RELAZIONE GENERALE SULL'APPROCCIO CONCETTUALE ALLA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE

COMUNE DI ALBENGA (SV)

RECUPERO DELL'AREA DISMESSA IN VIA DALMAZIA GIÀ SEDE DELLA COOPERATIVA ORTOFRUTTICOLA

Peschiera Borromeo (MI), aprile 2013

B.Cube S.r.l.

Sede legale ed amministrativa
via Giuseppe Di Vittorio 29
20068 Peschiera Borromeo (MI)
Telefono +39 02 547729260
Fax +39 02 45503127
Partita I.v.a. Codice fiscale 05765920961

info@bcubeprogettazione.it

1. Introduzione

Sull'area in oggetto è previsto un intervento edilizio di recupero consistente nella costruzione di due edifici alti aventi 10 piani fuori terra. Sull'intera area, con superficie di circa 10000 m^2 è poi presente una struttura interrata, che si sviluppa su due piani, destinati a parcheggio. Infine il progetto di recupero comprende la costruzione di un edificio commerciale che si sviluppa per due piani fuori terra, posto sul sedime dell'ex ortofrutticola con soprastanti edifici destinati all'uso abitativo. L'intervento edilizio pone alcune problematiche, derivanti da fattori intrinseci, associati alla natura dei luoghi , alle caratteristiche del territorio, nonché alle prerogative delle costruzioni, ed ai livelli prestazionali per esse richiesti. Queste evidenze hanno presieduto le operazioni dalle quali sono derivati da un lato i concetti informatori del processo progettuale, dall'altro la definizione delle modalità attraverso le quali è stata messa a punto la strategia operativa che ha permesso di formulare le basi sulle quali si sono sviluppate le varie operazioni. A questo riguardo le caratteristiche del territorio e le peculiarità delle costruzioni in progetto hanno evidenziato la necessità di suddividere le problematiche in due distinte categorie, per le quali le soluzioni, seppure orientate alla ottimizzazione del processo operativo, traggono i loro caratteri distintivi da discipline differenti, che seppure strettamente interagenti, richiedono approcci progettuali basati su specificità proprie, riconosciute e codificate negli attuali documenti normativi. Precisamente ci si riferisce ai due aspetti essenziali riguardanti da un lato la specificità del territorio, dall'altro le caratteristiche delle costruzioni e la loro risposta sia nella fase di esercizio, sia agli stati limite ultimi in relazione alle azioni ad esse applicate, per alcune delle quali la relativa intensità dipende dall'ambiente circostante. Relativamente al primo aspetto si evidenzia con chiarezza la complessa morfologia del luogo, cui sono associate caratteristiche geomorfologiche di significativa delicatezza che hanno richiesto indagini approfondite per potere individuare con sicurezza le modalità operative che presiederanno le operazioni connesse alla progettazione, alla costruzione ed alla direzione dei lavori. Questo campo concerne specificatamente le discipline geologiche e geotecniche e le modalità operative che attualmente, sulla base delle prove sperimentali condotte, sono riportate e ampiamente discusse nella specifica relazione illustrativa. Di esse, nel prosieguo, si discuteranno i caratteri essenziali, mettendone in evidenza gli aspetti più significativi e la affidabilità dell'approccio progettuale, che permette di perseguire livelli di sicurezza elevati, all'interno di un processo che, governato da un approccio teorico avanzato, tiene conto in maniera realistica delle proprietà dell'ambiente, perseguendo soluzioni di garantita affidabilità, associate a livelli di sicurezza pienamente congruenti

