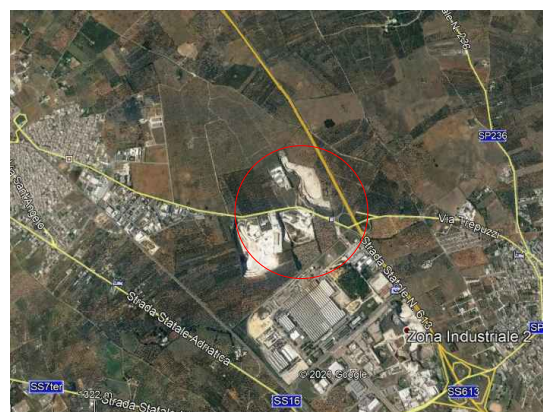




Comune di LECCE

Provincia di Lecce

Progetto di un impianto per il recupero di rifiuti inerti non pericolosi in zona industriale -
Procedura Ordinaria ex art. 208
D.Lgs. n. 152/2006



Committente: FAS STRADE S.r.l.



STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Via Bodini ang. via Fiore, s.n.c.
73051 Novoli (LE)
Polizza Assicurativa Professionale
AIG Europe S.A. n. IPF0005405

I TECNICI: Ing. Donato Longo
Ing. Francesca De Luca



Elaborato

Relazione

Relazione idrogeologica

R9

Data

Settembre 2021

Rev./Integ.

Data

Descrizione

Protocollo

COMUNE DI LECCE

PROVINCIA DI LECCE

Committente: FAS STRADE S.r.l.

**PROGETTO DI UN IMPIANTO PER IL RECUPERO DI RIFIUTI INERTI
NON PERICOLOSI IN ZONA INDUSTRIALE - PROCEDURA
ORDINARIA EX ART. 208 D.LGS. N. 152/2006**

**DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ DEL SUOLO E
VERIFICA IDRAULICA DELLA TRINCEA DRENANTE**

Cavallino, settembre 2021

Dott. Geol. Stefano LIGUORI



GEOAMBIENTE s.r.l.

Via Beatrice Acquaviva d'Aragona, 5
73020 CAVALLINO (LE)
Tel. 0832-612690 / Fax 0832-612649
E-Mail: info@geoambientesrl.it

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL SITO DI PROGETTO	3
3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL SITO DI PROGETTO	6
4	PROVA DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO	9
5	VERIFICA IDRAULICA DELLA TRINCEA DRENANTE DI PROGETTO	12

1 PREMESSA

Su incarico della ditta FAS Strade S.r.l. lo scrivente ha effettuato, in corrispondenza di un'area di proprietà del committente localizzata nella Zona Industriale di Lecce, lungo la S.P. Surbo-Trepuzzi, una prova in situ volta alla determinazione del coefficiente di permeabilità del suolo superficiale anidro.

I risultati della prova sono stati utilizzati per la verifica idraulica della capacità di assorbimento della trincea destinata allo smaltimento nel suolo anidro delle acque pluviali in uscita dal sistema di trattamento posto a servizio del piazzale dell'impianto di progetto.

Allo scopo è stata eseguita una prova di permeabilità in pozzetto a base quadrata secondo le raccomandazioni AGI (1977), ricavando il coefficiente di permeabilità del suolo, utilizzato successivamente per la verifica idraulica della trincea drenate, condotta applicando i dettami della Legge di Darcy.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL SITO DI PROGETTO

Il sito di progetto è ubicato nel territorio amministrativo del Comune di Lecce, in località Mass. Mosca, ovvero all'interno della Zona Industriale che si estende a NW del capoluogo provinciale, incuneandosi tra i centri urbani di Surbo e Trepuzzi (v. **Fig. 1**).

