

INDICE

PARTE PRIMA: Incarico e cronologia delle fasi d'indagine

- 1.1 – *Incarico*
- 1.2 – *Cronologia delle fasi di indagini*

PARTE SECONDA: Atti acquisiti, documentazione già in atti, ed individuazione dei luoghi

- 2.1 – *Atti acquisiti*
- 2.2 – *Documentazione già agli atti di causa*
- 2.3 – *Individuazione dei luoghi*

PARTE TERZA: Generalità sulle palificate

- 3.1 – *Palificate e diaframmi*
- 3.2 – *Pali in calcestruzzo cementizio*
 - 3.2.1 – *Ripartizione dei carichi*
- 3.3 – *Paratie di pali in calcestruzzo cementizio armato*
 - 3.3.1 – *carichi agenti sulla paratia*

PARTE QUARTA: Esame ed osservazioni sulla documentazione acquisita ed in atti. Stato dei luoghi ed esito delle indagini

- 4.1 – *Esame ed osservazioni sulla documentazione acquisita ed in atti*
- 4.2 – *Stato dei luoghi*
- 4.3 – *Esito delle indagini*
 - 4.3.1 – *Il piano interrato*
 - 4.3.2 – *I muri di sostegno*
 - 4.3.3 – *La paratia*

PARTE QUINTA: Risposta ai quesiti

- 5.1 - *Quesito N°1: accertare la congruità delle somme azionate in sede monitoria*
 - 5.1.1 - *Numero ed altezze dei pali*
 - 5.1.2 – *Dimensioni della recinzione*
 - 5.1.3 – *Risposta al quesito*

- 5.2 - *Quesito N°2: Verificare se l'opera di palificazione era idonea e tecnicamente adatta ad assolvere la funzione statica e dinamica per cui era stata progettata, nonché per assolvere la funzione di risparmio di superficie interrata sfruttabile rispetto ad un muro di contenimento.*
 - 5.2.1 - *Premessa*
 - 5.2.2 – *Risposta al quesito*

5.3 - Quesito N°3: verificare se i difetti lamentati hanno reso necessaria l'esecuzione di opere di sostegno non previste ed in particolare la realizzazione di un muro di sostegno a ridosso della palizzata

5.3.1 – Errata modalità di esecuzione della trivellazione e del getto del calcestruzzo

5.3.2 – Insufficiente copriferro delle armature metalliche dei pali

5.3.3 – Risposta al quesito

5.4 - Quesito N°4: accertare l'entità del costo aggiuntivo e l'incidenza anche economica di tale manufatto sulla superficie sfruttabile

5.4.1 – Costo dei muri

5.4.2 – Risposta al quesito

RELAZIONE DI CONSULENZA TECNICA D'UFFICIO

Ill.mo Signor Giudice

TRIBUNALE ORDINARIO DI COSENZA

OGGETTO: CAUSA CIVILE N°..... vertente tra
(opponente/attore) e Ditta (opposto)

PARTE PRIMA

Incarico e cronologia delle fasi di indagini

1.1 - Incarico

Con provvedimento del 25.09.2009, emesso fuori udienza (a scioglimento della riserva del 22.09.2009), la S.V. conferiva al sottoscritto ing. Giuseppe Infusini, iscritto all'Albo Professionale degli Ingegneri della Provincia di Cosenza al n°890 ed all'Albo dei Consulenti Tecnici d'Ufficio del Tribunale di Cosenza al n°1391, l'incarico di svolgere le funzioni di Consulente Tecnico d'Ufficio nella causa civile in oggetto, ed invitato a comparire all'udienza del 18.12.2007 per il prescritto giuramento e la formulazione dei quesiti.

Dopo aver prestato giuramento, la S.V. formulava i seguenti quesiti:

"Accerti il C.T.U. la congruità delle somme azionate in sede monitoria e verifichi se l'opera di palificazione per cui è causa era idonea e tecnicamente adatta ad assolvere la funzione statica e dinamica per cui era stata progettata, nonché per assolvere la funzione di risparmio di superficie interrata sfruttabile rispetto ad un muro di contenimento e, in caso negativo, ove ravvisi l'inconsistenza dei pali per negligenza esecutiva, verifichi se i difetti lamentati hanno reso necessaria l'esecuzione di opere di sostegno non previste ed in particolare la realizzazione di un muro di sostegno a ridosso della palizzata e, sempre in caso affermativo, accerti l'entità del costo aggiuntivo e l'incidenza anche economica di tale manufatto sulla superficie sfruttabile".

Per il deposito della Relazione di Consulenza, la S.V. concedeva 120 giorni a partire dalla data di inizio delle operazioni peritali.

I verbali delle visite di sopralluogo e delle indagini esperite sono allegati alla presente relazione con il N°1.

1.2 - Cronologia delle fasi di indagini

In data 12.03.2010 il sottoscritto comunicava alla parti l'inizio delle operazioni peritali per le ore 15:00 del giorno 22.03.2010 ed invitava la parte opponente di produrre "gli elaborati progettuali riguardanti i lavori di cui è causa, recanti l'attestato di deposito

presso l'ex Ufficio del Genio Civile (progetto esecutivo delle strutture, eventuali varianti, relazione a strutture ultimata, collaudo statico)". Le operazioni peritali benchè regolarmente iniziate alla data stabilita, con la presenza delle parti, non sono state concluse in quanto la parte opponente non aveva prodotto gli elaborati richiesti ritenuti utili ed indispensabili per rispondere ai quesiti formulati; [.....]

I rilievi hanno interessato tutto il piano interrato (ivi compreso il locale tecnico) e l'intercapedine in corrispondenza del primo solaio che separa la testa dei pali dalla muratura perimetrale del fabbricato. Introdottosi in tale ristretto spazio il sottoscritto provvedeva a prelevare, con ausilio di mazzetta e scalpello, parti di calcestruzzo dei i pali oggetto di causa al fine di dedurre, da un primo esame "visivo", ogni elemento utile alle indagini.

In data 12.07.2010, previa comunicazione alle parti, è stato effettuato un ulteriore sopralluogo (Verb. N°2) [.....]

Osservazione

Alcune delle foto contenute in detto CD, unitamente ai rilievi effettuati, sono risultate particolarmente utili alla definizione di alcuni aspetti fondamentali della controversia in esame, quali, per esempio, la collocazione e dimensione dei muri addossati alla palificata. Ciò in quanto sia le foto allegate al fascicolo di causa (nel prosieguo indicate con la dicitura "Foto AT") che la documentazione tecnica acquisita **non sono esaurienti rispetto a questo argomento** della vertenza. Quindi il sottoscritto, ai soli fini di giustizia e per fornire al sig. Giudice elementi certi per il suo convincimento, ha ritenuto indispensabile utilizzare le suddette foto (riportate in All. N°4 - "Foto AC".) quale ulteriore fonte di prova indispensabile per rispondere ai quesiti posti.

In data 14.07.2010, in considerazione dell'ampiezza delle indagini e delle circostanze sopra descritte, non dipendenti dal sottoscritto, richiedeva al sig. Giudice la concessione della proroga di giorni 75 al deposito dell'elaborato peritale.

In data 04.10.2010 e 16.11.2010, tenuto conto della particolarità delle indagini e dell'ampia documentazione tecnica da valutare, il sottoscritto chiedeva alla S.V. una ulteriore proroga al deposito dell'elaborato peritale specificando, con nota depositata in cancelleria il 05.01.2011, di voler accogliere la data del 18.01.2011 quale nuovo termine per il deposito della C.T.U..

In data 21.01.2011, sulla scorta delle planimetrie e sezioni già redatte, procedeva ad un ulteriore breve sopralluogo finalizzato al controllo di alcune misure a carico dei luoghi d'indagine (piano interrato ed intercapedine in corrispondenza della testa dei pali). Successivamente il sottoscritto provvedeva a restituire alla parte opponente/attrice la documentazione consegnatagli in data 12.07.2010 (elaborati progetto originario e di variante, relazione a struttura ultimata, collaudo statico).

