligning the Trillium 120 Slim Posthole using a Surface seismometer

You can use a seismometer installed at the surface to determine the orientation of the horizontal (X and Y) components of the Trillium 120 Slim Posthole once installed in the hole. This method involves comparing the recorded output of both seismometers and computing the relative direction of seismic wave motion to determine the relative azimuth of the down-hole Trillium 120 Slim Posthole compared to the surface seismometer.

When you install the reference seismometer on the surface, ensure that you align it carefully in a known orientation. After both seismometers have been installed, leave the installations undisturbed for at least one hour while collecting data from both. When you are ready to perform your data analysis, ensure that your post-processing software is equipped to apply a rotation transformation, allowing it to measure and correct the relative azimuth. Take note of the values and enter them on the Centaur in the Digitizer Orientation Correction configuration feature. See the *Centaur user guide* for instructions.

One advantage of this method of alignment is that it allows you to verify the performance of the down-hole instrument: it should be quieter than the surface instrument.

Contact Nanometrics (see "[Contact Us](#)" on page 97) for more information on using this method of alignment.

2.7 Installation Checklist for the Trillium 120 Slim Posthole seismometer

Use the following checklist to help you verify that you have completed all of the necessary steps in the installation of your Trillium 120 Slim Posthole.

	Check that connector O-rings are present, undamaged, clean, and lightly greased.
	Installation hole is prepared according to best practices.
	Trillium 120 Slim Posthole is mass centered.
	Trillium 120 Slim Posthole is aligned to east-west or north-south.
	Trillium 120 Slim Posthole serial number and IP address is noted.

	If alignment was accomplished using the surface seismometer method, ensure that Orientation Correction values have been entered on the Centaur.
	Cable is connected to the Trillium 120 Slim Posthole and the digitizer.
	System is correctly grounded according to guidelines in grounding section.

Chapter 3 - Performing a Borehole Installation

The Slim Holelock includes a spring-loaded, serrated cam for securing a Trillium 120 Slim Posthole seismometer in a borehole. The holelock will permit the seismometer and holelock assembly to be lowered in a borehole by gravity until the cam is deployed by the trigger arm by simply raising the assembly while in the hole by approximately 300 mm (12 in.). At this point the assembly will not move down and must be removed from the hole completely before being manually reset to travel back down.

3.1 Performing a Borehole Installation

The following steps for installing a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock in a borehole are described throughout this guide:

1. "Selecting a Site for a Borehole Installation" below
2. "Best Practices for Installing a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock " on page 33
3. "Preventative Maintenance of Connectors" on page 88
4. "Pre-deployment Inspection" on page 35
5. "Assembling the Seismometer and Holelock Components" on page 38
6. "Preparing the Seismometer/Holelock Assembly for Deployment" on page 40
7. "Deploying the Seismometer/Holelock Assembly" on page 42
8. "Aligning the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock using a Surface Seismometer" on page 46
9. "Connecting the Digitizer to the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock " on page 46
10. Configuring the Centaur for use with the Trillium 120 Slim Posthole. See "Configuring Your System" on page 56

3.2 Selecting a Site for a Borehole Installation

A hole bored into bedrock can provide excellent low frequency noise performance even in urban areas. High frequency performance will also be better at depth than at the surface although the best performance will be attained at remote sites. Consider the following factors when selecting a site:

- Accessibility to the site for both the drilling equipment and maintenance personnel
- Availability of power and some form of communication capability (if desired)
- Cultural activity near the site
- Ability to provide adequate security for the site
- Proximity to a coastline (should be at least several km away)
- Depth to bedrock (borehole should extend down into bedrock for best performance)

3.3 Contents of a Typical Shipment for a Borehole Installation

The Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock shipment is comprised of 2 boxes. [Table 3-1](#) lists the typical contents of these boxes. [Table 1-1](#) lists additional cables and accessories for the Trillium 120 Slim Posthole seismometer that can be purchased separately.

Table 3-1 - List of Contents for a Typical Shipment for a Borehole Installation

Qty	Part Number	Description
1	18801	Trillium Slim Posthole, 120s, Motorized Centering, 5 degrees. This part number includes: <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Trillium 120 Slim Posthole seismometer (ASM19105) • 1 - D-Shackle including pin (HDW1667) • 1 - Handle (MEC19011) • 2 - Mounting screws for the handle (M6x16, hex socket cap, SS) (HDW1557)
1	17782-xxM	Cable, Seismometer, Posthole to Nanometrics Digitizer xxM=length in meters.
1	Contact Nanometrics	Cable, Seismometer, Trillium Posthole to Open-end or Digitizer. Cable, Seismometer, Trillium Posthole to Open-end or Digitizer. Contact Nanometrics for a full listing of open-ended cables and cables with connectors to third party digitizers. See " Contact Us " on page 97 .
1	Slim Holelock kit as follows:	

Table 3-1 - List of Contents for a Typical Shipment for a Borehole Installation (Continued)

Qty	Part Number	Description
	19188	Slim Holelock Kit to adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 114 mm to 129 mm borehole. This part number includes: <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Holelock assembly, for 114 mm to 129 mm sized borehole (19063) • 1 - Seismometer adapter plate (MEC19032) • 6 - Mounting screws for the adapter plate (M6x16, hex socket cap, SS) (HDW1557)
	19188-01	Slim Holelock Kit to adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 132 mm to 174 mm borehole. This part number includes: <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Holelock assembly, for 132 mm to 174 mm sized borehole (19063-01) • 1 - Seismometer adapter plate (MEC19032) • 6 - Mounting screws for the adapter plate (M6x16, hex socket cap, SS) (HDW1557)
	19188-02	Slim Holelock Kit to adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 144 mm to 185 mm borehole. This part number includes: <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Holelock assembly, for 144 mm to 185 mm sized borehole (19063-02) • 1 - Seismometer adapter plate (MEC19032) • 6 - Mounting screws for the adapter plate (M6x16, hex socket cap, SS) (HDW1557)
	19188-03	Slim Holelock Kit to adapt the Trillium 120 Slim Posthole for installation in a 197 mm to 241 mm borehole. This part number includes: <ul style="list-style-type: none"> • 1 - Holelock assembly, for 197 mm to 241 mm sized borehole (19063-04) • 1 - Seismometer adapter plate (MEC19032) • 6 - Mounting screws for the adapter plate (M6x16, hex socket cap, SS) (HDW1557)
1	17920-xxM	Lifting Cable Kit, Trillium/Meridian Posthole and Borehole, 3/16" SS Cable, xxM. (See below for detailed list of components.) xxM=length in meters.
The following items make up 17920-xxM		

Table 3-1 - List of Contents for a Typical Shipment for a Borehole Installation (Continued)

Qty	Part Number	Description
1	17897-xxM	Lifting cable, 3/16" Stainless Steel xxM=length in meters.
1	17313	Wellhead Cable Clamp, for 3/16" Steel Cable
1	15251	Seismometer Cable Clamp
1	HDW1397	Shackle, Stainless Steel, 1/4" D, with captive pin *This part is not required when installing the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock and can be discarded.
*	MSC0091	Cable Tie, 8", Intermediate, Natural Nylon *Quantity depends on cable length. 1 tie wrap around seismometer cable and wire rope every 5 m.
If the cable is 50 m or longer the following items are also included with 17920-xxM		
1	17462	Magnetic Cable Strain Relief, Trillium Borehole
*	17625	Cable Clamp, Borehole *Not required for cables less than 40 m in length. For cables over 40 m in length, quantity depends on cable length. 1 clamp every 20 to 25 m.

3.4 Best Practices for Installing a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock

Refer to the Nanometrics technical note on *Borehole Drilling Requirements* and the following best practices to minimize potential installation issues.



A Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer is designed to be installed in a dry, cased borehole with a minimum diameter of 114 to 129 mm. Note that Slim Holelock Kits exist for use with larger diameter boreholes. See "[Cables and Accessories](#)" on page 12.

- Ensure that the local driller you hire to construct the borehole is aware of the requirements of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer and

make sure that they are provided with detailed drilling and construction specifications to ensure that the finished borehole will be suitable for a seismic observatory installation. These specifications should include diameter, working depth, type of casing, verticality, and water-tightness.

- To prevent dirt and tools from falling into the hole, keep it capped or covered as often as possible during installation.
- Since the total length of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock is 945 mm and since the wellhead will be 0.5 to 1 m in height, we recommend that you use a tripod that is at least 2.7 m high to ensure that the winch can raise the instrument above the wellhead.



The winch should only be operated by persons suitably trained to do so and who are familiar with any local regulations for this type of a device.

The stall force of the winch must be less than the rated load of the tripod and lifting cable to prevent breakage if the equipment becomes jammed or snagged during lifting.

- To help you determine the depth of the installation, you should measure out the cable before lowering it and mark it so you know when you have reached the targeted depth. Alternatively, you could use a winch with a depth gauge.

3.5 Tools and equipment for Installing a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock

Personal Protective Equipment (PPE)

- Hard toe safety shoes
- Work gloves

Tools and Equipment

To install the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock you will need the following tools and equipment:

- 2 Strap wrenches
- Lever rod (approximately ¼ inch X 6 inches or a Phillips head screwdriver)
- Allen wrench (5 mm)

- Tie-wraps
- A tripod and winch or another means for lowering the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer down the hole in a controlled manner
- A load-bearing wire rope (recommended size: 5 mm or 3/16 in.) for lifting and lowering the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer (Nanometrics part number: 17897)
- Seismometer cable to connect the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer to the digitizer (Nanometrics part number: 17782-xxM)
- Magnetic cable strain relief (Nanometrics part number: 17462) and a 3 mm (7/64 in.) Allen key for the two M4x12 mm screws
- Seismometer cable wellhead cable clamps (Nanometrics part number: 15251) and steel cable wellhead cable clamps (Nanometrics part number: 17313)
- For installations of 40 m or more in depth, cable clamps (Nanometrics part number: 17625) are required. Beyond 40 m, place one cable clamp every 20 to 25 m. The required number of clamps will be provided base on the length of cable ordered
- Tie wraps

3.6 Pre-deployment Inspection

Before attaching the seismometer to the holelock the holelock components must be inspected to ensure that they are operational. (See [Figure 3-1.](#))

1. Slide the Trigger up and down a few times along the length of the Holelock body to ensure that it moves freely.
2. Rotate the Arm assembly so that the Pin is sticking out of the Holelock body and push the Pin in to ensure that the assembly moves smoothly forward and backward through a 1-1/2 inch travel. This action tests the compression springs. (See [Figure 3-2.](#))
3. Using your thumb, push the Pin up towards the Cam, then release the Pin to ensure that the Arm assembly returns to the non-extended position. Note that Trigger should not move for this test. This action tests the extension springs. (See [Figure 3-2.](#))
4. Set the holelock on end so that the threaded end is up.
5. To check the triggering action, rotate the Arm assembly toward the bottom of the Holelock body several times. While doing this, observe the Trigger to ensure that it slides toward the Cam as the arm rotates downward. (See [Figure 3-1](#) for the location of the Trigger and the Arm assembly.)

