



GRE CODE

GRE.EEC.R.28.IT.G.13406.00.002

PAGE

1 di/of 33

TITOLO-TITLE:

LINGUE DISPONIBILI - AVAILABLE LANGUAGE: IT

CONCESSIONE "TRAVALE"

POSTAZIONE GEOTERMICA "RADICONOLI 35"

Progetto Definitivo delle Opere Civili

RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA

File: R35015_Ridro

00	14/11/2023	Prima Emissione	E. Riva ISMES		AMB F. Cappelli EGP	B. Saighetti EGP
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED by	COLLABORATORS	VERIFIED by	VALIDATED by
PROJECT / PLANT		GRE CODE				
		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY
		GRE	EEC	R	2	8
		I T G 1 3 4 0 6 0 0 0 0 2 0 0				
CLASSIFICATION		PUBLIC <input type="checkbox"/>	CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/>		UTILIZATION SCOPE	
		COMPANY <input checked="" type="checkbox"/>	RESTRICTED <input type="checkbox"/>		Basic Design, Detailed Design, Issue for Construction, etc.	
This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.						

RAPPORTO

RISERVATO

APPROVATO

C3300570

Cliente Enel Green Power Italia S.r.l.

Oggetto Concessione "Travale"
Postazione geotermoelettrica "Radicondoli 35"
Progetto definitivo delle Opere Civili
Relazione idrologico-idraulica

Ordine Contratto Aperto n° JA10125351
Attivazione n° 3500444421 del 03/05/2023

Note Rev. 0 – WBS A1300004499 – Lettera di accompagnamento Prot. C3300422

Progettista civile: Ing. Francesco Carnevale Direttore Tecnico ISMES

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta di ISMES.

N. pagine 32 **N. pagine fuori testo** -

Data 14/11/2023

Elaborato Marco Belotti, Alessandro Cadore, David Zuccalà

Verificato Pamela Bonalumi, Rita Pellegrini, Efrem Riva

Approvato Francesco Carnevale

ISMES S.p.A.

Via Lago dei Tartari, 3D-3E
I-00012 Guidonia, (Roma)
Italy
Tel: +39 0774 353580
Fax: +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.ismes.it - www.istedil.it

Capitale sociale € 200.000
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72-C.C.I.A.A 358813
P.I. IT00887271005-C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Indice

1	PREMESSA	3
2	ASPETTI VINCOLISTICI DI TIPO IDRAULICO.....	4
2.1	Generalità	4
2.2	Fattibilità ai sensi della Legge Regionale n. 41 del 24/07/2018	5
2.3	Conclusioni	6
3	VALUTAZIONI IDROLOGICHE.....	7
3.1	Valutazione delle precipitazioni con tempo di ritorno 200 anni	7
3.2	Valutazione della portata con tempo di ritorno 200 anni in sezioni significative.....	8
4	MODELLAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DELLE GALLERAIE A NORD DELLA POSTAZIONE	11
4.1	Portata di verifica a moto permanente	11
4.2	Geometria del modello	11
4.3	Stima della scabrezza e delle condizioni al contorno	12
	Non essendo disponibili rilevamenti dei livelli idrici in alveo durante gli eventi di piena, non è stato possibile sviluppare una taratura del modello. Tuttavia, analizzando lo stato dei luoghi si è stimato un possibile valore medio della scabrezza secondo Strickler pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	12
4.4	Delimitazione delle aree allagate allo stato di fatto	12
4.5	Profili di moto permanente allo stato di fatto.....	14
4.6	Conclusioni	15
5	CRITERI GENERALI DI FUNZIONAMENTO DELLA POSTAZIONE	16
5.1	Gestione delle acque interne alla postazione	17
5.2	Gestione delle acque di postazione durante la fase di perforazione a tutela del ricettore finale	18
5.3	Gestione delle acque meteoriche durante il normale esercizio	20
6	REGIMAZIONE DELLE ACQUE ESTERNE ALLA POSTAZIONE	22
6.1	Descrizione sintetica delle opere di drenaggio	22
6.2	Verifica delle opere principali.....	25
7	CONCLUSIONI	28
8	APPENDICE A	30

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	14/11/2023	C3300570	Prima emissione

1 PREMESSA

Il presente rapporto, redatto su incarico di Enel Green Power Italia S.p.A. a supporto della progettazione definitiva della nuova postazione Radicondoli 35, contiene le valutazioni idrologico-idrauliche concernenti la sicurezza idraulica del sito di perforazione per ciò che riguarda l'interferenza tra opere in progetto e corsi d'acqua presenti, nonché la descrizione delle regimazioni idrauliche previste per la protezione della zona di impianto dalle acque meteoriche sia ricadenti direttamente sulla superficie interessata che di provenienza esterna.

Il sito in cui Enel Green Power intende realizzare la nuova postazione Radicondoli 35 è interamente compreso nel territorio comunale di Radicondoli, Provincia di Siena, Regione Toscana. Con riferimento alla Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10'000, l'area della postazione Radicondoli 35 è interamente ricompresa nella sezione 307010. L'ubicazione è mostrata nella seguente Figura 1-1.

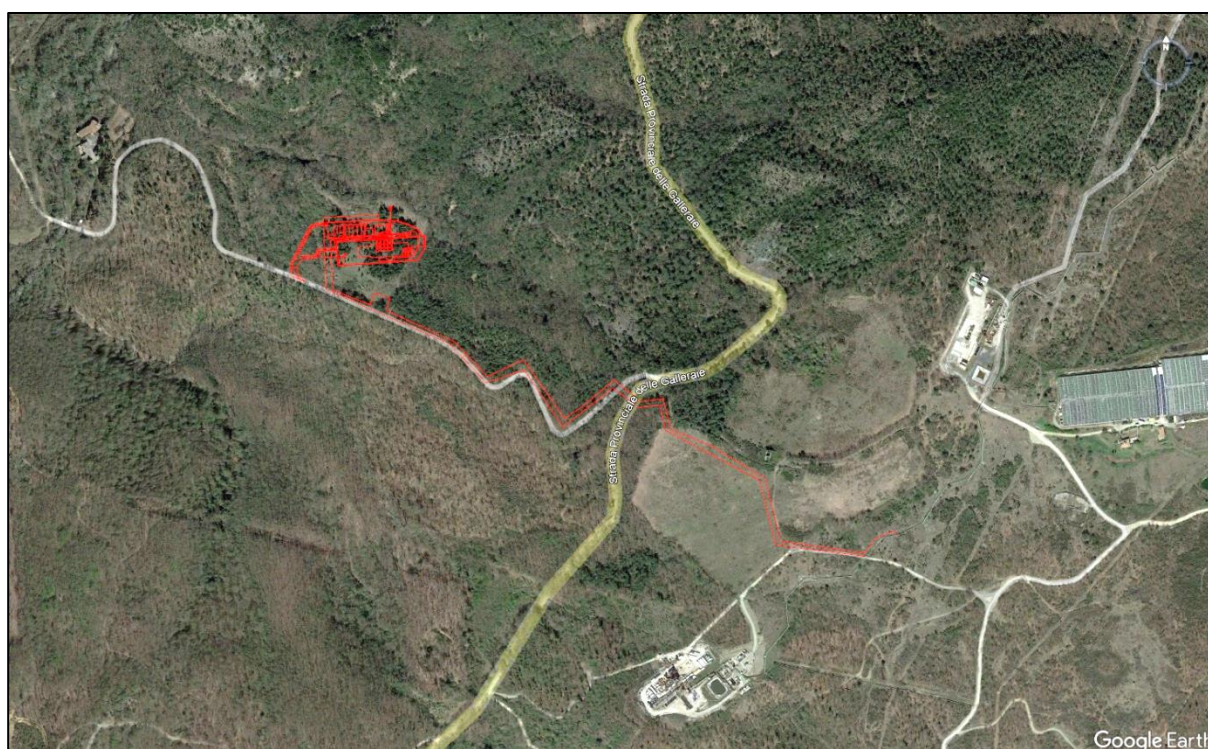


Figura 1-1: Ubicazione della postazione di perforazione Radicondoli 35 in progetto

Il Comune di Radicondoli è caratterizzato da un territorio collinare situato nella zona delle *Colline metallifere* tra Siena e il Mar Tirreno, ad un'altitudine media di circa 500 m s.l.m.

A nord confina con i Comuni di Casole d'Elsa e Castelnuovo di Val di Cecina, a est con il Comune di Chiusdino, a sud con il Comune di Travale e a ovest con i Comuni di Castelnuovo di Val di Cecina e Pomarance.

2 ASPETTI VINCOLISTICI DI TIPO IDRAULICO

2.1 Generalità

La postazione Radicondoli 35 ricade nell'ambito amministrativo dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale, come si può vedere nella seguente Figura 2-1.

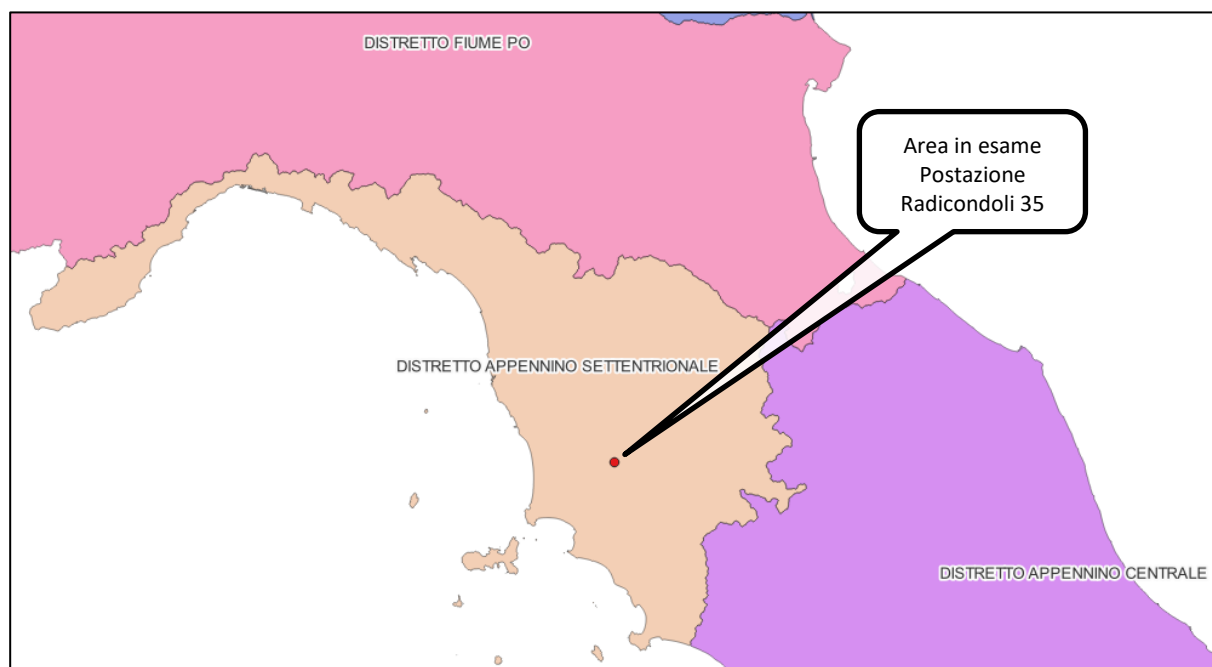


Figura 2-1: Autorità di bacino competente per le opere in oggetto.