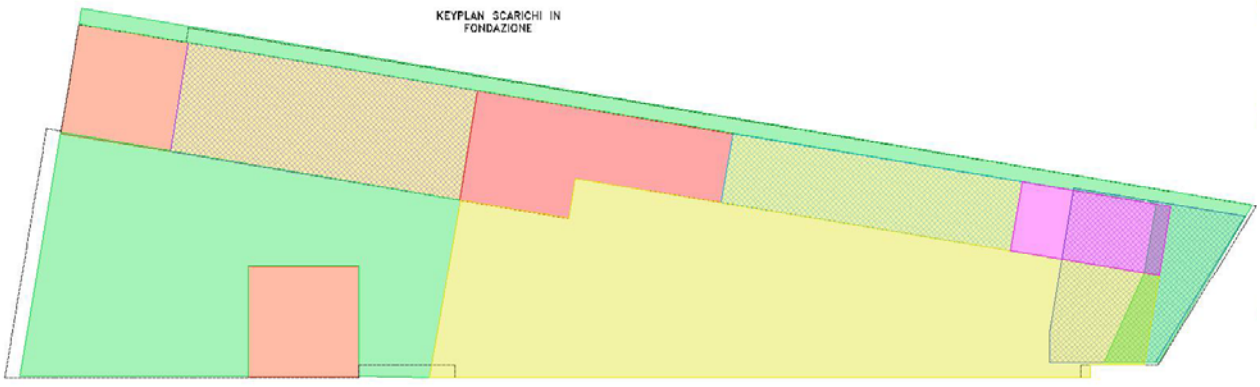
con quelli richiesti dalle attuali normative. Il secondo aspetto, i cui caratteri distintivi riguardano la risposta delle strutture alle azioni applicate nonché i livelli di sicurezza ad essi associati, è tipico della ingegneria strutturale, con particolare riguardo alla progettazione di costruzioni speciali, interagenti con un territorio che, in virtù della sua complessità e delicatezza, impone ad esse condizioni al contorno complesse che richiedono analisi approfondite per poterne definire le caratteristiche e peculiarità ottimali. Ci si riferisce in particolare alle azioni direttamente dipendenti dalla interazione fra costruzioni e territorio quali la interazioni terreno-struttura, le azioni sismiche, le azioni eoliche, le interazioni di natura fisico-chimica associate alla aggressività dell'ambiente, che possono indurre fenomeni di degrado nei materiali. Tutti questi aspetti, il cui controllo ricade nell'ambito della ingegneria strutturale, sono comunque collegati alle caratteristiche del territorio, cosicché il processo progettuale assume l'aspetto di un complesso e interconnesso percorso caratterizzato da marcata interdisciplinarietà il cui affidabile controllo in ogni distinta fase è la premessa di una corretta ed efficace progettazione. Questi concetti hanno presieduto le fasi preliminari di questo processo, le cui prerogative di base saranno nel prosieguo dettagliatamente discusse.

2. Aspetti idrogeologici e specificità geotecniche

Questi caratteri sono discussi nel dettaglio nella relazione specifica ad essi dedicata. Nel presente punto se ne discutono le peculiarità concernenti la interazione fra terreno e struttura nonché i caratteri distintivi essenziali, con specifico riferimento alle condizioni al contorno che il territorio pone e alle modalità operative messe in atto per garantirne la integrità. Prima di discutere specificatamente questi aspetti, è importante osservare che il processo progettuale su cui si basa l'intervento geologico-geotecnico, riposa sulle conoscenze che possono derivarsi da prove sperimentali miratamente progettate, atte a definire compiutamente le caratteristiche geomorfologiche del sedime fondale. Questa premessa è essenziale per riconoscere che il progetto geotecnico riposa sulla conoscenza di dati derivati da prove sperimentali condotte su una realtà preesistente, la quale, malgrado la raffinatezza delle analisi sperimentali progettate non può essere conosciuta in tutti i suoi dettagli. Per questo motivo è stato possibile, nella relazione geotecnica che illustra il processo progettuale che può attualmente delinearsi, formulare un grado di definizione dello stesso sufficientemente approfondito.

La conoscenza che si può attualmente derivare, basata su esperienze ove erano presenti situazioni analoghe e sul successo conseguito in interventi simili, permette, allo stato attuale delle conoscenze