Sulla scorta di tutta la documentazione agli atti di causa, opportunamente vagliata e confrontata, di quella acquisita e degli esiti dei sopralluoghi effettuati, il sottoscritto ha tratto tutti gli elementi per poter rispondere ai quesiti formulati dal sig. Giudice.

PARTE SECONDA

Atti acquisiti, documentazione già in atti ed individuazione dei luoghi

2.1 – Atti acquisiti

In conseguenza dei quesiti posti, al fine di rilevare ogni altro elemento utile ed indispensabile per la giusta valutazione degli argomenti in questione, il sottoscritto ha acquisito la documentazione di seguito elencata, non contenuta nei fascicoli di causa, ed in parte allegata alla presente Relazione.

a) Elaborati tecnici relativi al [.....]

b) Elaborati tecnici relativi al PROGETTO DI VARIANTE, [.....]

In riferimento ai suddetti atti vengono allegati alla presente Relazione i seguenti elaborati:

-relativamente al progetto originario: Piante (All. N°2 -Tav. N°1);

-relativamente al progetto di variante: Relazione Tecnica (All. N°2-Tav. N°2); Piante (All. N°2-Tav. N°3); Sezione (All. N°2-Tav. N°4); Calcoli ed esecutivi palificata (All. N°2-Tav. N°5); Relazione geologico-tecnica (stralcio, All. N°2-Tav. N°6).

c) Relazione a struttura ultimata, ai sensi dell'art. 6 della L. 1087/71, recante l'attestato di deposito del Genio Civile prot.....

d) Certificato di collaudo statico, ai sensi dell'art. 7 della L. 1087/71, recante l'attestato di deposito del Genio Civile prot. N.....

e) Foto effettuate dalla direzione lavori durante la realizzazione della palificata, indicate con la scritta "AC" in All. N°4, dal N°1 al N°10.

Osservazione

Dalla sequenza degli atti sopra citati, sembrerebbe che il progetto di variante, recante l'attestato di deposito del Genio Civile prot. N°..... del 05.03.2007, sia stato redatto dopo la realizzazione della palificata e delle altre opere di cui è causa. **In merito a questa osservazione si confronti quanto argomentato nel paragrafo 4.1, Quarta Osservazione.**

2.2 – Documentazione già agli atti di causa

Nel corso della presente Consulenza, la documentazione già agli atti di causa verrà richiamata e, ove ritenuto necessario, sarà in parte riprodotta in modo da costituire un unico elaborato peritale di più agevole lettura.

A) Fascicolo parte opponente/attrice (....., avv.)
[.....]

B) Fascicolo parte opposta (....., avv.)
[.....]

2.3 - Individuazione dei luoghi

La palificata interessata dai fatti di causa delimita il piano seminterrato di un fabbricato edificato su un'area posta tra Via e viadel Comune di Cosenza (All. N°3-Tav. N°1).

Il suddetto fabbricato, la cui destinazione è quella turistico-alberghiero, presenta una struttura portante in cemento armato composta di complessivi cinque piani fuori terra oltre che di un piano interrato destinato a garage e servizi (All. N°2-Tav. N°3 e 4).

Il progetto originario dell'opera è stato autorizzato dal Comune di Cosenza con permesso di costruire n°..... mentre, per quanto attiene al permesso di costruire relativo al progetto di Variante, esso non risulta richiamato negli atti di causa.

Il piano interrato oggetto d'indagine, accessibile con rampa carrabile da Via(All. N°4-Foto N°1), è costituito da un ampio locale ove vengono parcheggiate autovetture, da un locale tecnico e dal corpo scala (confr. All. N°3-Tav. N°3; All. N°4, Foto N°4 e 5). I pilastri della struttura alberghiera e le pareti perimetrali si presentano con calcestruzzo a vista, ad eccezione dei due lati perimetrali del locale tecnico ove è presente una muratura in blocchi di cemento in parte intonacata (confr. All. N°3-Tav. N°3); il pavimento è del tipo industriale (calcestruzzo cementizio a getto) ed il solaio è costituito da lastre predalles (pannelli prefabbricati per solai).

Dalla lettura dei verbali di causa, dall'esame degli elaborati tecnici elencati al precedente parag. 2.1 e dalla visione delle foto acquisite (All. N°4-Foto N°1AC, 7AC), emerge che l'area ove è sorto il fabbricato, in origine, consisteva in un parcheggio recintato, da tre lati, con pannelli prefabbricati e paletti in c.a.v. per un'altezza di circa mt 2,50.

La realizzazione dei pali è avvenuta proprio in adiacenza alla facciata interna della suddetta recinzione; quest'ultima, fino a quando non è stata rimossa (successivamente alla realizzazione dei pali e del relativo cordolo), ha assolto le funzioni di elemento di protezione dell'area interessata dagli scavi eseguiti per la realizzazione del piano interrato del fabbricato e delle relative opere fondali (All. N°4-Foto N°5AC, 7AC, 8AC, 9AC).

Osservazione

Normalmente tali recinzioni, più in dettaglio, consistono in elementi prefabbricati meglio distinti come pannelli in cemento armato vibrato delle dimensioni di cm 200 x cm 50 x cm 4,0, sostenuti

da paletti di sostegno 16x13 provvisti di guide, quest'ultimi incastrati in un cordolo di base od alloggiati posti direttamente in apposito foro.

Allo stato attuale il fabbricato, nella sua interezza, risulta completamente ultimato in ogni sua parte tant'è che l'attività alberghiera è già operante da qualche anno.

Lungo il perimetro esterno del fabbricato è stato realizzato un marciapiedi, collegato al cordolo dei pali, il cui andamento piano-altimetrico segue quello della strada su cui prospetta (All. N°4, FotoN°3).

Ogni altro dettaglio tecnico-strutturale riguardante il piano interrato e la palificata, sarà trattato nella successiva parte quarta.

PARTE TERZA

Generalità sulle palificate

Bibliografia di riferimento:

Renato Sansoni: Pali e fondazioni su pali (Hoepli Editore – Mi)

Zaven Davidian: "Pali e fondazioni su pali" - Edizioni C.E.L.I.

Joseph E. Bowles: Fondazioni, Progetto ed analisi" – Mc Graw-Hill

3.1 – Palificate e diaframmi

La palificata (o palificazione), dal punto di vista tecnico, consiste in un gruppo di pali (reticolo) infissi o gettati nel terreno con la funzione di sostenere il peso di una costruzione o di consolidamento di terreni. Nel caso di pali in calcestruzzo cementizio armato gettati in opera con asportazione del terreno (pali trivellati) essi sono tenuti insieme da un piastrone (piastra testa-pali).

Le palificazioni si adottano, dunque, quando il banco di terreno capace di offrire la necessaria resistenza si trova a profondità tale che non risulta economicamente conveniente raggiungerlo con altri mezzi o *quando lo scopo è quello di permettere uno scavo profondo* (apertura di una trincea stradale, escavazione per realizzare piani interrati di un edificio). In quest'ultimo caso (a cui è riconducibile la palificazione oggetto di causa) la palificazione prende il nome di "*diaframma discontinuo*" o di "*paratia di pali discontinua*" o semplicemente di "*paratia*" con interasse fra due pali generalmente posto uguale a due diametri. Prima di iniziare lo scavo a valle è necessario unire le teste dei pali con una trave proporzionata alle dimensioni dei pali stessi avente funzione di collegamento e ripartizione fra i pali. La profondità del cavo è funzione delle spinte: tra palo e palo il terreno, per effetto dell'arco, non frana, sempre che, evidentemente, non vi sia presenza di sabbie sciolte, di limi e di falde acquifere. Poiché la parete risulta discontinua, può essere necessario chiudere gli spazi fra i pali con un getto di calcestruzzo o con calcestruzzo proiettato, leggermente armato.

