

CAPITOLA SPECIALE D'APPALTO

relativo al servizio d'indagini ambientali e geotecniche a supporto della progettazione esecutiva degli interventi di adeguamento degli argini dei torrenti Gaglioffo, Castro e Bicchieraia, Valtina e Vingone nel territorio del Comune di Arezzo

Premessa

Con ordinanza del Commissario delegato n. 82 del 3 luglio 2020 è stato approvato il piano complessivo degli interventi urgenti per il superamento dell'emergenza relativa all'evento meteo del 27-28 luglio 2019, dove sono stati individuati a seguito dell'istruttoria effettuata con il Dipartimento della Protezione Civile gli interventi di tipo d) finalizzati alla riduzione del rischio idraulico delle aree colpite dalla calamità.

Nell'ambito della progettazione di alcuni degli interventi ricompresi nell'ordinanza si rende necessario acquisire informazioni sul sottosuolo mediante realizzazione di una campagna geognostica di supporto alla progettazione per la riduzione del rischio residuo nelle aree colpite dall'evento del 27 e 28 luglio 2019. Tale campagna comprende la realizzazione di saggi con escavatore meccanico in cui sono prelevati campioni rimaneggiati di terreno. Su tali campioni e sui campioni indisturbati prelevati durante la perforazione di sondaggi geognostici, facente parte di altro affidamento distinto, è necessario effettuare analisi chimico fisiche per la caratterizzazione ambientale delle terre ed analisi di laboratorio geotecnico.

Nello specifico gli interventi sono i seguenti (allegato 1 - interventi):

-Riassetto idraulico del t. Valtina nel tratto finale e del t. Vingone nel tratto a valle della confluenza, sistemazione del reticolo delle acque basse in loc. Bagnoro - codice **D2019EAR0001** (€ 1.555.980,00);

Durante l'evento del 27-28 luglio il Torrente Valtina è esondato già a partire dal tratto pensile che inizia in corrispondenza dell'attraversamento della strada per Monastero, a monte dell'attraversamento della strada comunale del Colle, dove si è avuto un altro punto di esondazione consistente. La piena ha percorso extra alveo entrambi i lati con una netta prevalenza del lato in destra idraulica interessando anche l'antica Pieve di Santa Eugenia e l'abitato del Bagnoro, nel quale si sono rilevate criticità derivanti anche dal reticolo secondario a causa della piena del torrente Vingone che non permetteva il recapito delle acque del predetto reticolo.

L'intervento si prefigura l'obiettivo del contenimento delle piene duecentennali attraverso il consolidamento degli argini del torrente Valtina, che scorre pensile sul piano campagna, oltre ad una riconfigurazione planimetrica nella parte terminale che nel consenta una migliore confluenza nel t. Vingone che a sua volta dovrà essere oggetto di adeguamento delle sezioni idrauliche per un tratto adeguato a valle della immissione del Valtina. Inoltre su questo affluente si prevede la realizzazione di un canale diversore a monte del ponte della strada del Colle. A migliore regimazione delle acque del reticolo minore a monte della località Bagnoro si prevede la realizzazione di un canale di gronda di recapito delle acque basse nel medesimo diversore.

Consolidamento arginale del Torrente Castro-Bicchieraia nella città di Arezzo
- codice **D2019EAR0004** (€ 3.088.350,00)

L'intervento si prefigura l'obiettivo dell'adeguamento e consolidamento sezione idraulica torrente Castro prima del tratto tombato e l'adeguamento e consolidamento sezione idraulica torrente Bicchieraia prima del tratto tombato. La campagna geognostica si prefigura come campagna geognostica integrativa per integrare il quadro conoscitivo geotecnico già indagato con una prima campagna geognostica effettuata nel dicembre 2018.

-Sistemazione idraulica del T. Vingone nel tratto a monte della confluenza del Torrente Valtina – codice **D2019EAR0005** (€ 1.863.030,00);

Durante l'evento del 27-28 luglio il torrente Vingone è stato interessato da una piena eccezionale che ha causato una rotta arginale in destra idraulica nel tratto a monte della strada comunale per Montoncello, oltre al crollo di numerose protezioni di sponda in muri a secco anche a sostegno dell'adiacente viabilità comunale.

L'intervento si prefigura l'obiettivo del contenimento delle piene almeno per eventi aventi tempo di ritorno centennali attraverso il riassetto planimetrico con ampliamento della sezione idraulica e il consolidamento delle sistemazioni di sponda mediante il ripristino dei muri esistenti.

-Sistemazione idraulica del Fosso Gaglioffo, affluente destro del T. Castro in loc. Cognaia – codice **D2019EAR0009** (€ 370.785,00).

L'evento del 27-28 ha messo in luce la vetustà della sistemazione idraulica del t. Gaglioffo che presenta un argine nel breve tratto compreso tra la strada comunale delle Conserve e la confluenza nel t. Castro. La definitiva apertura di una breccia su tale tratto comporterebbe una rovinosa alluvione dell'abitato della Marchionna e limitrofi.

L'intervento si prefigura l'obiettivo del consolidamento dell'argine destro del T. Gaglioffo con contenimento delle piene per eventi aventi tempo di ritorno duecentennale.

Art. 1 - Caratteristiche delle prestazione

1.1 SAGGI CON ESCAVATORE E PRELIEVO CAMPIONI

Ai fini dello svolgimento in parola è fissata l'escavazione di n. 26 saggi.

L'operatore economico dovrà eseguire lo scavo di pozzetti o trincee esplorative (con dimensioni massime richieste di 1,5 m x 1,5 m con profondità 2 m) in terreni sciolti mediante escavatore meccanico, secondo le indicazioni della DL, con chiusura degli stessi al termine delle osservazioni e ripristino del livello di piano campagna originario.

I saggi con escavatore meccanico saranno supervisionati da un archeologo incaricato dalla stazione appaltante per la verifica dell'interesse archeologo, così come disposto dall'art. 25 del D.Lgs 50/2016. L'operatore dovrà quindi seguire le indicazioni dell'archeologo, per quanto di sua competenza.

Nel paragrafo 1.1.3 si riportano le prescrizioni da attuare durante la realizzazione degli stessi.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 1

1.1.1 Prelievo di campioni con escavatore meccanico da sottoporre ad analisi ambientale

Nel corso dell'esecuzione dei saggi con escavatore meccanico dovrà essere prelevato un campione rimaneggiato, rappresentativo della natura dei terreni investigati. Saranno quindi prelevati n. 26 campioni da sottoporre ad analisi ambientale.

Nell'area in esame non sono note attività attuali o pregresse che possano aver determinato oggettivamente qualche forma di inquinamento. Per l'individuazione degli analiti da ricercare nei terreni ci si riconduce pertanto ad un elenco delle sostanze più comuni, così come definito al successivo punto 1.2

relativo alle “Analisi chimico fisiche per la caratterizzazione ambientale delle terre”, riservandosi in corso d’opera di apportare modifiche o integrazioni.

L’ubicazione di massima dei punti di prelievo è riportata nelle planimetrie contenute nelle figure allegata alla presente.

I campioni dovranno essere quartati in modo da formare due aliquote e opportunamente conservati in barattoli di vetro della capienza di 250 ml, chiusi con tappo ermetico. Essi dovranno essere riposti in borsa frigo refrigerata fino alla consegna al laboratorio di analisi. La tecnica analitica adottata (ICP-MS) dovrà consentire la verifica del non superamento rispetto alle concentrazioni soglia di contaminazione CSC di cui alla colonna A tabella 1 allegato 5 parte IV del D.Lgs 152/06.