di formulare un percorso progettuale sufficientemente dettagliato e di garantire livelli di sicurezza e di successo di adeguata affidabilità. I problemi che emergono dalle prime analisi condotte riguardano essenzialmente da un lato la necessità di mantenere il più possibile inalterato l'equilibrio idrogeologico del sottosuolo, dall'altro le scelta di opportuni sistemi fondali per gli edifici da costruire, per i quali, date le loro sensibilmente differenti caratteristiche, le interazioni suolo struttura sono fortemente diversificate. Relativamente al primo punto, le problematiche essenziali riguardano la necessità di dovere realizzare un perimetro di contorno della zona di intervento che sia in grado di assicurare la possibilità di operare scavi profondi, spinti fino a circa 7m dal piano campagna, mantenendo la impermeabilità dello scavo ed assicurando la stabilità trasversale delle opere di contenimento dello stesso. Queste tre operazioni comportano l'inserimento, all'interno della falda freatica, di una barriera che altera in maniera molto limitata il libero deflusso come evidenziato nella relazione specialistica. Infatti la morfologia della superficie di scavo e delle pareti di contenimento è comunque tale da dare luogo al minimo contrasto al libero deflusso della falda, alterandone in maniera ridotta l'attuale equilibrio, all'interno di livelli di variabilità accettabili. A riprova di quanto affermato sono state effettuate specifiche prove sperimentali e successivamente sono stati eseguite opportune calcolazioni con modelli matematici atti a meglio caratterizzare la situazione idrogeologica, i cui risultati permetteranno di affinare le prerogative della progettazione, che allo stato attuale, appaiono in grado di soddisfare pienamente le prestazionalità associate al mantenimento del regime idrogeologico entro limiti affidabili senza che vi siano dei disturbi di sorta.
Gli aspetti legati alla definizione delle strutture di fondazione e alla scelta dei sistemi più convenienti, in relazione alle caratteristiche dei sovrastanti edifici, costituisce prassi di più immediato approccio per la quale le attuali conoscenze sono in grado di permettere di formulare previsioni sufficientemente affidabili.
Precisamente, tenendo conto che, dell'insieme di edifici che dovranno insistere sul sedime i due



edifici più alti caratterizzati dall'avere 10 piani fuori terra affidano al terreno azioni superiori, cui sono associati stati deformativi non particolarmente marcati rispetto agli edifici meno alti. Per questi edifici la soluzione che prevede fondazioni di tipo diretto a platea, associata alla necessità di rendere impermeabili i piani interrati, appare imprescindibile. Di seguito si riportano alcune immagini della schematizzazione dei carichi effettuata e che ha consentito di identificare la soluzione fondale descritta.

A - Area verde					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			4,05	2,5	6,6
P-1	0,5	7,5	4,05	2,5	14,6
P0	0,5	8,75	3,9	20	33,2
TOT	1	16,25	7,95	22,5	47,7

B- Centro commerciale					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			4,05	2,5	6,6
P-1	0,5	7,5	4,05	2,5	14,6
P0	0,5	8,75	3,9	8	21,2
COP	0,25	6,25	4,5	1,3	12,3
TOT	1,25	22,5	12,45	11,8	48,0

C- TORRE					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			3,58	2	5,6
P-1	3	6,25	5,36	2	16,6
P0	3	6,25	5,36	2	16,6
P1	3	6,25	5,36	2	16,6
P2	3	6,25	5,36	2	16,6
P3	3	6,25	5,36	2	16,6
P4	3	6,25	5,36	2	16,6
P5	3	6,25	5,36	2	16,6
P6	3	6,25	5,36	2	16,6
P7	2,5	6,25	5,36	2	16,1
P8	2,5	6,25	5,36	2	16,1
P9	2,5	6,25	5,36	2	16,1
COP	2,5	6,25	4,5	1,3	14,6
TOT	34	75	63,46	23,3	195,8

D- COMM+RESIDENZE					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			4,05	2,5	6,6
P-1	2,5	7,5	4,05	2,5	16,6
P0	2,5	8,75	3,9	8	23,2
P1	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P2	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P3	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P4	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P5	2,5	6,25	4,83	2	15,6
COP	2,5	6,25	4,5	1,3	14,6
TOT	20	53,75	36,6	21,8	132,2