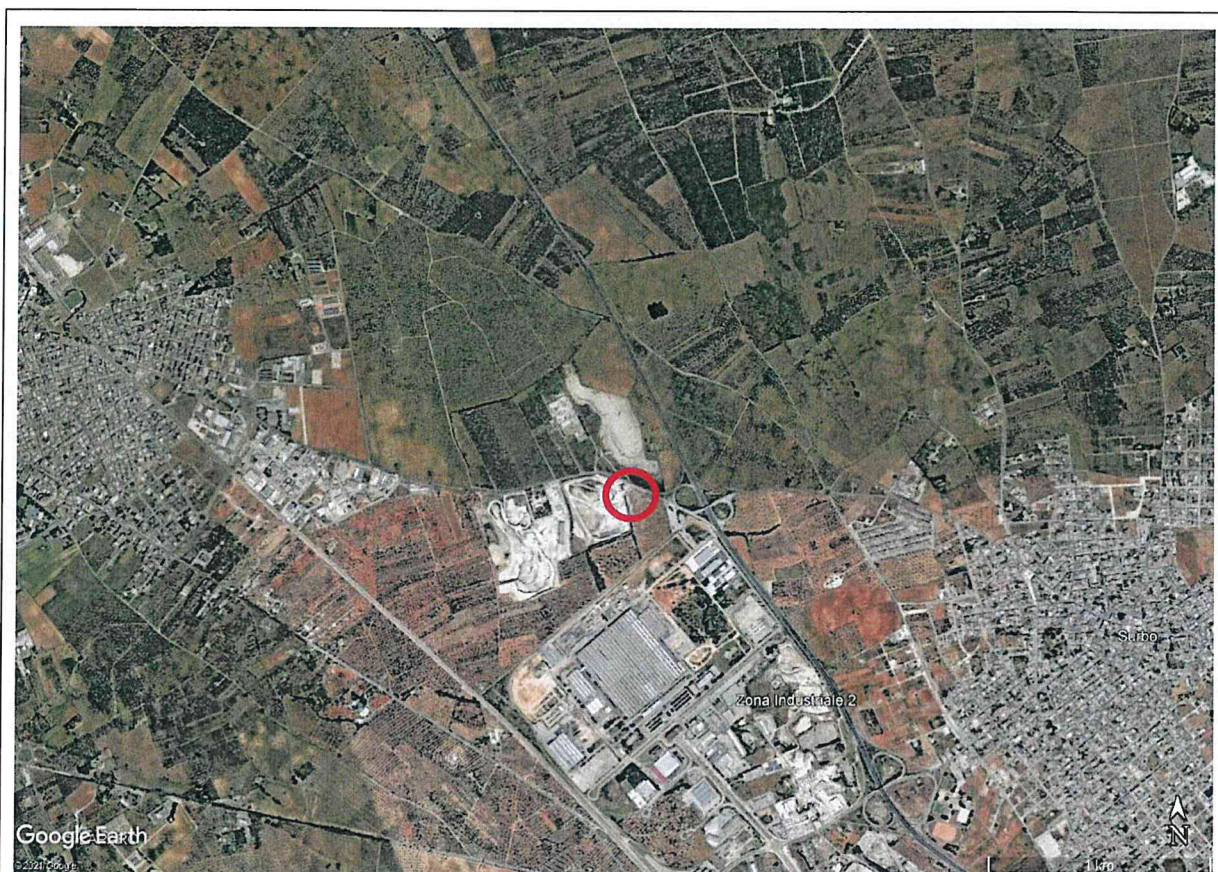