Osservazione

Solitamente, nel caso di paratie prospettanti su spazi interni (per esempio un parcheggio interrato) le paratie si mascherano da una controparete in modo da lasciare una intercapedine nella quale si realizzano, a livello del pavimento, delle canaline di raccolta delle acque filtranti per il convogliamento al sistema di smaltimento.

3.2 – Pali in calcestruzzo cementizio armato

I pali in calcestruzzo si dividono in due categorie:

- a) pali costruiti fuori opera ed infissi;
- b) pali gettati in opera.

I primi sono costruiti in cantiere e, dopo stagionatura, infissi nel terreno con il maglio, come i pali in legno. I secondi si distinguono dal modo d'infissione della camicia metallica che funziona da cassaforma, in pali *infissi per battitura* ed in *pali trivellati*.

In particolare i **pali trivellati** (come quelli oggetto di causa) sono ottenuti per preventiva asportazione del terreno e successivo getto con conglomerato cementizio, di norma armato. La formazione del cavo può avvenire mediante perforazione, utilizzando speciali trivelle o sonde a percussione. Durante la formazione del cavo la stabilità delle pareti può essere ottenuta, ove necessario, mediante l'ausilio di un fluido stabilizzante (fanghi bentonitici) o tramite l'installazione di un rivestimento metallico provvisorio (tubo-camicia). In questo ultimo caso il tubo camicia, sia per il peso proprio che per il movimento di rotazione impresso, scende nel terreno. Poiché il rivestimento metallico sostiene le pareti ma non il fondo dello scavo, talvolta si utilizzano in abbinamento sia il rivestimento metallico che i fanghi bentonitici..

Completata la perforazione si procede alla posa in opera della gabbia di armatura, composta di ferri longitudinali collegati da una spirale; successivamente si procede al getto del calcestruzzo con il sistema "contractor" e, al completamento di questo, all'estrazione dell'eventuale rivestimento provvisorio.

Prima Osservazione

Il sistema "contractor", adottato soprattutto per posa del calcestruzzo subacqueo, consiste nell'impiegare (all'interno e lungo la gabbia di armatura) un tubo di convogliamento in acciaio con sezioni non più lunghe di 3,00 mt, avente diametro 20-25 cm. Il tubo è provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità almeno di 0,5 , 0,6 m³, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento; il tubo di convogliamento deve essere posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

L'uso del rivestimento metallico provvisorio (chiamato anche tubo-forma) è necessario in terreni di scarsa resistenza ed in presenza di acqua (terreni incoerenti, melmosi).

L'uso del rivestimento metallico per il sostegno delle pareti del foro presenta i seguenti vantaggi:

- protegge le pareti dello scavo contro il collasso dopo la perforazione;
- se definitivo, protegge il calcestruzzo fresco contro strizioni e dilavamenti;
- è adatto per ghiaie con poca sabbia e terreni teneri o in corso di consolidazione.

La realizzazione di pali trivellati risulta economicamente conveniente quando, **ove le caratteristiche del terreno lo consentano**, non si adotta alcuna cassaforma metallica a contenimento a difesa del calcestruzzo.

E' da tener presente, tuttavia, che la trivellazione peggiora le caratteristiche del terreno al contatto con il palo.

Seconda Osservazione

Si ribadisce che la perforazione a secco per la realizzazione di pali trivellati può essere realizzata solo se il terreno in situ non presenti rischio di franare (cioè la possibilità che si verifichino collassi localizzati), ovvero che si tratti di terreno coesivo e che la falda si trovi al disotto della base del palo.

Gli inconvenienti più pericolosi nell'esecuzione di perforazioni senza rivestimento (perforazione a secco) eseguite in terreni di scarsa consistenza, sono i seguenti:

- a) in caso di terreni incoerenti, di poca resistenza, è possibile che materiale terroso si mescoli al calcestruzzo con evidente soluzione di continuità del getto;
- b) possibilità di dilavamento del calcestruzzo che, ancora fresco, venga a contatto con una corrente d'acqua sotterranea in pressione; in terreni sabbiosi, durante il sondaggio, c'è il pericolo di un "richiamo" (sifonamento) di terreno, intorno al foro eseguito, che può pregiudicare la resistenza all'attrito dei pali vicini ed il mescolamento di acqua e materiale terroso al calcestruzzo.

3.2.1– Ripartizione dei carichi

I pali di fondazione ripartiscono il carico in modo diverso dalle fondazioni superficiali, in particolare applicano il carico al terreno agendo sia di punta che lungo il fusto del palo.

Questo è vero in prima approssimazione, possiamo difatti avere anche casi in cui il palo trasmette il carico solo di punta (es. pali che attraversano strati di terreno scadente e si incastrano in roccia o terreno di buona qualità), o casi in cui i pali trasmettono il carico solo lungo il fusto (portanza per attrito laterale, vengono indicati come "pali sospesi", ad esempio pali immersi in argille).

In base al diametro possiamo distinguere:

- Pali di grande diametro: $\varnothing > 700$ mm
- Pali di medio diametro: \varnothing compreso 300 mm e 700 mm
- Pali di piccolo diametro: $\varnothing < 300$ mm

3.3 – Paratie di pali in calcestruzzo cementizio armato

Come accennato al parag. 1 una paratia di pali è costituita da una fila di pali realizzati in opera nel terreno fino ad una certa profondità, al disotto del piano di scavo, in modo da ottenere un supporto sufficientemente robusto per contrastare le spinte del

terrapieno, dell'acqua e di eventuali sovraccarichi. Essendo, di fatto, un'opera di sostegno, essa è soggetta alle medesime forze dovute alla pressione del terreno di qualsiasi altra struttura di contenimento e può essere calcolata adottando i metodi di Coulomb o di Rankine, tenendo presente, però, della diversità delle pressioni di progetto.

Nel caso di paratie senza ancoraggio (come quella oggetto di causa) la stabilità all'azione della spinta è assicurata dalla resistenza passiva del terreno sulla parte di struttura infissa e la paratia si comporta come una mensola. L'equilibrio della paratia, quindi, è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la contropinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

3.3.1 - Carichi agenti sulla paratia

In generale i carichi che possono agire sulla paratia, a secondo dei casi, sono:

- Diretti (forze e momenti sulla struttura)
- Spinta del terreno
- Incrementi di spinta del terreno per carichi indiretti agenti sul terreno
- Sismici
- Idraulici

Data la particolarità della struttura è necessario quasi sempre studiare sia la configurazione in esercizio della struttura che il transitorio di costruzione. I metodi di calcolo più usati sono sostanzialmente due:

- Analisi limite
- Analisi non lineare con il metodo degli elementi finiti.

I metodi cosiddetti di *analisi limite* sono soprattutto utilizzati per il progetto e il predimensionamento, mentre la verifica di sicurezza della struttura deve essere eseguita con un'*analisi agli elementi finiti*.

+

Prima Osservazione

Per quanto attiene le procedure di verifica delle paratie, di seguito si riporta il contenuto integrale di quanto disposto dalle Norme Tecniche di cui al **D.M. LL.PP. del 11/03/1988** “ Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

D.7 VERIFICA DELLE PARATIE

D.7.1 AZIONI SULLA PARETE

Le azioni dovute al terreno, all'acqua ed ai sovraccarichi anche transitori devono essere calcolate e composte in modo da pervenire di volta in volta alle condizioni più favorevoli nei confronti delle verifiche di cui al punto D.7.2.

Le ipotesi per il calcolo delle spinte e delle resistenze del terreno devono essere giustificate sulla base di considerazioni sui prevedibili spostamenti relativi parete-terreno, in relazione alla

deformabilità dell'opera, alle sue condizioni di vincolo, alle modalità esecutive dell'opera e dello scavo ed alle caratteristiche del terreno.