Per ogni campione sarà indicato:

- Identificativo del cantiere;
- Identificativo e descrizione del campione (es: SA8, che corrisponderà all’identificativo del saggio riportato in allegato 2 - ubicazione saggi con escavatore, salvo modifiche concordate con la stazione appaltante);
- Rilievo delle coordinate geografiche delle stazioni di campionamento mediante GPS (WGS84 e Gauss Boaga) con precisione metrica ed inserimento delle stesse in una cartografia CTR in scala non inferiore ad 1:10.000;
- Data di prelievo;
- Profondità del prelievo;

I dati di cui sopra dovranno essere riportati nel verbale di campionamento e successivamente nella relazione tecnica sulle analisi effettuate.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 2

1.1.2 Prelievo di campioni con escavatore meccanico da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio

Nel corso dell’esecuzione dei saggi con escavatore meccanico, saranno prelevati n. 6 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio. Nei saggi riportati in allegato 2, contraddistinti dalla sigla SA/SG, dovrà essere prelevato un campione rimaneggiato rappresentativo della natura dei terreni investigati, del peso di circa 10 kg, ad una profondità indicativamente compresa tra 50 cm e 200 cm, da sottoporre alle analisi geotecniche di laboratorio, in seguito specificate.

I campioni saranno sigillati in sacchetti di plastica e per ogni campione sarà indicato:

- Identificativo del cantiere;
- Identificativo e descrizione del campione (es: SA3/SG3, che corrisponderà all’identificativo del saggio riportato allegato 2 - ubicazione saggi con escavatore, salvo modifiche concordate con la stazione appaltante);
- Rilievo delle coordinate geografiche delle stazioni di campionamento mediante GPS (WGS84 e Gauss Boaga) con precisione metrica ed inserimento delle stesse in una cartografia CTR in scala non inferiore ad 1:10.000;
- Data di prelievo;
- Profondità del prelievo;

Contestualmente al prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico saranno prelevati campioni da sottoporre ad analisi ambientale così come specificato al punto 1.1.1.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 3

1.1.3 Prescrizioni operative da attuare durante la realizzazione dei saggi con escavatore

Si precisa che lo scavo dovrà essere eseguito solo con escavatore e che le attività dovranno essere svolte con modalità tali da evitare rischi per tutti i lavoratori. In particolare le operazioni di scavo dovranno essere effettuate senza che altri operatori si trovino nel raggio d'azione delle macchine operatrici e le terre di scavo non possono essere posizionate sul ciglio dello scavo. Al termine della fase di indagine lo scavo dovrà essere attuato l'immediato ripristino dello stato dei luoghi. Qualora si renda necessario l'accesso agli scavi da parte dell'archeologo incaricato dalla stazione appaltante, così come specificato nel punto 1.1.1 questo dovrà essere consentito solamente dopo che le pareti dello scavo siano state messe in sicurezza da possibili franamenti.

1.2 ANALISI CHIMICO-FISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE

Le analisi chimiche e chimico-fisiche dei campioni nell'ambito dei saggi con escavatore meccanico sono n. 26.

I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche per la caratterizzazione ambientale delle terre sono prelevati nel corso dell'esecuzione dei saggi con escavatore meccanico, di cui al punto 1.1.2 nelle aree oggetto degli interventi in progetto D2019EAR0001, D2019EAR0004, D2019EAR0005 e D2019EAR0009. Tutte le prove di cui al presente punto sono riferibile alle voci 4 e 5 del dettaglio economico.

Le prove di cui alla voce 4 del dettaglio economico sono da svolgersi su n. 26 campioni.

Le prove di cui alla voce 5 del dettaglio economico sono da svolgersi su n. 5 campioni.

Le analisi richieste dall'amministrazione sono da svolgersi secondo quanto indicato ai seguenti punti 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4.

Le analisi comprendono:

1.2.1 Terra e roccia - Prova di Caratterizzazione materiale solido con riferimento D.Lgs. 152/2006 colonna A e B. Caratterizzazione ai sensi Allegato 4 Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 set completo

1.2.2 Rifiuto - Prova di Caratterizzazione per attribuzione codice CER 17 05 04 Terra e roccia

1.2.3 Test di Cessione D.M. 05/02/1998 All.3 e s.m.i. - Recupero

1.2.4 Test di Cessione Discarica D.Lgs. n. 36 del 12/01/2003 come modificato dal D.Lgs. n. 121 del 03/09/2020 All. 4.

Di seguito si specifica il dettaglio delle analisi da effettuare:

1.2.1 Terra e roccia - Prova di Caratterizzazione materiale solido con riferimento D.Lgs. 152/2006 colonna A e B. Caratterizzazione ai sensi Allegato 4 Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 set completo

Parametro	Metodo
CONCENTRAZIONE IONI IDROGENO (pH)	CNR IRSA Q 64 Vol. 3 1985
RESIDUO SECCO (DR) A 105°C	UNI EN 14346:2007 Met. A
SCHELETRO	DM 13/09/1999 met. II. 1
CROMO TOTALE	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
CROMO VI	EPA 3060 A + EPA 7196 A
ZINCO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
PIOMBO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
CADMIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
NICHEL	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009

RAME	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
COBALTO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
ARSENICO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
MERCURIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
IDROCARBURI C>12	ISO 16703:2004
AMIANTO	*D.M. 06/09/1994 All. 1 Met. B
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI	
BENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
ETILBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
TOLUENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
STIRENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
XILENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	
PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
BENZO(A)ANTRACENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
CRISENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
BENZO(B)FLUORANTENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
BENZO(K)FLUORANTENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
BENZO(A)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
INDENO(1,2,3,CD)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
DIBENZO(AH)ANTRACENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
BENZO(GHI)PERILENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
DIBENZO(A,L)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
DIBENZO(A,I)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
DIBENZO(A,E)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
DIBENZO(A,H)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
SOMMATORIA POLICICLICI AROMATICI (da 25 a 34)	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2017
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	
CLOROMETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
DICLOROMETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
TRICLOROMETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
CLORURO DI VINILE	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,2 DICLOROETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,1 DICLOROETILENE	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
TRICLOROETILENE	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006

TETRACLOROETILENE	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	
1,1 DICLOROETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,2 DICLOROETILENE	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,1,1 TRICLOROETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,2 DICLOROPROPANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,1,2 TRICLOROETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,2,3 TRICLOROPROPANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,1,2,2 TETRACLOROETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI	
TRIBROMOMETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
1,2 DIBROMOETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
DIBROMOCLOROMETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006
BROMODICLOROMETANO	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 4

1.2.2 Rifiuto - Prova di Caratterizzazione per attribuzione codice CER 17 05 04 Terra e roccia

Parametro	Metodo
CONCENTRAZIONE IONI IDROGENO (pH)	CNR IRSA Q 64 Vol. 3 1985
RESIDUO SECCO (DR) A 105°C	UNI EN 14346:2007 Met. A
CROMO TOTALE	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
CROMO VI	EPA 3060 A + EPA 7196 A
ZINCO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
PIOMBO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
CADMIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
NICHEL	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
RAME	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
BORO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
ARSENICO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
BERILLIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
COBALTO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
MOLIBDENO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
ANTIMONIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
SELENIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
STAGNO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
VANADIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
TALLIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
BARIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
MERCURIO	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
IDROCARBURI ALIFATICI C5-C8	EPA 5021 + EPA 8015
CUMENE	EPA 5021 + EPA 8015
DIPENTENE	EPA 5021 + EPA 8015
IDROCARBURI (C10-C40)	UNI EN 14039:2005
IDROCARBURI C>12	UNI EN 14039:2005
IDROCARBURI C<12	EPA 5021 + EPA 8015
1,3 BUTADIENE	EPA 5021 + EPA 8015
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
BENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
ETILBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
TOLUENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017

Parametro	Metodo
STIRENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
XILENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
1,2 DICLOROBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
1,3,5-TRIMETILBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
1,2,4-TRIMETILBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
1,2,3 TRIMETILBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
N - PROPILBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
CLOROBENZENE	EPA 5021 A 2014 + EPA 8260 D 2017
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
NAFTALENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
ACENAFTILENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
ACENAFTENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
FLUORENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
FENANTRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
ANTRACENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
FLUORANTENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
BENZO(A)ANTRACENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
CRISENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
BENZO (B + J + K) FLUORANTENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
BENZO(A)PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
BENZO (E) PIRENE	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
SOMMATORIA IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	EPA 3540 C 1996 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270 E 2018
AMIANTO	D.M. 06/09/1994 All. 1 Met. B