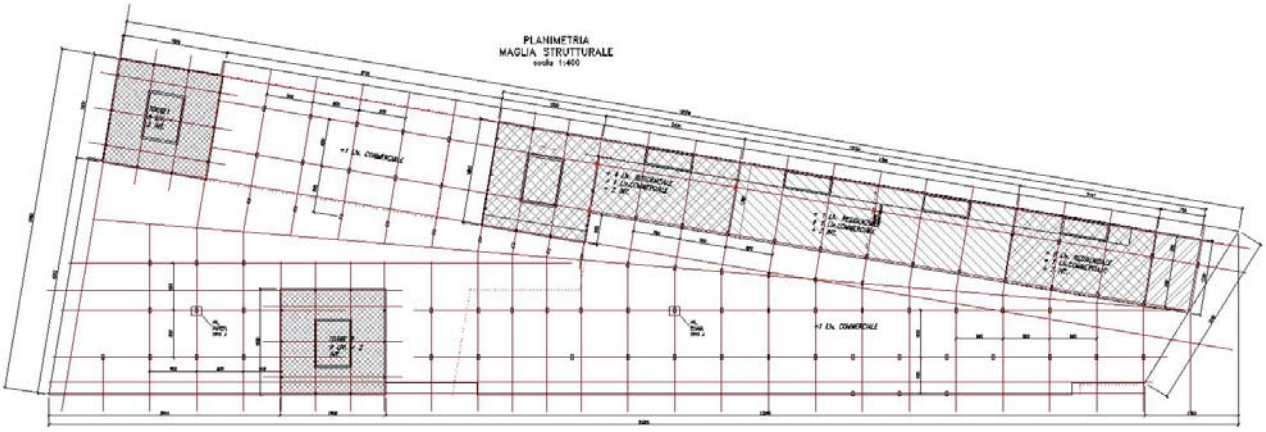
E- COMM+RESIDENZE+PISCINA					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			4,05	2,5	6,6
P-1	2,5	7,5	4,05	2,5	16,6
P0	2,5	8,75	3,9	8	23,2
P1	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P2	2,5	6,25	4,83	2	15,6
COP	2,5	8,75	18	2	31,3
TOT	12,5	37,5	35,61	16,5	102,1

F- COMM+RESIDENZE					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			4,05	2,5	6,6
P-1	2,5	7,5	4,05	2,5	16,6
P0	2,5	8,75	3,9	8	23,2
P1	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P2	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P3	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P4	2,5	6,25	4,83	2	15,6
P5	2,5	6,25	4,83	2	15,6
COP	2,5	6,25	4,5	1,3	14,6
TOT	20	53,75	36,6	21,8	132,2

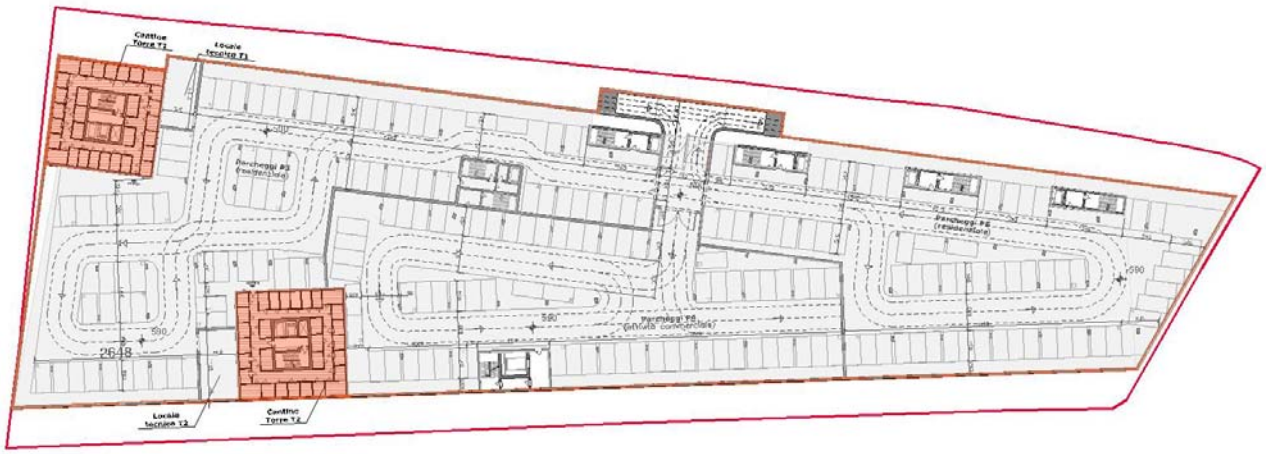
E- COMMERICALE+PISCINA					
PIANO	PP pil kN/m²	PP sol kN/m²	G2k kN/m²	Qk kN/m²	TOT PIANO kN/m²
P-2			4,05	2,5	6,6
P-1	1	7,5	4,05	2,5	15,1
P0	1	8,75	3,9	8	21,7
COP	1	8,75	18	2	29,8
TOT	3	25	25,95	12,5	66,5

Alla luce dei dati geotecnici emersi dalla campagna di indagine svolta mediante un sistema fondale a platea ed in considerazione dei carichi su di esso agenti, risultano controllabili i cedimenti assoluti e

differenziali delle costruzioni, evitando discongruenze geometriche fra di esse che potrebbero avere conseguenze dannose sul buon funzionamento delle strutture portate.