6. To ensure that you can move the Cam into the ready position, using your thumb press in the Cam by $\frac{1}{2}$ inch and then insert a lever rod ($\frac{1}{4}$ -inch rod or Phillips screwdriver) in the Cam setting hole.
7. Push the Cam into the Holelock body and at the same time push the lever rod a short distance toward the Arm assembly. (See [Figure 3-3](#).)
8. Using the lever rod, slowly return the Cam to the deployed position so that it rests against the rear wall of the Holelock body.

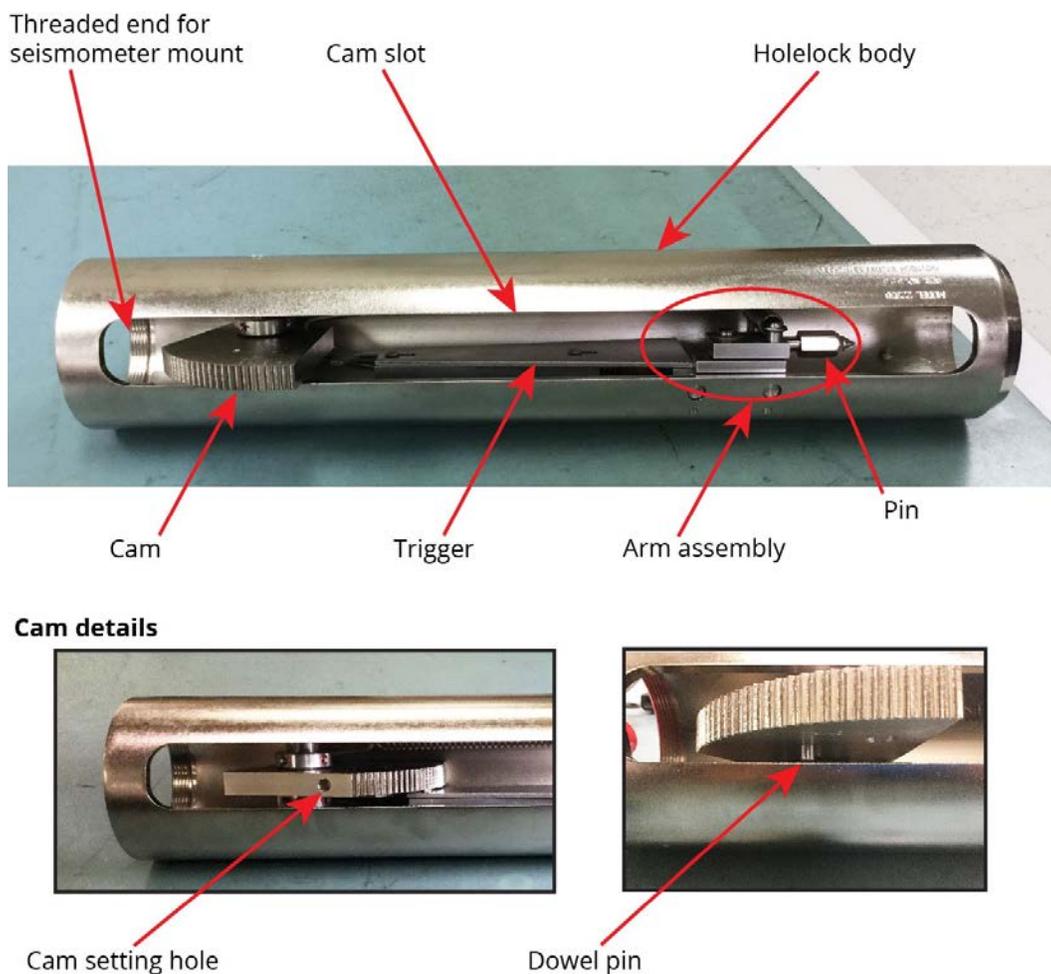
Figure 3-1 - Holelock Components


Figure 3-2 - Testing the Trigger arm assembly



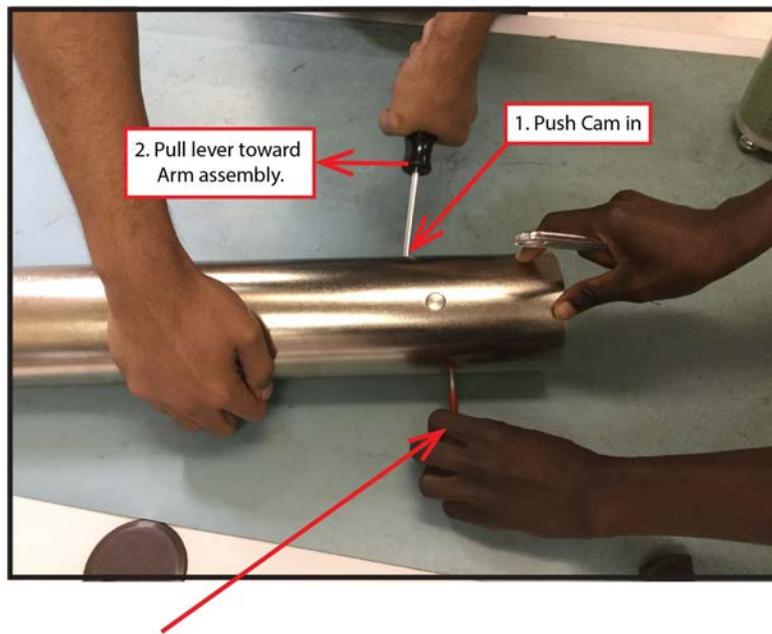
Push arm in to test compression springs



Push arm toward cam to test extension spring

Figure 3-3 - Moving the Cam

To move the Cam, insert lever in the Cam setting hole. Push the Cam in (1), and at the same time, push the lever toward the Arm assembly (2).



To secure the Cam in ready position, insert the Cam safety bolt.



If you are unable to move the Cam from the deployed position, insert the Safety bolt to release the Cam from the rear wall of the Holelock body before inserting the lever rod in the Cam setting hole.

Once you have verified that all of the parts are operating as intended, proceed to "Assembling the Seismometer and Holelock Components" below.

3.7 Assembling the Seismometer and Holelock Components

Before the Trillium 120 Slim Posthole seismometer can be deployed in a borehole, the components have to be assembled (seismometer, holelock, lifting handle and adapter plates).

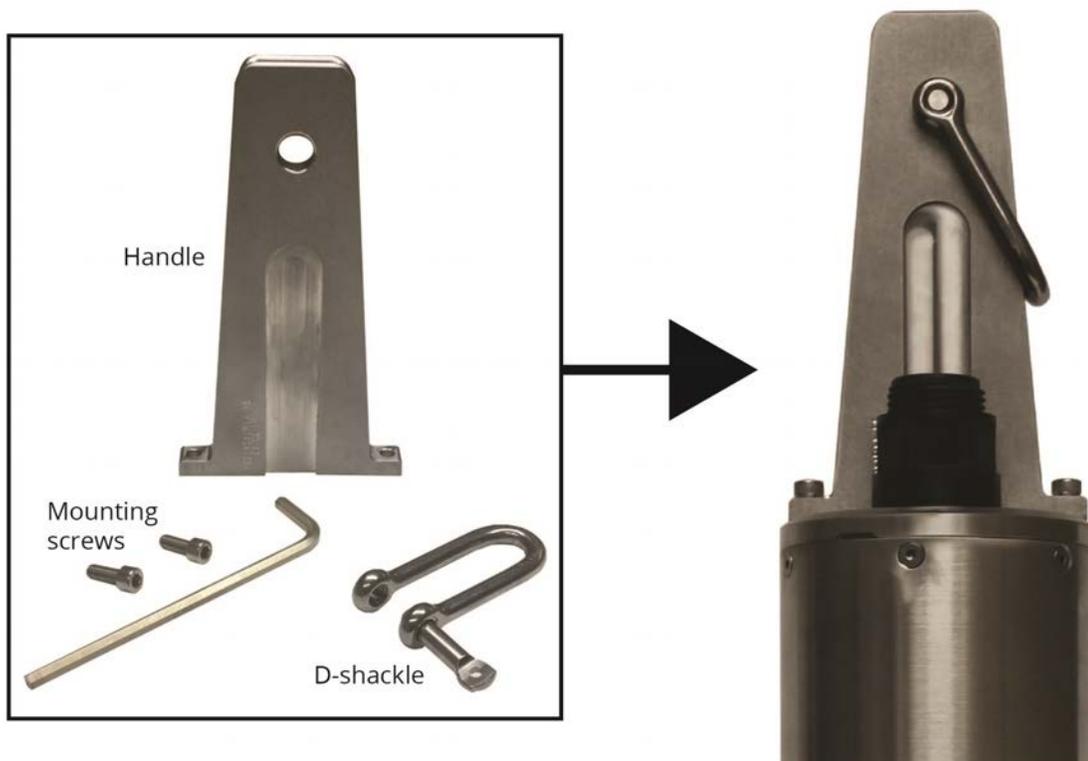


Prior to each deployment, inspect the O-rings on the seismometer and cable connectors and replace them if necessary. Once greased and mated the O-rings will be well protected and will not need to be serviced during the course of a field deployment. See "Preventative Maintenance of Connectors" on page 88.