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 4

1.2.3 Test di Cessione D.M. 05/02/1998 All.3 e s.m.i. - Recupero

Parametro su eluato da Test di Cessione in acqua deionizzata	Metodo
NITRATI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
FLUORURI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
SOLFATI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
CLORURI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
CIANURI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29/03
BARIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
RAME	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
ZINCO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
BERILLIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
COBALTO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
NICHEL	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
VANADIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
ARSENICO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CADMIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CROMO TOTALE	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
PIOMBO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
SELENIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
MERCURIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016

Parametro su eluato da Test di Cessione in acqua deionizzata	Metodo
RICHIESTA CHIMICA DI OSSIGENO (COD)	UNI EN 12457-2:2004 + ISPRA MAN. 117 2014
CONCENTRAZIONE IONI IDROGENO	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29/03
CONDUCIBILITA'	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2030 Man 29/03
AMIANTO	UNI EN 12457-2:2004 + M.I.:PO 063 R

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 5

1.2.4. Test di Cessione Discarica D.Lgs. n. 36 del 12/01/2003 come modificato dal D.Lgs. n. 121 del 03/09/2020 All. 4

Parametro su eluato da Test di Cessione in acqua deionizzata	Metodo
ARSENICO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
BARIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CADMIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CROMO TOTALE	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
RAME	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
MERCURIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
MOLIBDENO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
NICHEL	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
PIOMBO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
ANTIMONIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
SELENIO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
ZINCO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CLORURI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
FLUORURI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
SOLFATI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03
DOC	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5040 Man 29/03
TDS	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2090 A Man 29/03
INDICE FENOLO	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5070 (A2) Man 29/03

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 5

I certificati dovranno essere sottoscritti dal Responsabile del laboratorio che si occuperà delle analisi chimico-fisiche e dovranno contenere almeno i seguenti elementi:

- Identificativo del cantiere;
- Identificativo e descrizione del campione (es: SA3, che corrisponderà all'identificativo del saggio riportato allegato 2 - ubicazione saggi con escavatore, salvo modifiche concordate con la stazione appaltante);
- Rilievo delle coordinate geografiche delle stazioni di campionamento mediante GPS (WGS84 e Gauss Boaga) con precisione metrica ed inserimento delle stesse in una cartografia CTR in scala non inferiore ad 1:10.000;

- Data di prelievo;
- Profondità del prelievo;
- data ricezione del campione in laboratorio, data accettazione del campione in laboratorio;
- data inizio e fine analisi;
- risultati analitici con indicazione del metodo utilizzato e delle soglie di riferimento di cui al D.Lgs. 152/06 – parte, quarta, titolo V, All.5 – Tab.1, al D.M. 05/02/1998 All.3 e s.m.i. e al D.Lgs. n. 36 del 12/01/2003 come modificato dal D.Lgs. n. 121 del 03/09/2020 All. 4.

Dovrà inoltre essere prodotta una relazione tecnica sulle analisi effettuate con l'interpretazione dei risultati in riferimento ai limiti di cui al D.Lgs. 152/06 – parte, quarta, titolo V, All.5 – Tab.1, al D.M. 05/02/1998 All.3 e s.m.i. e al D.Lgs. n. 36 del 12/01/2003 come modificato dal D.Lgs. n. 121 del 03/09/2020 All. 4.

1.3 ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO SULLE TERRE

I campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico sono prelevati nel corso dell'esecuzione dei saggi con escavatore meccanico, di cui al punto 1.1.2 e nel corso dei sondaggi geognostici eseguiti nelle aree oggetto degli interventi in progetto D2019EAR0001, D2019EAR0004, D2019EAR0005 e D2019EAR0009.

Tutte le prove di cui al presente punto sono riferibile alle voci 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 del Dettaglio economico.

L'apertura dei campioni indisturbati, di cui alla voce 6 del dettaglio economico sarà svolta su 20 campioni indisturbati.

Le prove di cui alle voci 7,8,9,10,11, 14 15, 16 del Dettaglio economico sono da svolgersi su n. 26 campioni.

Le prove di cui alle voci 12,13 del Dettaglio economico sono da svolgersi su n. 6 campioni.

L'analisi granulometrica di cui alla voce 3 del Dettaglio economico, è da svolgersi su n. 26 campioni da sottoporre ognuno a n. 5 vagli per un totale di n. 130 prove.

Il servizio richiesto si articola nell'esecuzione, nelle rispettive aree d'intervento, di prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati e rimaneggiati come di seguito descritto e con i metodi riassunti nella seguente tabella:

Prova	Metodo
Preparazione del campione, quartatura, prelavaggio al setaccio 200 ASTM	CNR-UNI 23
Analisi granulometrica per setacciatura	CNR-UNI 23
Determinazione del contenuto d'acqua naturale (wn)	ASTM D2216
Determinazione del peso di volume naturale	BS 1377/T157e
Determinazione dei limiti di Atterberg (LL, LP)	CNR-UNI10014
Classificazione delle terre per uso stradale	CNR-UNI10006
Prova compattazione Proctor Standard, con almeno 5 punti di determinazione della curva densità secca-acqua, in fustella da 4", comprensiva della preparazione del campione (quantità di materiale	ASTM D 698 – 91

Prova	Metodo
trattenuto al 9,5 mm inferiore al 20 %)	
Prova di taglio diretto C.D., su campioni campioni indisturbati, ovvero su provini ricostruiti al 95% del maximum proctor standard, eseguita su 3 provini	ASTM D3080
Prova di compressione con Espansione Laterale Libera (ELL)	ASTM D 2166-85
Prova edometrica, su campioni indisturbati ovvero su provini ricostruiti al 95% del maximum proctor standard, ad incrementi di carico controllati mantenuti 24 ore, con pressione massima di 6 MPa, con 8 incrementi in fase di carico e 4 in fase di scarico, compresa determinazione Cv e k su 2 gradini di carico, esclusa la determinazione del peso specifico dei granuli (ED IL). Determinazione del coefficiente di permeabilità diretta in cella edometrica.	ASTM D 2435

1.3.1 Requisiti del laboratorio

L'attività del laboratorio di prova dovrà essere condotta in accordo alla norma UNI-CEI-EN 45001 - Criteri generali per il funzionamento di laboratori di prova (Marzo 1990) - con particolare riferimento al Punto 5 - Competenza tecnica.

In particolare il laboratorio di prova dovrà essere competente per l'esecuzione delle prove in programma, dovrà disporre di personale tecnico in numero sufficiente con adeguata formazione e aggiornamento facente capo ad un responsabile al quale dovrà fare riferimento la Committenza.

Le prove devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art.59 del DPR 6.6.2001, n.380. I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

1.3.2 Apparecchiature di prova

Il laboratorio di prova deve essere fornito di tutte le apparecchiature necessarie per la corretta esecuzione delle prove in programma.

Tutte le apparecchiature devono essere conservate con cura e devono essere disponibili idonee procedure di manutenzione.

Identificazione dei campioni

Il laboratorio presso cui saranno effettuate le prove e le analisi geotecniche dovrà essere dotato di sistema per l'identificazione dei campioni e delle parti di campioni da sottoporre a prova. Al momento del ricevimento dei campioni si dovrà controllare la corrispondenza con le distinte o le stratigrafie di accompagnamento, segnalando immediatamente qualsiasi difformità alla Committenza.

Tutti i campioni e le relative porzioni da sottoporre a prova (provini) dovranno essere chiaramente certificati da una sigla o un codice che accompagnerà il campione o il provino in tutte le fasi dell'attività di laboratorio (conservazione, preparazione dei provini da sottoporre a prova, esecuzione delle prove, preparazione della documentazione di prova e del rapporto finale di prova); dovrà inoltre essere stabilita una corrispondenza tra il codice adottato dal laboratorio per l'identificazione dei campioni e dei provini e il sistema di

identificazione utilizzato durante il prelievo in sito, in modo che i risultati delle prove di laboratorio siano sempre chiaramente attribuibili.

1.3.3 Apertura campioni ed esame preliminare

1.3.3.1 Campioni indisturbati

L'estrusione dalle fustelle di alloggiamento dovrà avvenire in modo da minimizzare il disturbo al campione: a tale proposito è consigliato l'utilizzo di un estrusore idraulico. In ogni caso l'estrusione dovrà avvenire con lentezza e continuità, evitando l'applicazione di sforzi eccessivi o l'azione di brusche manovre.