La stessa Autorità ha redatto il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), che è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. *'Direttiva Alluvioni'*) e mira a costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche.

La definizione degli scenari di probabilità nel Distretto Appennino Settentrionale, partendo dalle indicazioni fornite dal D.lgs. 49/2010, tiene conto innanzitutto dell'origine dell'alluvione (fluviale o marina). Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni variano tra 30 e 50 anni per P3, corrispondono a 200 anni per P2 e si riferiscono a 500 anni per P1. I range sopra riportati derivano dalla necessità di tener conto delle caratteristiche peculiari dei bacini idrografici e più nello specifico delle caratteristiche idromorfologiche e idrodinamiche associate alla formazione dei deflussi e alla propagazione in alveo e nella piana inondabile oggetto di modellazione.

Per quanto concerne l'area di progetto della postazione Radicondoli 35 la pericolosità da alluvione, in ambito fluviale nel Distretto Appennino Settentrionale, ai sensi della Direttiva 2007/60 CE e del DLgs 49/2010, con definizione dei tre scenari di probabilità di inondazione prevede i seguenti tempi di ritorno:

- Probabilità elevata (P1): $TR \leq 30$ anni;
- Probabilità media (P2): $30 < TR \leq 200$ anni;
- Probabilità scarsa (P3): $TR > 200$ anni.

In relazione alle mappe di rappresentazione della pericolosità da alluvione in ambito fluviale, la posizione dell'opera in progetto è rappresentata nella seguente figura, da cui si evince che la postazione Radicondoli 35 non interferisce con l'area classificata nello scenario P2 a pericolosità media.

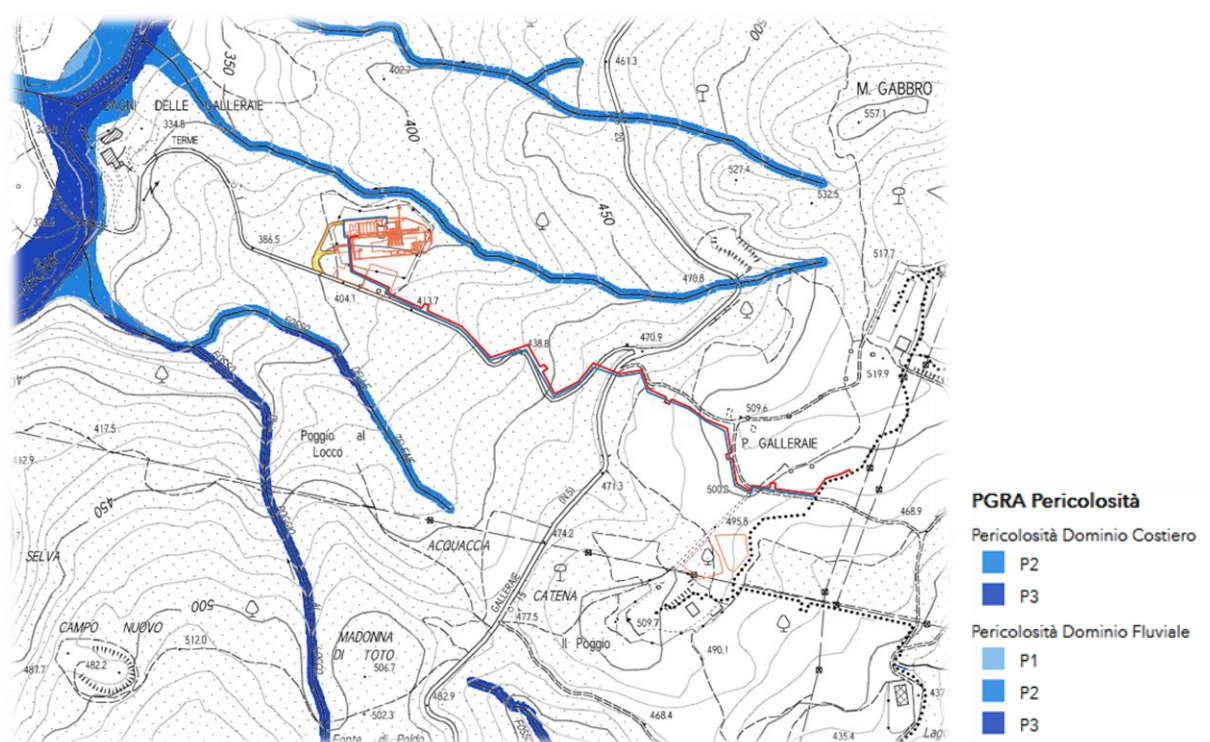


Figura 2-2: **Pericolosità da alluvione nel Distretto Appennino Settentrionale (PGRA) - dominio fluviale.** Riferimento: 15/12/2022 - DSG 142-143/22 - revisione - Autorità di Bacino del Fiume Arno (riferimento più recente). In rosso la postazione di perforazione in progetto Radicondoli 35.

2.2 Fattibilità ai sensi della Legge Regionale n. 41 del 24/07/2018

Gli interventi in oggetto rientrano nel campo di applicazione della Legge Regionale n. 41 del 24/07/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla LR. 80/2015 e alla l.r. 65/2014)".

Tale norma disciplina la tutela dei corsi d'acqua e la gestione del rischio di alluvioni, in relazione alle trasformazioni del territorio. In particolare, la L.R. 41/2018 fornisce le disposizioni che devono essere applicate per gli interventi sia all'interno che all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato, introducendo opportune limitazioni in funzione del tipo di intervento (diretto o pianificatorio), della

classificazione di pericolosità dell'area di intervento (con specifico riferimento alla classe di pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti) e della magnitudo idraulica (combinazione del battente e della velocità).

In accordo a quanto indicato dal R.D. 523/1904 all' art. 96 comma f), le nuove costruzioni in progetto saranno a distanza non minore di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua; per gli scavi e movimenti del terreno tale distanza sarà non minore di quattro metri.

Come si può notare dalla tavola GRE.EEC.D.28.IT.G.13406.00.039.00 R35040_PScRi la postazione Radicondoli 35 è ubicata al di fuori della fascia di pertinenza fluviale di dieci metri dal ciglio di sponda del fosso esistente.

Nonostante la postazione non ricada in aree individuate a rischio idraulico il progetto è sviluppato nell'ottica di garantire che le opere previste non alterino la situazione idrologica e idraulica dell'attuale stato dei luoghi.

2.3 Conclusioni

Vista la situazione riscontrata sulla cartografia della pericolosità idraulica, si è comunque reputato opportuno verificare, per mezzo di una modellazione idraulica di dettaglio, che:

- ***non sussistano nella futura configurazione progettuale interferenze significative a livello di condizioni idrauliche tra le opere in progetto e la piena di riferimento con tempo di ritorno 200 anni.***

A tal fine è stata condotta un'analisi idraulica in moto permanente monodimensionale utilizzando il software HecRas, sviluppato dal Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers, considerando in ingresso al modello la portata di tempo di ritorno 200 anni.

3 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

3.1 Valutazione delle precipitazioni con tempo di ritorno 200 anni

La stima delle precipitazioni di tempo di ritorno di 200 anni è stata condotta a partire dalle curve di possibilità pluviometrica sviluppate dall'Università di Firenze, mediante aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso, su incarico della Regione Toscana. Tali curve sono disponibili sul sito della Regione stessa all'indirizzo internet <http://www.sir.toscana.it/lsp-2012>.

Per la zona in esame si è in particolare considerata la curva relativa alla stazione pluviometrica di Montalcinello (TOS03002733) sita nel Comune di Chiusdino (SI), la più significativa per l'area in esame (bacino idrografico del corso d'acqua da analizzare), in base al tracciamento dei poligoni di Thiessen delle stazioni, definita, per durate maggiori dell'ora, dai seguenti parametri:

$$a = 73.97$$

$$n = 0.38898$$

La curva di possibilità pluviometrica è stata estesa alle durate inferiori all'ora mediante la formula di BELL:

$$\frac{h_{t,T_r}}{h_{60,T_r}} = 0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50$$

con:

h_{t,T_r} = precipitazione (mm) di tempo di ritorno T_r (anni) e durata t (minuti);

h_{60,T_r} = precipitazione (mm) di tempo di ritorno T_r (anni) e durata 60 minuti;

ottenendo i valori di precipitazione di diversa durata contenuti nella tabella che segue.

Stazione	Codice	T=200 anni		< ora [min]						> 1 ora[ore]					
		> ora		5	10	15	20	30	40	50	1	3	6	12	24
		a	n	h [mm]											
Montalcinello	TOS03002733	73.97	0.38898	22.74	34.05	41.62	47.49	56.50	63.47	69.23	73.97	113.41	148.50	194.46	254.64

Tabella 3-1: Curva di possibilità pluviometrica per T_r 200 anni valida per la postazione di Radicondoli 35

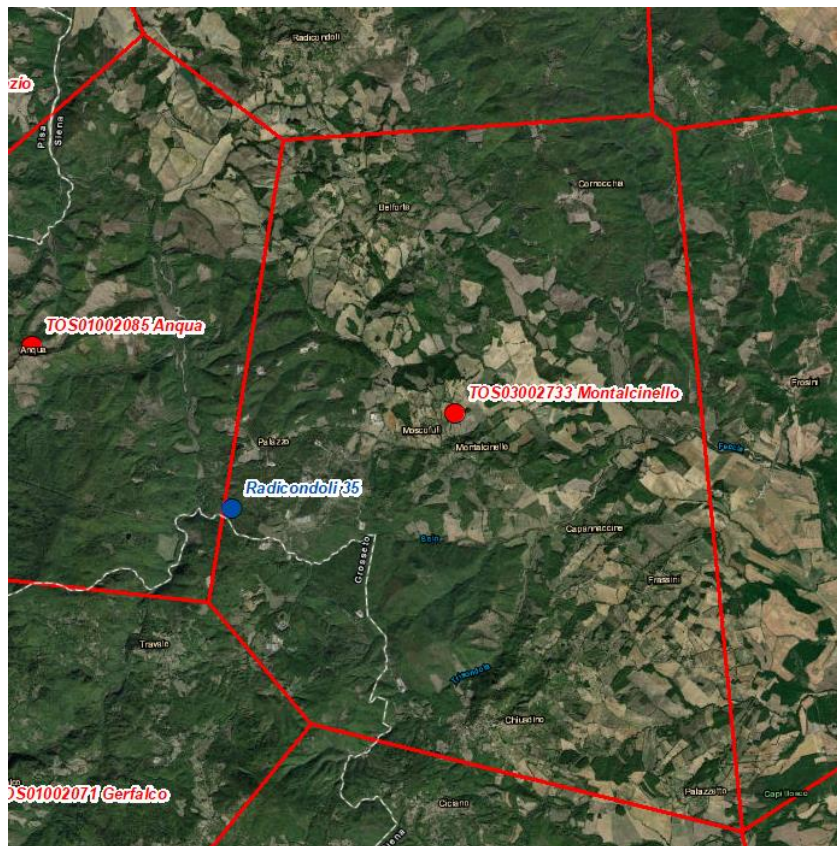


Figura 3-2: Ubicazione della stazione Pluviometrica di riferimento per le analisi idrologiche

3.2 Valutazione della portata con tempo di ritorno 200 anni in sezioni significative

La portata duecentennale è stata valutata in una sezione significativa della rete idrografica naturale prospiciente il tratto che interessa la postazione mediante applicazione della formula razionale:

$$Q = \frac{\varphi \cdot A \cdot h_{t_c, T_r}}{3,6 \cdot t_c}$$

con:

$Q =$ portata nella sezione di chiusura del bacino (m^3/s);

$\varphi =$ coefficiente di deflusso (adim.);

A = area della superficie del bacino idrografico sotteso (km²);

t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore);

h_{t_c, T_r} = precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione e di tempo di ritorno T_r ;

stimando il tempo di corrivazione mediante la formulazione di Aronica e Paltrinieri, adattamento della più nota formula di Giandotti a bacini di superficie inferiore ai 10 km²:

$$t_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A} + 1.5L$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulico maggiore (km);

H_m = quota media del bacino idrografico (m s.l.m.);

H_c = quota della sezione di chiusura (m s.l.m.);

e considerando le precipitazioni sul bacino relativa alla stazione pluviometrica individuata come significativa.