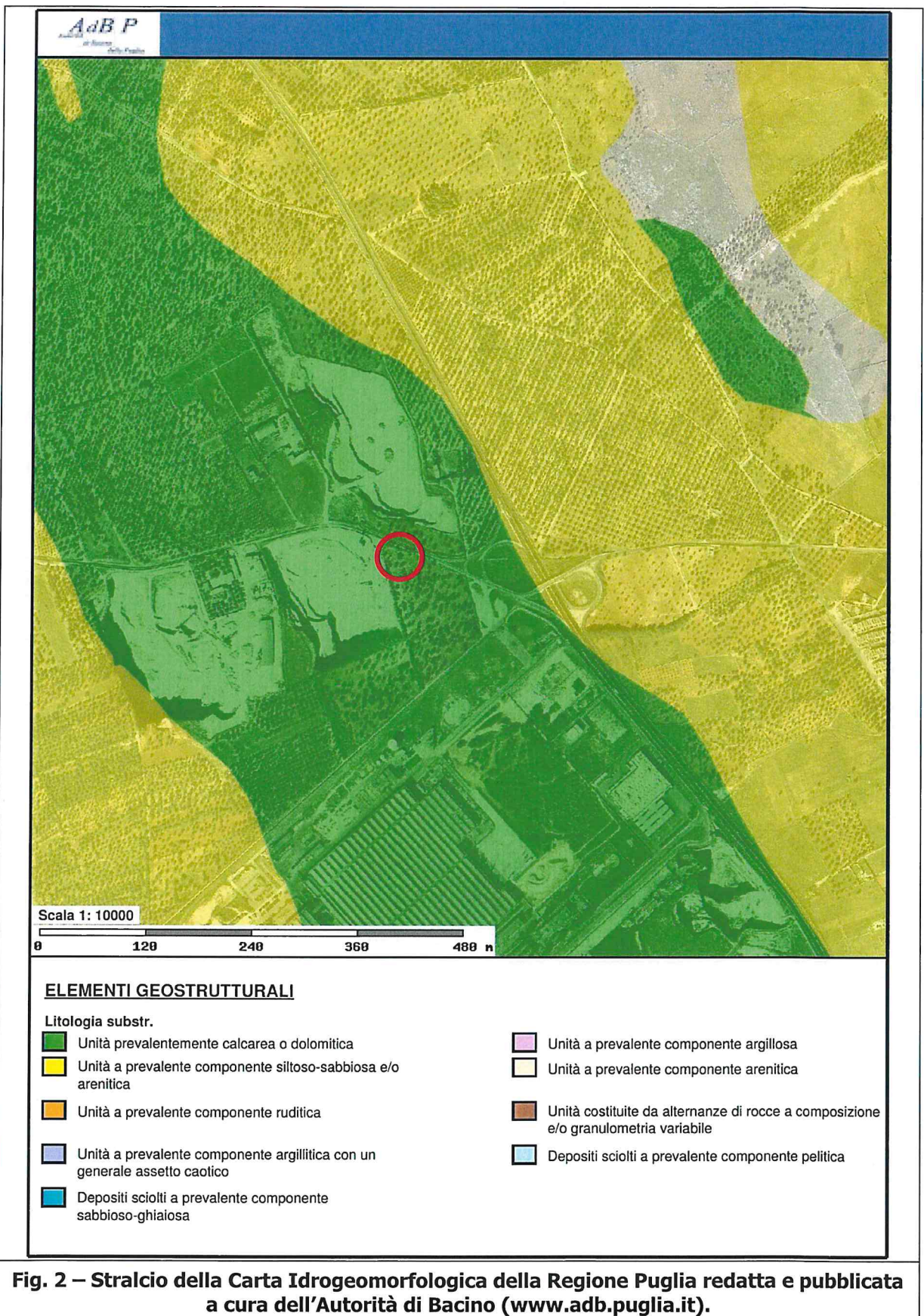