Nel caso di paratie che debbano essere incorporate nella costruzione con funzione statica, le azioni sulle paratie dovranno essere calcolate con riferimento alle condizioni che si prevedono nelle diverse fasi di costruzione e in quella di esercizio ad opera finita.

D.7.2 VERIFICHE

I calcoli di progetto devono comprendere la verifica della profondità di infissione e quella degli eventuali ancoraggi, puntoni o strutture di controventamento.

Deve essere verificata la stabilità del fondo dello scavo, nei riguardi anche di possibili fenomeni di sifonamento.

Per opere che ricadano in prossimità di altri manufatti devono essere valutati gli spostamenti del terreno ed i loro effetti sulla stabilità e funzionalità dei manufatti. Tale valutazione è prescritta anche nei casi nei quali sia necessario deprimere il livello della falda per poter eseguire gli scavi.

I valori dei coefficienti di sicurezza saranno assunti dal progettista e giustificati sulla base del grado di affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato.

Seconda Osservazione

Per quanto argomentato in questa sezione, il sottoscritto userà nel seguito, più correttamente, il termine “paratia” per indicare la palificata di cui è causa.

PARTE QUARTA

Esame ed osservazioni sulla documentazione acquisita ed in atti.

Stato dei luoghi esito delle indagini

Come già accennato al paragrafo 1.2, il sottoscritto ha attentamente esaminato la documentazione agli atti di causa, ha eseguito i dovuti riscontri con lo stato dei luoghi e con gli atti acquisiti al fine di dare ordine alle questioni poste in causa e rilevare ogni altro elemento utile ad assolvere il suo mandato. Di seguito si riporta il risultato dell'esame effettuato.

4.1 – Esame ed osservazioni sulla documentazione acquisita ed in atti

Come già fatto osservare, sin dall'inizio delle operazioni peritali, il sottoscritto ha ritenuto indispensabile l'acquisizione della documentazione tecnica di cui al paragrafo 2.1 in quanto i quesiti posti afferiscono sostanzialmente a fatti che interessano manufatti (paratia, muri di sostegno, ecc..) per la cui realizzazione, ai sensi della Normativa Tecnica, è necessaria una specifica progettazione da sottoporre al parere degli Enti competenti.

Purtroppo l'ampia documentazione esaminata è risultata utile solo in parte in quanto **il contenuto di alcuni elaborati non rispetta assolutamente lo stato dei luoghi**. A ciò si aggiunga ancora **la carenza e la incompletezza dei documenti contenuti nei fascicoli di causa** in quanto essi non rappresentano le dimensioni e la collocazione delle ulteriori opere eseguite di cui la parte opponente/attrice ne chiede il riconoscimento. Allo

stesso modo la parte opposta ha prodotto la fattura n°..... assunta come prova per la richiesta di emissione del decreto ingiuntivo, **assolutamente carente per quanto attiene l'esposizione del credito vantato**, per come meglio si specificherà più in avanti.

Quindi il compito del sottoscritto è stato ancora più gravoso del previsto stante l'inadeguatezza e la carenza della citata documentazione e, conseguentemente, ha necessitato di maggiore tempo d'indagine del previsto per addivenire in maniera certa alle dovute conclusioni.

Il sottoscritto ha ritenuto doverosa questa precisazione in quanto ritiene che le argomentazioni e le decisioni del CTU debbano fondarsi su situazioni rilevabili solo con il concorso di determinate cognizioni tecniche e non su semplici supposizioni.

Ritornando all'esame degli atti il sottoscritto, riferendosi ad ogni specifica documentazione, rileva, quanto di seguito specificato.

A) Progetto di Variante

Come già osservato al paragrafo 2.1 gli elaborati relativi al progetto esecutivo di Variante recano l'attestazione di deposito del Genio Civile di Cosenza prot. N°..... del e, pertanto, si presume che essi dovessero rappresentare lo stato attuale dei luoghi, essendo stati depositati successivamente al periodo in cui si sono verificati i fatti di causa (luglio-agosto 2005). Purtroppo dal puntuale raffronto con lo stato dei luoghi rilevato dal sottoscritto (All. N°3-Tav. N°3, 4, 5), sono emerse consistenti differenze che non consentono l'utilizzo di tale progetto quale "fedele" documento di riferimento su cui attingere alcuni fondamentali dati tecnici necessari ad assolvere il mandato conferito dal sig. Giudice. **Nello specifico nessun elaborato tratta la "progettazione di opere di sostegno" successivamente eseguite per sopperire alla "inadeguatezza ed inconsistenza della palificata", per come riferito dalla parte opponente/attrice negli atti di parte.**

Prima Osservazione

Così definisce l'opera oggetto di causa l'avv. a pag. 5 dell' "Atto di citazione in opposizione al decreto ingiuntivo con domanda riconvenzionale" *"L'inconsistenza e l'inadeguatezza della palificata ed il conseguente imminente pericolo durante le fasi di lavoro di scavo hanno reso necessario far eseguire in variante, con l'urgenza che il caso imponeva, delle opere di sostegno non previste che, per come progettate ed eseguite, a parte il notevole costo aggiuntivo, rispetto alla spesa preventivata, hanno integrato, con la loro funzione statica e dinamica, le totali carenze che la palificata, così come è stata realizzata, ha evidenziato"*.

Ugualmente, l'ing., entrambi progettisti e Direttori dei Lavori, come risulta dai verbali di causa (23.09.2008 e 10.03.2009), hanno dichiarato che *"...abbiamo dovuto, congiuntamente ai collaudatori, prevedere d'urgenza a progettare e realizzare un muro a ridosso della palificataper sopperire alle carenze strutturali della stessa."*

Più specificatamente, per quanto attiene la paratia oggetto di causa, si ravvisa quanto segue:

- a.1) la paratia riportata dai progettisti nell'elaborato "Piante" (All. N°2-Tav. N°3), non coincide con quella effettivamente realizzata in quanto diversa è la dimensione ed il numero di pali (è possibile solo rilevare la misura grafica del diametro dei pali, desunta pari a cm 70);
- a.2) la sezione di progetto (All. N°2-Tav. N°4) non riporta la paratia prevista lungo il confine con la via, né l'elemento di separazione tra paratia e le pareti del fabbricato (la "doppia linea" riportata in pianta in aderenza ai pali);
- a.3) nessun elaborato riporta la diversa altezza dei pali né il loro effettivo numero, ivi compresa la Relazione Tecnica (All. N°2-Tav. N°2);
- a.4) l'elaborato "Calcoli ed esecutivi palificata" (All. N°2-Tav. N°5, non correttamente impaginato), che risulta l'identico di quello già allegato al progetto originario, si riferisce alla paratia su cui gravano i carichi di maggiore intensità, localizzata in adiacenza al fabbricato esistente.

Nell'effettuare il calcolo della stabilità della paratia, per come imposto dalla Normativa, i progettisti hanno adottato i seguenti dati dimensionali e caratteristiche dei materiali:

- cordolo in c.a. di dimensioni cm 50x70;
- diametro del palo cm 40;
- altezza totale della paratia mt 5,99;
- lunghezza della paratia mt 13,00;
- interasse fra i pali cm 70
- sovraccarico sul terreno a monte della paratia 5000 Kg/mq
- sovraccarico a valle della paratia 6500 Kg/mq
- acciaio di armatura Fe B 44k
- copriferro cm 3
- resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo $R_{bk} = 250 \text{ Kg/cm}^2$
- dati geotecnici (desunti dallo studio geologico-tecnico):

$$\gamma = 1800 \text{ Kg/m}^3; \quad \phi = 28^\circ; \quad c = 0,16 \text{ Kg/cm}^2$$

Sulla base di tali dati, adottando il coefficiente di intensità sismico pari a 7,00 le verifiche, condotte con il metodo delle tensioni ammissibili, risultano positive e l'armatura indicata di ogni singolo è posta uguale a n°22 Ø 20 e staffe Ø 10/25.