Dopo l'estrusione il campione sarà sottoposto a scorticatura e ripulitura delle estremità e si procederà alla descrizione geotecnica visivo-manuale del materiale campionato indicando natura, strutture, inclusioni, frammenti di conchiglie, resti organici, eventuale odore ed ogni altro elemento ritenuto significativo. La descrizione geotecnica visivo-manuale dovrà essere condotta in o allo standard ASTM 02488-93 (Standard Practice for Description and Identification of Soils - Manual Procedure).

Si effettuerà quindi una ripresa fotografica a colori del campione avendo cura che l'immagine risulti chiaramente leggibile; la foto riporterà la completa identificazione del campione e del suo alto.

Successivamente si procederà ove possibile alla esecuzione di prove speditive con penetrometro e scissometro tascabile ad intervalli regolari per la determinazione dello stato di consistenza.

Per ultimo si procederà alla selezione delle porzioni del campione da sottoporre a prova, avendo particolare cura di escludere dal confezionamento dei provini da sottoporre a prova le porzioni alterate per rammollimento o deformazione eccessiva, e di scegliere porzioni omogenee del campione per l'esecuzione di prove che richiedano la preparazione di una serie di provini.

La scelta delle porzioni di campione da sottoporre a prova assume particolare rilevanza la determinazione della stato di qualità del campione che dovrà in ogni caso essere indicata.

Al termine dell'esame sarà redatto un apposito modulo contenente tutte le osservazioni e misure, l'indicazione delle prove da eseguire e dei relativi provini, indicazioni sullo stato di qualità del campione e della fustella, le dimensioni della fustella e del campione estruso. Il modulo sarà corredato da documentazione fotografica del campione.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 6

1.3.3.2 Campioni disturbati

L'estrazione del campione rimaneggiato dal contenitore di alloggiamento (sacchetto, barattolo, vasetto, etc.) sarà seguita dalla descrizione geotecnica visivo-manuale del materiale condotta in accordo allo standard ASTM 02488-93 (Standard Practice for Description and Identification of Soils - Visual-Manual Procedure).

Se richiesto il materiale campionato sarà sottoposto a ripresa fotografica a colori avendo cura che l'immagine risulti nitida e chiaramente leggibile.

Al termine delle operazioni si procederà alla redazione di un modulo contenente la descrizione geotecnica del campione, l'indicazione delle prove da eseguire e l'eventuale documentazione fotografica.

1.3.4 Caratteristiche fisiche

1.3.4.1 Determinazione del contenuto naturale d'acqua

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua di terreni, rocce e materiali similari.

Modalità di prova

La determinazione del contenuto naturale d'acqua, ottenuto per differenza tra peso del campione e il peso del campione essiccato in forno termostato a 105° ed espresso in percentuale rispetto al peso del campione essiccato, dovrà essere effettuata su campioni o porzioni di campioni che non no subito significative variazioni di umidità (rammolliti o essiccati) rispetto alle condizioni naturali.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere: certificazione completa del campione sottoposto a prova; la percentuale del contenuto d'acqua espresso alla prima cifra decimale con documentazione delle pesate eseguite;

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 7

1.3.4.2 Determinazione della massa volumica apparente (peso di volume naturale)

Generalità

La prova consiste nella determinazione della massa volumica apparente di un terreno. ottenuto rapporto tra la massa di un provino ed il suo volume.

Modalità di prova

La prova dovrà essere effettuata unicamente su provini indisturbati, avendo cura di non alterare in alcun modo le caratteristiche del campione durante il confezionamento del provino.

Per il confezionamento dei provini dovrà di norma essere impiegato un apposito tornietto da laboratorio, al fine di minimizzare il disturbo al campione; l'uso del tornietto potrà essere evitato per i campioni a bassa consistenza, per i quali è possibile l'infissione a pressione di una fustella tarata mediante impiego di un idoneo campionatore.

In nessun caso la fustella sarà infissa manualmente nel terreno da campionare.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere: identificazione completa del campione sottoposto a prova; documentazione delle pesate eseguite e delle dimensioni dei provini; e sulla eventuale disomogeneità del campione ed indicazione della porzione a cui si riferisce la determinazione;

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 8

1.3.4.3 Analisi granulometrica per vagliatura

La prova consiste nella determinazione della distribuzione granulometrica di un campione di terreno sciolto trattenuto al setaccio ASTM n° 200.

Modalità di prova

L'analisi granulometrica per vagliatura si eseguirà in ogni caso per via umida, impiegando setacci della serie ASTM di diametro non inferiore ai 300 mm, scelti tra i seguenti termini in funzione della dimensione massima dei granuli: n° 200, n° 100, n° 60, n° 40, n° 20, n° 10, n° 4, 3/8", 3/4", 1", e 3". E' ammesso l'uso di serie di setacci equivalenti a quella sopra indicata.

Il quantitativo minimo da sottoporre a prova sarà stabilito sulla base delle dimensioni massime dei presenti in quantità significativa (non inferiore al 10%) secondo il seguente schema.

Massa minima da analizzare

Il campione da sottoporre ad analisi, una volta essiccato e pesato, verrà immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disgregazione dei grumi, favorendo la disgregazione mediante agitazione meccanica.

Successivamente, evitando qualsiasi perdita di materiale, si procederà alle operazioni di vagliatura favorendo il passaggio del materiale con getti d'acqua e con l'azione meccanica di un pennello molto morbido, avendo

cura di non forzare il materiale tra le maglie dei setacci; l'operazione potrà essere conclusa solo quando l'acqua che fuoriesce dall'ultimo setaccio sia praticamente limpida.

Si procederà quindi all'essiccazione in forno termostato a 105° e alla determinazione delle masse trattenute da ciascun setaccio.

Il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alle Raccomandazioni A.G.I. (1977) e, nel caso sia stata eseguita anche la determinazione dei limiti di consistenza, anche in accordo allo d ASTM D 2487-93 -Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classifica) e alla Classificazione delle terre CNR-UNI10006.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 9

1.3.4.4 Determinazione dei limiti di consistenza

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua per il quale avviene il passaggio dallo stato semiliquido allo stato plastico (limite di liquidità) e dallo stato plastico allo stato semisolido (limite di plasticità).

Modalità di prova

Prima dell'inizio della determinazione del limite liquido si procederà alla regolazione dell'altezza di caduta della Cucchiara di Casagrande, si controllerà lo stato di usura della Cucchiara e dell'utensile separatore e la regolarità della base, procedendo alla eventuale sostituzione delle parti usurate.

Per la determinazione del limite di liquidità si impiegherà di norma il metodo multipunto, con almeno tre punti di prova. Solo nel caso di quantità insufficienti di materiale si potrà adottare il metodo multipunto singolo, con esecuzione di almeno due determinazioni, e previo preventivo assenso dell'Amministrazione.

Per quanto concerne il limite di plasticità, qualora il materiale non risultasse lavorabile, si riporterà le risultato l'indicazione "Non Plastico" .

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere: identificazione completa del campione sottoposto a prova; risultato delle determinazioni espresse come valori percentuali con indicazione della prima cifra decimale; documentazione delle pesate eseguite.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 10

1.3.4.5 Classificazione delle terre per uso stradale

Sulla base dei risultati dell'analisi granulometrica (passante ai setacci 10, 40 e 200) e della determinazione dei limiti di consistenza il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alla Classificazione delle terre CNR-UNI10006.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 11

1.3.5 Prove di costipamento

Le prove di costipamento consistono nella determinazione delle caratteristiche ottimali di compattazione di materiali naturali e possono essere eseguite con diverse energie di compattazione.

Il campione fornito al laboratorio dovrà avere una massa non inferiore a 10 kg e sarà prelevato durante le operazioni di cui al punto 1.1.2.

1.3.5.1 Prova di costipamento tipo Proctor AASHTO Standard

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 698 - 91 - Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (600 kNm/m³).