I parametri M e d possono assumere i valori della seguente tabella:

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

Tabella 3-3: Parametri della formula di Aronica-Paltrinieri

Nel caso specifico si è reputato ragionevole scegliere come copertura dei bacini a bosco e, a favore di sicurezza, terreni semi-impermeabili.

Per la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione del fosso in analisi e la valutazione dei parametri morfometrici caratteristici del bacino idrografico, è stato utilizzato il software ArcGis 10.7 con i suoi tools.

La figura che segue mostra la perimetrazione del bacino a monte della postazione.

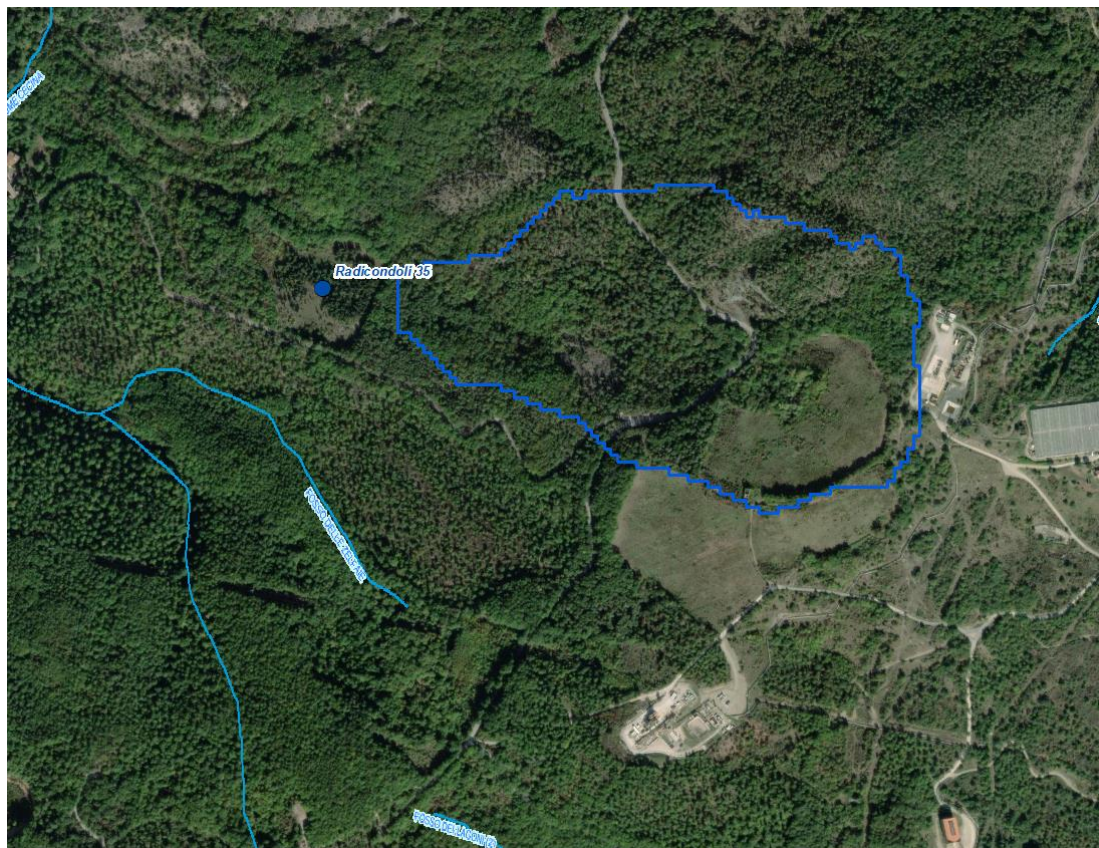


Figura 3-4: Perimetrazione del bacino idrografico a monte del corso d'acqua che lambisce la postazione di Radicondoli 35

Sono, in seguito, stati valutati i parametri del bacino imbrifero necessari all'applicazione della formulazione (vedi tabella che segue) valutando il relativo tempo di corrivazione.

Le analisi morfologiche sono state condotte a partire da un DTM, ricavato dalla Carta Tecnica Regionale della Toscana in formato vettoriale alla scala 1:10'000¹.

Considerando un coefficiente di deflusso del terreno costante durante l'evento e pari al 70 % del deflusso lordo si ottiene, per tempo di ritorno 200 anni una portata a monte della postazione pari a 6.1 m³/s.

La scelta del coefficiente di deflusso appare non solo ragionevole in base all'uso del suolo del sito, ma anche, soprattutto, in considerazione della rarità dell'evento di progetto.

<i>Bacino</i>	ϕ	<i>A [ha]</i>	T_C Giandotti [ore]	Q_c [l/s]	Q_c [m ³ /s]
Fosso	0.7	27.87	0.51	6053.63	6.1

Tabella 3-5: Stima della portata di verifica.

¹ Geoportale Regione Toscana – DG Governo del Territorio – Sistema Informativo Territoriale e Ambientale, Sistema di Riferimento Gauss Boaga Fuso Ovest.

4 MODELLAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DELLE GALLERAIE A NORD DELLA POSTAZIONE

Come già indicato in precedenza, si è reputato opportuno verificare, per mezzo di una modellazione idraulica, che non sussistano nella futura configurazione progettuale interferenze significative a livello di condizioni idrauliche tra le opere in progetto e la piena di riferimento del Fosso delle Galleraie con tempo di ritorno 200 anni, nel corso d'acqua che lambisce la postazione in progetto.

Il presente capitolo riporta perciò le analisi idrauliche in moto permanente del corso d'acqua naturale che scorre a nord della postazione di Radicondoli 35. Si è prima presa in considerazione la configurazione topografica dei terreni e del corso d'acqua che lambisce la postazione allo "stato di fatto".

4.1 Portata di verifica a moto permanente

Lungo il tratto di rete idrografica naturale oggetto della modellazione eseguita, a favore di sicurezza, è stata considerata fluente la portata generata dalla precipitazione duecentenaria alla sezione di verifica calcolata in precedenza.

4.2 Geometria del modello

La costruzione della geometria del modello allo "stato di fatto" è stata sviluppata partendo dal rilievo puntuale dell'alveo.

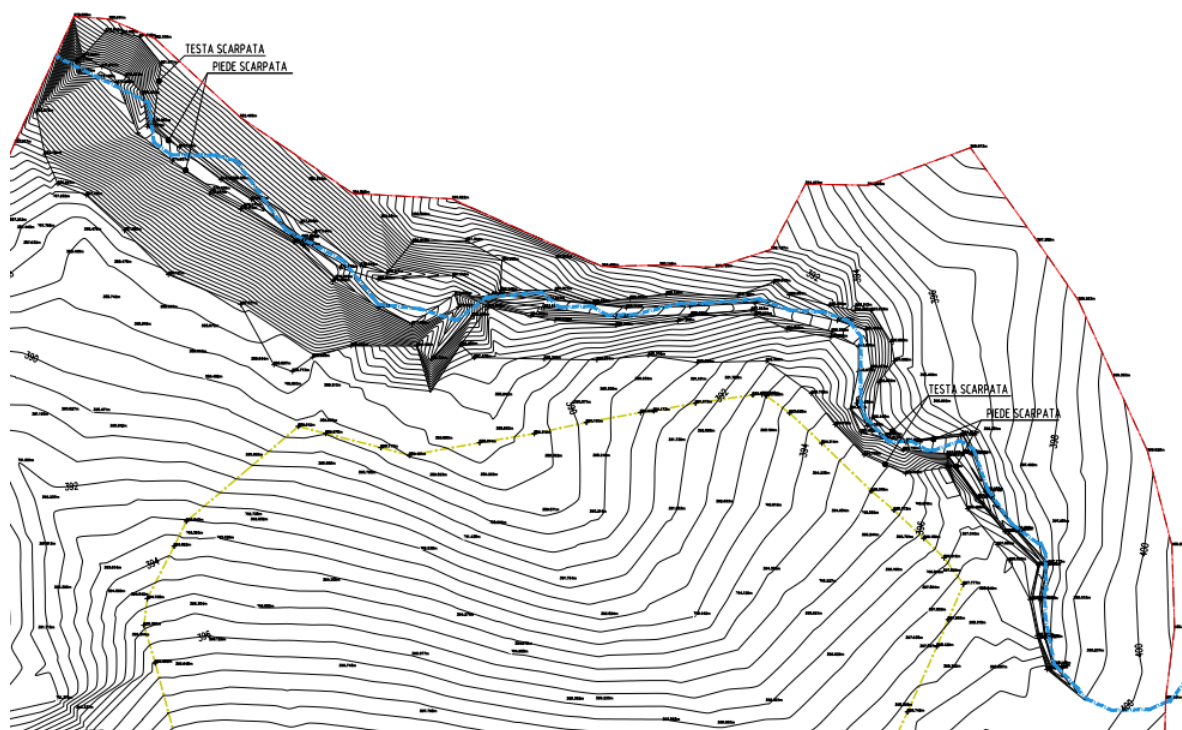
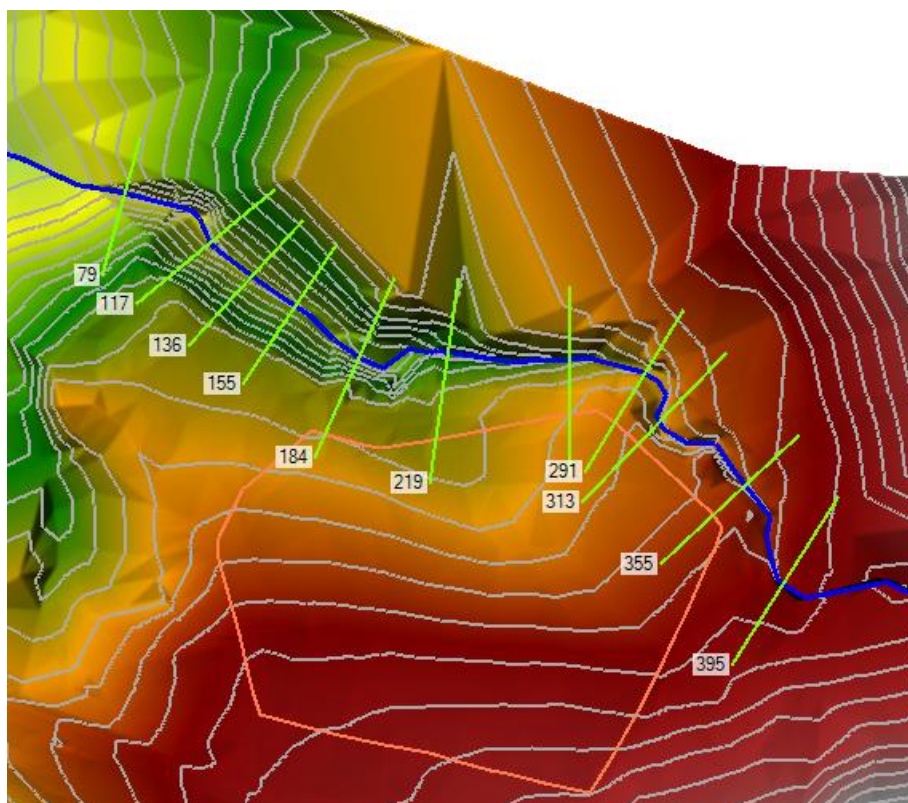