Fig. 1 – Ubicazione del sito di indagine.

L'area in questione si estende al tetto di un antico rilievo strutturale spianato dall'abrasione marina, caratterizzato dalla presenza in affioramento di rocce calcareo-dolomitiche riferibili alla formazione del "Calcare di Altamura" del Cretaceo sup. (v. **Fig. 2**). Si tratta di una delle formazioni del basamento geologico regionale, costituito, per l'appunto, da una successione di unità carbonatiche di piattaforma di età mesozoica, dello spessore complessivo di circa 4.000-6.000 metri.

La formazione affiorante, di natura prettamente litoide, è costituita da calcari microcristallini biancastri, alternati ad occasionali banchi di calcari dolomitici e dolomie diagenetiche di colore grigio-nocciola.



La formazione del "Calcere di Altamura" localmente affiorante lungo le pareti della vicina cava risulta ben stratificata in strati prevalentemente medi, ovvero di spessore decimetrico, con locali intercalazioni di banchi di spessore metrico. L'unità è solcata da un diffuso reticolo di fratture sub-verticali di origine tettonica, organizzate in sistemi con spaziatura di alcuni metri. In superficie, dove l'ammasso roccioso è alterato e detensionato, le fratture risultano aperte e beanti mentre nel sottosuolo esse si chiudono progressivamente.

Poco ad est del sito di progetto, al substrato si addossano in trasgressione dei depositi sabbioso-calcarenitici tardo-quadernari (v. **Fig. 2**), riferibili alla formazione dei Depositi Marini Terrazzati, del Pleistocene medio-superiore.

Detti depositi sono costituiti da sabbie calcaree medio-grossolane di colore giallo-avana, spesso parzialmente cementate e/o da calcareniti organogene, della medesima granulometria e colore, a grado di cementazione variabile e a struttura tendenzialmente massiva.

Lo spessore dei depositi quadernari varia localmente da 1 a 10 metri in funzione della morfologia e delle condizioni di giacitura del sottostante substrato calcareo mesozoico.

3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL SITO DI PROGETTO

Il sito di progetto si colloca in una zona caratterizzata dalla presenza in affioramento di formazioni calcaree mesozoiche permeabili per fessurazione e carsismo: per tale motivo non esiste una rete di deflusso superficiale, in quanto le acque pluviali si infiltrano rapidamente, in maniera diffusa o concentrata, nel sottosuolo, alimentando un'unica falda freatica presente nel sottosuolo.

La permeabilità delle formazioni affioranti è di tipo "secondario", cioè non direttamente legata alle originarie caratteristiche litologico-tessiturali delle stesse, quanto acquisita successivamente per il concorso di cause esterne (tettonica, carsismo): le masse calcareo-dolomitiche del basamento risultano infatti interessate da un diffuso stato di fessurazione, che, associato occasionalmente a manifestazioni carsiche, conferisce loro una permeabilità media assai elevata ($K \cong 10^{-3} \div 10^{-5}$ m/s).

In linea generale, le formazioni del basamento mesozoico rappresentano un serbatoio acquifero di enorme importanza, giacché ospitano la cosiddetta falda freatica "profonda" che, oltre ad essere presente con una certa continuità nel sottosuolo dell'intera Penisola Salentina, è anche caratterizzata, in alcune aree, da acque con buoni requisiti qualitativi (R.F. < 1 g/l), idonee anche all'uso potabile.

L'alimentazione idrica della falda profonda è garantita, in assoluta prevalenza, dalle acque meteoriche di infiltrazione ed avviene essenzialmente in quelle zone dove le rocce del basamento affiorano in superficie o sono ricoperte da sedimenti di modesto spessore e sufficientemente permeabili.

Le acque dolci della "falda profonda" sono sostenute alla base dalle acque marine di invasione continentale. Tale fenomeno di stratificazione salina è fondamentalmente originato e regolato dalla differenza di densità esistente tra i due corpi idrici: infatti, all'interno di un mezzo poroso, le acque dolci (più leggere di quelle salate) tendono a "galleggiare" sulle sottostanti acque marine dando origine, in assenza di fenomeni di perturbazione della falda, ad una situazione di equilibrio che permette una netta sovrapposizione delle due diverse masse idriche ed evita qualsiasi forma di miscelamento idraulico tra le stesse.

Acque dolci ed acque marine sono di norma separate da un sottile livello idrico di transizione, denominato "zona di diffusione" o "interfaccia" (v. **Fig. 3**), caratterizzato da un rapido incremento verticale del contenuto salino.