Seconda Osservazione

Il calcolo di verifica della paratia è stato effettuato con il Software PAC prodotto dalla Aztec Informatica S.r.l., in osservanza alle seguenti normative vigenti all'epoca della realizzazione dell'opera:

- **Legge n°. 1086 del 05/11/1971:** Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

-D.M. LL.PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- **D.M. LL.PP. del 14/02/1992:** Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- **D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- **D.M. 16 Gennaio 1996:** Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

- **D.M. 16 Gennaio 1996:** Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- **Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

- **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

Dal confronto con i dati di calcolo con lo stato dei luoghi e con la documentazione agli atti, si evince per che **la paratia in risulta dimensionata a vantaggio di sicurezza rispetto a quanto previsto nel citato calcolo.**

Terza Osservazione

Infatti l'interasse tra i pali, in opera, risulta mediamente pari 55 cm mentre le loro altezze vanno ad un minimo di 7,00 mt ad un massimo di 11,00 mt (All. N°2-Tav. °11).

Come si specificherà più in avanti, ciò non significa che la paratia assolva comunque le sue funzioni di sostegno nel caso in cui i materiali di cui essa è costituita non rispettino le caratteristiche previste in progetto.

Quarta Osservazione

E' del tutto evidente, dunque, che il lavori previsti nel progetto di variante (predisposto prima di iniziarne i relativi lavori) hanno subito, in fase esecutiva, delle variazioni sin dal momento in cui sono iniziate le perforazioni per la realizzazione della paratia e, successivamente **tali variazioni, ivi compresa la realizzazione dei muri, non sono state registrate ed il citato progetto di Variante è stato depositato come inizialmente concepito** (confr. Osservazione in parag. 2.1).

Va comunque evidenziato che tale progetto prevedeva la realizzazione, a ridosso dei pali, di una parete (o rivestimento) di spessore almeno 20 cm, non altrimenti specificata dai progettisti. Tanto risulta dall'esame della pianta del piano interrato (erroneamente denominato piano seminterrato) riportata integralmente nell'All. N°2-Tav. N°3. E' altresì ragionevole affermare, che sia l'altezza che la disposizione dei pali di cui è costituita la paratia, siano state preventivamente concordate tra direttori dei lavori ed impresa esecutrice delle opere e l'All. N°2-Tav. N°13 conferma che il committente (.....) era a conoscenza di tale scelta.

a.5) La relazione geologico-tecnica a firma del dott. (All. N°2-Tav. N°6) a pag. 3 riporta la stratigrafia del terreno interessato dalla paratia dal quale risulta che *".....al disotto del materiale di copertura e per uno spessore variabile tra gli otto ed i dieci metri troviamo un potente strato sabbio-limoso abbastanza addensato....(pag. 14 della relazione) ed accerta la presenza di falda acquifera (pag. 3, 6 e 14). In particolare il Geologo così scrive "...questi depositi.....sono in generale alquanto permeabili e danno luogo a discreti acquiferi (pag. 3);la presenza di falda*

acquifera a pelo libero è prevedibile in profondità... (pag. 4).....la circolazione idrica endogena avviene prevalentemente per infiltrazione attraverso i livelli sabbiosi e ghiaiosi che ricoprono i terreni sabbioso-limosi più profondi ...(pag. 14)".

B) Relazione a struttura ultimata

La relazione a struttura ultimata del, redatta dai direttori dei lavori ai sensi dell'art. 6 della L. n°19086/71 (All. N°2-Tav. N°7) tratta esclusivamente le opere in c.a. relative al fabbricato. Nulla risulta degli inconvenienti che si sono verificati a carico della paratia, né dei muri di sostegno realizzati a ridosso della stessa; la paratia viene citata solo per specificare l'impresa che ne ha eseguito i lavori (....., pag. 2).

Infatti i certificati delle prove di compressione del calcestruzzo allegati alla suddetta relazione riguardano esclusivamente le membrature portanti del fabbricato-albergo ed un muro di sostegno non specificato.

Quinta Osservazione

I direttori dei lavori non hanno trattato gli inconvenienti di cui è causa, probabilmente perché **hanno ritenuto la paratia come opera "non collaudabile"** (confr. All. N°2-Tav. N°9).

Per quanto riguarda il certificato di prova n°961 del 16.04.2008, allegato alla relazione, in cui compaiono due prove riferite a "Muri di sostegno", si osserva che un tratto di muro di sostegno, di lunghezza pari a circa mt 5,20, risulta previsto nel progetto di variante, posizionato lungo un tratto del confine sud del terreno (All. N°2-Tav. N°3).

C) Collaudo statico

Il certificato di collaudo statico del, redatto ai sensi dell'art. 7 della L. n°1086/71(All. N°2-Tav. N°8) a pag. 6,

riporta testualmente "...i sottoscritti ingg. **CERTIFICANO** che le opere in conglomerato cementizio armato inerenti la costruzione del fabbricato, in oggetto, composto da 5 piani destinati a struttura turistico Alberghiero con annessa sala congressi, un piano seminterrato destinato a garage e servizi, ed i muri di sostegno, di varie altezze, realizzati nel Comune di Cosenza, ed eseguiti dall'Impresa

.....
.....

Dunque i suddetti Professionisti, oltre al fabbricato, collaudano non si capisce quali "muri di sostegno di varie altezze", visto che non esistono elaborati che riportano tali opere (calcoli, esecutivi, planimetrie, ecc..) e che i direttori dei lavori, nella loro relazione a struttura ultimata, non avevano assolutamente trattato.

Sesta Osservazione

I collaudatori, quindi, sono incorsi in grossolani errori o forse hanno riferito sui muri previsti nel solo progetto originario (All. N°2-Tav. N°1). Comunque senza voler ulteriormente entrare nel dettaglio della loro relazione (non necessario a fini di causa), si evidenzia che l'Impresa non deve essere citata nel certificato di collaudo in quanto esecutrice della paratia, **quest'ultima assolutamente non rilevata dai collaudatori.**

D) Fascicolo parte opponente/attrice (....., avv.)

d.1) Nella lettera di denuncia di vizi e difetti dell'opera datata (All. N°2-Tav. N°9), contiene le dichiarazioni rese dal direttore dei lavori ing. e dai collaudatori in corso d'opera ing. i quali dopo aver effettuato una serie di prove sclerometriche hanno dichiarato che "il calcestruzzo adoperato è inconsistente" tanto che "...**le opere eseguite non sono collaudabili per l'evidente stato di incuria con cui i pali sono stati eseguiti**", ed inoltre si dichiara che "...il cordolo di coronamento previsto in progetto con le dimensioni di cm 40x50 è stato edificato con misure diverse per poter avere la possibilità di comprendere tutte le teste dei pali...". In merito a quest'ultima dichiarazione si rileva che in realtà il cordolo di che trattasi risulta previsto in progetto con dimensioni pari a cm 50x70, come si evince dall'elaborato "Calcoli ed esecutivi palificata" (All. N°2-Tav. N°5, in pag. 4 ed ultima pagina).

d.2) Nella perizia tecnica di parte redatta dai Direttori dei Lavori ingg., datata (All. N°2-Tav. N°10), a pag. 3 e 4 vi si legge "La variante strutturale non ha interessato solo gli scavi e le modalità tecniche della loro esecuzione, ma ha obbligato la Direzione Lavori, concordemente ai Collaudatori, ad eseguire con urgenza le opere di sostegno, non previste, che per come progettate ed eseguite, a parte il notevole costo aggiuntivo rispetto alla spesa preventivata, hanno integrato, con la loro funzione statica e dinamica, le totali carenze che la palificata, così come è stata realizzata, ha evidenziato". **Come già accennato in questo paragrafo, non vi è traccia degli elaborati che avrebbero dovuto rappresentare tali urgenti modifiche.**

Settima Osservazione

In riferimento ancora a tali opere nel corso del sopralluogo peritale del 12.07.2010, l'ing. a verbale, testualmente dichiara "Non è stato possibile depositare gli esecutivi dei suddetti muri data la somma urgenza per l'edificazione degli stessi, per come concordato con i collaudatori in sede di sopralluogo già agli atti di causa, al fine di scongiurare l'immediato pericolo di danni per le cose e le persone. Pertanto, sotto la propria responsabilità, dichiara che le dimensioni dei muri corrispondono, in media allo schizzo planimetrico (sezioni) di cui all'allegato "A" del presente verbale" A conferma di quanto dichiarato, l'ing. esibiva anche copia della contabilità redatta dall'impresa, esecutrice dei muri (allegato "B" al verbale N°2).