Figura 4-1: Rilievo del corso d'acqua analizzato

La figura che segue mostra il TIN ricavato allo stato di fatto, nonché la traccia delle sezioni implementate nel modello idraulico, in ambiente Hec RAS.



Strato di fatto

Figura 4-2: TIN e sezioni di verifica nella configurazione allo stato di fatto

La modellazione si sviluppa per circa 315 m ed è composta da 11 sezioni.

4.3 Stima della scabrezza e delle condizioni al contorno

Non essendo disponibili rilevamenti dei livelli idrici in alveo durante gli eventi di piena, non è stato possibile sviluppare una taratura del modello. Tuttavia, analizzando lo stato dei luoghi si è stimato un possibile valore medio della scabrezza secondo Strickler pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Come condizione al contorno di valle e di monte è stato considerato il passaggio attraverso il moto uniforme, imponendo una pendenza stimata dai dati cartografici pari al 9%.

4.4 Delimitazione delle aree allagate allo stato di fatto

Le immagini che seguono riportano l'estensione delle aree allagate valutate nella condizione dello stato di fatto.

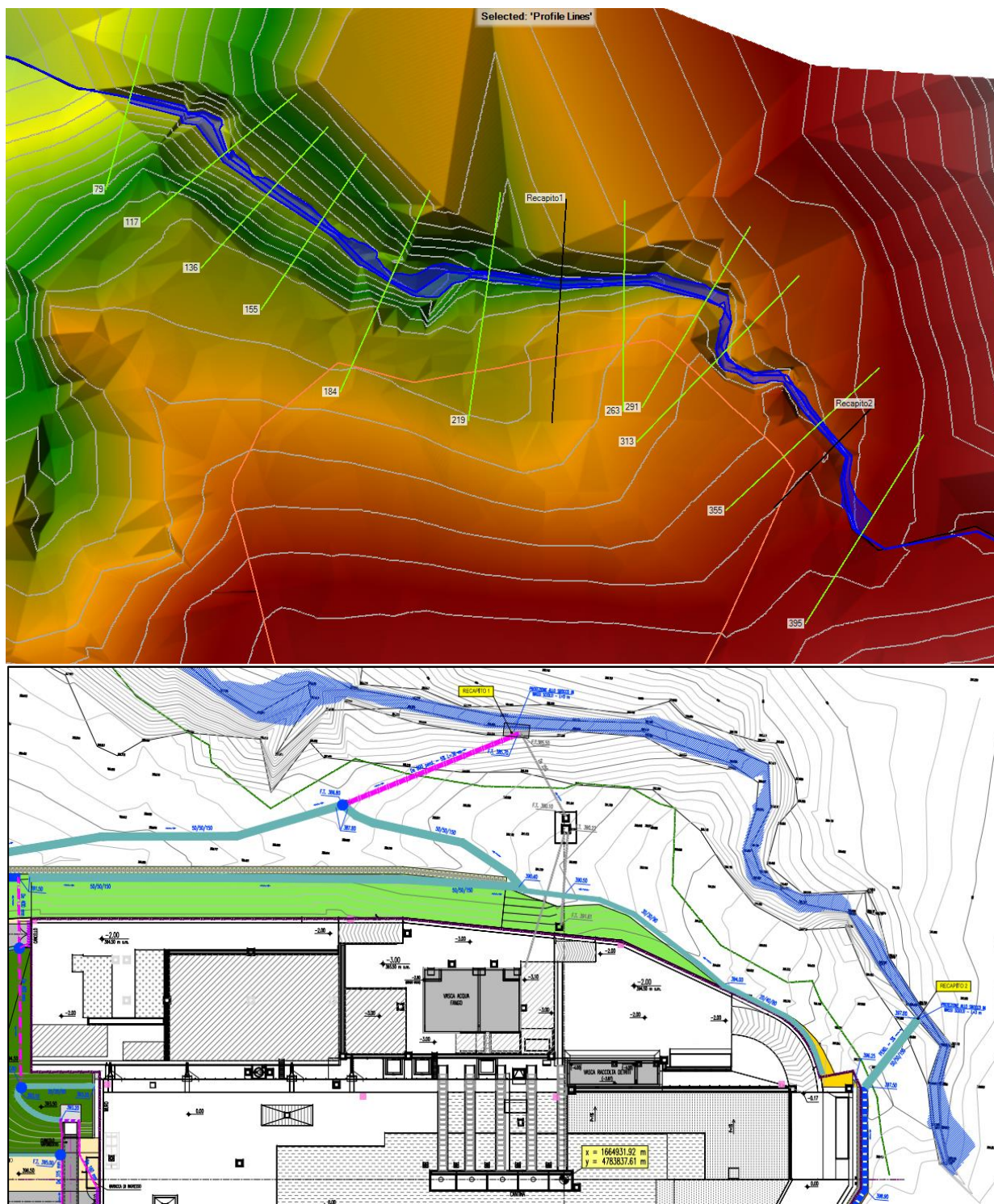


Figura 4-3: Aree allagate allo stato di fatto senza e con sovrapposizione dello stato di progetto

Confrontando gli esiti della modellazione allo stato di fatto con la presenza delle opere in progetto si può notare come quest'ultime non vadano assolutamente ad interferire con il flusso della portata duecentenaria.

4.5 Profili di moto permanente allo stato di fatto

La figura che segue mostra il profilo di moto permanente della piena duecentenaria del fosso nella configurazione attuale. Come si può osservare il moto dell'acqua è in regime di corrente veloce per tutto il tratto di studio.

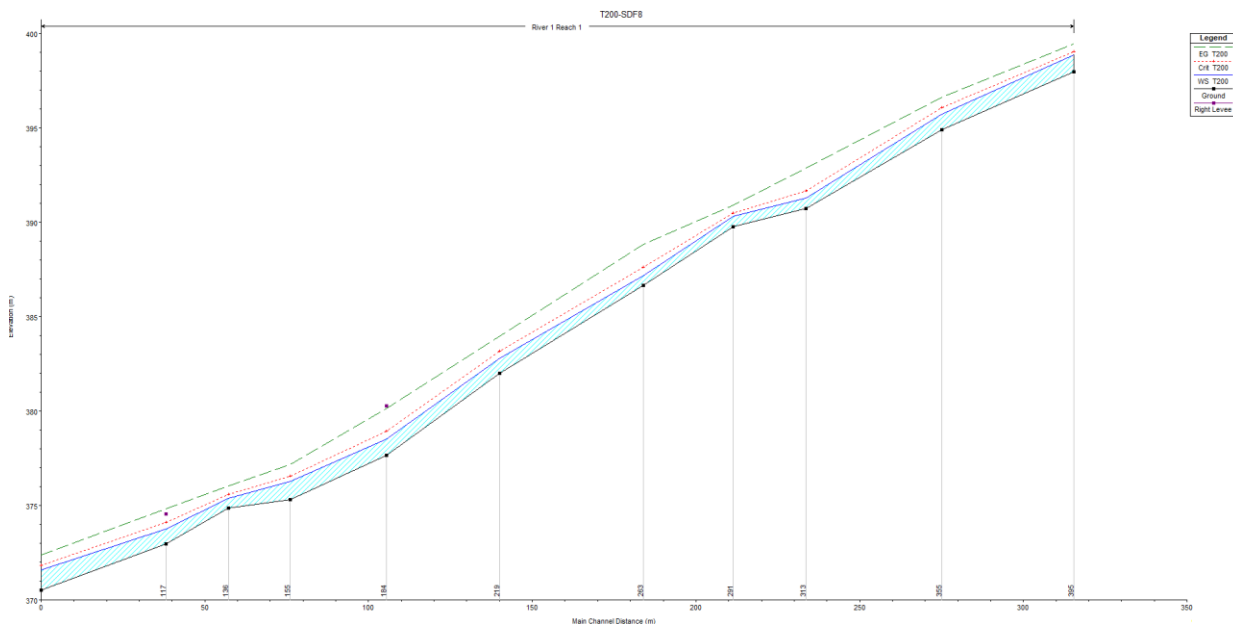


Figura 4-3: Profilo liquido di moto permanente nel fosso allo stato di fatto

La tabella che segue riporta, per le varie sezioni di calcolo, le caratteristiche idrauliche della corrente nella configurazione allo stato di fatto.

n. Sezione	Portata duecentenaria	Quota Thalweg	Quota pelo libero	Quota corrente critica	Quota linea dell'energia	Pendenza della linea dell'energia α	Velocità	Area bagnata	Larghezza pelo libero	n. di Froude
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m^2)	(m)	(adim.)
395	6,1	397,96	398,86	399,04	399,45	0,090	3,4	1,79	7,07	2,16
355	6,1	394,91	395,71	396,06	396,61	0,055	4,21	1,45	2,35	1,71
313	6,1	390,74	391,28	391,66	392,88	0,161	5,6	1,09	3,23	3,07
291	6,1	389,75	390,31	390,49	390,91	0,044	3,42	1,78	4,02	1,64
263	6,1	386,65	387,17	387,61	388,81	0,142	5,67	1,08	2,67	2,85
219	6,1	382,01	382,8	383,16	383,96	0,084	4,76	1,28	2,5	2,13
184	6,1	377,66	378,51	378,93	380,15	0,146	5,68	1,07	2,58	2,81
155	6,1	375,32	376,27	376,56	377,17	0,065	4,19	1,46	3,04	1,93
136	6,1	374,85	375,39	375,6	376,04	0,048	3,57	1,71	4	1,74
117	6,1	372,97	373,77	374,1	374,84	0,079	4,58	1,33	2,91	2,16
79	6,1	370,51	371,59	371,83	372,37	0,051	3,92	1,55	2,82	1,69

Tabella 4-1: Fosso – Parametri idraulici principali

Come già accennato in precedenza, l'inserimento del rilevato della postazione non va ad influenzare le condizioni di moto della portata duecentenaria del corso d'acqua.

