

COMMITTENTE:



Beni Stabili

UNA SOCIETÀ DI FONCIÈRE DES RÉGIONS

Beni Stabili S.p.A.

Sede legale: Via Piemonte 38 - 00187 Roma

tel. +39.06.36222.1 - 06.36222.745

www.benistabili.it

PROGETTO:

RECUPERO

COMPLESSO EDILIZIO

- EX INTENDENZA DI FINANZA ■
- EX CONVENTO DI S. BERNARDINO ■

VIA DEGLI ZABARELLA 54 VIA S. BIAGIO 1

PADOVA



Società di Ingegneria
GEomeccanica e **S**trutturale
 Via Povegliano 10, Camalò
 31050 Povegliano (TV) - ITALIA
 Tel. 0422872109 Fax 0422873707
 e-mail info@sigesingegneria.it
 Partita IVA 02214090267
 S.I.G.E.S. s.a.s.
 di ing. Armando Mammìno & C.



Preliminare

OGGETTO

TITOLO PROGETTO

Studio di sintesi delle indagini propedeutiche

P01-R

EMISSIONE

ELABORATO N.

DATA PRIMA EMISSIONE

05/11/2010

SCALA

FILE

DESEGNATO

APPROVATO

■ ■ ■



PROGETTAZIONE STATICA PRELIMINARE, DEFINITIVA, ESECUTIVA DI PARCHEGGIO
INTERRATO DA REALIZZARE NELL'AMBITO DEL COMPLESSO EDILIZIO DETTO "EX-
INTENDENZA-DI-FINANZA" OVVERO "EX-CONVENTO DI SAN BERNARDINO" PRESSO
LA CONFLUENZA DI VIA DEGLI ZABARELLA N. 54 E VIA SAN BIAGIO N. 1 IN PADOVA
- Studi preliminari, propedeutici alla richiesta di concessione edilizia -

File	P01-r_studi preliminari
Revisione	
Data	05/11/2010
Pagina 1 di 1	

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. I DOCUMENTI ESPRESSAMENTE RICHIESTI DAL COMUNE DI PADOVA, SETTORE PIANIFICAZIONE URBANISTICA, AI FINI DELLA DOMANDA DI ADOZIONE E APPROVAZIONE DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AI SENSI DELL'ART. 20 DELLA L.R. N. 11 DEL 23 APRILE 2004 E CON PRECISE DISPOSIZIONI PLANO-VOLUMETRICHE, TIPOLOGICHE, COSTRUTTIVE E FORMALI AI SENSI DEL D.P.R. N. 380/2001	1
3. IL PROBLEMA DELLE ACQUE IPOGEE.....	2
4. ASPETTI GEOTECNICI DEL LUOGO ED INTERFERENZA DELLA STRUTTURA CON L'AMBITO DEL CIRCOSTANTE E SOTTOSTANTE SEDIME	4
5. ORIENTAMENTI PROGETTUALI.....	6
6. CONCLUSIONI.....	11



1. PREMESSA

Lo scrivente Ing. Armando Mammino, progettista senior della S.I.G.E.S. s.a.s. di cui in epigrafe, è stato delegato a studiare le strutture e l'interferenza tra queste ed il terreno nell'ambito del nuovo parcheggio interrato da realizzarsi circa alla confluenza tra Via degli Zabarella e Via San Biagio nel centro storico di Padova. Dopo aver raccolto tutti gli elementi utili al fine di configurare un'ipotesi strutturale idonea al caso di specie, lo scrivente esprime il seguente parere a disposizione per tutti gli addetti ai lavori, ed *in primis* per gli esaminatori del progetto, soprattutto allo scopo di sancirne la fattibilità sulla base delle evidenze fisiche emerse dalle analisi sul luogo (geologia, geotecnica, geoidrologia, assetto urbanistico, etc.). Si allegano gli studi di settore ai quali si farà espresso riferimento.

2. I DOCUMENTI ESPRESSAMENTE RICHIESTI DAL COMUNE DI PADOVA, SETTORE PIANIFICAZIONE URBANISTICA, AI FINI DELLA DOMANDA DI ADOZIONE E APPROVAZIONE DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AI SENSI DELL'ART. 20 DELLA L.R. N. 11 DEL 23 APRILE 2004 E CON PRECISE DISPOSIZIONI PLANO-VOLUMETRICHE, TIPOLOGICHE, COSTRUTTIVE E FORMALI AI SENSI DEL D.P.R. N. 380/2001

Tra i documenti richiesti al promotore dell'iniziativa edile figurano le seguenti titolazioni:

- verifica di compatibilità idrogeologica dell'intervento;
- elaborato grafico e/o descrittivo della situazione idrogeologica ante e post intervento, con particolare riferimento al regime idraulico ed ai criteri progettuali tesi ad evitare inconvenienti dovuti alla nuova urbanizzazione, il tutto da corredare con calcolo e dimostrazione dei volumi d'invaso richiesti dal Consorzio di Bonifica.