Relativamente alle tecniche costruttive, sia per quanto riguarda i diaframmi di perimetro, sia le modalità da osservare per garantirne la stabilità laterale durante le operazioni di scavo, nella relazione specifica è illustrato un esauriente scenario che individua possibili soluzioni tutte altamente affidabili da utilizzarsi in dipendenza dalle condizioni al contorno che si verificheranno durante le operazioni di costruzione. A questo riguardo è esemplificativa la possibilità o meno di realizzare la stabilità dei diaframmi attraverso la costruzione di tiranti ancorati nel retrostante terreno, per la cui costruzione è necessaria la autorizzazione dei proprietari del terreno entro cui si costruisce il tirante.



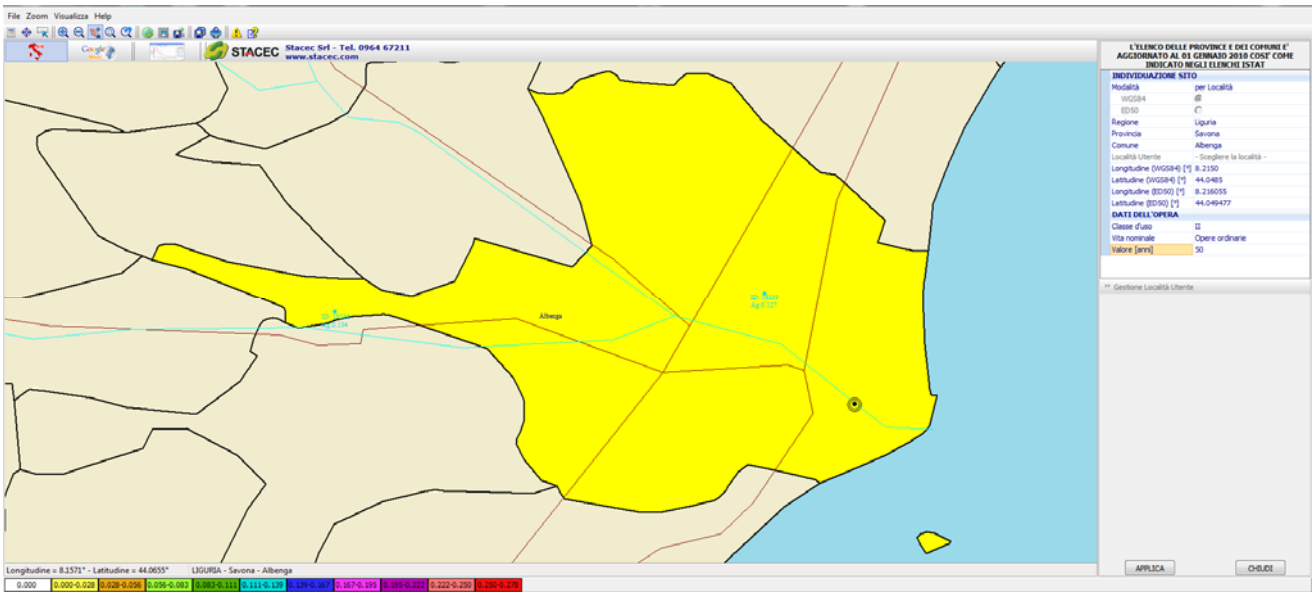
La possibilità di non potere perseguire tale autorizzazione richiede di procedere attraverso metodologie più complesse sul piano operativo, quali le tecniche di scavo dall'interno procedendo dall'alto, ma del tutto affidabili sia per quanto riguarda la sicurezza in fase realizzativa, sia

relativamente alle prestazioni che possono raggiungere una volta completata la struttura. Il quadro che attualmente può rappresentarsi per l'intervento di tipo geotecnico appare del tutto affidabile ed il suo affinamento dopo la esecuzione delle ulteriori prove sperimentali progettate sarà in grado di definire intervento ben calibrato e di efficace capacità, in grado di interagire con le sovrastanti strutture garantendone l'affidabile comportamento nella fase di esercizio ed allo stato limite ultimo.