I livelli idrici nelle singole sezioni di calcolo sono presentati graficamente nell'Appendice A.

4.6 Conclusioni

La modellazione idraulica eseguita ha permesso di verificare che, in concomitanza all'evento con portata al colmo di tempo di ritorno 200 anni:

- ***le opere in progetto non vanno ad interessare le zone allagate dal fosso delle Galleraie che scorre a Nord della postazione.***

5 CRITERI GENERALI DI FUNZIONAMENTO DELLA POSTAZIONE

La postazione è sviluppata secondo gli standard EGPI del Progetto unificato EGP.EEC.D.28.IT.G.70000.00.015 Nuova postazione unificata per impianti di perforazione HH300, MASS6000. La stessa è quindi realizzata su piazzali posti a differenti livelli raggiungibili tramite rampe interne. La sua superficie complessiva è ottenuta compattando il più possibile gli spazi.

Il piazzale ove fuoriescono i pozzi, chiamato piazzale di perforazione, ospita la logistica necessaria per l'esecuzione dei pozzi stessi, le cui teste sono alloggiate nel vano detto 'cantina'.

Gli ingressi alla postazione sono due, quello superiore conduce al piazzale di perforazione e quello inferiore, conduce al piazzale di produzione. Nei pressi dell'ingresso è collocata un'area adibita a sosta e parcheggio.

Da un punto di vista idrologico le postazioni possiedono una discreta permeabilità nei confronti di normali eventi meteorici in quanto:

- i piazzali, ad esclusione delle porzioni occupate dalle solette in c.a., sono per lo più finiti in pietrisco e ghiaietto con granulometria assortita fine (Tipo B della CNR UNI 10006);
- il parcheggio è realizzato con soluzione permeabile in massetti autobloccanti; il piazzale non presenta dunque pavimentazioni bituminose.

La soluzione standard EGPI, la cui applicazione è utilizzata nella presente postazione, prevede che la canalizzazione dei fluidi dell'area della postazione stessa venga differenziata secondo differenti fasi di esercizio/funzionamento.

Nel seguito si riporta, per sommi capi, il funzionamento standard della rete interna alla postazione al variare delle fasi di allestimento del cantiere, di perforazione e di produzione.

- **Fasi di allestimento del cantiere di perforazione**, tutte le acque meteoriche provenienti dalle aree della postazione verranno - tramite pozzetti di deviazione - indirizzate alla "vasca acqua" da cui possono essere utilizzate nel ciclo della perforazione.

In questo caso quindi il sistema di raccolta si configura come un sistema chiuso dal quale sono impediti le fuoriuscite verso l'esterno.

- **Fase di perforazione** la rete scolante di piazzale è organizzata, utilizzando pozzetti di deviazione, per convogliare tutte le acque di piazzale nella "vasca dell'acqua" e da lì riutilizzata nel ciclo della perforazione.
- Inoltre, durante la perforazione è anche previsto l'utilizzo di una vasca di contenimento dei depositi del gasolio, che è collegata alla rete scolante con un deoliatore di intercettazione. Durante l'esercizio ordinario dell'impianto tale vasca resterà vuota.
- **Fase di normale esercizio e fase precedente l'allestimento del cantiere di perforazione**, le acque meteoriche che ricadono nella postazione vengono convogliate interamente verso i recettori naturali tramite pozzetti deviatori eccetto:

- le acque ricadenti sulla cantina e nell'area del basamento del separatore atmosferico (virola) che verranno inviate a 2 vasche poste dentro la "vasca acqua" in cemento .
- Le acque ricadenti nell'area di scaricamento soda che verranno inviate per gravità all'interno della vasca di contenimento dei serbatoi soda
- Le acque ricadenti nella vasca di contenimento dei serbatoi soda: verranno controllate manualmente; nel caso in cui il pH non segnali presenza di soda allora verranno inviate alle 2 vasche poste dentro la vasca acqua; nel caso in cui il pH segnali presenza di soda, allora la soluzione sodica verrà recuperata tramite autocisterna

In pratica tutte le acque piovane soggette a pericolo di contaminazione con acqua geotermica vengono raccolte ed inviate alle vasche reflui per poi essere rinviate verso la rete dei pozzi di reiniezione, mentre quelle soggette a contaminazione con soluzione sodica verranno recuperate con autocisterna.

La reiniezione delle acque geotermiche e della prima pioggia dei piazzali è oggetto specifico di autorizzazione concessa a EGP dalla Regione Toscana, Direzione Ambiente ed Energia, Settore Miniere n.5489 del 17/04/2020 per le Concessioni Canneto, Larderello, Rio Secco, Lustignano, Travale e Chiusdino avente per oggetto: "Autorizzazione alla reiniezione nell'Area Geotermica Tradizionale ai sensi del Art 64 DPR 395/91 e dell'Art.14 DPR 485/94".

In esercizio 'impiantistico' la postazione non è presidiata, ma solo sorvegliata.

L'accesso dei mezzi è limitato alla fase di manutenzione ordinaria e per le sole postazioni di produzione al rifornimento della soda a cadenza bisettimanale.

Per tal motivo tutte le installazioni mobili necessarie per precedente fase di perforazione saranno smantellate.

In tale fase le acque meteoriche incidenti il piazzale saranno dunque recapitate, assieme a quelle dilavanti i pendii, ai collettori perimetrali esterni e consegnate al ricettore naturale più prossimo.

5.1 Gestione delle acque interne alla postazione

Come già indicato in precedenza le soluzioni adottate per la regimazione idraulica della postazione rispettano una configurazione standard già consolidata e valutata positivamente dagli Enti nei pregressi iter di VIA presentati.

Ad ulteriore specifica di quanto descritto si precisa che:

- in fase di perforazione le acque meteoriche dilavanti le superfici pavimentate sono regimate e raccolte nelle vasche presenti nella postazione;
- in fase di esercizio le acque meteoriche di prima pioggia (AMPP), sono assimilabili alle acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC)²

² In accordo al Regolamento di attuazione della Legge regionale 8 settembre 2008, n. 46/R Regolamento di attuazione della Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" (Titolo V Capo I) ed alle modifiche introdotte dall'art. 13 della L.R. 28/2010 all'articolo 24 della L.R. 20/2006, in quanto le

5.2 Gestione delle acque di postazione durante la fase di perforazione a tutela del ricettore finale

Come descritto negli elaborati EGPI, la rete scolante di piazzale è organizzata, utilizzando pozzetti di deviazione, per convogliare tutte le acque di piazzale nella “vasca dell’acqua” e da lì riutilizzata per le lavorazioni.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento dei piazzali delle postazioni è previsto in modo tale da assicurare che non vengano inviate alla reiniezione acque contaminate dall’olio, gasolio e da altri potenziali inquinanti eventualmente presenti sui piazzali a causa di sversamenti accidentali da parte dei mezzi e dei macchinari utilizzati nell’ambito delle attività di perforazione.

A tal fine le operazioni eseguite durante le fasi di perforazione saranno garantite dalla presenza continua del personale sulle 24^h, che effettuerà i controlli e le operazioni necessarie.

Nello specifico le acque meteoriche ricadenti nell’area della postazione, durante l’attività di perforazione, verranno raccolte per mezzo di un sistema di canalette e pozzetti e successivamente indirizzate alle vasche dedicate.

Si veda l’immagine che segue nella quale è evidenziata la rete di drenaggio durante la fase di perforazione. Per i dettagli si veda la tavola GRE.EEC.D.28.IT.G.13406.00.041.

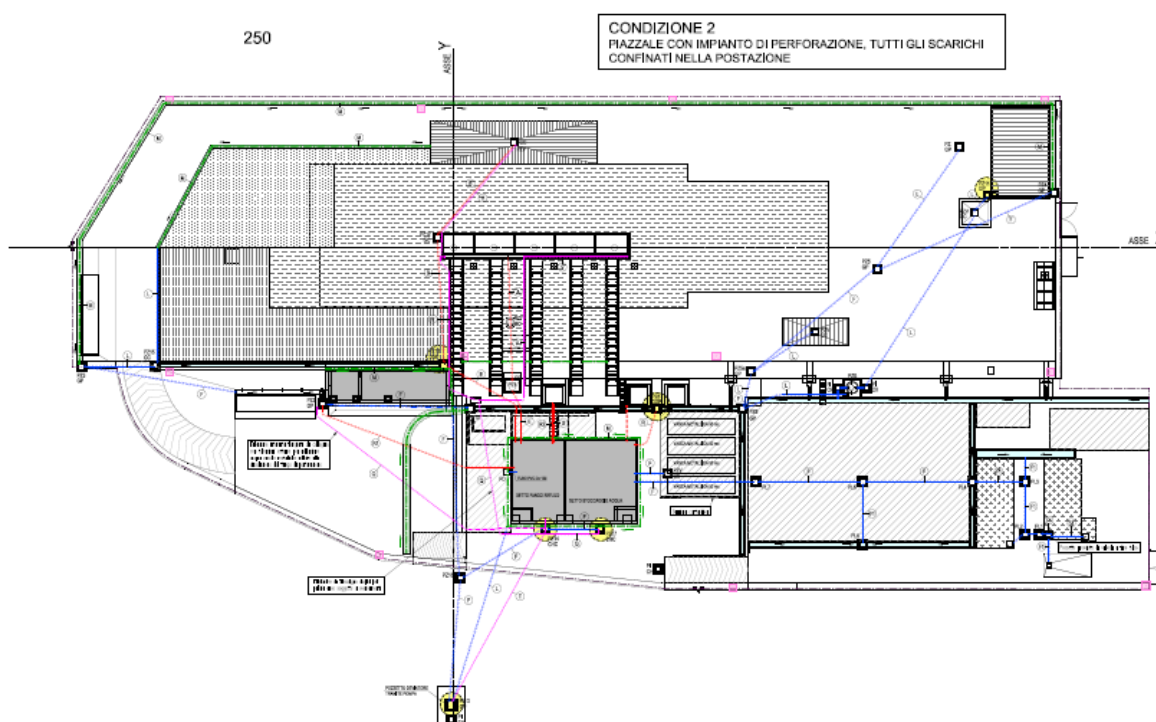


Figura 5-1 – Fase di perforazione: rete di drenaggio

installazioni geotermiche in fase di esercizio non rientrano tra le attività riportate negli elenchi di tabelle 5 e 6 dell’Allegato 5 al sopracitato Regolamento.