Lo spessore del livello di acque dolci, di norma legato al carico idraulico della falda da un rapporto di proporzionalità diretta, può essere approssimativamente stimato utilizzando la legge di Ghyben-Herzberg, esprimibile nella forma:

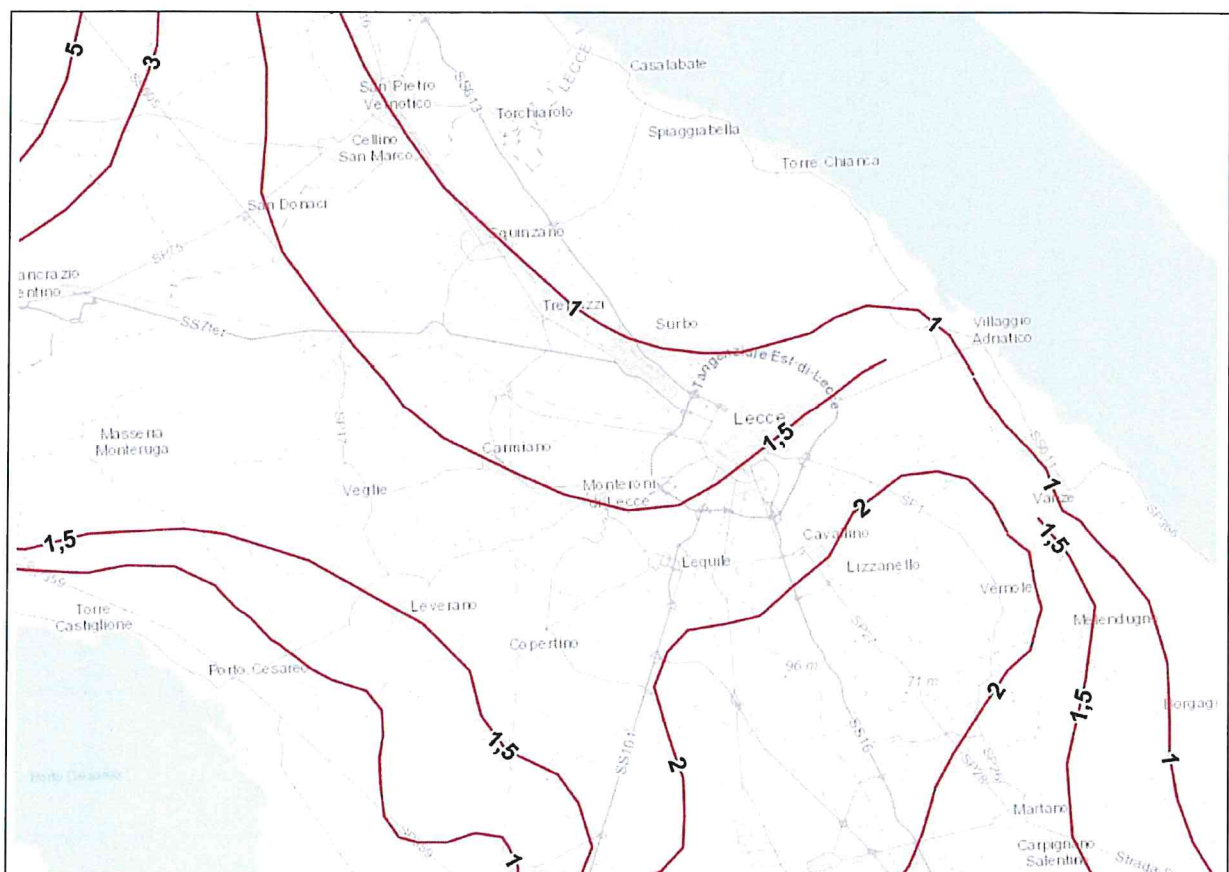
$$H = [d_d / (d_m - d_d)] * h \Rightarrow H \cong 40h$$

dove H è la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, d_d è la densità dell'acqua dolce (~ 1.0028 g/cm³), d_m è la densità dell'acqua marina (~ 1.028 g/cm³) e h è la quota del livello statico. Nella pratica si adottano tuttavia formule con coefficienti minori di 40, generalmente compresi tra 30 e 35 (in genere $H \cong 33h$),

che, tenendo conto anche della presenza della zona di diffusione, permettono di valutare più realisticamente lo spessore delle acque dolci.



Fig. 3 - Sezione idrogeologica schematica della Penisola Salentina.