Modalità di prova

La prova per la determinazione delle condizioni ottimali di compattazione di materiali naturali, condotta con la determinazione di almeno 5 punti significativi, dovrà essere eseguita con energia di compattazione unitaria pari a 589 kJ/m³ in fustella di volume pari a 2124 ± 25 cm³, compattando il materiale in 3 strati successivi con 56 colpi per ciascun strato; il compattatore impiegato, manuale o motorizzato, dovrà essere dotato di una massa battente del peso di 2.49 ± 0.01 kg con altezza di caduta pari a 304.8 ± 1.6 mm.

Durante la compattazione particolare cura dovrà essere posta nell'assicurare un'omogenea distribuzione dei colpi del compattatore. Il materiale da sottoporre a prova dovrà preventivamente essere setacciato, impiegando i setacci ASTM n° 4, 3/4" e 3", al fine di individuare la metodologia di preparazione da adottare secondo lo schema di tabella 18.4.

Preparazione del materiale

Setaccio ASTM	Trattenuto [%]	Preparazione materiale
4	< 7	Eliminare il trattenuto al setaccio ASTM n° 4
3/4"	< 10	Eliminare il trattenuto al setaccio ASTM 3/4"
3/4"	< 30	Setacciare il trattenuto al 3/4" al 3"; eliminare il trattenuto al 3" e sostituire il materiale passante al 3" e trattenuto al 3/4" con un analogo quantitativo di materiale passante al 3/4" e trattenuto al n° 4. Correggere i risultati ottenuti in conformità a quanto riportato nello Standard ASTM D 4718-87.
3/4"	> 30	Prova non eseguibile; necessità di fustelle speciali

Nella fase di preparazione, particolare cura dovrà essere posta alla miscelazione del materiale, al fine di garantire un'omogenea distribuzione dell'acqua progressivamente aggiunta.

L'attrezzatura di prova dovrà periodicamente (indicativamente ogni 1000 prove) essere sottoposta a calibrazione con controllo e verifica delle tolleranze dimensionali relative a dimensioni della fustella, massa battente ed altezza di caduta.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- caratteristiche dell'attrezzatura impiegata;
- dimensioni della fustella e data dell'ultima calibrazione eseguita;
- metodologia di preparazione adottata;
- tabella riassuntiva con l'indicazione dei valori di peso, di peso di volume e contenuto d'acqua di ciascun punto di prova;
- valori ottimali di densità secca e di umidità di compattazione;
- diagramma della densità secca - umidità;
- curva di saturazione;
- documentazione delle misure effettuate;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo (bilancia, termostato), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Riferimento codici dettaglio economico, tabella prezzi unitari: 12

1.3.6 Caratteristiche meccaniche

le prove saranno effettuate sui provini derivanti da campioni indisturbati provenienti dai sondaggi geognostici e su provini ricostruiti all'optimum proctor eseguiti derivanti da campioni rimaneggiati prelevati dai saggi con escavatore meccanico, di cui al punto 1.1.2.

1.3.6.1 Prova edometrica

La prova edometrica consiste nella determinazione dell'entità e della velocità della consolidazione di terreni coesivi soggetti ad incrementi tensionali. La prova viene condotta ad incrementi di carico controllati (prova IL); nel corso della prova edometrica, oltre ai parametri normalmente calcolati, è possibile eseguire determinazioni dirette di permeabilità.

La prova di compressione edometrica ad incrementi di carico controllati dovrà essere condotta su campioni cilindrici di diametro non inferiore a 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2.5 e 6 preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere l'anello portacampione a pressione direttamente nel campione da analizzare; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano l'anello portacampione. L'altezza dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 10 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in lo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

Una volta inserito il terreno nell'anello portacampione si procederà al montaggio della cella edometrica inserendo le pietre porose inferiore e superiore e della carta da filtro tipo Whatman's n. 54 tra il terreno e le pietre porose. La carta da filtro non dovrà essere utilizzata nel caso di prove su argille molto consistenti.

Successivamente si posizionerà la cella edometrica sul telaio di carico applicando una pressione di serraggio pari a 5 kPa controllando le variazioni di altezza del provino e regolando la pressione iniziale per evitare rigonfiamenti o eccessive consolidazioni del provino.

Al fine di evitare rigonfiamenti del terreno in prova si procederà all'inserimento dell'acqua nella cella edometrica solo dopo aver raggiunto un carico verticale pari alla tensione geostatica esistente in sito.

La prova sarà condotta applicando la seguente successione di carico: 12 kPa, 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, 1600 kPa. Per ciascun gradino di carico si procederà alla registrazione delle deformazioni secondo uno schema temporale in successione geometrica, tenendo il carico almeno per un tempo sufficiente all'individuazione del tempo di fine consolidazione (t_{100}); qualora il diagramma non consentisse una chiara individuazione del t_{100} il gradino di carico dovrà essere mantenuto per almeno 24 h.

Si procederà poi alla costruzione del diagramma deformazione verticale -logaritmo del carico totale ($e_v - \log s'v$), costruito impiegando i valori di cedimento corrispondenti ai t_{100} , in modo da rare l'andamento del processo di consolidazione. Qualora tale diagramma evidenziasse una pressione massima applicata insufficiente (assenza di tre punti allineati dopo la massima curvatura) si procederà all'applicazione di ulteriori incrementi di carico sino ad ottenere chiaramente la retta di pressione.

In seguito si eseguirà lo fase di scarico finale con esecuzione di almeno 2 gradini di scarico.

Durante l'esecuzione del ciclo di carico si eseguirà inoltre un ciclo di scarico ricarico a partire dalla tensione geostatica $s'v_0$ esistente in sito comprendente tre gradini di scarico e tre di ricarico. Ove richiesto si procederà anche alla determinazione dei valori del coefficiente di consolidazione verticale c_v , del coefficiente di permeabilità k e del coefficiente di consolidazione secondaria c_a in corrispondenza di livelli di carico indicati dalla Direzione lavori

Documentazione

Documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- dimensioni iniziali e finali del provino;

- contenuto d'acqua iniziale e finale del provino;
- indice dei vuoti iniziale e finale del provino;
- peso di volume iniziale e finale del provino;
- grado di saturazione iniziale e finale del provino;
- tabella riassuntiva riportante i valori di deformazione verticale percentuale e di indice dei vuoti per ciascun livello di carico ed i valori del modulo edometrico nei tratti di carico;
- tabella con i valori di cv, k e ca ove richiesto;
- diagramma indice dei vuoti -logaritmo del carico verticale efficace (e -logs'y) costruito sulla base cedimenti corrispondenti ai t100 di fine consolidazione;
- diagramma logaritmo del carico -logaritmo del modulo edometrico;
- tabelle cedimento -tempo per ciascun gradino di carico o scarico;
- diagramma cedimento -logaritmo del tempo per tutti i gradini di carico;
- documentazione delle misure effettuate.

Riferimento codice dettaglio economico 14

1.3.6.2 Prova di taglio diretto Consolidata Drenata

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate di campioni di terreno sottoposti a sollecitazioni di taglio.

Modalità di prova

La prova sarà eseguita su tre provini cilindrici o a sezione quadrata di diametro o lato non inferiore 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2 e 2,5 preparati con apposito tornietto campionario a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione direttamente nel campione da analizzare apposita fustella calibrata; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano la fustella. L'altezza dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. Particolare importanza assume la preparazione delle facce terminali dei provini che dovranno essere perfettamente piane e perpendicolari all'asse dei provini. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

La prova si articola nelle due distinte fasi di consolidazione e di taglio.

Fase di consolidazione: nella fase di consolidazione viene gradualmente incrementato il carico assiale applicato al provino fino al raggiungimento della pressione di consolidazione indicata dalla Direzione Lavori per ciascun provino. Durante la fase di consolidazione si monitoreranno le deformazioni assiali in funzione del tempo, in modo da poter stabilire la fine della fase di consolidazione primaria prima di ciascun incremento di carico, in analogia a quanto indicato per le prove edometriche ad incrementi di carico controllati. I valori delle deformazioni assiali in funzione del tempo relativi all'ultimo gradino di carico saranno registrati e diagrammati in funzione del logaritmo o della radice quadrata del tempo per la determinazione del t100 di fine consolidazione assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.