Per quanto riguarda il gasolio per l'alimentazione dei motori diesel dell'impianto di perforazione, questo sarà stoccato in idonei depositi contenuti entro una vasca impermeabile in c.a. secondo normativa vigente. Poiché la zona di stoccaggio gasolio è munita di un bacino di contenimento la stessa garantisce la protezione rispetto ad eventuali sversamenti accidentali.

In caso di precipitazioni atmosferiche, le procedure operative di EGPI prevedono l'apertura della valvola di deflusso del bacino verso il disoleatore e la sua successiva chiusura al completo svuotamento del bacino stesso. Durante questa operazione le acque raccolte defluiranno nel summenzionato disoleatore la cui portata massima sarà notevolmente inferiore al valore per cui il disoleatore è stato progettato.

Alla fine di ogni evento meteorico si provvederà ad effettuare il controllo del summenzionato disoleatore tramite ispezione dello stesso per mezzo delle aperture disponibili provvedendo, se necessario, allo svuotamento ed al successivo smaltimento della parte oleosa, secondo le cogenti normative, tramite ditte autorizzate e qualificate che operano con idonee autocisterne in regime ADR (Accord Dangereuses Route).

Nella zona antistante lo scarico dei camion che trasportano il gasolio in cantiere, è presente una soletta in calcestruzzo ed eventuali sversamenti accidentali saranno convogliati tramite canalette di drenaggio al disoleatore.

Lo scarico del disoleatore sarà inviato alla vasca acqua di postazione. Prima dell'invio al ricettore naturale, è presente un pozzino per il campionamento e l'eventuale verifica dell'efficienza del trattamento mediante analisi chimica.

Qualora si dovessero verificare precipitazioni eccezionali le procedure standard EGPI, previste per questa tipologia di postazioni, prescrivono che:

- la vasca dei reflui di perforazione sia svuotata ricorrendo al servizio normalmente utilizzato per lo smaltimento dei reflui di perforazione.
In tali condizioni meteo di particolare intensità, il personale addetto all'attività di perforazione, sempre presente sul cantiere, provvederà a convogliare, per gravità, la fase liquida surnatante della vasca reflui verso la vasca dell'acqua utilizzata nel ciclo produttivo, evitando così ogni rischio di sversamento dalla vasca dei reflui;
- le acque meteoriche confluenti nella vasca dell'acqua utilizzata nel ciclo produttivo vengono, di norma, impiegate nell'attività di perforazione e non possono essere recapitate verso l'esterno, per cui il sistema si configura con un assetto completamente chiuso.
In presenza di precipitazioni di particolare intensità, il personale addetto all'attività di perforazione, sempre presente sul cantiere, provvederà a convogliare le acque meteoriche in eccesso verso la rete di reiniezione delle centrali, utilizzando (in direzione inversa) la stessa tubazione impiegata per l'approvvigionamento idrico della postazione e evitando così il rischio di sversamenti.

Con riferimento alle acque reflue domestiche durante l'attività di perforazione i servizi verranno fruiti dal personale presente continuativamente nell'arco delle 24^h, con un consumo medio di 2 – 2,5 m³/giorno di acqua e una corrispondente produzione di acque reflue.

Le acque reflue provenienti dai box servizi saranno convogliate ad un maceratore provvisto di pompa verso un serbatoio di accumulo in PVC, con caratteristiche tali da assicurare la perfetta tenuta e la protezione del terreno circostante da eventuali infiltrazioni.

Il contenitore sarà ubicato in prossimità dei servizi posto a quota inferiore per consentire il deflusso naturale dei reflui; con cadenza settimanale sarà svuotato mediante aspirazione con pompa mobile ed i liquami, caricati su autobotte, saranno avviati ad un impianto di depurazione debitamente autorizzato per il trattamento.

Durante le prove di produzione del pozzo, nel caso il fluido geotermico erogato risulti costituito da una miscela acqua-vapore, le due fasi verranno separate mediante l'impiego di un apposito ciclone separatore, dal quale la fase liquida verrà convogliata nella vasca di raccolta e successivamente inviata al pozzo di reiniezione.

5.3 Gestione delle acque meteoriche durante il normale esercizio

Le postazioni geotermiche, per loro natura, non emettono reflui liquidi.

Non vi è inoltre presenza di olio e di conseguenza neanche di acque potenzialmente inquinate.

L'area della postazione viene quindi interessata da un sistema di regimazione idrica impostato secondo il seguente criterio:

- le acque meteoriche provenienti dalle aree morfologicamente a monte della postazione vengono intercettate da fossi di guardia; quindi, deviate e accompagnate fino ai compluvi naturali preesistenti;
- le acque meteoriche ricadenti entro l'area della postazione vengono raccolte mediante:
 - o drenaggi dedicati alle acque di scolo delle scarpate e di infiltrazione nelle massicciate di pavimentazione, nella parte perimetrale esterna del piazzale superiore;
 - o canalette in calcestruzzo per le aree pavimentate con solette di cemento armato;
 - o canalette in mezzo tubo prefabbricato, in terra e ulteriori drenaggi per le aree restanti;
- la canalizzazione dei fluidi dell'area della postazione durante il normale esercizio della postazione fa in modo che gli stessi vengono inviati ai ricettori naturali tranne quelli provenienti dall'area di cantina e dall'area di lavaggio, perché considerate potenzialmente inquinate.
- le acque ricadenti sulla cantina e nell'area del basamento del separatore atmosferico (virola) che verranno inviate a 2 vasche poste dentro la "vasca acqua" in cemento .
- Le acque ricadenti nell'area di scaricamento soda che verranno inviate per gravità all'interno della vasca di contenimento dei serbatoi soda

Per i dettagli si veda la tavola GRE.EEC.D.28.IT.G.13406.00.042.

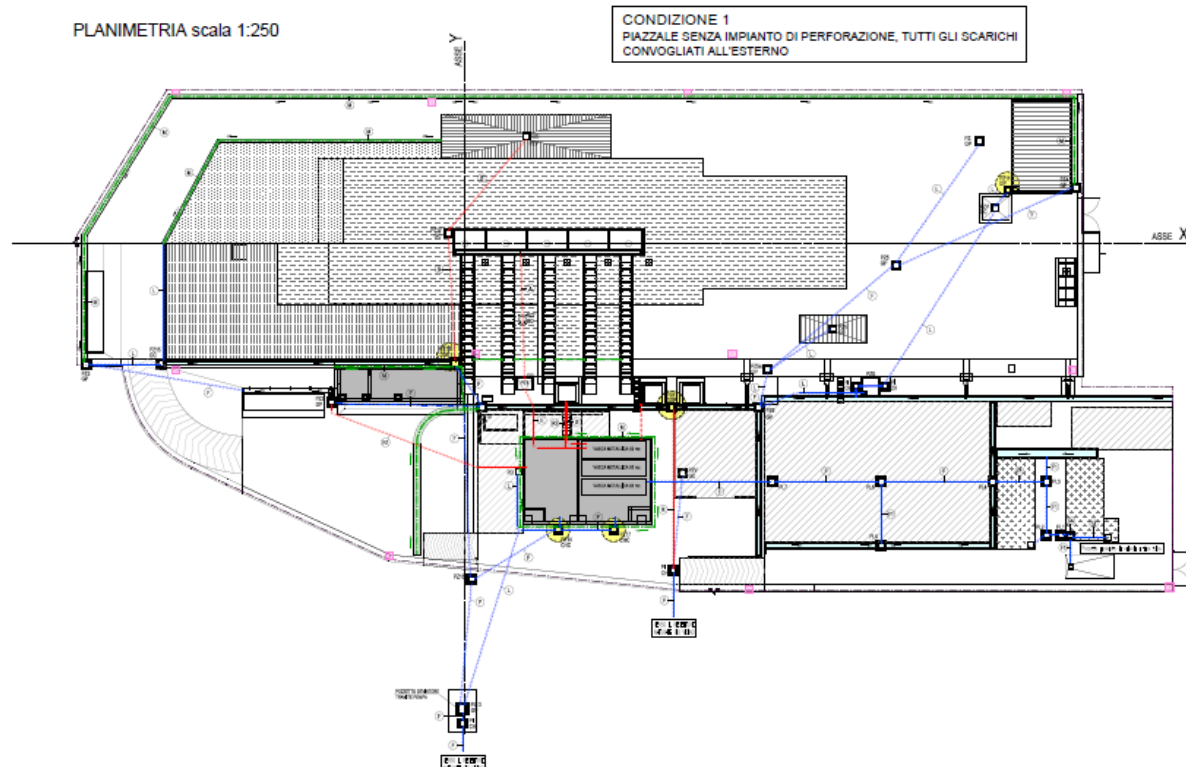


Figura 5-2 – Fase di esercizio: rete di drenaggio

6 REGIMAZIONE DELLE ACQUE ESTERNE ALLA POSTAZIONE

6.1 Descrizione sintetica delle opere di drenaggio

La figura che segue presenta la planimetria della rete di drenaggio a protezione delle opere di postazione dalle acque meteoriche di versante.