- d.3) Il Capitolato Speciale d'Appalto relativo all'opera eseguita, del quale ne risulta riportato uno stralcio agli atti di causa, non reca alcuna firma delle parti; quindi non si capisce se l'Impresa esecutrice dei lavori fosse a conoscenza degli obblighi in esso esplicitamente descritti o non, atteso che tale documento, normalmente, è parte integrante del contratto d'appalto.
- d.4) In riferimento alle fatture emesse dalla Impresasi osserva che quelle emesse in data 1..... recano lo stesso numero 16.
- d.5) La "contabilità palificata (All. N°2-Tav- N°11) riporta una analisi dei prezzi del costo di ogni singolo palo in dipendenza delle tre diverse tipologie, ovvero:
- 1) con altezza di perforazione di mt 11,00 (N°92 pali), € 733,495 cad.
 - 2) con altezza di perforazione di mt 9,00 (N°87 pali), € 562,99 cad.
 - 3) con altezza di perforazione di mt 7,00 (N°16 pali), € 435,11 cad.
- Non si capisce quale attinenza abbia tale contabilità con il "contratto d'appalto" del 21.04.2005 (All. N°2-Tav. N°12), atteso che non sono intervenuti, stando agli atti di causa, altri contratti che diversamente stabilivano il prezzo dei pali in dipendenza dell'altezza o dell'armatura (confr. Ottava Osservazione di questo paragrafo).
- A complicare le cose tale documento, oltre che a non essere firmato da alcuna delle figure coinvolte (direttori dei lavori, committente, impresa) **riporta un numero totale di 195 pali**, non coincidente con quanto risulta da altri atti (confr. successiva Nona Osservazione).
- d.6) Le foto allegate agli atti di causa, numerate dal n°1 al n°27, sono prive di riferimento planimetrico e solo per alcune di esse si può affermare con certezza quale sia la zona della paratia effettivamente ripresa (All. N°4 –Foto già in atti). L'indicazione dei punti di vista fotografici sarebbe stata utile ai fini dell'esatta individuazione della posizione delle opere di sostegno di cui è causa.

E) Fascicolo parte opposta (Ditta, avv.)

- e.1) Il contratto di appalto del 21.04.2005 relativo alla palificazione eseguita, recante la firma delle parti (All. N°2-Tav. N°12) consiste in una semplice lettera che contiene semplicemente "una offerta"; in essa l'Impresacosì scrive:
- "trivellazione scavo diametro mm 400, con perforazione a percussione od a rotazione, completo di calcestruzzo Rck 250; fornitura e messa in opera di armatura di ferro diametro Ø 350 come da progetto.....a corpo € 69,00 per ml (IVA esclusa)".*
- Le modalità di pagamento sono le seguenti:
- "Acconto € 15.000,00 alla stipula del contratto, successive quote a stato d'avanzamento lavori. Saldo ad ultimazione lavori e presentazione fattura."*
- Il documento risulta sottoscritto dalle parti (Impresa e committente).

Ottava Osservazione

Si rileva che il suddetto documento riporta la seguente specificazione sulla possibile diversa modalità (non applicata) di esecuzione della trivellazione:

“Eventuale perforazione eseguita con tuboforma per ogni metro lineare avrà un sovrapprezzo di € 12,50 al metro lineare”.

Si rileva, altresì, che:

- a) la dicitura “ferro diametro Ø 350 come da progetto” evidentemente va riferita al diametro delle staffe (spirale) che racchiudono i ferri longitudinali del palo;
- b) tale diametro (Ø 350) non risulta conforme al progetto in quanto l’elaborato interessato (Calcoli ed esecutivi palificata – All. N°2-Tav. N°5) a pag. 5 impone un copriferro di cm 3 e, di conseguenza, **il diametro delle staffe doveva essere al massimo 340 mm e non 350 mm.**
Tale particolare, come si dirà in seguito, non è irrilevante ai fini della valutazione degli inconvenienti che si sono verificati a carico dei pali.
- c) il prezzo unitario fissato nel contratto è al metro lineare di palo, non dipendente dalla diversa armatura dei pali (Ø 20 o Ø16 – confr. All. N°2-Tav. N°13);
- d) il documento non fa alcun riferimento al Capitolato Speciale d’Appalto di cui al precedente punto d.3.

e.2) La nota del 08.06.2005, contenente lo schema grafico dei pali con la relativa armatura, recante la firma delle parti (All. N°2-Tav. N°13), è anch’esso un documento carente di dati in quanto non si capisce, per esempio, quali siano i pali con trivellazione pari a 11,00 mt e quelli con trivellazione 10,00 mt. Inoltre non si risulta specificato perchè per le trivellazioni di 11,00 mt si adottino, correttamente, gabbie di ferro di lunghezza mt 10,50, mentre per le trivellazioni di mt 10,00 si adottino gabbie di ferro di lunghezza mt 8,50, cioè lasciando non armata non 0,50 mt di perforazione, ma 1,50 mt.

Nona Osservazione

E’ sconcertante la presenza, in tutti gli atti citati, di tante carenze ed inesattezze.

Il numero totale di pali, in tale documento, risulta pari a **182**, mentre nell’“Atto di citazione in opposizione al decreto ingiuntivo con domanda riconvenzionale” l’avv., a pag. 4 afferma che i pali sono **197**; ed ancora la “Contabilità palificata”(All. N°2-Tav. N°11) riporta, diversamente, la contabilità relativa a n°**195** pali.

I pali, allo stato attuale, non possono essere conteggiati in quanto non tutti visibili e, per quanto attiene all’effettiva profondità, si arguisce, l’impossibilità materiale di accertarne l’altezza.

e.3) Il certificato di prove a compressione n°..... del, relativo alle prove eseguite su cubetti di calcestruzzo della palificata, rilasciato dalla GEO.CAL S.r.l. di Cosenza (All. N°2-Tav. N°14, $R_{ck_{min}}=297,9 \text{ Kg/cm}^2$; $R_{ck_{max}}=354,9 \text{ Kg/cm}^2$), dimostra la compatibilità dei risultati con le caratteristiche di resistenza del calcestruzzo previste in progetto ($R_{ck} = 250 \text{ Kg/cm}^2$ - All. N°2-Tav. N°5). D’altra parte tale documento (non oggetto di alcuna contestazione dalle parti) lascia intendere che i direttori dei lavori abbiano accertato che i cubetti sottoposti alle prove di compressione siano quelli effettivamente prelevati dal calcestruzzo in fase

di getto. Ciò in quanto i Laboratori Ufficiali, autorizzati dal Ministero LL.PP., eseguono le prove sui materiali solo se le relative richieste sono effettuate e sottoscritte dal direttore dei lavori e, nella fattispecie, il certificato evidenzia che il direttore dei lavori è l'ing.

e.4) La lettera dell'11.08.2005 con la quale l'Impresacomunica ai Direttori dei Lavori ed al committente che venga disposta la prova di carico sui pali e la liquidazione del saldo del compenso spettante (All. N°2-Tav. N°15) si presenta di forma inusuale ed incompleta. In primo luogo non si capisce in cosa possa consistere la prova di carico atteso che la paratia si comporta essenzialmente come un'opera di sostegno e non di fondazione ed i carichi permanenti sulla paratia, in questo caso, sono dovuti solo alla presenza del marciapiedi connesso con il cordolo in testa ai pali. In secondo luogo la richiesta di liquidazione del saldo non reca alcuna contabilità riferita ai lavori già eseguiti (numero di pali, altezza, disegni contabilità, ecc.) e, quindi, non è possibile evincere alcuna reale rendicontazione.