3. Aspetti strutturali e loro specificità

Le strutture brevemente descritte in precedenza, presentano caratteristiche differenti in funzione delle prestazioni loro richieste, nonché del tipo di azione predominante su di esse agente. Riguardo questo aspetto, le azioni agenti sugli edifici possono suddividersi in tre sostanziali categorie, precisamente le azioni associate all'interazione fra struttura e territorio, quelle di tipo antropico e quelle indirette derivanti dalla applicazione di deformazioni impresse. Fra le prime assumono aspetto rilevante quelle derivanti dal sisma e dal vento, mentre risultano modeste quelle associate al carico di neve. Le seconde dipendono dalle prestazioni richieste alle strutture in relazione al loro uso ed allo loro vita nominale, mentre le terze sono conseguenza e delle caratteristiche del sedime su cui insistono le costruzioni, delle escursioni termiche presenti nell'area di costruzione, nonché delle caratteristiche intrinseche dei materiali utilizzati, in special luogo il ritiro del calcestruzzo. Tutte queste azioni sono definite in intensità, frequenza temporale, distribuzione spaziale e modalità di combinazione dai documenti normativi attualmente vigenti, cosicché esse possono combinarsi per definire l'insieme della domanda definita in forma semiprobabilistica che dev'essere imposta alla struttura onde procedere alla sua misura di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi e di servizio trascritti in sede normativa.

Riguardo all'azione sismica, questa è di significativa importanza in relazione alle caratteristiche geotettoniche dell'area, che in base all'Ordinanza 3274 è definita quale zona 3A, mentre secondo quanto specificato dall'attuale normativa delle costruzioni il sito ove sorgeranno le opere ha una sismicità derivata dal reticolo redatto in base alla rete dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, che postula per il sito in esame una accelerazione massima al suolo pari a circa 0.1252g.



Comune di Albenga - Coordinate sito (Datum - ED50) : Longitudine = 8.2161° ; Latitudine = 44.0495°

Punti della maglia:		18239	18240	18461	18462			

Valori dei parametri ag, Fo, Tc* per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite

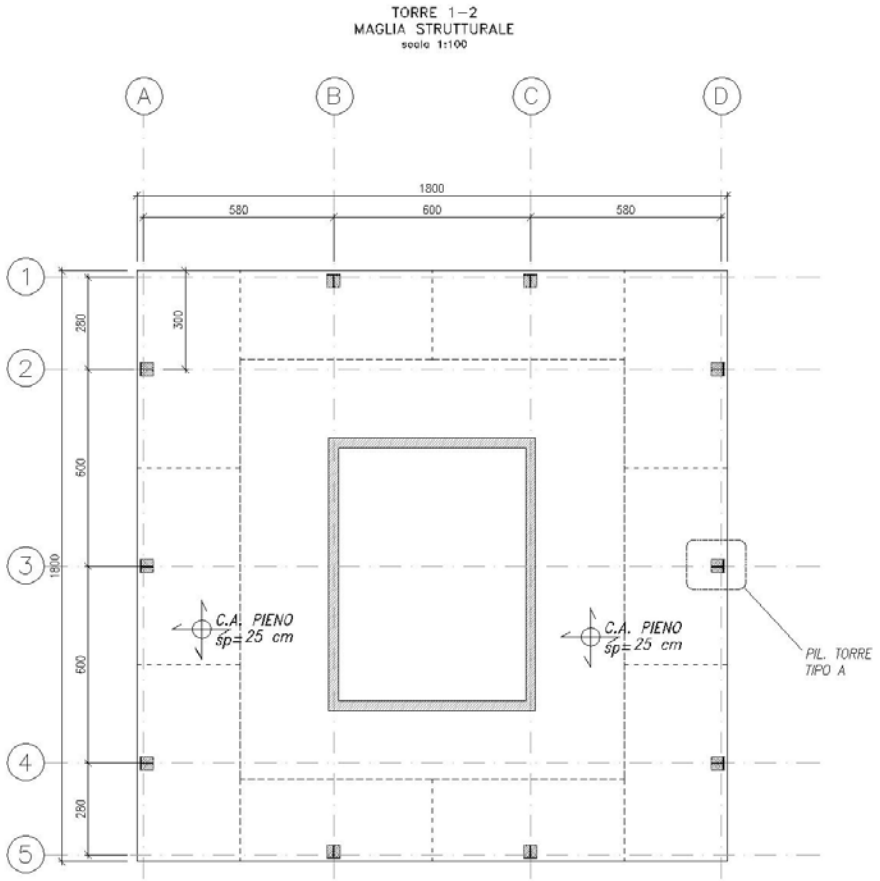
STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.024	2.474	0.177
SLD	50	0.034	2.521	0.202
SLV	475	0.125	2.424	0.282
SLC	975	0.172	2.451	0.298