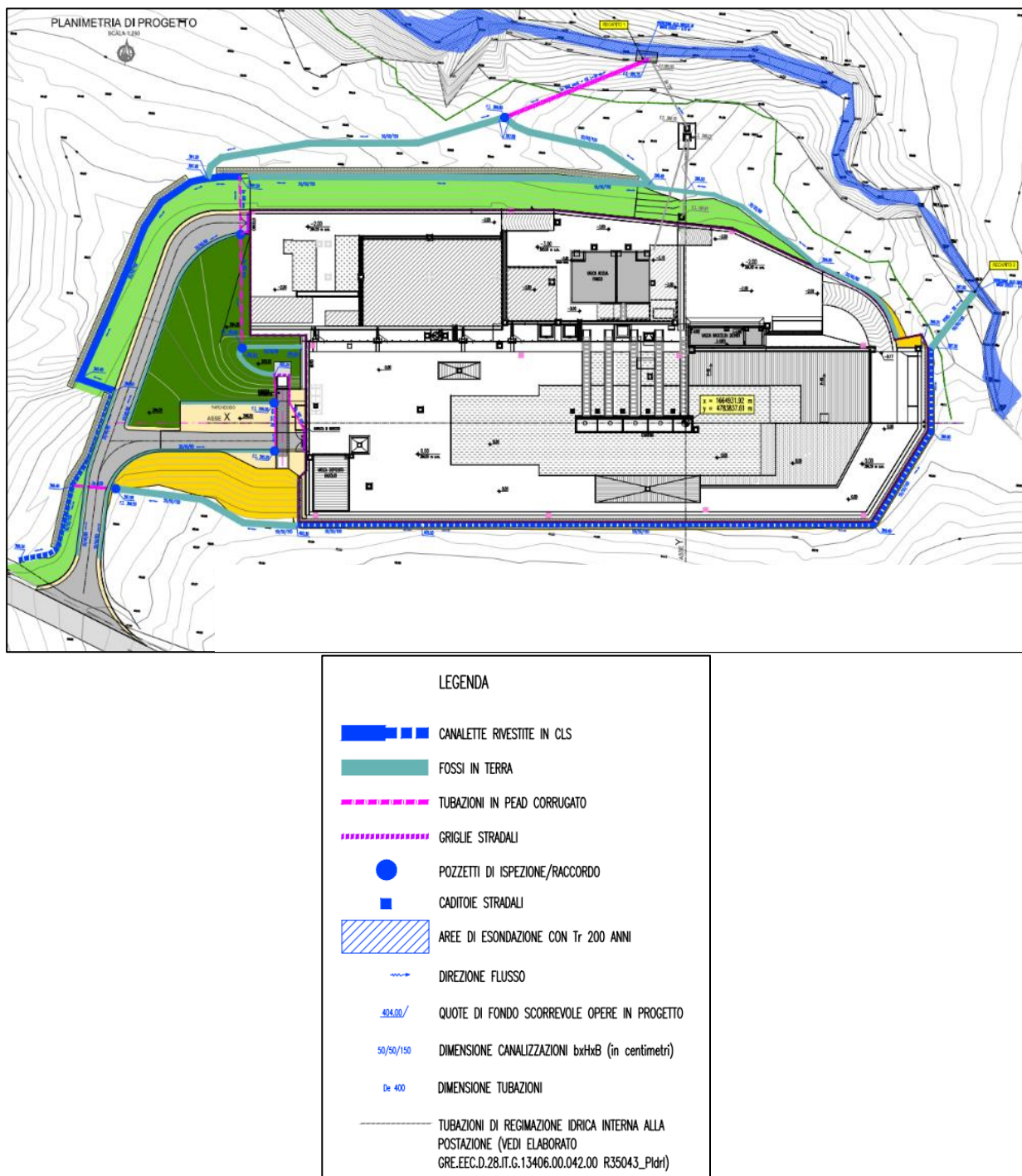



Figura 7-1 – Planimetria di progetto della rete idraulica di intercettazione ed allontanamento delle acque esterne alla postazione.

Le sistemazioni previste offrono una regimazione degli apporti naturali, provenienti dai ridotti versanti residui posti a monte della postazione, senza alterarne fondamentalmente la volumetria complessiva; si ha invece una concentrazione di apporti nei punti di recapito con una probabile, ma non significativa, variazione nel tempo di convogliamento degli stessi.

I due tratti iniziali di strada di immissione alla postazione, Figura 6-1, sono regimati mediante fossi in terra a sezione trapezia 20/40/80 (tratti stretti in colore grigio-verde). Questi recapitano le acque raccolte rispettivamente ad un fosso trapezio di dimensione maggiore (50/50/150) e ad un pozzetto di immissione in un sottopasso stradale in tubo in PEAD corrugato De 315 (in Figura 6-1).

I tratti di strada in rilevato presentano, alla base delle scarpate, canalette a sezione trapezia diversa di dimensione crescente andando verso valle (50/50/100 e 50/50/150) (tratti in azzurro tratteggiato e pieno).

Canalette di uguale tipologia e identiche dimensioni (50/50/100) proteggono la postazione dalle acque di dilavamento provenienti dal tratto di versante posto a sud della postazione. Ad una di esse fa seguito un tratto di fosso in terra di dimensioni 50/50/150 che recapita al pozzetto di immissione in un sottopasso stradale in tubo in PEAD corrugato De 630 ( in Figura 6-1).

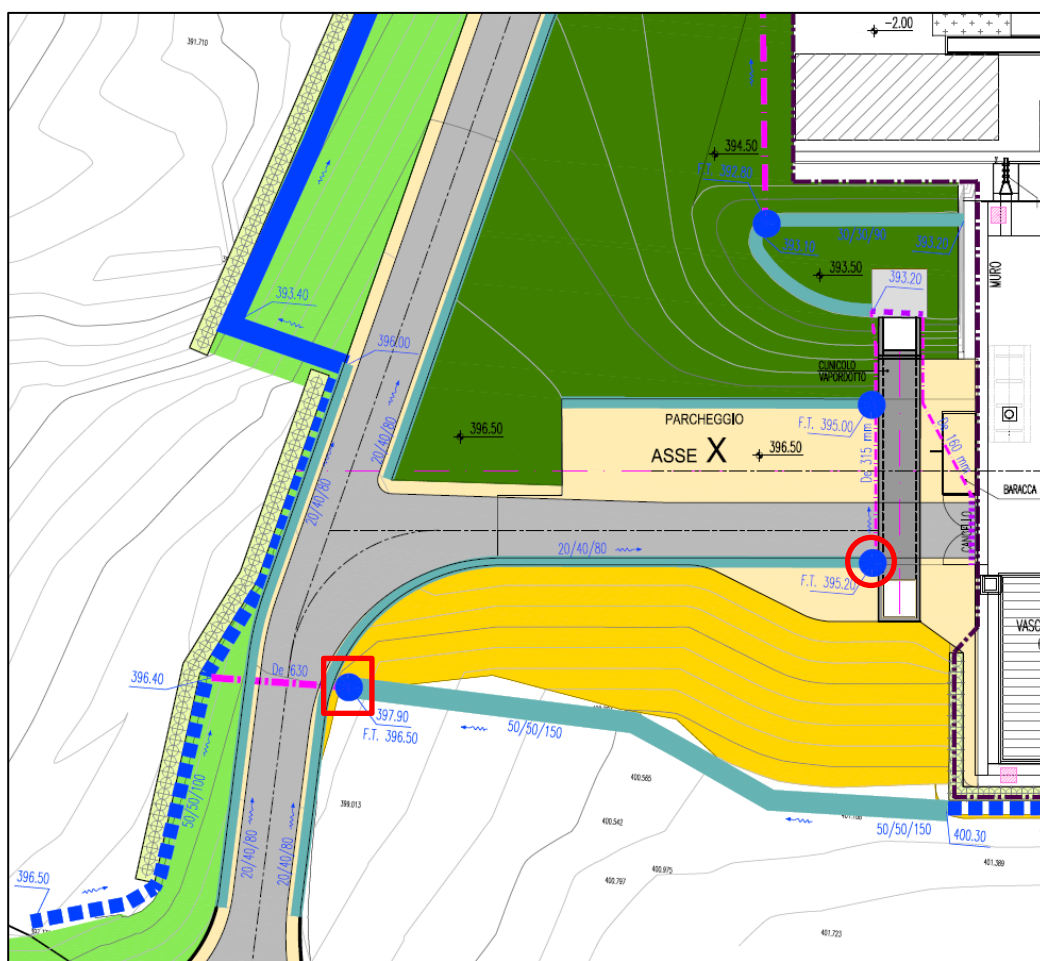


Figura 6-1 – Planimetria di progetto della rete idraulica di intercettazione ed allontanamento delle acque esterne alla postazione (stralcio inizio strada di ingresso).

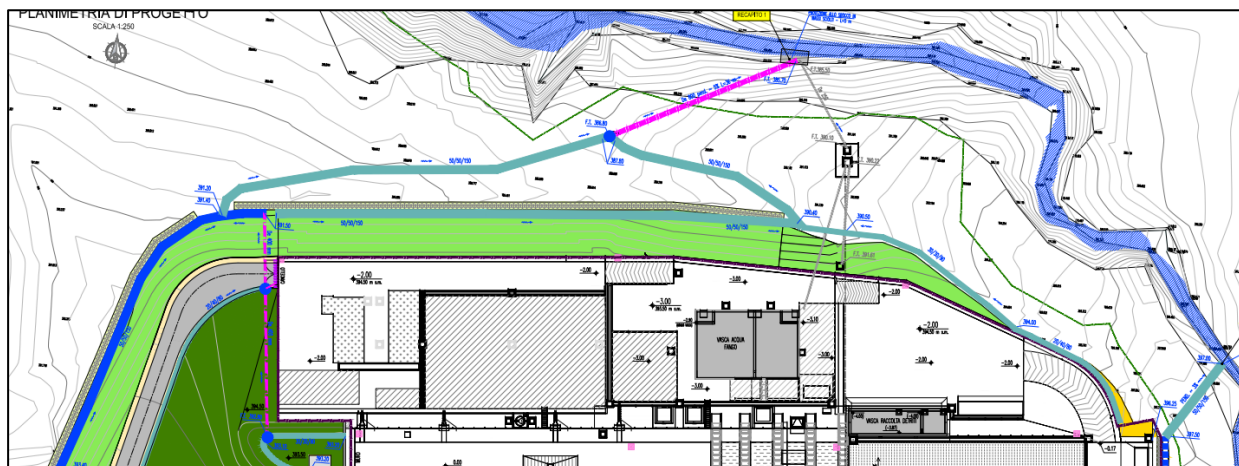


Figura 6-2 – Planimetria di progetto della rete idraulica di intercettazione ed allontanamento delle acque esterne alla postazione (stralcio fossi in terra alla base dei rilevati di stazione, lato nord).

Tratti di fosso trapezio in terra di dimensioni 20/40/80, 30/30/90 e 50/50/150, drenano gli apporti meteorici delle scarpate di postazione e del versante ubicati a nord.

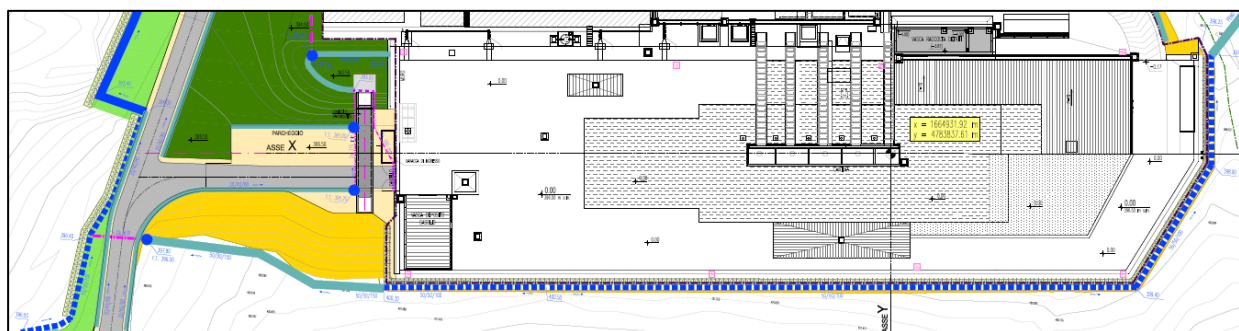


Figura 6-3 – Planimetria di progetto della rete idraulica di intercettazione ed allontanamento delle acque esterne alla postazione (stralcio canalette in calcestruzzo e fossi in terra ubicati lungo il perimetro sud della postazione).

La porzione di terreno compresa tra le due strade di accesso è regimata mediante canalette in terra, sempre a sezione trapezia, di dimensioni 30/30/90 (tratti in grigio-verde), Figura 4-5, che drenano verso il pozzetto di testa dell'attraversamento del rilevato stradale, consistente in una tubazione in PEAD corrugato di diametro De 400 mm.

Una tubazione in PEAD corrugato di diametro De 800 convoglia i deflussi totali captati dai versanti est, nord e parte del sud verso il recapito 1.

Un fosso in terra di dimensioni 50/50/150 convoglia i deflussi di parte del versante sud verso il recapito 2.