Fase di rottura: nella fase di rottura verrà gradualmente incrementato il carico orizzontale fino ad ottenere deformazioni orizzontali non inferiori al 20% del diametro iniziale del provino.

Al fine di evitare l'insorgere di sovrappressioni idrauliche conseguenti l'incremento tensionale, la velocità di deformazione v_r sarà stabilita sulla base del t100 di fine consolidazione e dello scorrimento orizzontale atteso a rottura O_r secondo la seguente equazione:

$$V_r = O_r / (10 * t_{100})$$

Per quanto riguarda i valori dello scorrimento a rottura, funzione del tipo di materiale in prova, si forniscono i seguenti valori indicativi:

Scorrimento a rottura

Tipo di terreno Scorrimento a rottura (mm)

argille tenere 8

argille sovraconsolidate $2 \div 5$

argille molto sovraconsolidate $1 \div 2$

sabbie 5

Durante la fase di rottura si monitoreranno e si registreranno ad opportuni intervalli temporali i valori di spostamento orizzontale, deformazione verticale e resistenza al taglio.

Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione e dei provini sottoposti a prova;
- dimensioni iniziali dei provini;
- peso di volume naturale, contenuto d'acqua e grado di saturazione iniziale e finale dei provini;
- tabella con la progressione di carico adottata in fase di consolidazione per ciascun provino;
- tabella con i valori della variazione di altezza e dei relativi tempi di acquisizione durante la fase di consolidazione per ciascun provino;
- diagramma deformazione verticale-logaritmo del tempo, o in alternativa deformazione verticale - radice quadrata del tempo per ciascun provino;
- valore del tempo di fine consolidazione t_{100} di ciascun provino;
- altezza dei provini al termine della fase di consolidazione; .velocità di deformazione adottata nella fase di rottura;
- tabella di sintesi con i valori di resistenza al taglio, scorrimento orizzontale e deformazione verticale registrati per ciascun provino in fase di rottura;
- diagramma resistenza al taglio -scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- diagramma deformazione verticale -scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- valori della resistenza al taglio e dello scorrimento orizzontale a rottura per ciascun provino;
- rappresentazione dello stato di sollecitazione a rottura ed eventualmente allo stato residuo di tutti i provini sottoposti a prova espresso in termini di sforzi efficaci nel piano s/t con indicazione dell'involuppo di rottura;
- indicazione del valore di resistenza al taglio di picco del campione esaminato espresso in termini di tensioni efficaci dai parametri c' e f' ;
- documentazione delle misure effettuate.

Riferimento codice dettaglio economico 15

1.3.6.2 Prova di compressione con espansione laterale libera (ELL).

La prova consiste nella determinazione della resistenza a compressione monoassiale in assenza di confinamento laterale di terreni coesivi e fornisce un valore approssimato della resistenza non drenata espressa in termini di tensioni totali. La prova sarà eseguita su almeno due provini dello stesso campione.

Modalità di prova

La prova sarà eseguita su provini cilindrici di diametro non inferiore a 35 mm e rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 2,5 preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione direttamente nel campione da analizzare apposita fustella calibrata; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano la fustella.

Il diametro dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. Particolare importanza assume la preparazione delle facce terminali del provino che dovranno essere perfettamente piane e perpendicolari all'asse del provino. La preparazione del

provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione ai contenuti d'acqua iniziale.

Il provino così preparato sarà posizionato nella pressa di carico previa lubrificazione delle piastre di carico, al fine di evitare attriti tra le estremità del provino e le piastre di carico; in tale fase si avrà cura di centrare perfettamente il provino rispetto alle piastre di carico.

La velocità di deformazione adottata nella prova dovrà essere compresa tra 0,5 e 2 %/min.; durante l'applicazione del carico si procederà alla registrazione ad intervalli di tempo regolari del carico applicato e della corrispondente deformazione assiale, in modo da avere almeno 15 coppie di valori.

La prova dovrà in ogni caso essere protratta sino ad ottenere una deformazione assiale pari ad almeno il 15%.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

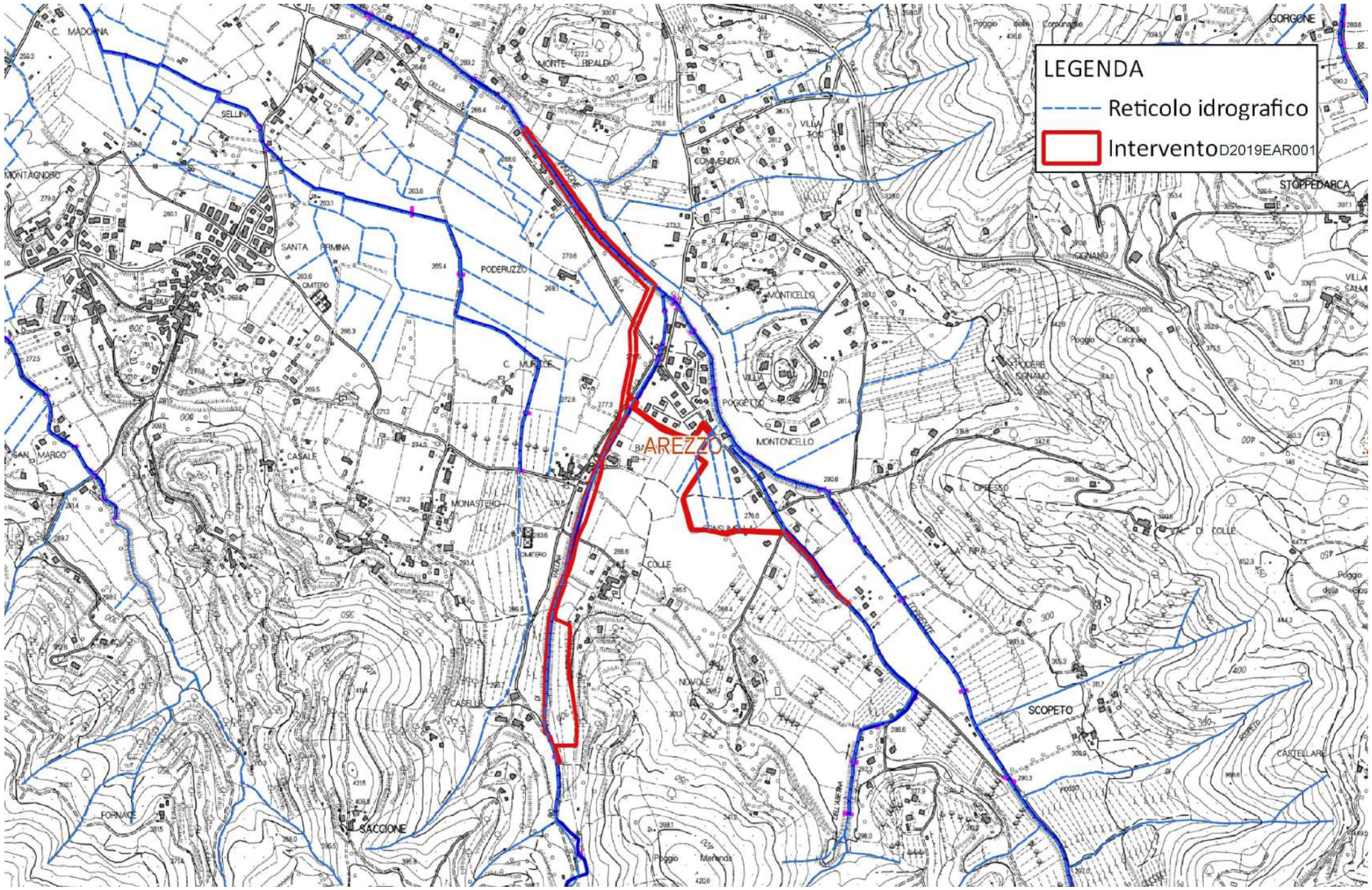
- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- dimensioni del provino;
- peso di volume naturale;
- contenuto d'acqua iniziale;
- velocità di deformazione adottata;
- carico di rottura e corrispondente deformazione assiale;
- tabella di sintesi con i valori di carico e deformazione assiale registrati;
- diagramma carico assiale -deformazione assiale;
- documentazione delle misure effettuate.