To assemble the components:

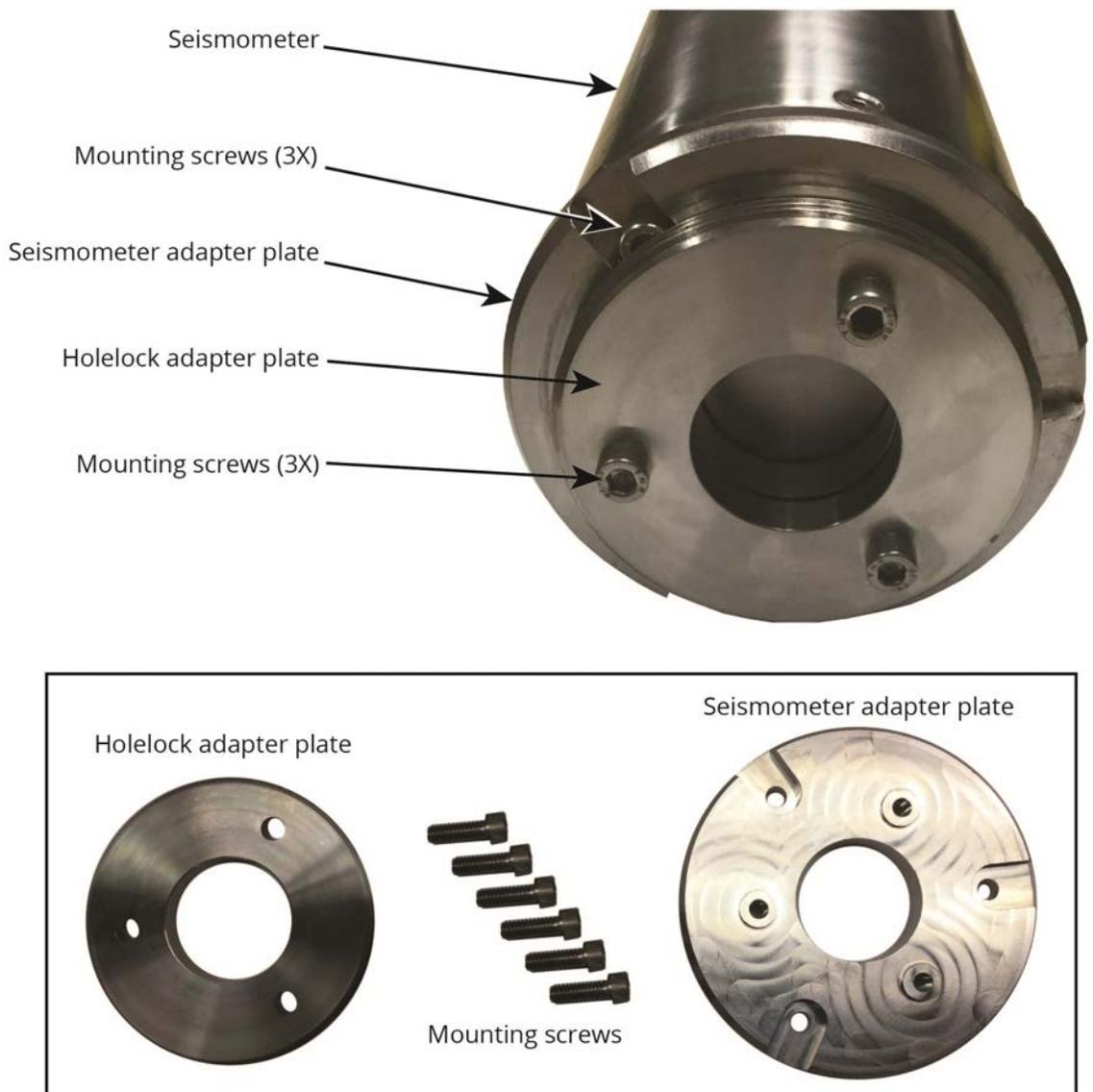
1. The Slim Holelock is shipped with a threaded holelock adapter plate attached to it. Unscrew this adapter plate from the holelock and set it aside. It will be used in a later step.
2. The Trillium 120 Slim Posthole seismometer is shipped with three removable feet. Unscrew these feet and set aside.
3. Secure the handle to the top of the seismometer using the supplied mounting screws. See [Figure 3-4](#).
4. Using a 5 mm Allen Key, torque the mounting screws to 84 in-lb. The handle has a maximum working load of 3300 N (750 lbf.).
5. Attach the D-shackle to the handle and secure using the D-shackle pin.
6. Secure the seismometer adapter plate to the bottom of the seismometer using three of the supplied mounting screws. Using a 5 mm Allen Key, torque the mounting screws to 84 in-lb. See [Figure 3-5](#).

Figure 3-4 - Handle and D-shackle



7. Secure the threaded holelock adapter plate that was removed earlier to the seismometer adapter plate using the remaining three mounting screws. Using a 5 mm Allen Key, torque the mounting screws to 84 in-lb. The seismometer is now ready to attach to the holelock.
8. Place the seismometer assembly on the threaded end of the holelock and screw into place.
9. Using two strap wrenches (one on the seismometer and one on the holelock), tighten the seismometer until it is sufficiently secured to the holelock.

Figure 3-5 - Adapter plates



3.8 Preparing the Seismometer/Holelock Assembly for Deployment

Once the holelock pre-deployment inspection has been completed and the seismometer has been secured to the holelock, the Cam can be moved to the ready position in preparation for deployment in the borehole.

1. Move the assembly to the installation site.



WARNING - The assembly should not be transported with the Cam in the ready position (not deployed) as it may deploy accidentally. Unexpected triggering of the Cam to the deployed position can cause severe personal injury.

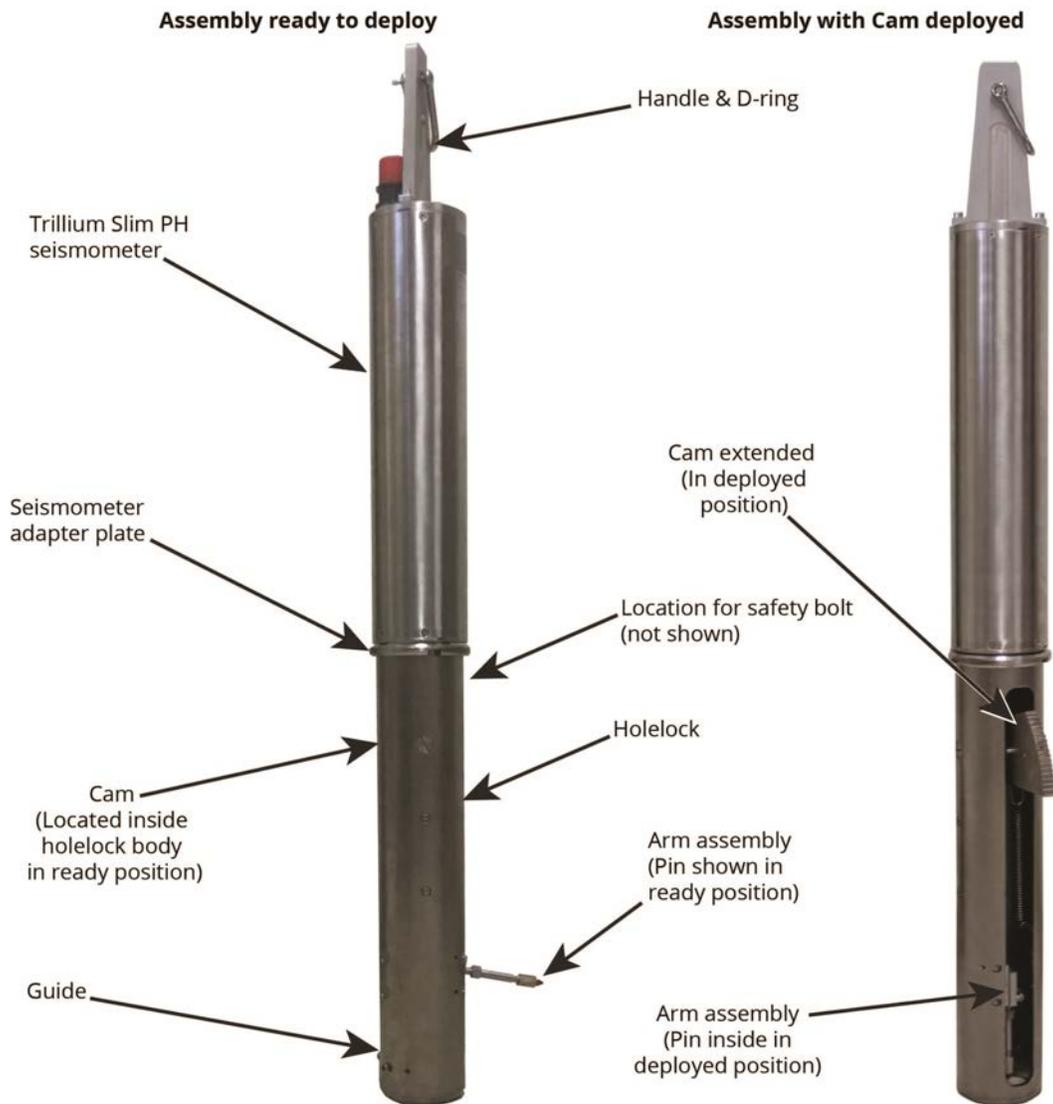
2. Stand the seismometer/holelock assembly on the flat end.
3. To set the Cam in the ready position, using your thumb press in the Cam by $\frac{1}{2}$ inch and then insert a lever rod ($\frac{1}{4}$ -inch rod or Phillips screwdriver) in the Cam setting hole. (See [Figure 3-3](#)).
4. Hold the Arm assembly so that the Pin is sticking out from the Holelock body and, using the lever rod push the Cam down and in until the Trigger raises up and latches over the Dowel pin that is located on the Cam. The Cam is now in ready position.
5. Insert the Cam safety bolt in the hole provided for that purpose and tighten it to secure the Cam in the ready position.



WARNING - If the cam is in the ready position (not deployed), make sure that the Cam safety bolt is installed and remains installed until you are ready to lower the seismometer/holelock assembly into the borehole. Unexpected triggering of the cam to the deployed position can cause severe personal injury.

At this point the cam should be inside the Holelock body and the Arm should be outside and perpendicular to the Holelock body. The Cam safety bolt should also be installed. (See [Figure 3-6](#) for the Assembly ready to deploy and [Figure 1-1](#).)

Figure 3-6 - Seismometer/Holelock Assembly



3.9 Deploying the Seismometer/Holelock Assembly

The seismometer/holelock assembly should be lowered into the hole in a controlled manner using a tripod and winch or another similar method.



WARNING - The winch should only be operated by persons who are suitably trained to



do so and who are familiar with any local regulations for this type of a device. The stall force of the winch must be less than the rated load of the tripod and lifting wire rope to prevent breakage if the equipment becomes jammed or snagged during lifting. Failure to follow safety instructions may result in severe personal injury, death or damage to property.

While the seismometer/holelock assembly is being lowered into the hole, the assembly will be guided by the Arm pin on one side of the hole, and by the 2 holelock guides on the opposite side of the hole.

1. Prepare the hole for the installation. Refer to the Nanometrics technical note *Borehole Drilling Requirements* and "[Best Practices for Installing a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock](#)" on page 33 for further information.
2. Ground the system using the guidelines in "[Grounding guidelines](#)" on page 89.
3. Lay out, in a straight line if possible, the sensor cable and the wire rope.
4. Attach the load-bearing wire rope to the D-shackle (installed in the handle) on the top of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer.
5. Attach the magnetic cable strain relief to both the seismometer cable and the wire rope 0.6 meter above the top of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer (see image). Ensure that you allow a little slack in the seismometer cable when you attach the magnetic cable strain relief so that the weight of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer is supported by the load-bearing wire rope.
6. Insert the thicker seismometer cable into the wider cutout in the magnetic cable lock and insert the thinner load-bearing wire rope into the narrower cutout. Use a screwdriver to securely tighten the screws (1 N•m or 9 inch-pounds).