Altrettanto importante è l'azione del vento, trattandosi di zona costiera, di una regione ove sono presenti significativi fenomeni eolici. Queste azioni strettamente dipendenti dal territorio, dettano i principi di base cui è stata informata la progettazione strutturale degli edifici. In particolare per gli edifici più alti, ove le azioni di vento e di sisma si esplicano attraverso forze laterali agenti normalmente all'asse verticale della costruzione, di particolare importanza risultano alcuni aspetti della morfologia strutturale e fra questi assume carattere preminente la regolarità con cui sono distribuiti planimetricamente ed in altezza le strutture taglio-resistenti, ovvero quegli elementi capaci di opporsi e di equilibrare convenientemente le azioni laterali applicate all'edificio.

Si osserva che la sagace progettazione architettonica degli edifici più alti, prevede ossature resistenti a nucleo disposte centralmente rispetto alla pianta strutturale e colonne di perimetro, con impalcati

a pianta quadrata, permettendo di mettere a punto un impianto strutturale di grande efficienza statica e di limitata deformabilità che assicura due fondamentali prestazionalità e precisamente la resistenza di complesso e adeguati livelli di comfort degli occupanti nelle condizioni di esercizio.

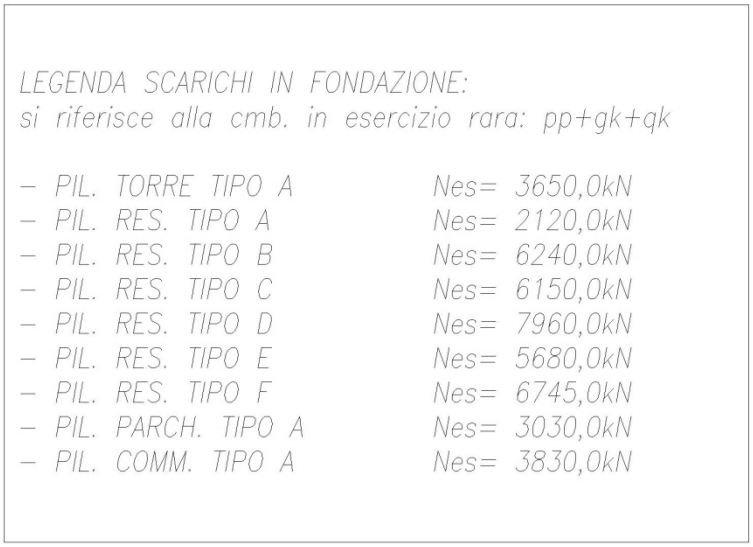
Dettagliando più specificatamente tali peculiarità statiche si osserva che le caratteristiche dell'impianto strutturale, prefigurate nel progetto preliminare, definiscono un complesso formato da un elemento taglio resistente in calcestruzzo armato costituito dal nucleo scale servizi, da colonne



perimetrali a sezione quadrata e da impalcati in calcestruzzo armato, aventi funzionamento di tipo generalizzato a lastra-piastra, che si esplica nella capacità portante relativa alle azioni verticali ad esso applicate, nonché nel funzionamento a diaframma rigido di piano, avente il fondamentale compito di collegare le colonne al nucleo taglio resistente, limitandone opportunamente gli spostamenti trasversali. Si configura così un sistema resistente di grande affidabilità statica e di limitata deformabilità per il quale le dimensioni geometriche degli elementi portanti potranno essere opportunamente ottimizzate progettando ed utilizzando materiali, in special modo per quanto concerne il calcestruzzo, di buone prestazioni. In questo modo risulterà possibile incrementare significativamente la capacità della struttura nei riguardi dello stato limite di durabilità, limitando il

regime fessurativo degli elementi in calcestruzzo armato, garantendo un affidabile rapporto fra spessore di copriferro e resistenza del materiale.