Entrambi i documenti richiesti a) e b) si compendiano nella relazione allegata alla presente memoria di sintesi e rispondente al titolo "Verifica di compatibilità idrogeologica", prodotta dalla HydroSoil s.r.l., ed a firma dell'Ing. Massimo Tondello. Dall'analisi sviluppata nel testo citato emerge che l'opera non comporta nessuna alterazione nel regime delle acque superficiali, d'altronde nel luogo in questione alimentate dai soli apporti pluviali che sono già attualmente e da sempre insistenti su una superficie di piazzale urbano impermeabile. A buon conto la relazione si conclude



con la prefigurazione di alcune precauzioni da adottare nell'ambito della realtà costruita, in linea con le leggi vigenti in materia e con i disposti del Consorzio di Bonifica competente nella zona. Si rimanda al detto testo per ogni ragguaglio tecnico e progettuale definito nel merito di questo specifico problema; la detta memoria si ritiene esaustiva per quanto riguarda la corretta captazione, ed il razionale convogliamento e recapito, delle acque superficiali.

3. IL PROBLEMA DELLE ACQUE IPOGEE

Sebbene la falda freatica delle zone di bassa pianura abbia velocità di scorrimento estremamente bassa, quindi aggiri gli ostacoli, intervenuti, da che non c'erano, in un certo momento dell'antropizzazione urbana del territorio, senza modifiche del livello tra monte, valle, posizioni a latere, ed è questo un effetto dello stile quasi statico con cui l'acqua si colloca nei meati del terreno, tuttavia, per maggior scrupolo, si è inteso aggiungere qualche riflessione nel merito di questo problema, con ciò correlandoci alla memoria allegata e citata nel paragrafo precedente.

Il modello idrogeologico presentato nella verifica di compatibilità idrogeologica evidenzia come l'area di interesse sia caratterizzata dalla presenza di un acquifero principale che si sviluppa da circa -6 a -16 m dal piano campagna attuale. Tale acquifero è alloggiato all'interno di uno strato sabbioso con permeabilità dell'ordine di 10^{-6} m/s; i gradienti sono molto bassi e la variabilità stagionale dell'ordine del metro. La continuità stratigrafica della bassa pianura permette di escludere discontinuità planimetriche in un acquifero di tale potenza, almeno alla scala dell'intervento; anche altre indagini effettuate nell'area urbana hanno infatti accertato la presenza di un acquifero con simili caratteristiche. Si può quindi ragionevolmente escludere che l'intervento, circoscrivendo una porzione estremamente limitata di tale acquifero, possa alterare il deflusso di falda e modificare i livelli piezometrici nelle aree circostanti.

L'opera da realizzare, intesa come volume utile, si spingerà a profondità dell'ordine dei 10 m dal piano campagna attuale, interessando quindi direttamente l'acquifero in questione, la cui quota piezometrica risale occasionalmente oltre il tetto dell'acquifero stesso (-5.38 m da p.c. nel dicembre 2008).

Il controllo dei livelli di falda, durante le operazioni di scavo, avverrà tramite la preventiva realizzazione di una barriera impermeabile perimetrale che andrà ad intercettare la base dell'acquifero principale. Si provvederà quindi alla realizzazione di un tappo di fondo e all'aggottamento della falda esclusivamente all'interno del perimetro dello scavo, senza modificare



i livelli piezometrici dell'acquifero esterno.

Dal punto di vista idrogeologico, i potenziali rischi che in generale si considerano per questi interventi sono quelli qui di seguito elencati:

- variazioni del livello piezometrico dell'acquifero indotte dalla perturbazione nell'acquifero causata dalla nuova struttura interrata, con potenziali cedimenti dei terreni (nel caso di abbassamento) o difficoltà di controllo della falda in strutture interrate (nel caso di innalzamento);
- abbassamento del livello piezometrico legato a sistemi dinamici di controllo del livello di falda (in fase di costruzione o di esercizio), con potenziali cedimenti dei terreni per incremento delle tensioni efficaci;
- asportazione di fase fine in terreni internamente instabili durante le operazioni di pompaggio, con potenziali cedimenti dei terreni adiacenti;
- sollevamento e sifonamento del fondo scavo, con potenziale collasso dello scavo e degli edifici adiacenti.