The magnetic cable strain relief is used to prevent any vibrations that travel down the



wire rope and the seismometer cable from being transferred to the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer. When the holelock is locked and the tension is removed from the wire rope and seismometer cable, the magnetic cable strain relief uses magnetic force to attach itself to the side of the borehole casing. This ensures that the 0.6 m of seismometer cable and wire rope between it and the top of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer are not under any strain and are isolated from vibration or motion of the cable and wire rope that occurs above the magnetic cable strain relief.

7. Use the tripod and winch to lift the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer and holelock off of the ground and position it over the hole.



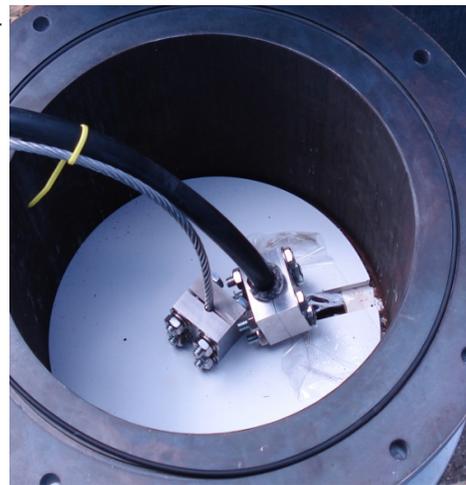
Just before you deploy the seismometer down the hole, remove the safety bolt from the Holelock body. Otherwise, it is recommended that you keep the safety bolt in place while the Cam is in the ready position. See "[Safety Bolt Use for the Slim Holelock](#)" on page 11.

8. Lower the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer and holelock into the hole to the targeted depth ensuring that tie wraps are tied around both the seismometer cable and the wire rope approximately every 5 meters to keep them together and ensure that the load is placed on the load-bearing wire rope and not on the seismometer cable.
9. Raise the assembly back up manually by approximately 12 inches to release the cam and clamp the assembly in place.
10. To ensure that the cam has triggered, lower a few feet of the attached wire rope into the hole. If the wire rope has slacks after lowering a few feet of it into the hole, the holelock is properly secured. If the tension on the wire rope does not lessen, this indicates that the cam has not engaged properly.
11. If necessary, repeat steps 9 and 10 until the tension in the wire rope lessens when you lower a few feet of it into the hole, indicating that the weight is being supported by the holelock.



Keep in mind that multiple deployments may compromise the ability of the holelock to maintain its deployed position, which may affect data results.

12. Now that the Slim Holelock is locked, you can engage the magnetic strain relief by lowering the cables another 40 cm (approximately).
13. Preferably, if you have serial communications to the sensor (a Centaur digitizer or SLIP appliance is recommended for this), access the State of Health page and verify that the case tilt is within the leveling range of the instrument ($\pm 4^\circ$ for the standard version). (See "[Accessing Trillium 120 Slim Posthole Web pages](#)" on page 65.) If not, it may be possible to correct this by pulling up on the cable to move the seismometer to a shallower depth where the hole may be more vertical. If excessive tilt cannot be corrected, it is likely because the hole is non-vertical at the bottom end.
14. Attach the wellhead clamps to the seismometer cable and the wire rope in the wellhead box to hold them in place when the winch is removed (see image).
15. Close and seal the hole.



A cased hole must be covered at the top to prevent it filling with water. This cover must secure and stabilize the load-bearing and seismometer cables. The cables should enter the wellhead box through a waterproof gland and a waterproof cover or shed should be positioned over the wellhead to provide long-term security, watertightness, and thermal insulation.

Note that once the seismometer/holelock assembly has been deployed in the hole it can be raised to a new operating depth simply by pulling the entire assembly up to the new depth.

To increase the depth of the assembly, you first must remove it from the hole completely, then reset the cam and redeploy it.

3.10 Aligning the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock using a Surface Seismometer

You can use a seismometer installed at the surface to determine the orientation of the horizontal (X and Y) components of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer once installed in the borehole. This method involves comparing the recorded output of both seismometers and computing the relative direction of seismic wave motion to determine the relative azimuth of the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock seismometer compared to the surface seismometer.

When you install the reference seismometer on the surface, ensure that you align it carefully in a known orientation. After both seismometers have been installed, leave the installations undisturbed for at least one hour while collecting data from both. When you are ready to perform your data analysis, ensure that your post-processing software is equipped to apply a rotation transformation, allowing it to measure and correct the relative azimuth. Take note of the values and enter them on the Centaur in the Digitizer Orientation Correction configuration feature. See the *Centaur user guide* for instructions.

One advantage of this method of alignment is that it allows you to verify the performance of the down-hole instrument: it should be quieter than the surface instrument.

Contact Nanometrics (see "[Contact Us](#)" on page 97) for more information on using this method of alignment.

3.11 Connecting the Digitizer to the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock

Nanometrics cable 17782-xxM (where xxM is the length of the sensor cable in meters) can be used to connect a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock to a Nanometrics digitizer. Alternatively, if you are connecting your Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock to a third-party digitizer, contact Nanometrics for a full listing of cables with connectors to third party digitizers. (See "[Contact Us](#)" on page 97.) See "[Configuring Your System](#)" on page 56 for information on configuring your Nanometrics digitizer for a Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock and also refer to the digitizer manual.

3.12 Removing the Deployed Assembly from the Hole

Use a winch and tripod attached to the wire rope to pull the deployed assembly up from the borehole in a controlled fashion.



WARNING - The winch should only be operated by persons who are suitably trained to do so and who are familiar with any local regulations for this type of a device. The stall force of the winch must be less than the rated load of the tripod and lifting wire rope to prevent breakage if the equipment becomes jammed or snagged during lifting. Failure to follow safety instructions may result in severe personal injury, death or damage to property.

3.13 Installation Checklist for the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock

Use the following checklist to help you verify that you have completed all of the necessary steps in the installation of your Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock .

	Check that connector O-rings are present, undamaged, clean, and lightly greased.
	Borehole is prepared according to best practices.
	Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock is mass centered.
	The holelock is properly locked.
	Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock serial number and IP address is noted.
	If alignment was accomplished using the surface seismometer method, ensure that Orientation Correction values have been entered on the Centaur.
	Cable is connected to the Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock and the digitizer.
	Cable is clamped at the wellhead.
	System is correctly grounded according to guidelines in grounding section.

Chapter 4 - Post-Installation Activities

4.1 Troubleshooting Your Installation

It is normal to see noise spikes in the horizontal channels of a Trillium 120 Slim Posthole seismometer as the instrument settles after installation. However, if these spikes do not diminish after a few days, there may be a problem with the installation and the site should be visited to determine the cause of the spikes.

The following table lists common types of noise that may occur and the reasons why the noise may be present.

Table 4-1 - Types of noise and possible causes for borehole deployments

Noise Type	Possible Cause
Spikes on horizontal channels	<ul style="list-style-type: none"> The holelock is not properly clamped (Check that the length of feet is correct for the hole diameter and that they are screwed on tightly). The cable does not have slack. Poor surface quality inside the casing. For example, flaking rust. Poor cementation of casing or other borehole construction issue. Refer to the Nanometrics technical note on <i>Borehole Drilling Requirements</i>.
Continuous low frequency wander (random noise, larger on horizontal channels)	<ul style="list-style-type: none"> The hole is not sealed and air drafts are causing temperature fluctuations. The cable lock is not installed. The hole may be flooded with water. Since rain leakage or condensation of moist air can cause water to accumulate, check the seal at the top of the hole. If the water is only present at the bottom end of the hole, raise the sensor higher and reclamp.
Spikes on the vertical channel	<ul style="list-style-type: none"> Usually due to electrical system noise. For example, power supply noise from a battery charging circuit, or interference from a strong magnetic or radio source that is nearby.

Table 4-2 - Types of noise and possible causes for posthole deployments

Noise Type	Possible Cause
Spikes on horizontal channels	<ul style="list-style-type: none"> • There is a force pulling on the cable. • There is unstable soil around the seismometer. Note that deploying in unstable soil may be a deliberate choice for a posthole installation if that is the only way to place a seismometer at that location, for example a marsh or flood plain. • In a cased hole installation, the casing may be loose in the ground. Refer to the Nanometrics technical note on <i>Borehole Drilling Requirements</i>.
Continuous low frequency wander (random noise, larger on horizontal channels)	<ul style="list-style-type: none"> • The hole is not sealed and air drafts are causing temperature fluctuations.
Spikes on the vertical channel	<ul style="list-style-type: none"> • Usually due to electrical system noise. For example, power supply noise from a battery charging circuit, or interference from a strong magnetic or radio source that is nearby.

Chapter 10 - Specifications

Table 10-1 - Technology specifications

Topology	Symmetric triaxial
Feedback	Force balance with capacitive transducer
Mass centering	Automatic motorized recentering, can be remotely initiated

Table 10-2 - Leveling and alignment specifications

Digital bubble level	Graphical bullseye level is available via Centaur digital recorder Web interface
Alignment	North line on top cap; realtime azimuth correction with Centaur digital recorder
Digital tiltmeter	Reports case tilt from vertical for easy installation and remote troubleshooting when using Centaur digital recorder

Table 10-3 - Performance specifications

Self-noise	See "Noise floor figure" on page 78
Sensitivity	1202.5 V•s/m nominal
Precision	Within $\pm 0.5\%$ of nominal at 1 Hz. See Table 11-1 "Ground motion response nominal parameters" on page 76
Bandwidth	-3 dB points at 120 s and 150 Hz
Lower corner damping relative to critical	0.707
Output impedance	2 x 75 $\Omega \pm 1\%$
Transfer function	<ul style="list-style-type: none"> Lower corner poles within $\pm 0.5\%$ of nominal provided High-frequency response within 1 dB of nominal up to 40 Hz See Figure 11-1 "Bode plot" on page 75
Clip level	16.6 mm/s up to 10 Hz and 0.12 g above 10 Hz See Figure 11-3 "Trillium 120 Slim Posthole seismometer performance" on page 79
Temperature sensitivity	$\pm 45^\circ\text{C}$ without recentering
Dynamic tilt	Operational tilt range $\pm 1.5^\circ$
Tilt range	0° to 4° from vertical

Table 10-4 - Hardware interface specifications

Main Connector	<ul style="list-style-type: none"> SEA CON®, XSL-20-BCR 20-pin male Glass reinforced epoxy
Recommended mating connector	SEA CON®, XSL-20-CCP
Velocity output	<ul style="list-style-type: none"> Selectable XYZ (east, north, vertical) or UYW mode 40 Vpp differential
Mass position output	Three independent ± 4 V outputs
Calibration input	Single voltage input with one active-high control signal for all channels; Calibration with XYZ or UYW; individual channels selectable via web interface
Control input	Isolated active-high referenced to DGND
Serial port	<ul style="list-style-type: none"> RS-232 compatible For instrument control and retrieval of configuration information