Lo sbocco della tubazione e del fosso nel recettore è protetto mediante la posa di massi sciolti sulla sponda e parte dell'alveo.

Per dettagli planimetrici ed altimetrici si faccia riferimento alla tavola GRE.EEC.D.28.IT.G.13406.00.036 (Fogli 1 e 2).

Le opere di immissione nel ricettore finale sono posizionate ad una quota tale da garantire un franco idraulico di circa 0,5 m tra il pelo libero del corso d'acqua, per tempo di ritorno 200 anni, e il fondo dell'opera d'immissione.

6.2 Verifica delle opere principali

Viste le esigue superfici sottese dai fossi di drenaggio di versante e le abbondanti dimensioni attribuite ad essi, si è ritenuto sufficiente procedere alla verifica delle sole tubazioni di attraversamento dei rilevati stradali e di consegna al recapito 1.

Il dimensionamento delle opere di drenaggio è stato effettuato facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

La stima delle precipitazioni di tale tempo di ritorno è stata condotta a partire dalle curve di possibilità pluviometrica sviluppate dall'Università di Firenze, mediante aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso, su in carico della Regione Toscana. Tali curve sono disponibili sul sito della Regione stessa all'indirizzo internet <http://www.sir.toscana.it/lsp-2012>.

Per la postazione in esame si è in particolare considerata la curva relative alla stazione pluviometrica di Montalcinello (SI), significativa per l'area in esame, definita dai parametri riportati nella tabella che segue.

Stazione	Codice	T = 50 anni	
		Precipitazioni > 1 ora	
		a	n
Montalcinello	TOS03002733	58,6	0,347

Tabella 7-1 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica delle stazioni di riferimento.

La curva di possibilità pluviometrica è stata estesa alle durate inferiori all'ora mediante la formula di BELL:

$$\frac{h_{t,T_r}}{h_{60,T_r}} = 0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50$$

con:

h_{t,T_r} = precipitazione (mm) di tempo di ritorno T_r (anni) e durata t (minuti);

h_{60,T_r} = precipitazione (mm) di tempo di ritorno T_r (anni) e durata 60 minuti;

ottenendo i valori di precipitazione di diversa durata contenuti nella tabella che segue.

Stazione	Durata [min]							Durata [ore]				
	5	10	15	20	30	40	50	1	3	6	12	24
	Precipitazione [mm]							Precipitazione [mm]				
Montalcinello	18,0	27,0	33,0	37,6	44,8	50,3	54,8	58,6	85,8	109,2	138,9	176,8

Tabella 7-2 – Valori di precipitazione di diversa durata e tempo di ritorno 50 anni.

La portata cinquantennale è stata stimata nelle sezioni più significative della rete di drenaggio principale posta a difesa della postazione dalle acque di versante mediante applicazione della formula razionale:

$$Q = \frac{\varphi \cdot A \cdot h_{t_c, T_r}}{3,6 \cdot t_c}$$

con:

Q = portata nella sezione di chiusura del bacino (m³/s);

φ = coefficiente di deflusso (adim.);

A = area della superficie del bacino idrografico sotteso (km²);

t_c = tempo di corrivazione del bacino sotteso (ore);

h_{t_c, T_r} = precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione e di tempo di ritorno T_r .

La configurazione morfologica delle superfici di apporto alla rete drenante è tale che le formule di bibliografia, utilizzate solitamente per la stima del tempo di corrivazione, non sono adatte alla valutazione nel caso in esame. Si è perciò considerato, prudenzialmente, un tempo di corrivazione di 5 minuti come somma di tempo di accesso in rete e propagazione lungo la stessa, a cui corrisponde una precipitazione cinquantennale di 18,0 mm. Si è trascurato in pratica il tempo di propagazione dei deflussi lungo i fossi.

Nel caso specifico si è reputato ragionevole, in base alle caratteristiche di utilizzo del suolo ed al tempo di ritorno considerato, un valore del coefficiente di deflusso pari a 0,6 per le superfici permeabili e 0,9 per quelle impermeabili.

Nella figura e tabella che seguono sono riportate rispettivamente l'ubicazione delle sezioni di verifica e le portate adottate per la successiva verifica.

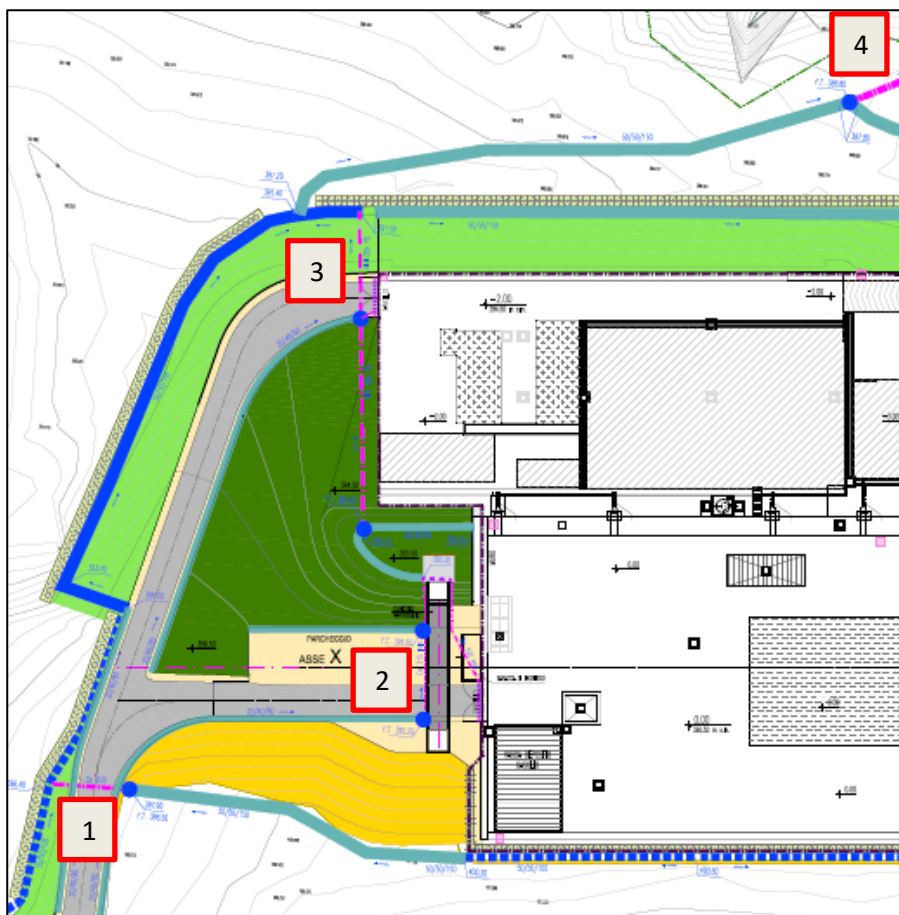


Figura 7-5– Ubicazione delle sezioni di verifica.

Sezione	φ medio (adim)	Superficie totale (m ²)	Portata (m ³ /s)
1	0,605	6451	0,234
2	0,781	397	0,019
3	0,668	1928	0,077
4	0,620	12111	0,450

Tabella 7-3 – Portata cinquantennale al colmo in corrispondenza alle tubazioni degli attraversamenti stradali.

Nella tabella che segue sono riportate le verifiche delle tubazioni, con indicazione della pendenza ipotizzata nel tratto di verifica. Nelle valutazioni è stato considerato per i tubi un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, considerando tubazioni usurate e possibile manutenzione non ottimale. Vista la rarità dell'evento considerato sono state considerate accettabili anche velocità di flusso di una certa rilevanza.

Posizione	Portata	Pendenza	Diametro esterno	Diametro interno	Tirante	Riempimento	Area bagnata	Larghezza pelo libero	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Velocità
	(m ³ /s)	(adim)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)
1	0,234	0,011	630	570	0,2965	52,0	0,134	0,570	0,918	0,146	1,75
2	0,019	0,019	315	285	0,088	30,9	0,017	0,263	0,336	0,050	1,12
3	0,077	0,033	400	362	0,146	40,4	0,039	0,355	0,498	0,078	1,99
4	0,450	0,310	830	724	0,1564	21,6	0,065	0,596	0,700	0,093	6,88

Tabella 7-5 – Verifica delle tubazioni della rete di drenaggio poste in corrispondenza agli attraversamenti stradali.

7 CONCLUSIONI

Dalle analisi condotte nel presente elaborato **si può concludere che la postazione Radicondoli 35:**

- ***come da R.D. 523/1904 è ubicata al di fuori della fascia di pertinenza fluviale di dieci metri dal ciglio di sponda del fosso che la lambisce;***
- ***non interferisce con le fasce del P.G.R.A., ma si è reputato opportuno verificare per mezzo di una modellazione idraulica di dettaglio per Tr 200 anni, come richiesto da NTC 2018, l'effettiva condizione riscontrata nel P.G.R.A.;***
- ***il confronto tra i risultati della modellazione idraulica allo stato di fatto e l'ingombro delle opere nello stato di progetto ha evidenziato che per l'evento di riferimento (Tr 200 anni):***
 - ***le opere previste non interferiscono con le aree di esondazione del fosso delle Galleraie e per tal motivo le stesse non vanno a modificare la situazione idraulica nello stato di progetto;***
 - ***con riferimento alla sicurezza idraulica della postazione il progetto garantisce un franco idraulico superiore a 1.5 m tra il pelo libero dell'acqua e il piano finito della postazione;***
- ***le opere idrauliche interne alla postazione seguono gli ordinari standard di funzionamento EGPI già presentati in analoghi progetti;***
- ***la reiniezione delle acque geotermiche e della prima pioggia dei piazzali è permessa da specifica autorizzazione concessa a EGP dalla Regione Toscana, Direzione Ambiente ed Energia, Settore Miniere n.5489 del 17/04/2020 per le Concessioni Canneto, Larderello, Rio Secco, Lustignano, Travale e Chiusdino avente per oggetto: "Autorizzazione alla reiniezione nell'Area Geotermica Tradizionale ai sensi del Art 64 DPR 395/91 e dell'Art.14 DPR 485/94";***
- ***le opere idrauliche esterne alla postazione sono dimensionate per eventi con tempo di ritorno 50 anni e sono verificate a moto uniforme con riempimenti compatibili con la ordinaria progettazione di questa tipologia di opere;***
- ***le scelte progettuali circa la gestione delle acque esterne al piazzale non modificano in maniera sostanziale l'idraulica dei luoghi in quanto il ricettore naturale continua ad essere l'attuale corso d'acqua che lambisce la postazione, il Fosso delle Galleraie;***

- *le sistemazioni previste offrono una regimazione degli apporti naturali, provenienti dai ridotti versanti residui posti a monte, senza alterarne fondamentalmente la volumetria complessiva; si ha invece una concentrazione di apporti nei punti di recapito con una probabile leggera variazione nel tempo degli stessi.*

8 APPENDICE A

RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA MEDIANTE IL SOFTWARE HEC-RAS

**Livello nelle sezioni allo stato di fatto
per portata con tempo di ritorno 200 anni**

STATO DI FATTO