Relativamente ai potenziali rischi che in linea del tutto astratta e teoretica sono stati sopra elencati, si può affermare quanto segue a riguardo del caso di specie, nel quale, per l'appunto, si dimostra che nessuno di detti rischi sussiste, previa adozione dei criteri progettuali e costruttivi all'uopo necessari:

- l'intervento, circoscrivendo una porzione estremamente limitata dell'acquifero, non altera il deflusso di falda, né modifica i livelli piezometrici nelle aree circostanti;
- non sono previsti sistemi dinamici per il controllo della falda, sia in fase di costruzione che di esercizio; non si produrranno quindi variazioni del livello di falda nell'unico acquifero interessato (all'esterno del perimetro dello scavo);
- per lo stesso motivo di cui sopra, non si produrranno cedimenti per asporto di fine durante eventuali operazioni di pompaggio;
- la barriera impermeabile andrà ad intercettare la base dell'acquifero principale, spingendosi fino a 20 m di profondità dal piano campagna, mentre il tappo di fondo verrà realizzato a quote tali da garantire la necessaria sicurezza nei confronti del sollevamento del fondo scavo.

Si prevede comunque di adottare, a garanzia della gestione del cantiere, un sistema di monitoraggio dei livelli piezometrici all'interno e all'esterno dello scavo. Tale sistema consentirà di verificare preventivamente la tenuta del tappo di fondo e di eseguire lo scavo in sicurezza.



A tale riguardo si precisa che già è stato installato un piezometro nel piazzale. Data l'uniformità della stratigrafia che caratterizza il sottosuolo padovano, e data la contenuta estensione dell'area da fabbricare, si ritiene che un piezometro sia sufficiente per avere un riscontro attendibile nel tempo per quanto riguarda le condizioni altimetriche della falda nell'evoluzione tra lo stato di fatto attuale e lo stato finale di progetto. I livelli di falda indicati dal piezometro andranno letti ogni 15 giorni sia prima che dopo la realizzazione delle opere, ed estemporaneamente, fuori dalla cadenza quindicinale, anche alla conclusione di ogni evento meteorologico eccezionale (temporali estivi di intensità e durata anomale o prolungate piogge primaverili ed autunnali).

4. ASPETTI GEOTECNICI DEL LUOGO ED INTERFERENZA DELLA STRUTTURA CON L'AMBITO DEL CIRCOSTANTE E SOTTOSTANTE SEDIME

Il sedime su cui si imbase il centro storico patavino è stato molto studiato nell'arco dell'ultimo secolo, come ben rileva il Prof. Giuseppe Ricceri nell'articolo "Caratteristiche geotecniche del sottosuolo di Padova", nel corso del quale si evidenzia la discreta continuità degli strati e delle loro successione e potenza: segno che anche nelle fasi temporali geologiche e paleogeografiche più recenti la deposizione dei sedimenti, prevalentemente fini, avveniva in condizioni di bassa energia del fluido apportatore. Questa constatazione dà retaggio storico all'ipotesi, formulata nei paragrafi precedenti, sulla bassa velocità del campo filtrante, talmente bassa da corrispondere, ai fini dell'interferenza coi corpi di fabbrica ipogei-profondi, ad una condizione di quasi-staticità, o, per meglio dire, di staticità di fatto. La volumetria utile che si andrà ad incastonare nel sottosuolo è documentata nel progetto preliminare redatto dal Dott. Arch. Moreno Carniato, al quale si è fatto riferimento per ogni successiva valutazione orientata nel senso dell'ingegnerizzazione.

Per quanto riguarda l'aspetto geotecnico del luogo specifico, si dispone di sufficiente informazione, distribuita nelle memorie qui di seguito citate:

- "Beni Stabili S.p.A.; Padova; Via degli Zabarella, Via San Biagio; Indagine Geognostica" di RCR s.n.c. di Cibin Giorgio & C.;
- "Realizzazione 3° piano interrato; ipotesi progettuale" di S.P.C., Società di Progettazioni Costruttive s.r.l., a firma dell'Ing. Enrico Salvato.