Table 10-5 - Digital command and control interface specifications

Digital interface	<ul style="list-style-type: none"> On board Web server, standard HTTP RS-232 compatible Serial Line Internet Protocol (SLIP)
Commands	For enhanced instrument control and status; automatic mass centering, UYW/XYZ mode, short/long period mode, firmware updates, temperature, mass position, case tilt, instrument status, serial number and factory info
State-of-Health outputs	<ul style="list-style-type: none"> Independent mass position values Instrument temperature Output modes (XYZ/UYW, long period/short period) Case tilt angle and X and Y dip angles

Table 10-6 - Power specifications

Supply voltage	9 V to 36 V DC isolated input
Power consumption	230 mW at 15 V typical, under normal operating conditions For power consumption under other operating conditions such as startup and mass centering, see "Power Consumption" on page 55
Protection	<ul style="list-style-type: none"> Reverse-voltage protected Auto-resettable over-current protection No fuse to replace

Table 10-7 - Environmental specifications

Operating temperature	-20°C to 60°C
Storage temperature	-40°C to 70°C
Shock	<ul style="list-style-type: none"> • 20 g half sine, 5 ms without damage, 6 axes • No mass lock required for transport
Pressure	Enclosure optimized to be insensitive to atmospheric variations
Water immersion	Seismometer is protected to 300 m depth Rated to IP68 and NEMA6P for prolonged submersion
Humidity	0% to 100% (submersible)

Table 10-8 - Physical Specifications for the Trillium 120 Slim Posthole seismometer

Diameter	104 mm
Height	For the seismometer only: 444 mm, not including handle For the seismometer/holelock assembly: 945 mm, not including handle
Weight	10 kg without holelock 18 kg with holelock
Hoisting attachment point	Handle on lid for lifting cable 1500 lb rated
Enclosure	Stainless steel pressure vessel

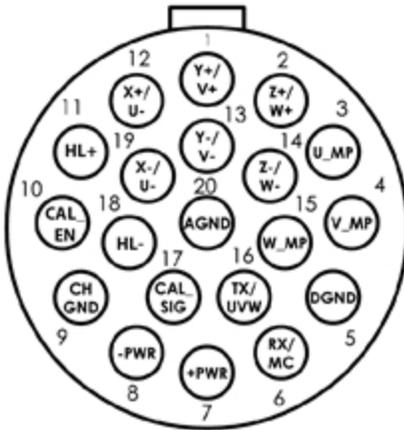
Table 10-9 - Physical Specifications for the Slim Holelock

Diameter	95 mm
Height	486 mm
Weight	8.07 kg (net weight) 15.76 kg (shipping weight)
Shipping Volume	0.0239 m ³
Coupling attachment	3-1/2-12 internal threads
Required borehole diameter	Minimally 114 mm through 129 mm Note that Slim Holelock Kits exist for use with larger diameter boreholes. See "Cables and Accessories" on page 12.
Maximum rated static load	113.2 kg

Chapter 12 - Connectors and Cables

12.1 Connector Pinout for the Trillium 120 Slim Posthole Seismometer

The Trillium 120 Slim Posthole seismometer has a 20-pin male connector. See [Table 12-1](#) for the connector pinout table that provides a description for each pin.



Connector:

- Manufacturer: SEA CON®
- Part number: XSL-20-BCR

Recommended mating connector:

- Manufacturer: SEA CON®
- Part number: XSL-20-CCP

Cable:

- Manufacturer: Nanometrics "Cables and Accessories" on page 12

Table 12-1 - Connector pinout

Pin	Name	Function	Type
12	X+/U+	East or U axis output	40 Vpp differential
19	X-/U-		
1	Y+/V+	North or V axis output	
13	Y-/V-		
2	Z+/W+	Vertical or W axis output	
14	Z-/W-		
17	CAL_SIG	Calibration signal input	15 k Ω input impedance
3	U_MP	Mass position outputs	± 4 V single-ended
4	V_MP		
15	W_MP		
20	AGND	Analog ground	N/A
7	PWR+	Power input	9 V to 36 VDC isolated
8	PWR-		
9	CHGND	Shielding and safety	
6	MC/RX	Initiate leveling and mass centering -OR- Serial RS-232 receive input	MC: active-high 5 V to 15 V (low is equal to 0 V or open) RX: +5/0 V to +15/-15 V
16	UVW/TX	Enable Uvw outputs instead of the factory default XYZ outputs Serial RS-232 transmit output	UVW: active-high 5 V to 15 V (low is equal to 0 V or open) TX: ± 3.7 V
5	DGND	Digital ground	N/A