**Fig. 4 – Carta delle isopieze della falda profonda
(Fonte: Aggiornamento 2015-2021 del Piano Regionale di Tutela delle
Acque, HYDRODATA, 2019).**

La falda profonda appare complessivamente caratterizzata da modesti carichi idraulici, che raggiungono valori massimi di circa 3 metri s.l.m. nelle zone dell'entroterra salentino: a partire da tali aree il livello della falda si abbassa

progressivamente, con cadenti piezometriche molto basse ($0,1\text{‰} \div 2,5\text{‰}$), in direzione delle zone costiere, ove esso tende a raccordarsi con il livello marino.

Il deflusso della falda profonda è quindi sostanzialmente di tipo radiale divergente, ovvero si esplica dall'entroterra in direzione del mare, ove le acque di falda normalmente si riversano, in maniera diffusa o concentrata, attraverso sorgenti costiere e/o polle sottomarine.

Poiché i carichi idraulici più elevati si rinvencono nell'entroterra ed essendo lo spessore complessivo di acque dolci, come già detto, direttamente dipendente da essi, la falda profonda salentina assume, su grande scala, una forma pseudo-lenticolare con spessori che, massimi nella parte centrale della penisola, si assottigliano progressivamente in direzione della costa (v. **Fig. 3**).

Il sito di progetto si colloca in un'area in cui la falda profonda presenta carichi idraulici di circa 1 metro s.l.m. (v. **Fig. 4**), per cui essa può essere rinvenuta nel sottosuolo ad una profondità di circa 45 metri rispetto al p.c..

4 PROVA DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO

L'accertamento del grado di permeabilità del suolo superficiale anidro in corrispondenza del sito di progetto è stato condotto mediante l'esecuzione di una prova di assorbimento a carico variabile in pozzetto di forma quadrata.

Allo scopo, è stato escavato ed attrezzato un pozzetto di forma approssimativamente quadrata, con lato di circa 2 metri e profondità di 1,20 metri (v. **Fig. 5**). La prova è stata eseguita il giorno 03/09/2021 riempiendo il pozzetto di acqua (v. **Fig. 6**) e misurando gli abbassamenti del battente idrico in funzione del tempo. Il risultato della prova è sintetizzato in **Tabella 1**.

TABELLA 1				
PROVA DI PERMEABILITA' IN POZZETTO				
LOCALITA': LECCE - ZONA INDUSTRIALE				
POZZETTO N° 1		DATA: 03/09/2021		
H = 1,20 m		L = 2,00 m		
	Tempi (s)		Altezza del battente idrico rispetto al fondo (m)	Altezza media battente idrico tra t1 e t2 (m)
t1	0	h1	0,630	0,365
	30		0,550	
	60		0,490	
	90		0,435	
	120		0,380	
	150		0,332	
	180		0,300	
	210		0,260	
	240		0,230	
	270		0,205	
	300		0,165	
t2	420	h2	0,100	
	540		0,060	
	600		0,060	
	720		0,050	

In questo tipo di prove, eseguite in conformità alle modalità operative descritte nelle Raccomandazioni A.G.I. (1977), il coefficiente di permeabilità si calcola con la seguente formula:

$$K = \frac{(h_1 - h_2)}{(t_2 - t_1)} \cdot \frac{1 + (2 \cdot h_m / b)}{(27 \cdot h_m / b) + 3} \quad [1]$$

dove b è la misura del lato di base del pozzetto, $(h_1 - h_2)$ è l'altezza dell'acqua nelle due misure, $(t_2 - t_1)$ è l'intervallo di tempo tra le due misure e h_m è l'altezza media dell'acqua nello scavo durante la prova.



Fig. 5 – Pozzetto di prova attrezzato.



Fig. 6 – Fase di esecuzione della prova.

Applicando la formula [1] ed inserendovi i valori di t_1 , t_2 , h_1 e h_2 , indicati in Tabella 1, si ottiene il valore del coefficiente di permeabilità del suolo anidro, pari a:

$$K = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s.}$$

Il suddetto valore di permeabilità è stato utilizzato per effettuare la verifica idraulica della trincea drenante di progetto.