La prima delle due relazioni indicata con a) e quella citata nel paragrafo 2 e prodotta da HydroSoil s.r.l. (a firma dell'Ing. Massimo Tondello), sono *in toto* condivise dallo scrivente, e si



allegano a codesta relazione di sintesi, controfirmate per accettazione. Le conclusioni cui si perverrà sono infatti alimentate dal contenuto di queste tre relazioni: ad esse si è fatto espresso riferimento nella stesura delle finali dichiarazioni di fattibilità dell'opera per quanto riguarda i tre fondamentali seguenti aspetti critici: a) stabilità degli scavi ed assoluta possibilità di garantirla; b) gestione del rischio di sifonamento mediante opere di ingegneria si da azzerarlo; c) conseguenze praticamente nulle indotte sulla falda, come si è dimostrato nei paragrafi 2 e 3 e nelle relazioni a cui si richiama.

Nella relazione a) si evidenzia una stratigrafia composta come segue:

- 1) per i primi 5÷6 m da piano campagna: limi, limi argillosi e argille limose, con inclusioni da suolo urbano di derivazione antropica;
- 2) per ulteriori 9÷11 m: sabbia di granulometria da fine a media, talora debolmente limosa;
- 3) da circa 16 m di profondità fino al fondo del foro del sondaggio (25 m): alternanza di sabbie fini, limi, argille, con avvicendamento intenso, cioè con strati tendenzialmente sottili e diversi l'uno dall'altro.

Si è già detto che la falda, in condizioni meteorologiche eccezionali, può salire fino a quasi 5 m dal piano campagna. Da un punto di vista meccanico i terreni sono da molto scadenti a relativamente discreti. Tuttavia, essendo il peso del terreno asportato decisamente superiore al peso della struttura anche a pieno carico, non sussistono per definizione problemi di portanza, anzi, sussiste forse il problema inverso, semmai in futuro l'acqua, permeando lentamente attraverso il tampone di fondo, giungesse a premere in sottospinta sulla platea. Per evitare gli effetti di questo fenomeno a lungo termine, si adotteranno idonei accorgimenti di cui si parlerà nel prosieguo, e consistenti comunque nel trapuntare, con direttrici vincolari resistenti a trazione, la platea alla massa del tampone di fondo, si da ridurre le lunghezze libere del campo di flessione.

Nella relazione b) si introduce l'ipotesi del terzo piano interrato e se ne dimostra la fattibilità, a patto che le opere di presidio dei fronti di scavo siano affidabilmente del tutto impermeabili e poco deformabili, ed a patto che si realizzi il tampone di fondo. Il primo assunto si correla alla necessità di non-danneggiamento degli edifici circostanti al piazzale che è luogo dei prospettati lavori, né per diminuzione delle pressioni neutre della falda (vedi: impermeabilità della paratia), né per richiamo volumetrico dalla divergenza laterale verso scavo al sedime delle costruzioni contigue (vedi: bassa deformabilità della paratia). Il secondo assunto si correla alla necessità di non-danneggiamento degli edifici circostanti al piazzale che è luogo dei prospettati lavori per sifonamento del fondo scavo nell'ambito di questi ultimi, secondo un copione tristemente noto nel centro storico di



Padova. Si ricorda peraltro che il famigerato parcheggio interrato prossimo a Prato della Valle era stato realizzato senza tampone di fondo, perché si confidava sulla possibilità che lo strato di argilla incontrato dal piede della paratia potesse funzionare come tampone di fondo naturale. L'assottigliamento del franco litostatico tra il livello più basso raggiunto in corrispondenza del vano ascensore ed il letto dello strato impermeabile, nonché (così pare) il residuo del follicolo praticato per il sondaggio investigativo proprio nella stessa posizione, hanno congiuntamente determinato il collasso del setto residuo orizzontale di terreno troppo sottile a fronte della sottospinta archimedeica esercitata a quella profondità. L'esecuzione di un tampone di fondo in jet-grouting a fronte dell'oggettiva inaffidabilità dello strato a letto delle sabbie come tappo impermeabile va intesa come la salvaguardia determinante affinché non si ripeta l'esperienza prima citata che ha gettato cattiva luce, ed immeritadamente, sul concetto stesso di "parcheggio interrato". Invece il "parcheggio interrato" è di per sé opera positiva, a patto che siano positivi e corretti anche la metodica costruttiva ed il complesso delle strutture di interfacciamento del manufatto col contesto avviluppante.