Chapter 13 - Features and Dimensions

13.1 Trillium 120 Slim Posthole Features and Dimensions

Figure 13-1 - Top view of Trillium 120 Slim Posthole

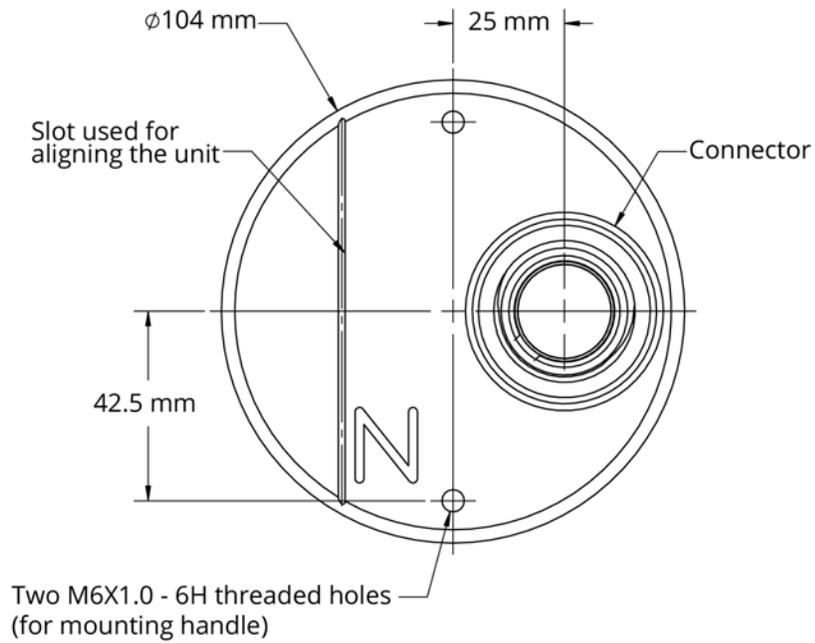


Figure 13-2 - Bottom view of Trillium 120 Slim Posthole

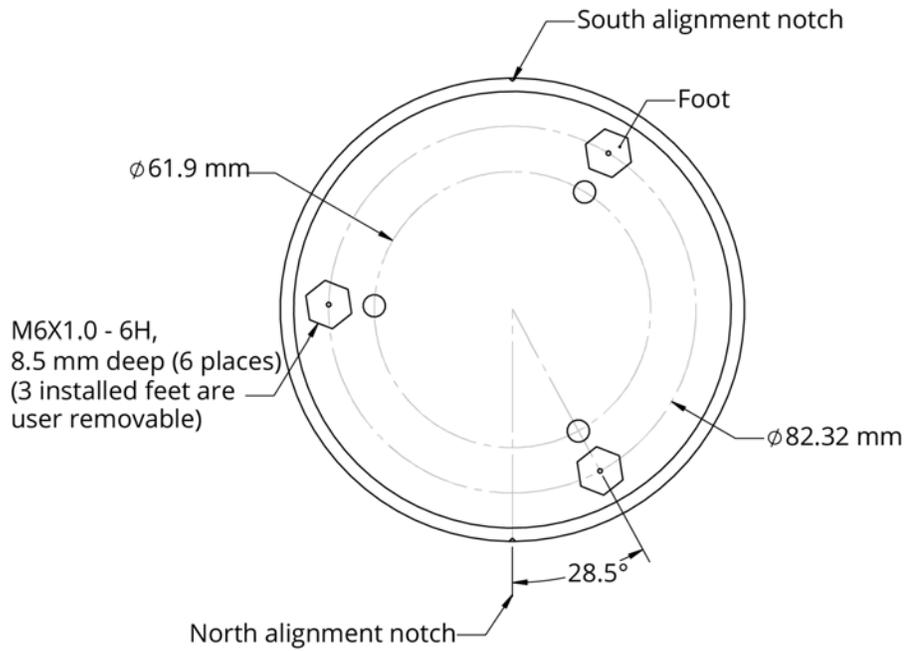


Figure 13-3 - Side view of Trillium 120 Slim Posthole

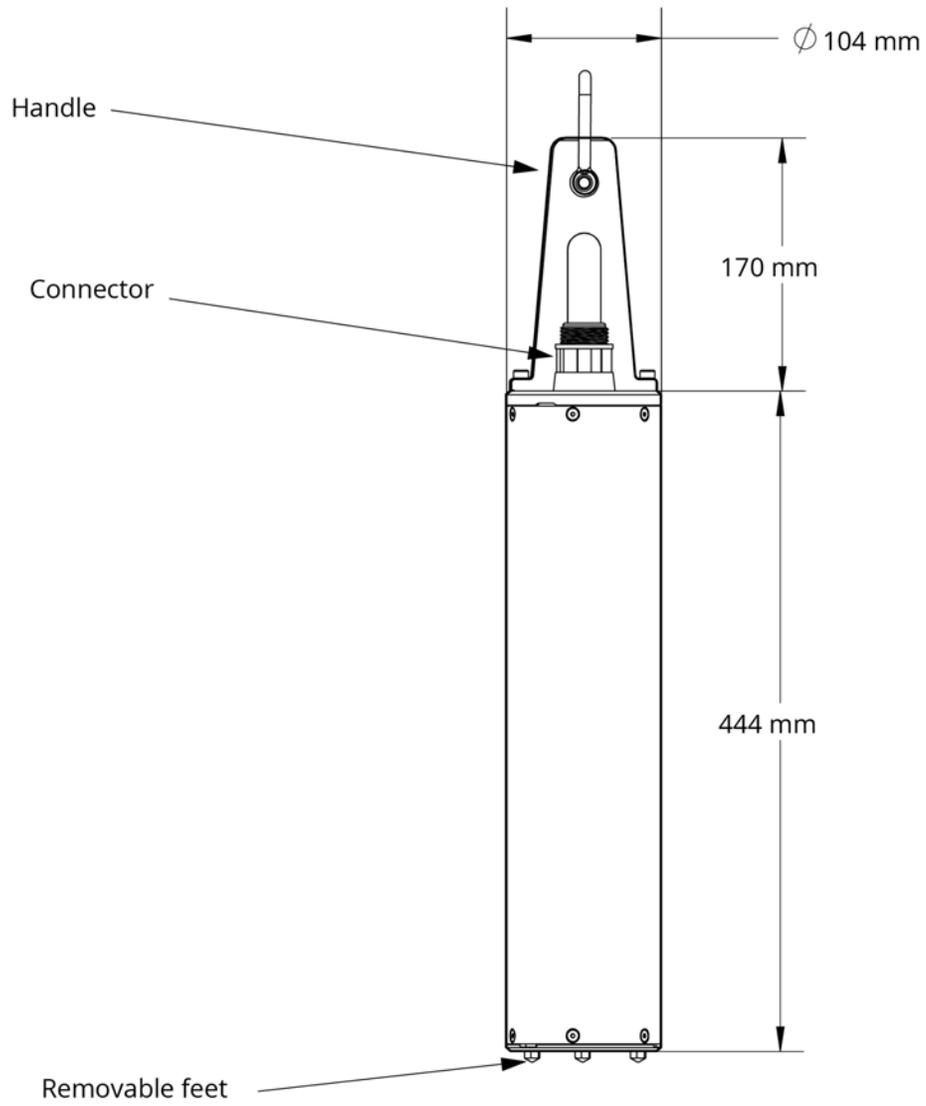
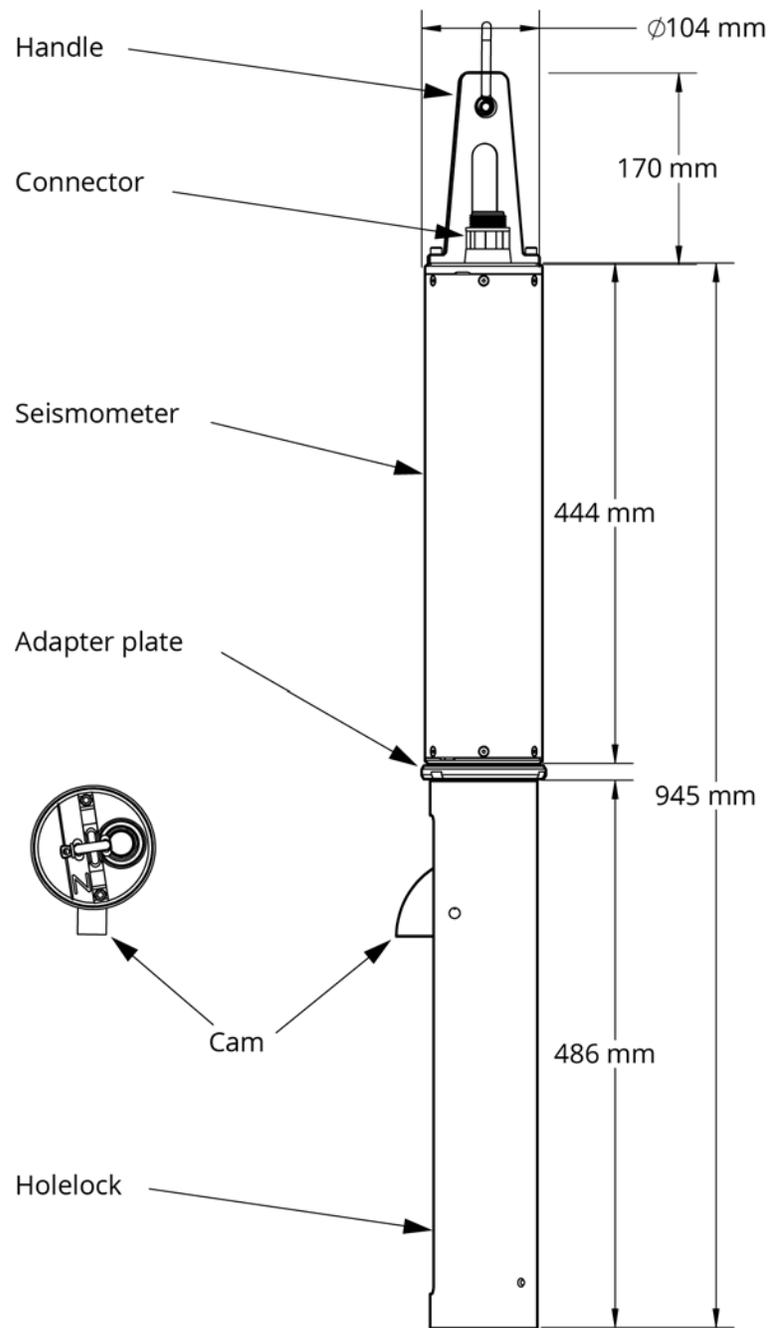


Figure 13-4 - Top and Side views of Trillium 120 Slim Posthole with a Slim Holelock



Appendix C - Grounding guidelines

In a station system consisting of multiple pieces of equipment with power, signal, and ground connections running between them, the differences in ground potential must be considered and managed to minimize noise and to minimize the risk of damage due to lightning surge.

Trillium 120 Slim Posthole seismometers and Centaur digitizers are designed for high immunity to ground voltages, with isolated power inputs, differential signalling for noise immunity, and internal surge protection circuitry. The protection circuitry has been tested to withstand a simulated lightning surge applied between the case grounds of the sensor and digitizer, with a peak voltage of 1000 Volts and a pulse duration of 50 microseconds. In addition, the power input to the Centaur is surge protected up to 2000 Volts for 50 microseconds.

Nevertheless, it is important to set up a correct grounding scheme that minimizes ground potential differences to ensure the best possible noise performance and highest immunity to lightning surge.

This section provides a general grounding scheme and guidelines for grounding a Trillium 120 Slim Posthole seismometer in a metal-cased hole, an uncased hole, or in a test lab.

C.1 Grounding Scheme

All electronic devices at the site should have a low-impedance (1 ohm or less) ground connection to a single earth ground point. Nanometrics cables provide a low-impedance connection from the case ground of each piece of equipment to the digitizer via the cable shield braid. The case of the digitizer should be connected to earth ground via a short, low-impedance cable. The earth ground may be a ground stake or buried screen, a metal borehole casing, or the sensor itself in a direct burial installation.

This grounding scheme minimizes ground voltage differences between separate pieces of equipment. As long as there is a low-impedance connection to a single main earth ground, incidental contact of equipment with the earth at other points is usually of little or no consequence. However, additional isolation and surge protection measures may be needed in exceptional circumstances such as if pieces of equipment at the surface are too widely

separated to allow a low-impedance connection, or if equipment or support structures are at high risk of a direct lightning strike.

In very dry desert or in polar environments with no liquid water, a true earth ground connection may not be possible. The system can function well in isolation as long as there is a low-impedance connection between the case grounds of all pieces of equipment.

For safety reasons, equipment should be connected to earth ground wherever possible.

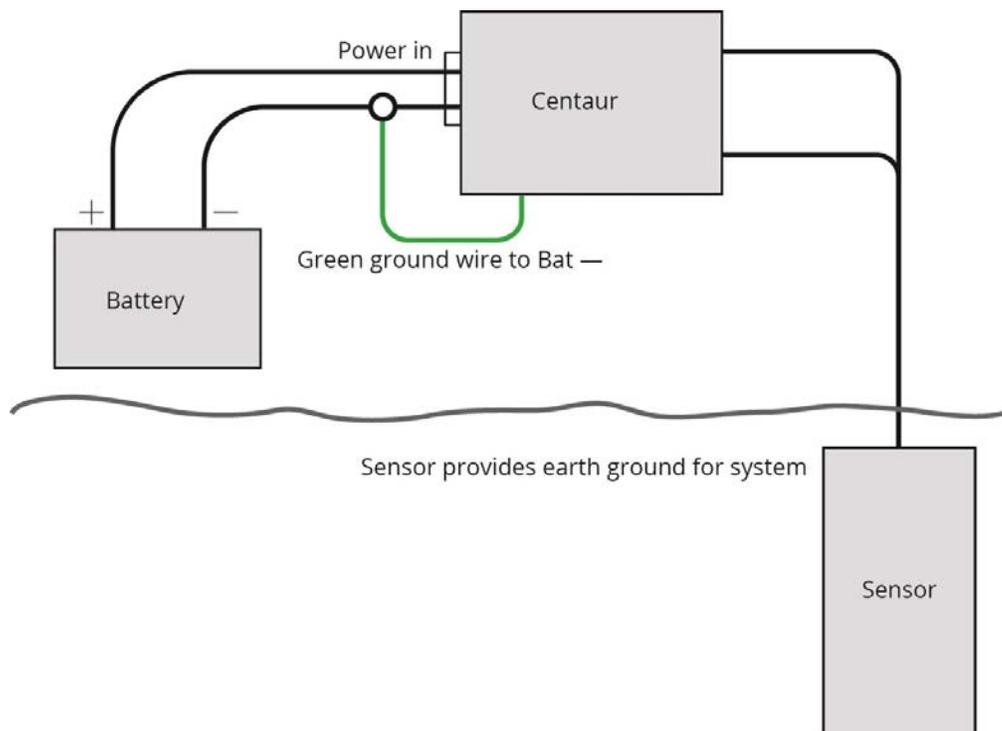
C.2 Grounding the Sensor in a Direct Burial Installation

Use the guidelines in this section to ground a Trillium 120 Slim Posthole that is installed in an uncased hole.

In a direct burial installation the seismometer itself provides the system earth ground. When the case of the seismometer and all other equipment is connected to the case ground of the digitizer via shielded cables as provided by Nanometrics, this implements a correct grounding scheme as described in ["Grounding Scheme" on the previous page](#). See [Figure C-1](#).

In a test lab installation, a Trillium 120 Slim Posthole system should be grounded as described in ["Grounding the Sensor in a Vault or Test Lab Installation" on page 93](#).

Figure C-1 - System grounding for burial in uncased hole (direct burial)



C.3 Grounding the Sensor in a Metal-cased Hole Installation

Use the guidelines in this section to ground Trillium 120 Slim Posthole seismometer that is installed in a metal-cased hole.