Riferimento codice dettaglio economico 16

ALLEGATI:

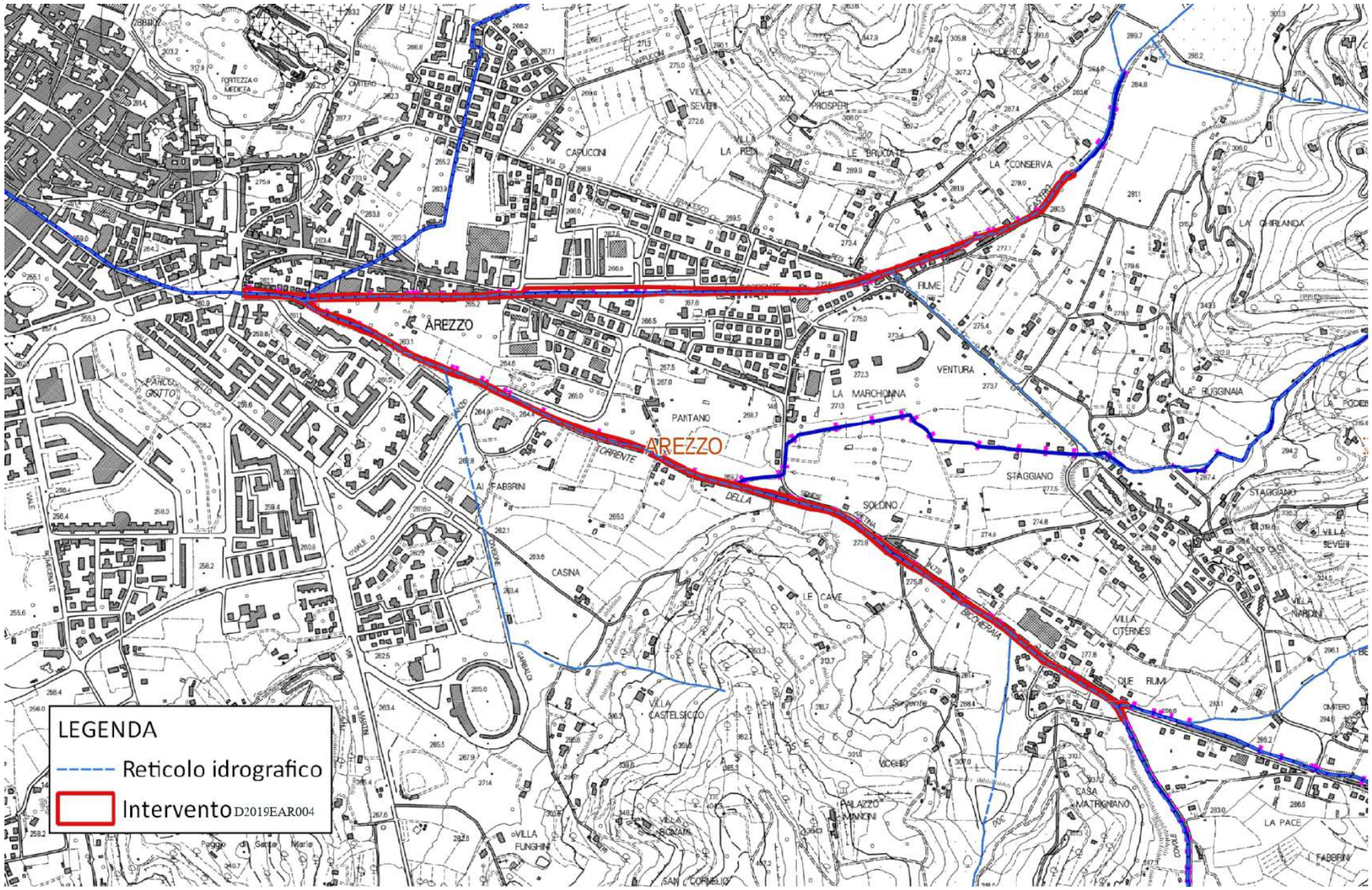
- Allegato 1: Interventi (pp. 19-22)

- Allegato 2: Ubicazione saggi con escavatore (pp. 23-25)