5. ORIENTAMENTI PROGETTUALI

Si veda la Figura 1, nella quale si rappresenta uno schema della struttura da realizzare in sezione verticale.

Siano:

γ_c : il peso specifico di un ammasso di jet-grouting;

γ_w : il peso specifico dell'acqua;

γ_t : il peso specifico del terreno.

I parametri geometrici dei quali dicesi nelle seguenti formule sono identificati nella Figura 1. Sia η il coefficiente di sicurezza al sollevamento. Se ne ha, in termini di equilibrio verticale, quanto segue:

$$\eta \cdot \gamma_w \cdot (x - H_w) = \gamma_c \cdot D + \gamma_t \cdot (x - H_s - D)$$

da cui si ottiene:

$$x = \frac{\eta \cdot \gamma_w \cdot H_w + \gamma_c \cdot D - \gamma_t \cdot (H_s - D)}{\eta \cdot \gamma_w - \gamma_t}$$

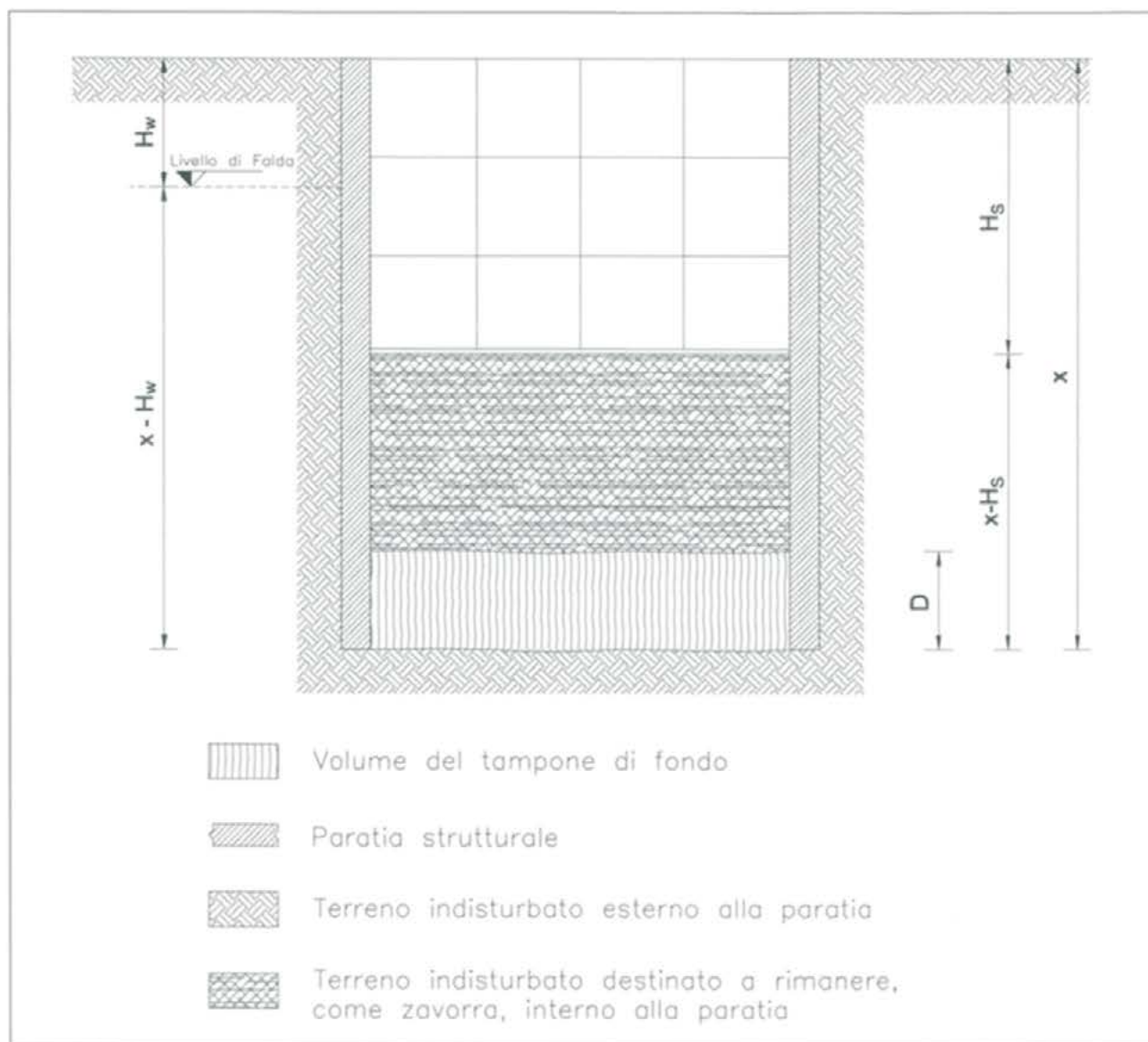


Figura 1

Le quantificazioni che vengono in appresso riportate sono indicative e servono solo per tarare gli ordini di grandezza. Si rimanda al progetto che sarà redatto per ogni approfondimento delle metodiche di progetto e di verifica:

$$\begin{array}{lll} \eta = 1.3 & \gamma_c = 2.2 \text{ t/m}^3 & H_s = 10 \text{ m} \\ \gamma_w = 1 \text{ t/m}^3 & \gamma_t = 1.85 \text{ t/m}^3 & \\ H_w = 5 \text{ m} & D = 3 \text{ m} & \end{array}$$

Risulta $x = 19.91 \text{ m} \cong 20 \text{ m}$. Nelle condizioni fisiche del caso in esame a 10 metri di altezza utile del volume costruito corrispondono 20 m di altezza della paratia. Si è già detto nel paragrafo



precedente che le caratteristiche di una paratia capace di salvaguardare gli edifici circostanti in ambiente di falda freatica satura devono essere le seguenti:

- a) chiusura lungo il perimetro ed assoluta impermeabilità, si da inibire il passaggio di acque nello scavo e quindi la diminuzione delle pressioni neutre, la quale infatti ed a sua volta diventerebbe fattore di riduzione volumetrica verticale del sedime, con penalizzazione dei corpi di fabbrica, rigido-fragili e vulnerabili, sovrainposti ed adiacenti;
- b) bassa deformabilità in direzione orizzontale, affinché si eviti lo scorrimento plastico dell'ammasso, a giungere nelle anse della paratia sottosforzo e spostate rispetto allo "stato zero" rettilineo senza sollecitazione, ed a partire dall'impronta dei corpi di fabbrica, i quali allora reagirebbero con meccanica rigido-fragile, fessurandosi e subendo danni;
- c) dotazione del "tappo-di-fondo", onde evitare il sifonamento del "fondo-scavo", con conseguente passaggio incontrollato di acqua dalle zone circostanti al volume di scavo verso il volume di scavo stesso e con abbattimento macroscopico delle pressioni neutre sotto l'impronta dei fabbricati vicini.