Oltre alle azioni derivanti dalla ubicazione geografica degli edifici, altre azioni che possono assumere valori non trascurabili derivano dalla interazione suolo-struttura, che è primariamente determinata dalle caratteristiche geomorfologiche del sedime fondale. E' questo un aspetto di primaria importanza, la cui analisi e le misure che saranno intraprese per eliminare le incertezze che possono incrementarne gli effetti statici, sono tipico oggetto di una sinergica progettazione multidisciplinare, comprendente l'ingegneria strutturale e l'ingegneria geotecnica, per le quali alcuni aspetti sono già stati discussi nel capitolo relativo alla relazione geotecnica.



L'aspetto progettuale di tipo sinergico assume carattere determinante per la definizione delle strutture in sotterraneo e dell'area commerciale, ove per le prime è predominante il problema di inserimento di strutture portanti all'interno di un sottosuolo saturo d'acqua, mentre per le seconde a questo problema si sovrappongono quelli associati alla presenza delle azioni di vento e sisma precedentemente discusse. Le tecniche operative discusse nella relazione geotecnica costituiscono la base su cui si sviluppa la progettazione strutturale capace di assicurare le prestazioni richieste alle strutture. In questo caso il problema dei cedimenti differenziali assume importanza limitata, cosicché nella relazione geotecnica si è potuta prendere in considerazione la più semplice e veloce soluzione che contempla la realizzazione di fondazioni dirette.

4. Conclusioni

L'intervento edilizio dell'area dismessa in via Dalmazia, Albenga, pone svariati temi per la progettazione strutturale connessi sia alle caratteristiche del sito, sia a quelle delle strutture degli edifici oggetto dell'intervento. Per quanto riguarda gli effetti connessi alla specificità del luogo, sono

da ricordarsi da un lato la morfologia geotettonica, le problematiche idrogeologiche e l'intensità delle azioni applicate alle strutture derivanti dal sisma e dal vento tipici della zona. Relativamente alle prerogative degli impianti strutturali sono di primaria importanza quelle connesse al comportamento in esercizio ed allo stato limite ultimo degli edifici fuori terra, nonché quelle derivanti dalla realizzazione degli edifici interrati. Questi aspetti sono stati oggetto di uno studio che, seppur preliminare, ha approfondito i caratteri essenziali condizionanti una corretta progettazione, attraverso una sinergia operativa fra le discipline riguardanti la geologia, la geotecnica e l'ingegneria strutturale. Questo processo, i cui caratteri essenziali sono stati discussi in precedenza, ha permesso di individuare modalità operative che permettono di salvaguardare l'integrità del territorio, in particolare la sua idrogeologia, di identificare i più idonei sistemi fondali e di prefigurare le caratteristiche delle strutture portanti degli edifici. Le operazioni discusse, oggetto di raffinamento e di ottimizzazione nelle fasi di avanzamento del progetto, permetteranno di definire in maniera affidabile ed esaustiva le tecniche di monitoraggio che governeranno la conoscenza del comportamento delle strutture sia in fase di costruzione sia a costruzione ultimata, nonché di valutarne l'interazione con gli edifici circostanti, prevenendo situazioni di danno e mantenendo strettamente sotto controllo lo stato di avanzamento dei lavori. Si configura così un processo operativo il cui sviluppo, basato su modelli di previsione, potrà in ogni fase essere meglio valutato attraverso l'acquisizione di dati su cui ritarare i parametri fondamentali di tali modelli. Questa strategia permette di progettare in sicurezza un intervento comprendente edifici che pur caratterizzati da differenti risposte strutturali e da differenti modalità di interazione con il suolo ed il territorio, possiederanno livelli di sicurezza omogenei e capacità prestazionali e di durabilità elevate e garantite. Ciò è reso possibile da un approccio concettuale alla progettazione che comprende pariteticamente i contributi di più discipline ottimizzandone le specificità. In tal modo gli oggetti progettati assumeranno caratteri di elementi tecnologici capaci di convergere verso una comune ottimizzazione delle moderne prestazionalità che sono alla base del progetto di edifici di elevato standard qualitativo quali la riduzione dei tempi esecutivi, la standardizzazione delle tecnologie utilizzate, la semplicità esecutiva, il rispetto delle condizioni ambientali, la durabilità e la qualità di un armonico e corretto inserimento nell'ambiente preesistente, preservandone l'identità costitutiva.

Ing. Alessandro Boe