Decima Osservazione

Come fatto osservare anche dall'ing. nelle dichiarazioni rese come teste, nel verbale di udienza del 10.03.2009, l'impresa, a tutela dei suoi interessi ed in virtù del contratto stipulato, poteva effettuare (su consenso della direzione lavori e sulla base di appropriate valutazioni tecniche) qualsiasi tipo di prova a carico dei pali al fine di dimostrare, diversamente da quanto contestato nel sopralluogo dell'11.08.2005 (All. N°2-Tav. N°9) la rispondenza dell'opera alle previsioni di progetto. Invero la nota è carente di appropriate valutazioni tecniche

e.5) La fattura n°18 dell'11.08.2005 emessa dall'Impresaa saldo dei lavori di palificazione, comprende, oltre alla palificazione, il costo del carico ed il trasporto a rifiuto del materiale di risulta e la demolizione del muro di cinta (All. N°2-Tav. N°16). Tale documento risulta privo (come fatto anche osservare da dall'avv.nell'atto di domanda riconvenzionale, pag. 3) è privo delle indicazioni fondamentali a fronte delle quali si emette l'importo dovuto. In particolare tale documento non contiene:

- il numero dei pali realizzati e la relativa altezza;
- la quantità di materiale di risulta dallo scavo portato a rifiuto;
- le dimensioni e quantità di materiale costituente la demolizione della recinzione pre-esistente anch'essa portata a rifiuto.

Undicesima Osservazione

E' curioso che tale fattura sia stata emessa nella stessa data in cui la stessa Impresascrive la nota con la quale chiede la liquidazione del saldo del compenso spettante (All. N°2-Tav. N°15), coincidente, altresì, con la data della lettera di denuncia di vizi e difetti dell'opera a firma dell'ing. (All. N°2-Tav. N°9).

F) Foto acquisite in sede di sopralluogo del 12.07.2010

Stante la carenza, in atti, dei documenti (atti tecnici, foto, ecc.) rappresentativi delle "ulteriori opere di sostegno non previste" che la parte opponente/attrice sostiene di aver realizzato "per sopperire alle carenze della palificata", il sottoscritto ha ritenuto necessario acquisire ulteriori fotografie [.....]

4.2 - Stato dei luoghi (confr. anche parag. 2.3)

Nel corso dei sopralluoghi il sottoscritto CTU, ha eseguito dettagliate indagini e misurazioni al fine di raccogliere tutti i dati tecnici relativi alla paratia. Dette indagini sono state condotte eseguendo inizialmente il rilievo geometrico-strutturale del piano interrato racchiuso dalla paratia (dimensioni interne nette, altezza interna di piano, dimensioni degli elementi strutturali verticali, distanza dei pilastri dai muri perimetrali) e, successivamente, ha interessato la testa dei pali di cui è formata la paratia.

Questo ultimo rilievo è stato possibile, anche se con difficoltà per l'angusto spazio disponibile, accedendo nell'intercapedine esistente tra la testa dei pali e la muratura del fabbricato. In particolare a tale intercapedine vi si accede attraverso una porticina situata sul pianerottolo del vano scala in corrispondenza del primo impalcato strutturale ove l'estremità superiore dei pali emerge mediamente di circa 90 cm dal piano di calpestio fino all'intradosso del cordolo di collegamento (confr. All. N°3-Tav. N°4 e 5; All. N°4, Foto N°7,8). Come risulta dal verbale di causa (Verb. N°1) tale intercapedine si sviluppa lungo tutto il lato ovest del fabbricato (prospiciente su Via L. M. Greco) e su parte del lato nord del fabbricato; mentre da Via si accede direttamente alla (piano terra, All. N°4, Foto N°2) nonché, attraverso rampa carrabile, al piano interrato oggetto di indagine la cui altezza netta è pari a mt 2,50 (confr. anche parag. 2.3).

Dall'interno del locale tecnico, attraverso una piccola apertura presente lungo la muratura di blocchi addossata alla paratia, è stato possibile osservare la parte superiore di un palo, la cui condizione non si discosta più di tanto da quella rilevata per i pali emergenti nell'intercapedine prima descritta (All. N°4, Foto N°16).

A carico delle pareti perimetrali del piano interrato (in calcestruzzo a vista), in particolare su quella posta lungo la via di collegamento tra Via L. M. Greco e Via delle Medaglie d'Oro, si rilevano vistose efflorescenze da umidità (All. N°4, Foto N°4 e 5), dovute all'accostamento diretto di tale parete su terreno in cui è stata accertata la presenza di falda acquifera (confr. All. N°2-Tav. N°6).

Per l'esecuzione delle indagini geometrico-strutturali il sottoscritto ha proceduto con rilevazioni metriche, mentre per quanto attiene lo stato dei materiali costituente i pali (calcestruzzo ed acciaio) ha proceduto con ispezioni visive. I rilievi effettuati sono stati riportati su apposite planimetrie e sezioni contenuti nell'allegato N°3; l'allegato N°4 riporta

i rilievi fotografici dello stato dei luoghi (Foto dal N°1 al N°16) oltre che alcune delle fotografie acquisite (AC) ed in atti (AT).

4.3 – Esito delle indagini

4.3.1 – Il piano interrato

Come già specificato al precedente paragrafo la paratia perimetra il piano interrato del fabbricato-albergo composto da tre corpi di fabbrica individuati con le lettere “A”, “B” e “C” in All. N°3-Tav.2.

Dall’analisi della documentazione acquisita risulta che nel progetto originario il piano seminterrato era delimitato da muri di sostegno e la paratia di pali era prevista solo in adiacenza ad un fabbricato esistente per un’estensione di circa mt 13,00 (All. N°2-Tav. N°1), mentre nel successivo progetto di variante la paratia è stata estesa a quasi tutto il perimetro dell’area.

In aggiunta a quanto già evidenziato nel parag. 4.1, lett. a.1, a.2, a.3 e per le motivazioni esposte nella Quarta Osservazione dello stesso paragrafo, dal confronto tra l’elaborato “Piante” (All. N°2-Tav. N°3, variante) e lo stato dei luoghi, rappresentato dal sottoscritto nella Tav. N°3 dell’All. N°3, **è stata accertata l’esistenza di evidenti discordanze**; in particolare il suddetto elaborato (All. N°2-Tav. N°3) **non riporta**:

- a) i muri di sostegno realizzati a ridosso della palizzata per come riferito negli atti di causa dalla parte opponente/attrice
- b) le quote (ricavabili solo graficamente) della distanza dei pilastri perimetrali dal rivestimento della paratia, quest’ultima rappresentata da una doppia linea dello spessore (ricavabile anch’esso solo graficamente) di circa cm 20;
- c) la muratura in blocchi di cemento realizzata a ridosso della paratia lungo i due lati esterni del corpo “C”.