Per conseguire questi obiettivi è necessario realizzare un apparato strutturale costituito da sistemi profondi riconducibili alla seguente classificazione, e seguire un complesso di magisteri tecnologici qui contestualmente elencati:

- 1) tecnica realizzativa con metodo tipo top-down: si realizzano i solai di piano parzialmente, via via a discendere e limitatamente ad una fascia perimetrale, in guisa di travi-parete a maglia chiusa; gli orizzontamenti fungeranno allora da sostegno per le paratie in direzione orizzontale; i solai verranno completati a risalire dalla platea di fondo verso l'alto; così procedendo nel transitorio si dispone di un vuoto interno in cui gestire l'accantieramento essendo quest'ultimo difficile per il poco spazio operativo che offre questa particolare collocazione cittadina;
- 2) paratie spinte fino alla profondità di 20 m dal piano campagna e di spessore minimo pari a 0.60 m;
- 3) realizzazione di micropali di sacrificio in corrispondenza (ma non necessariamente) dei pilastri delle strutture del parcheggio, atti a garantire in fase transitoria il trasferimento dei carichi tra le solette ed il sedime; per garantire in fase definitiva di esercizio la stabilità dell'opera nei confronti della sottospinta idraulica e del sollevamento della platea, tali elementi dovranno raggiungere profondità non inferiori a quella raggiunta dalla paratia perimetrale;
- 4) realizzazione di un tappo in jet-grouting, a tenuta idraulica, di spessore non inferiore a 3 m, con



letto al margine inferiore della paratia e tetto al di sotto di un ammasso di terreno superstite come zavorra; si viene così ad inscatolare interamente lo spessore sabbioso presente ed a scongiurare fenomeni di sifonamento localizzato (tecnologia, modalità esecutive, geometrie saranno definite in successive fasi di studio);

- 5) consolidamento del terreno nella parte sommitale in corrispondenza del chiostro interno dell'edificio, al fine di migliorare le caratteristiche di portanza del sedime, vista la stretta connessione tra la paratia a sostegno degli scavi e l'edificio stesso; tale intervento indicativamente dovrà in questa fase essere esteso per non meno di 6 m di profondità e per una larghezza paragonabile alla distanza dei diaframmi dal muro interno del chiostro, cioè per una estensione trasversale di circa 5 m, e per uno sviluppo che segue tutto il chiostro, ancora ben identificato come camminamento a porticato.