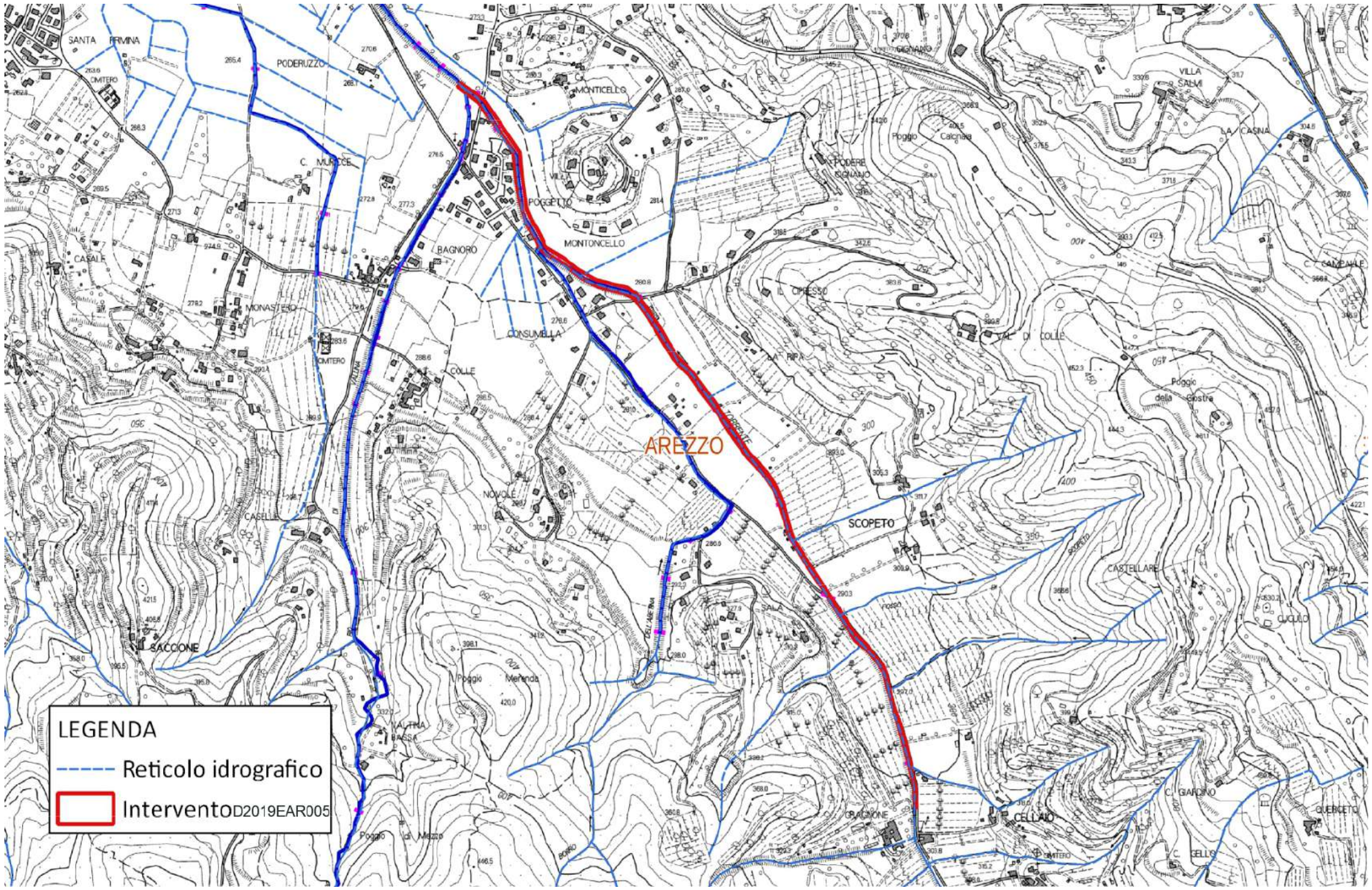
LEGENDA

- Reticolo idrografico
- ▭ Intervento D2019EAR001



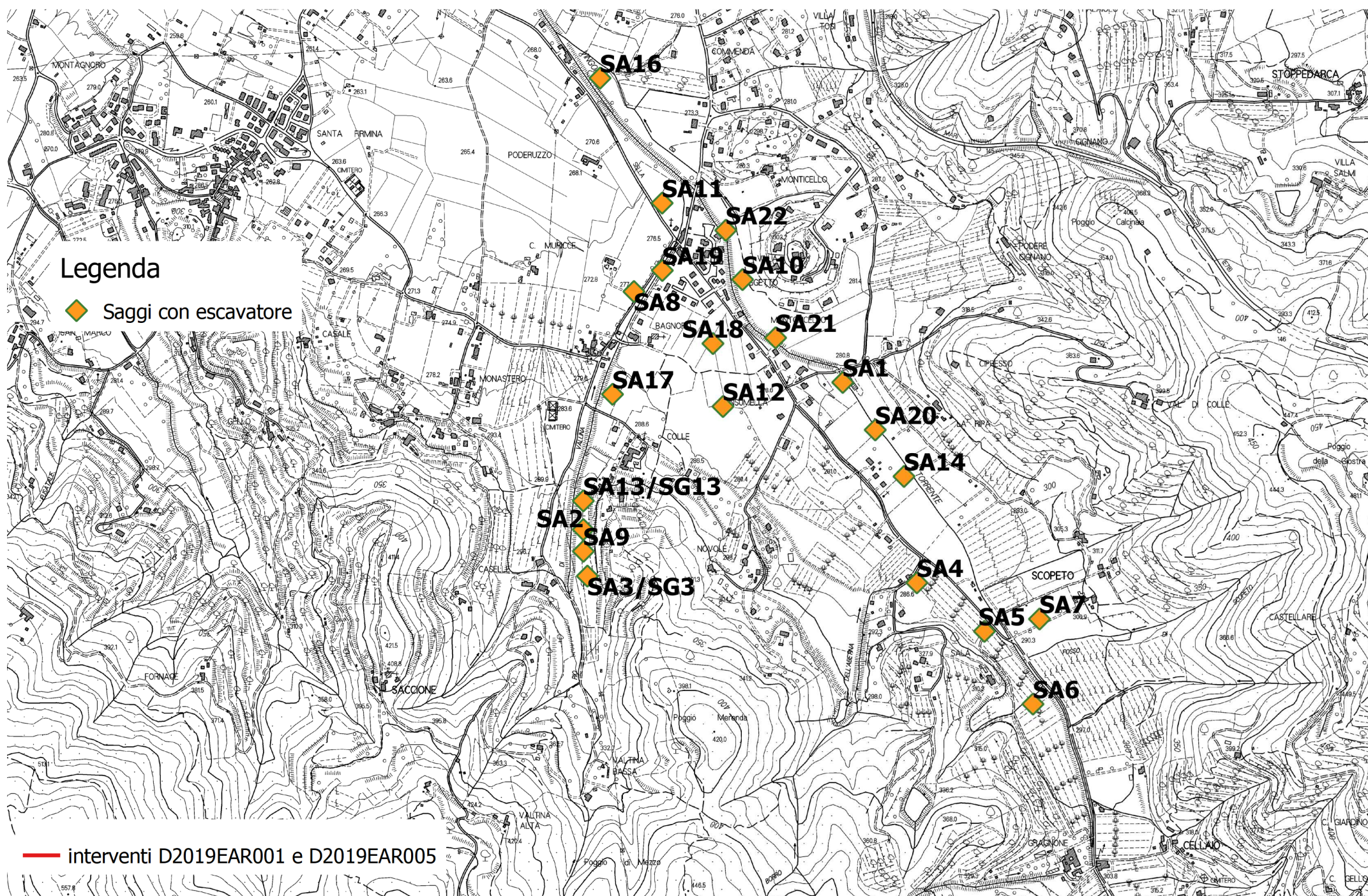
LEGENDA

- Reticolo idrografico
- Intervento D2019EAR004



LEGENDA

- Reticolo idrografico
- Intervento D2019EAR005

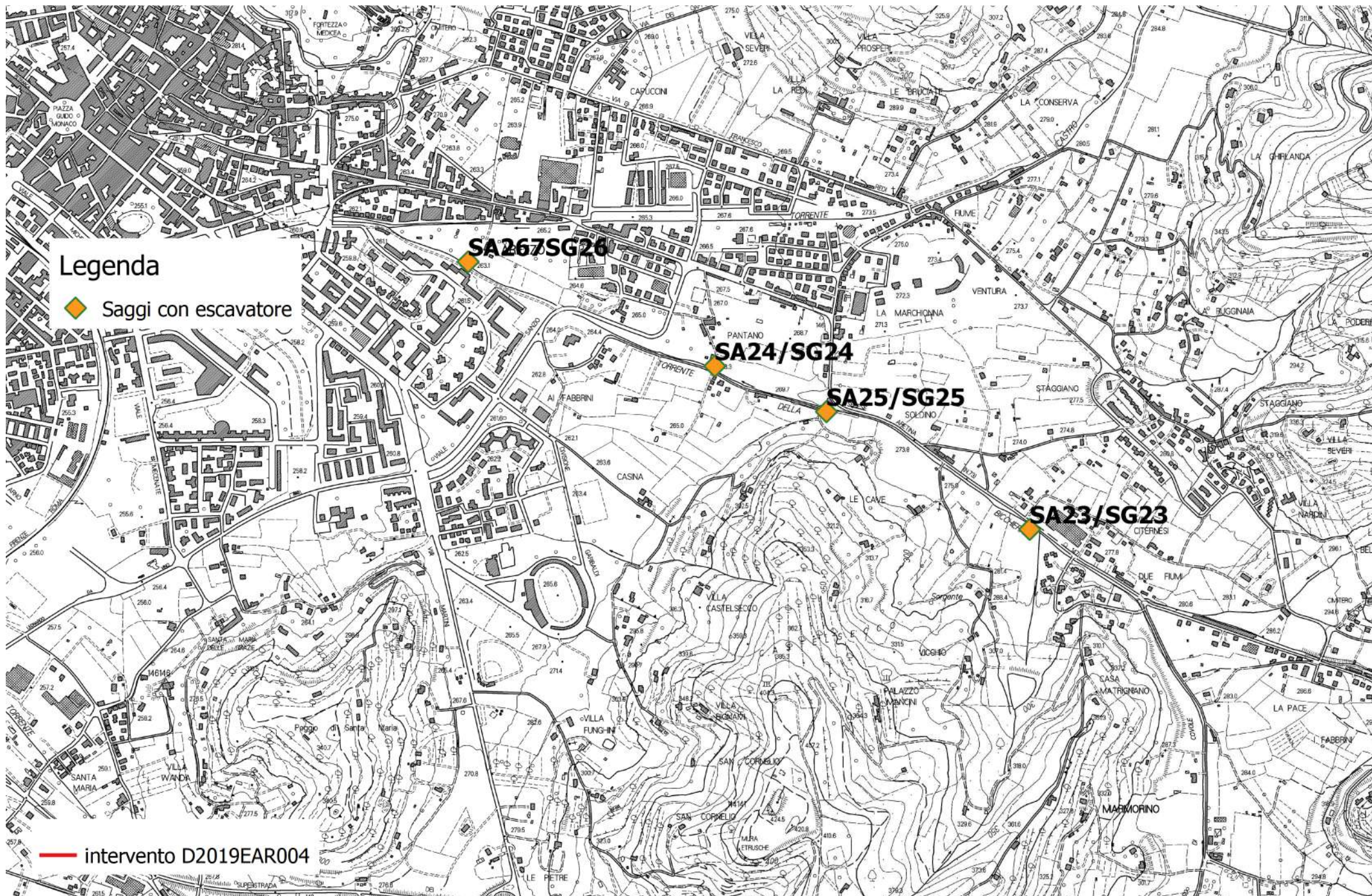


Legenda

◆ Saggi con escavatore

— interventi D2019EAR001 e D2019EAR005

Scala 1 :10000



Scala 1 :10000