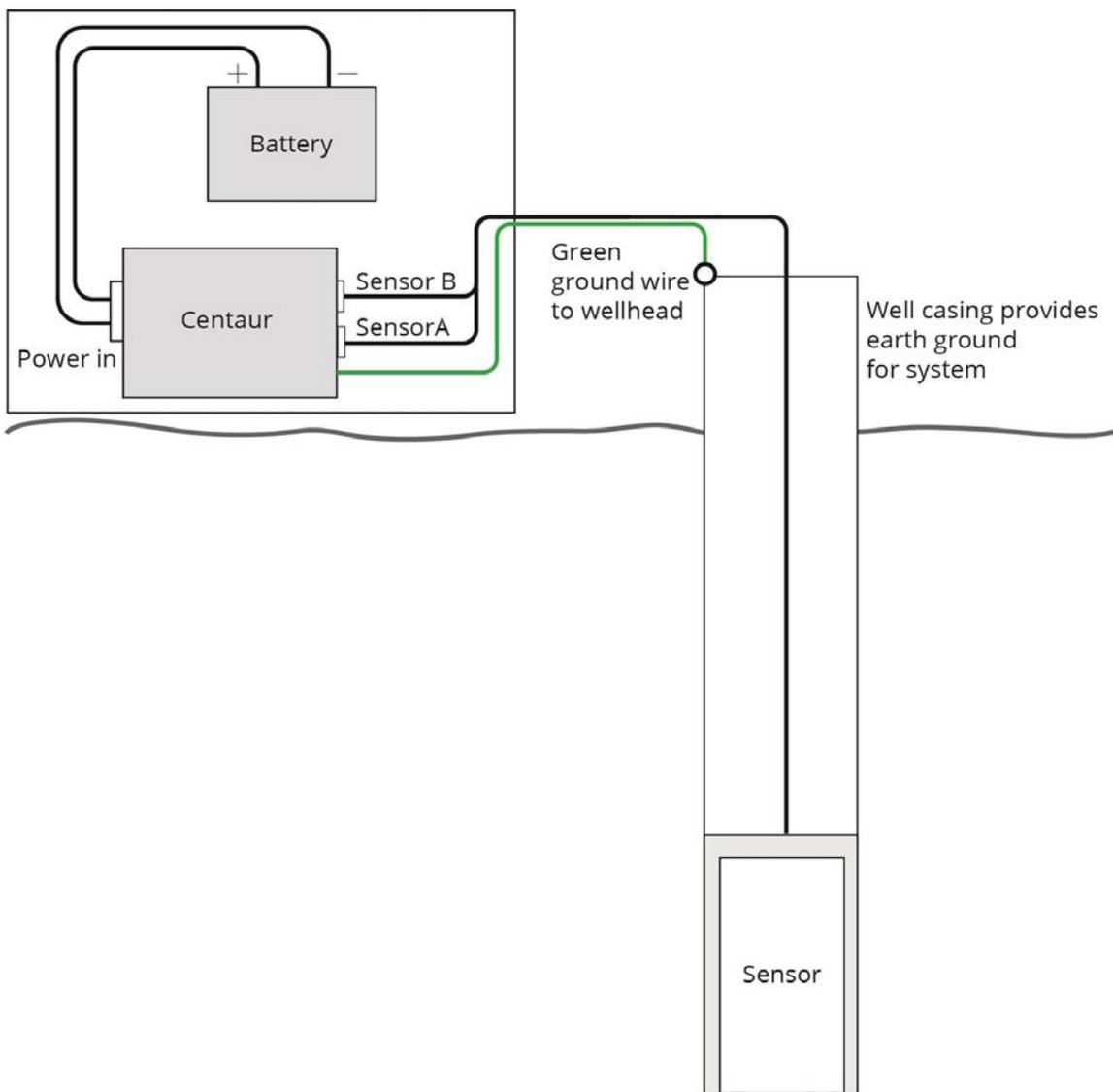
Lightning surge failures can occur at improperly grounded metal-cased hole installation sites when the digitizer's earth ground at the surface becomes charged to a high voltage while the seismometer is connected to a more neutral voltage at depth.

To minimize this voltage difference, connect the digitizer chassis ground to the borehole casing at the wellhead. A steel borehole casing provides an excellent earth ground for all equipment at the station, as well as a ground shield around the seismometer itself. Surge currents will travel down the outside surface of a steel casing but will not penetrate significantly to the inside, due to the small skin depth for fast surge transients. See [Figure C-2](#).

A non-conductive plastic casing is another option, although this option is usually not preferred due to poorer mechanical properties (thermal expansion and creep) which may cause low-

frequency horizontal noise effects. However a plastic casing may be used in special circumstances, for example if the site includes highly saline groundwater that would attack steel, or if there is a weight limit for transporting materials to the site. In these instances, a separate earth ground should be constructed via a suitable ground stake or buried screen. Connect the case ground of the digitizer to the earth ground, and connect the case ground of the seismometer and all other equipment to case ground of the digitizer via cable ground shields as described above.

Figure C-2 - System grounding for burial in a metal-cased hole



C.4 Grounding the Sensor in a Vault or Test Lab Installation

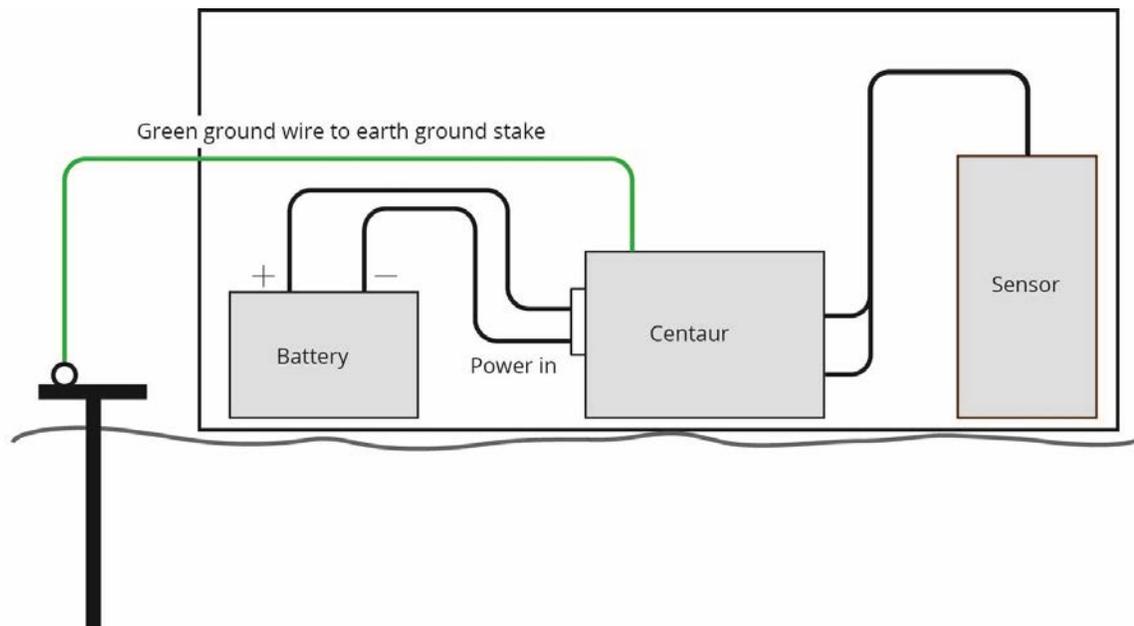
Use the guidelines in this section to ground a Trillium 120 Slim Posthole that is installed in a vault or in a test lab.

In a vault installation, connect the case of the digitizer to a suitable earth ground such as a ground stake or buried screen. Connect the case ground of the seismometer and other equipment to case ground of the digitizer via shielded cables as provided by Nanometrics. See [Figure C-3](#).

In a test lab or other building with mains power, connect the case of the digitizer to the safety ground of the mains power system (typically via the case ground of an AC-DC power supply). Connect case ground of the seismometer and all other equipment to case ground of the digitizer via shielded cables as provided by Nanometrics.

In a dry vault or test lab installation it is possible (but not recommended) to keep the entire instrument system isolated or with only a high-impedance connection to earth ground. The equipment can perform well in this configuration, however this is not recommended for safety reasons. Connecting the case ground of all equipment to earth ground will maintain a safe ground potential on accessible parts of the equipment.

Figure C-3 - System grounding for a vault or test lab installation



Glossary

AGND	Analog Ground
AWG	American Wire Gauge
CHGND	Chassis Ground
DGND	Digital Ground
MLNM	Mode Low Noise Model
NHNM	New High-Noise Model
NLNM	New Low-Noise Model
PWR	Power
RMA	Return Merchandise Authorization
SLIP	Serial-Over-IP

Unit Abbreviations and Symbols

Abbreviation or Symbol	Definition	Abbreviation or Symbol	Definition
°	degree	lb	pound
∅	diameter	m	meter
μ	micro	m/s	meter per second
Ω	ohm	m/s ²	meter per second, squared
A	ampere	mA	milliamperere
AC	alternating current	MB	megabyte
b	bit	MΩ	megaohm
B	byte	MHz	megahertz
bps	bits per second	mi.	mile
C	Celsius	mL	milliliter
cm	centimeter	mm	millimeter
dB	decibel	ms	millisecond
DC	direct current	MTU	maximum transmission unit
F	farad	mV	millivolt
ft.	foot	mW	milliwatt
g	gram	N	Newton
<i>g</i>	gravity	nF	nanofarad
GB	gigabyte	ns	nanosecond
GHz	gigahertz	rad	radian
Hz	hertz	rad/s	radian per second
in.	inch	s	second
KB	kilobyte	sps	samples per second
kg	kilogram	U	rack unit (1.75 inches)
kHz	kilohertz	V	volt
kΩ	kiloohm	V _{pp}	Volts peak-to-peak
kW	kilowatt	W	watt
L	liter		

July 8, 2016

Borehole Drilling Requirements

This technical note is intended to be used as a reference for preparing the technical requirements for borehole drilling contracts. It includes borehole drilling dimensions for specific seismometers, general borehole drilling requirements, and requirements for installing welded casings or threaded casings in a borehole. Acceptance test requirements that must be met before a seismometer can be installed in the borehole are also included.

The choice of installing a welded casing or threaded casing is dependent on expertise of local drilling contractors. The casing size is dictated by the seismometer and on the borehole depth. In general, a deeper borehole requires a larger casing.

Borehole Drilling Dimensions for Specific Seismometers

The following table lists the required borehole drilling dimensions for each seismometer type.

Seismometer (Model No.)	Minimum Test Cylinder Dimensions	Maximum Water Column Height*	Maximum Tilt Angle of Borehole	Borehole diameter for Minimum Casing	Inside Diameter of Casing	
					Minimum	Maximum
Seismometer diameter 97 mm (3.82 in.)						
Trillium Compact 120s TC120-PH2	2 m (6 ft.) long X 100 mm (3.94 in.) diameter	300 m (1 000 ft.)	± 2.0°	153 mm (6.0 in.)	106 mm (4.17 in.)	N/A
Trillium Compact 20s TC20-PH2	2 m (6 ft.) long X 100 mm (3.94 in.) diameter	300 m (1 000 ft.)	± 9.0°	153 mm (6.0 in.)	106 mm (4.17 in.)	N/A
Seismometer diameter 143 mm (5.63 in.) ± 5.0° levelling range						
Trillium 120 Posthole/Borehole T120-BH1 T120-PH1 T120-PH1BH T-BHL1 holelock	3 m (10 ft.) long X 153 mm (6.02 in.) diameter	300 m (1 000 ft.) (seismometer) 30 m (100 ft.) (holelock)	± 4.0°	254 mm (10.0 in.)	156 mm (6.14 in.)	170 mm (6.69 in.)** 205 mm (8.07 in.) with extension

July 8, 2016

Seismometer (Model No.)	Minimum Test Cylinder Dimensions	Maximum Water Column Height*	Maximum Tilt Angle of Borehole	Borehole diameter for Minimum Casing	Inside Diameter of Casing	
					Minimum	Maximum
Seismometer diameter 172 mm (6.77 in.) ± 10.0° levelling range						
Trillium 120 Posthole/Borehole	3 m (10 ft.) long X 182 mm (7.16 in.) diameter	300 m (1 000 ft.) (seismometer)	± 9.0°	280 mm (11.0 in.)	185 mm (7.28 in.)	205 mm (8.07 in.) extension required
T120-PH2		30 m (100 ft.)				
T120-PH2BH		(holelock)				
T-BHL1 holelock						
NOTES:						
* The maximum depth to which the device can be immersed in water.						
** This is a standard configuration. For larger diameters contact Nanometrics.						