Nelle fasi di progetto definitivo ed esecutivo queste componenti strutturali e la complessa interferenza delle stesse con il circostante ammasso di terreno verranno accuratamente studiati attraverso modelli agli elementi finiti, con l'obiettivo di addivenire ad una progettazione assolutamente affidabile ed ottimizzata.

La particolare collocazione nel cuore della città, la difficoltà di far ivi pervenire numerosi autocarri di grandi dimensioni, l'incombenza dei fabbricati circostanti al cantiere, la modesta estensione dell'area di accantieramento, etc., sconsigliano l'uso di diaframmi classici in calcestruzzo armato, per l'esecuzione dei quali è imprescindibile sia il conferimento, nel luogo degli scavi, di mezzi pesanti per la fornitura di gabbie di armatura e di grandi quantità di calcestruzzo con autobetoniera, sia l'operatività di grandi macchine per scavi.

Si è quindi dovuto ripiegare su una soluzione strutturale a micropali e jet-grouting, di minor resistenza flessionale rispetto ai diaframmi classici, e più deformabile. Per compensare gli effetti tenso-deformazionali di questa alternativa inercialmente più sfavorita, si è deciso di replicare il sistema semi-top-down prima descritto a tutti i 3 livelli di solaio. Raggiunto il fondo scavo, si procederà alla realizzazione di platea, pilastri, solai, setti e di ogni altra componente funzionale all'opera, partendo dal basso (down-top) fino in sommità, come per una ordinaria struttura edile.

In particolare, vista la posizione del sito in ambito cittadino, riteniamo che le opere debbano comportare il minore impatto possibile, e quindi si dovrà:

- prevedere attrezzature di dimensioni ridotte, in relazione anche alle strade di accesso;
- prevedere tecnologie di scavo e di perforazioni che implicino quantità di terreno di risulta contenuta entro valori minimi, per lo meno nella fase di realizzazione delle strutture profonde;

in fase di esecuzione degli scavi sarà gioco-forza procedere ad un intenso andirivieni di autocarri del tutto anomalo, ma sarà un periodo breve;

- utilizzare tecnologie che prevedono aree di cantiere limitate per garantire una maggiore area di stoccaggio dei materiali di risulta e delle materie prime.