5 VERIFICA IDRAULICA DELLA TRINCEA DRENANTE DI PROGETTO

Per le acque pluviali in uscita dal sistema di trattamento e di riutilizzo, il progetto prevede lo smaltimento per infiltrazione nel suolo anidro mediante una trincea a sezione trapezia, con larghezza sommitale di 1,5 metri e basale di 0,7 metri e lunghezza complessiva di 120 metri.

La profondità della trincea è di 70 cm, di cui 30 cm basali da riempire con ghiaietto monogranulare e i sovrastanti 40 cm con terreno vegetale funzionale all'attecchimento delle essenze vegetali da piantumare.

Ne consegue che la parte utile assorbente della trincea da considerare ai fini della verifica idraulica corrisponde alla parte basale dell'altezza di 30 cm riempita con ghiaia.

Ciò premesso, si è proceduto alla verifica idraulica della trincea che consiste nel verificare se la portata di assorbimento istantanea del suolo (Q_a), associata al valore di permeabilità determinato con la prova in pozzetto sia in grado di smaltire la massima portata pluviale di progetto (Q_p), ovvero che sussista la seguente condizione:

$$Q_a > Q_p$$

Il calcolo della capacità di assorbimento della trincea è stata effettuata applicando la legge di Darcy:

$$Q = K \times A \times I$$

dove K è il valore di permeabilità precedentemente determinato ($K = 2,2 \times 10^{-4}$ m/s), A è la superficie assorbente ed I è il gradiente idraulico (nel caso specifico pari ad 1, in quanto si sta considerando un flusso di filtrazione verticale).

I dati relativi al calcolo della capacità di assorbimento della trincea sono sintetizzati in **Tabella 2**. Nella tabella sono riassunte tutte le principali caratteristiche geometriche della trincea di progetto, comprese le superfici di fondo e laterali e la capacità utile di invaso.

Come si può osservare in **Tabella 2**, il recapito finale risulta correttamente dimensionato, in quanto la portata istantanea di assorbimento della trincea scaturita dal calcolo ($Q_a = 0,3696$ mc/s \rightarrow 36,96 l/s) risulta superiore alla portata pluviale massima di progetto ($Q_p = 34,65$ l/s). Pertanto l'opera risulta correttamente dimensionata in rapporto al bacino afferente cui risulta asservita.

TABELLA 2 - DIMENSIONAMENTO TRINCEA DRENANTE			
DATI GEOMETRICI DI PROGETTO - TRINCEA A SEZIONE TRAPEZIA			
Altezza	0,70	m	
Base minore	0,70	m	
Base maggiore	1,50	m	
Lato	0,81	m	
Angolo	29,76	°	
Lunghezza	120,00	m	
Superficie sezione trasversale	0,77	m ²	
Superficie basale	84,00	m ²	
Superficie sponde laterali	193,49	m ²	
Spessore medio strato di copertura superiore	0,40	m	
Spessore medio del dreno in ghiaia basale	0,30	m	
Volume lordo della trincea	92	m ³	
Porosità del dreno in ghiaia	0,40	-	
Volume utile di invaso del dreno in ghiaia	8	m ³	
CALCOLO DELLA CAPACITA' DI ASSORBIMENTO DELLA TRINCEA			
Legge di Darcy: $Q = K \cdot A \cdot I$			
Coefficiente di permeabilità del terreno	K	2,20E-04	m/s
Superficie assorbente	A	168,00	m ²
Gradiente idraulico	I	1	-
Portata di assorbimento della trincea	Qa	0,03696	m ³ /s
VERIFICA IDRAULICA DELLA TRINCEA			
Portata massima di progetto da smaltire	Qp	0,03465	m ³ /s
Capacità di smaltimento della trincea	Qa	0,03696	m ³ /s
Qa > Qp (VERIFICA SUPERATA)			

Lecce, settembre 2021

Dott. Geol. Stefano LIGUORI
(Albo Geologi Regione Puglia n. 300)