General Borehole Drilling Requirements

The following general borehole drilling requirements apply to welded casing installations and threaded casing installations.

- All required supplies - casings, components, materials and additional supplies - shall be new and first grade.
- If you are targeting a sub-surface bedrock installation, the borehole shall be deep enough for the seismometer to be situated 10 m (32.8 ft.) into bedrock.
- To obtain a cased water tight usable hole to the specified depth, the borehole shall be cased, cemented and finished to be permanently sealed against water seepage from bottom to top.
- In order that the borehole can be cemented from bottom to top satisfactorily as specified above, each fresh water zone or lost circulation zone shall be plugged, cemented off, or sealed with lost circulation material before drilling ahead.
- Prepare a Driller's Log to record continuous geological conditions of borehole from the surface to the total depth. Include all relevant information such as bit record, drilling time, lost circulation, material and equipment used, lost time, etc.
- Once the total depth is reached with the proper diameter, the circulation of drilling liquid shall be maintained for approximately 1 hour to ensure that the hole is free of cuttings and cavings.

Welded Casing Requirements

The following additional requirements apply to welded casing installations.

- The steel casing must conform to ASTM A-53 Grade B, ASTM A589 Grade B or ASTM A500 Grade B or C standards.

Welded casing shoe requirements

Install a casing shoe on the bottom casing section keeping in mind the following requirements:

- Portland Type III High-Early Strength cement with no additives shall be used.
- The cement shall be applied using a tremie line lowered on the outside of the casing all the way to the bottom of the borehole.
- The cement shall be applied bottom up.
- The bottom casing section shall be plugged with a welded metal plate no more than 30.5 cm (12 in.) from the tip of the casing shoe. This is to ensure that the weld can be accessed to apply weld porosity sealant prior to it being lowered into the borehole.

Well cap requirements

- Install a suitable well cap as protection against objects falling into the hole.

Weld sealant requirements

Apply porosity sealant to each weld as follows:

- Examine each weld and administer SAF-T-LOK S90 or AA - High Strength, Low Viscosity Thread-locker or equivalent porosity sealant to each weld. This requirement applies to the casing section welds as well as the bottom section plate weld.
- Allow the welds to cool to the point where they can be touched with bare hand.
- Examine each weld and administer porosity sealant to each casing section weld and to the bottom section plate weld.
- For each weld, allow the porosity sealant to cure to fixture strength (approximately 5 to 10 minutes).
- Once the porosity sealant has cured to fixture strength lower the remaining casing into the borehole.
- Cleanup any residue.

Threaded Casing Requirements

The following additional requirements apply to threaded casing installations.

Casing string requirements

- The seamless steel casing must conform to American Petroleum Institute (API) J-55 or equivalent with standard thread and collars. Minimum ID as required for seismometer (see Seismometer Specific Requirements table).
- The same type of casing string must be used for the entire depth of the borehole.
- The casing joints may be of any standard length, but must be straight and free of burrs and irregularities which could cause the casing string to fail certain acceptance tests. A certificate of drifting and Tubescoping is preferred.
- All threaded joints shall be coated with a high quality, API type Thread compound (pipe dope) and made up per manufacturers' recommended torque.
- An in-place casing collar tally shall be performed, showing the number and depth location of all collars in the casing string. The casing collar tally shall be accurate to within 15.24 cm (1 ft.).
- The casing string shall be supported for approximately 1 m (3 ft.) above the bottom of the borehole during cementing.

Casing string shoe requirements

- The bottom of the casing string shall be fitted with a Halliburton Super Seal Float Shoe or equivalent.
- A Halliburton Super Seal Float Collar Type 'E' (M&F) or equivalent shall be added to the top of each shoe joint (first joint).
- The shortest length of casing shall be used for the shoe joint H, and is to be no longer than 6.1 m (20 ft.).
- If a range three (R-3) casing is used, one joint shall be cut and threaded and fitted with a collar to provide a short joint.
- A Halliburton Latch-Down Baffle or equivalent shall be installed in the top of the float collar.
- The threaded joints of the float shoe, float collar, and latch down baffle must be coated with Halliburton weld-A cement or equivalent and made up per manufacturers' recommended torque.
- Four Haliburton Model S-3 Centralizers or equivalent shall be installed on the bottom four casing collars, and one Haliburton Model S-3 Centralizer or equivalent shall be installed on alternate collars for the remainder of the casing string.

Requirements for cementing the casing string

NOTE: It is preferable to contract with a service company such as Halliburton or BJ to cement the casing.

- To secure a good cement bond, immediately prior to cementing, a turbulent flow of clear water and a cleaning solution shall be circulated down the casing and up the annulus to clean out any mud and debris that is present.
- The cement slurry shall have the following characteristics:
- High early set to ensure the cement sets before it is washed out of the borehole
- Approximately 0.05 per cent expansion during setting to ensure that there is no micro-annulus around the casing that may affect seismic coupling
- Any attempt to cement the casing string within the tilt angle tolerance when the uncased borehole is not vertical to within the maximum tilt angle of the borehole, is entirely the drilling contractor's responsibility.
- The borehole shall be cemented from bottom to top. Cement slurry with sufficient volume to fill the annulus with at least 25 per cent excess shall be pumped into the casing. Then the Halliburton latch down plug or equivalent shall be inserted into the casing and washed down with clear water. When the plug reaches the baffle, normally 6 895 kPa (1,000 psi) of pressure should force the latching nose of the plug into the baffle and lock it into place. Once the plug is seated, all pressure must be released to check for zero back flow. This will prove that the one-way valves are holding.
- Once zero backflow is obtained, the cement slurry shall be allowed to cure for 24 hours under no pressure. After 24 hours, the casing shall be scraped, brushed and emptied of all fluids and loose solids.
- If the cement level drops into the annular space between the pipe and the hole, additional cement slurry may be added around the casing directly from the surface.
- The top of the landing (top casing) shall extend approximately 45 cm (18 in.) above ground level and be threaded with external standard 8-round threads per inch. A thread protector and steel plate shall be fitted onto the top of each casing as protection against objects falling into the hole.

Acceptance Tests

The driller shall be directly responsible for all the critical items outlined below and for preparing the written reports of the results of the various required tests. Rejection of the entire borehole configuration is possible if any of the following criteria are not satisfied.

- Submission and approval of the Driller's Log which should include but not be limited to, such information as: bedrock depth, depth to bottom of hole, depth of all casing joints, etc.

July 8, 2016

- Confirmation of the exact depth of the borehole as witnessed by the Owner's engineer, present at the site.
- Verticality measurements shall be made at a minimum of 15.24 m (50 ft.) intervals and the deviation from vertical in every case must not exceed specified maximum tilt angle.
- The specified test cylinder or larger cylinder shall have successful passage for the entire length of the casing.
- A cementing report shall be prepared, which shall include certification and samples of all cementing and additive materials, water chemistry, listing of water-to-cement ratio, notation of pumping rates and pressures and any abnormal or unusual events encountered during the cementing operation.
- No cores will be required but samples of drill cuttings shall be taken every 6 meters (20 ft.), identified in numbered geological sample bags, and retained at the site.
- Successful completion of the borehole leak tests shall be performed by the Contractor using either of the following procedure A or procedure B.

NOTE: Procedure B may be more suitable for installations in cooler regions where the cool air may cause pressure drops.

Borehole leak test - Procedure A (Using 1 034 kPa (150 psi))

All tools and equipment required for successful completion of the test, including but not limited to, air compressor, valves, air pressure gauges and fittings, are to be provided by the Contractor.

1. Wait 24 hours to allow cement and sealant to cure completely.
2. Fill the borehole to the top with water.
3. Seal the top of the borehole and pressurize the top air pocket to a minimum of 1 304 kPa (150 psi).
4. Leave the borehole pressurized for 24 hours.
5. Have the Owner's engineer check and record the pressure after 24 hours.
 - a) If the pressure has not dropped, proceed to step 7.
 - b) If the pressure has dropped (to account for water and pipe temperature stabilization), bring the pressure back up to 1 304 kPa (150 psi) and leave the borehole for another 24 hours.
6. Have the Owner's engineer check and record the pressure after additional 24 hours. There should be no drop in pressure after 48 hours.
7. Drain the water from the borehole and ensure that it is dry and clear of debris.

July 8, 2016

Borehole leak test - Procedure B (Using 4 136.9 kPa (600 psi))

All tools and equipment required for successful completion of the test, including but not limited to, air compressor, valves, air pressure gauges and fittings, are to be provided by the Contractor.

1. Wait 24 hours to allow cement and sealant to cure completely.
2. Fill borehole to the top with water.
3. Seal the top of the borehole and pressurize the top air pocket to a minimum of 4 136.9 kPa (600 psi).
4. Leave the borehole pressurized for 24 hours.
5. At the end of 24 hours, the pressure must not have decreased by more than 10 per cent.
6. Drain the water from the borehole and ensure that it is dry and clear of debris.

IMPORTANT NOTICE

The information contained in this document has been provided by Nanometrics Inc and is believed to be accurate and reliable at the time of posting on the Nanometrics website. The models, drawings and other information are provided for informational purposes and for limited instructional use in carrying out certain deployments. Nanometrics Inc. reserves the right to update, modify or remove content at any time without prior notice including but not limited to correcting errors or omissions and reflecting product design changes. It is the user's obligation to ensure that the user checks that the user is using the most up to date versions of the information by checking the Nanometrics website from time to time.

As a condition of Nanometrics making the information in this document available, user acknowledges and agrees that user will access and use the information solely at user's own risk. To the fullest extent permitted by law, user hereby expressly waives and releases any and all liability and claims against Nanometrics its successors, assigns, related companies, directors, officers and employees ("Nanometrics Parties") in relation to the information in this document, and user waives the right to make or bring any claim or action, now or ever, against the Nanometrics Parties in relation to the use of the information in this package (including any and all damage and loss not now known or anticipated but which may arise in the future and all effects and consequences thereof).

User further agrees to fully indemnify and hold harmless the Nanometrics Parties against any and all claims, damages, liabilities, judgments or settlements (including costs and reasonable attorneys' fees) brought by third parties (including your staff and contractors involved in any deployment) in respect of any deployment user carries out and any claim arising in connection with user's use of the information in this document.

Please contact us if you have any questions or concerns:

e-mail: support@nanometrics.ca

Tel: + 613 592 6776

Toll Free: 1 855 792 6776 (N. America)

STRATEGIC INTELLIGENCE
fueled by  SCIENCE