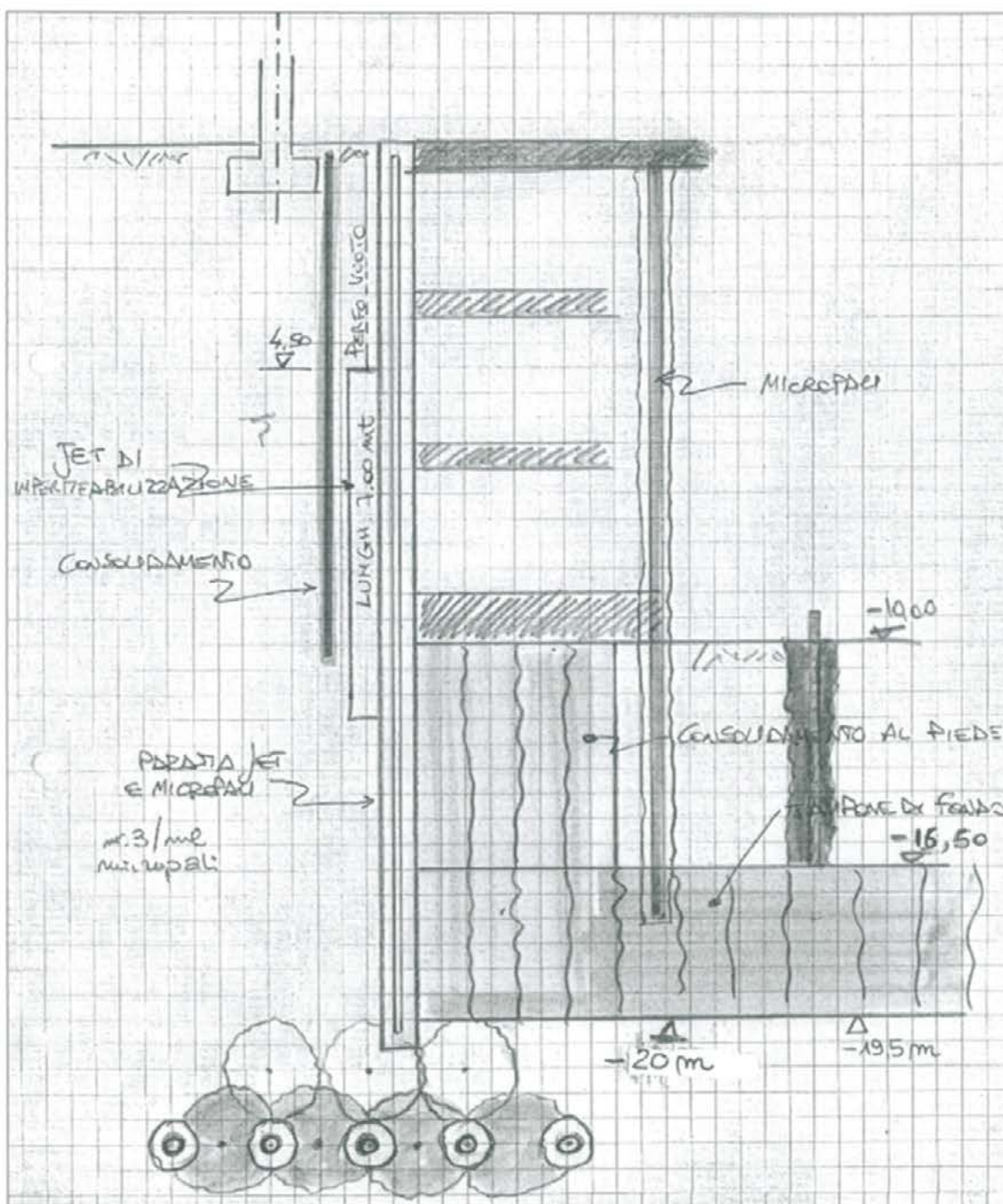


Figura 2



Nella finale soluzione a 3 piani, lo scavo previsto è di circa 10 mt da piano campagna. La paratia è costituita da una successione di micropali armati con tubolare in acciaio. L'impermeabilizzazione viene garantita mediante trattamenti colonnari micro-jet eseguiti con controllo delle pressioni di iniezione ed interposti fra i micropali. Al fine, inoltre, di creare un salutare irrigidimento al piede della paratia e di garantire l'impermeabilizzazione sotto il livello di scavo, si prevede un consolidamento, lungo il perimetro, di una porzione di terreno corrispondente a circa 4 metri.

Ai fini della stabilità globale del sistema costruito ipogeo in direzione verticale, il peso proprio delle opere strutturali e non strutturali non sarà sufficiente a garantire la fissità nei confronti di un moto di galleggiamento: pertanto, verrà previsto un sistema di ancoraggio della platea, cioè barre in trazione coordinate al tampone di fondo tramite trattamenti colonnari isolati.

6. CONCLUSIONI

La soluzione delineata nei precedenti paragrafi, consistente nel ricorso a:

- 1) sistema semi-top-down, con realizzazione delle fasce perimetrali dei tre solai via via a discendere, e completamento dei solai stessi via via a risalire, e con sostegno verticale delle opere pre-costruite su micropali di sacrificio opportunamente dislocati nell'area da fabbricare;
- 2) paratia perimetrale chiusa imperabile e resa poco deformabile dal contrasto vincolare con i solai a cadenza pari a circa 3 m;
- 3) tampone di fondo esteso a tutta l'area e spesso non meno di 3 m, con letto corrispondente all'orlo inferiore della paratia:

garantisce l'integrità delle preesistenze edili situate tutto intorno, nonché delle opere di viabilità cittadina, in quanto presidia, per le sue specifiche connotazioni, sia l'impermeabilità della "cassa strutturale" contro scavo, sia l'indeforabilità della paratia, sia la sicurezza a sifonamento del fondo.

Si dichiara fin d'ora che, così procedendo, si ha la certezza del buon risultato, anche, e soprattutto, per quanto riguarda l'impatto sul circostante tessuto urbano.

In fede.

Ing. Armando Mammino