Inoltre, facendo riferimento al corpo “A”, la misura totale delle due campate trasversali (compresi i pilastri indicati con A1, A2, A3 in Tav. N°3 dell’All. N°3), risulta pari a mt 14,30 invece di mt 14,40 come indicato in variante (All. N°2-Tav. N°3), con conseguenti differenti misure delle luci nette delle due campate. Tuttavia la distanza libera trasversale tra le due pareti perimetrali, nella zona mediana, misura, in loco, mediamente mt 15,05, cioè esattamente pari a quella che risulta dalla pianta dell’interrato del progetto di variante. **Ciò significa che, almeno per quanto attiene lo spazio libero all’interno del garage, le previsioni del progetto di variante sono state rispettate.**

Osservazione

Il sottoscritto, esaminando la pianta del piano interrato del progetto di variante, ha potuto

calcolare tale distanza aggiungendo alla misura di mt 14,40 (riportata dai progettisti) le misure delle distanze esistenti tra i due pilastri estremi e la parete perimetrale in calcestruzzo, rilevabili solo graficamente, pari a cm 20 da una parte e cm 45 dall'altra. Per apprezzare il confronto effettuato tali misure sono state trascritte dal sottoscritto con la tinta in rosso in Tav. 3 dell'All. N°2.

4.3.2 – I muri di sostegno

Al fine di risalire alle dimensioni dei muri di sostegno di cui è causa, facendo riferimento alla pianta relativa al rilievo effettuato (All. N°3-Tav. N°3) il sottoscritto ha rappresentato due indicative sezioni (All. N°3-Tav. N°4 e 5) estremamente fedeli allo stato dei luoghi. Si è proceduto a rilevare prima lo spazio esistente tra i pilastri terminali e la parete perimetrale del piano interrato che rappresenta la facciata interna del muro. Successivamente è stata rilevata, nell'intercapedine esistente in corrispondenza del primo impalcato (confr. All. N°3-Tav. N°4), la distanza tra gli stessi pilastri che si ripetono al piano superiore (in continuità con quelli del piano interrato) ed il fronte dei pali. Da quest'ultimo dato, sottraendo la distanza misurata al piano interrato, si ricava con certezza la dimensione del muro in elevazione. Il tutto è evidenziato nelle suddette sezioni, dalle quali risulta quanto segue:

-in corrispondenza della sezione A, per tutto lo sviluppo della parete perimetrale, lo spessore del muro è pari a cm 20;

-in corrispondenza della sezione B, per tutto lo sviluppo della parete perimetrale, di forma ad "U", in continuità alla precedente e per tutto il fronte che confina con Via L. M. Greco e parte del fronte posto in corrispondenza del fabbricato esistente, il muro presenta uno spessore maggiore (All. N°4, Foto 7AC e 9AC). Tenendo conto che la fondazione del fabbricato presenta (come risulta dagli esecutivi strutturali) un'ala esterna alla base della trave di fondazione della larghezza di cm 30, e della distanza rilevata nell'intercapedine tra i pilastri estremi ed il fronte dei pali, si ricava che mediamente lo spessore del muro in elevazione è pari a cm 45. Quest'ultimo dato è confortato dalla minuziosa ed attenta analisi delle foto acquisite ed, in particolare dalla foto 10AC in All. N° 4.

Prima Osservazione

Dalle risultanze del rilievo e dall'esame delle foto in atti, il sottoscritto può affermare con ragionevole certezza che il muro di spessore cm 20 non è altro che una parete in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata, addossata e fissata ai pali. Esaustive in tal senso risultano le foto N°5AC, 6AC, 7AC e 10AT riportate in All N°4. Tale parete, di norma, si realizza per "rivestire" la paratia (confr. parag. 3.1)

Seconda Osservazione

I suddetti spessori dei muri (sia in elevazione che in fondazione) non tengono conto del modesto aumento di spessore in corrispondenza delle "rientranze" del terreno tra palo e palo.

Per quanto attiene le dimensioni della fondazione dei suddetti muri, quanto

rappresentato nelle sezioni A e B, è stato desunto dall'esame delle foto in atti di quelle acquisite nonchè dal riscontro, per quanto possibile, con lo stato dei luoghi. In particolare la larghezza della fondazione del muro in sezione B è desumibile, con ragionevole certezza, valutando il numero dei pali che ne delimitano l'armatura e tenendo conto degli spazi fra gli stessi (All. N°4, Foto 24AT). In tal modo il sottoscritto ha valutato una larghezza totale della fondazione pari a circa mt 2,50.

La fondazione del muro in sezione A è costituita da una trave rettangolare posata direttamente sul magrone di sottofondazione (in assenza di continuità con qualsiasi altro tipo di armatura) come risulta chiaramente dall'esame delle foto in atti ed acquisite tutte commentate (All. N°4, Foto 2AT, 3AT5AT, 10AT, 12AT, 21AT; 5AC, 6AC) in cui tale fondazione viene identificata come "muro di altezza modesta (120 cm)". Lo spessore di tale fondazione si può assumere ragionevolmente pari a cm 45, ugualmente alla misura, in elevazione, del muro in sezione B; per quanto attiene l'altezza, essa è vincolata dall'altezza delle travi di fondazione del fabbricato, pari a cm 120.

Lo sviluppo in lunghezza delle pareti, dei muri e delle relative fondazioni è desumibile dalla dettagliata pianta allegata (All. N°3-Tav. N°3).

Terza Osservazione

Considerato che quanto argomentato è supportato da rilievi tecnici e documentazione fotografica certa, **il documento allegato dall'ing.**nel verbale del secondo sopralluogo del 12.07.2010 (Allegato "A") costituito da un semplice foglio su cui sono stati riportati "schizzi planimetrici (sezioni)" che dovrebbero rappresentare le dimensioni di tre diverse tipologie di muri di sostegno realizzati nei tre diversi corpi di fabbrica, **non trova alcun riscontro** sia nello stato dei luoghi che nella citata documentazione fotografica. Pertanto tale documento non può essere preso in considerazione.

A completamento di questo argomento e per poter comprendere con maggior chiarezza le indagini eseguite, il sottoscritto ha allegato alcune fotografie che, negli stessi punti, ritraggono i lavori durante l'esecuzione dei muri e lo stato dei luoghi ad opere ultimate. L'attento confronto fra queste fotografie (25AT con 7AC e 13AT con 8AC) è da ritenersi esaustivo di quanto riportato in merito a posizione e dimensione dei muri di che trattasi.

4.3.3 – La paratia

Durante i sopralluoghi effettuati, il sottoscritto, con l'ausilio di un torcia, attentamente osservato lo stato dei materiali di tutti i pali prospettanti nell'intercapedine descritta nel parag. 1.2 e 4.2. L'impressione che si ha immediatamente "a vista" è di quella di trovarsi di fronte ad elementi strutturali mal costruiti ed in stato di degrado.

Il sottoscritto ha prelevato, senza eccessivi sforzi, dei pezzi di calcestruzzo operando con mazzetto e scalpello su alcuni pali (All. N°4, Foto N°9, 10, e 13), rilevando, a vista, eccessiva porosità dell'aggregato, disomogeneità, vuoti diffusi e, per le parti più esterne, facilità di distacco e di sgretolamento. Lo scalpello adoperato affonda, con percussione, senza particolare difficoltà per almeno 7-8 cm dal bordo del palo (All. N°4, Foto N°9) e trova resistenza solo nel suo nocciolo, in cui è apprezzabile la discontinuità di consistenza con la parte esterna.

Non è avventato, in questo caso, definire di tipo "non strutturale" il calcestruzzo di cui sono costituiti i pali in assenza di prove a compressione del calcestruzzo in situ, in quanto è tanto evidente la sua scarsa consistenza che qualsiasi prova ufficiale (distruttiva o non) risulta palesemente inutile.

Prima Osservazione

Per calcestruzzo non strutturale si intende un calcestruzzo di bassa resistenza caratteristica, quale, per esempio, un calcestruzzo che presenti una $R_{ck}=150 \text{ Kg/cm}^2$ (classe di esposizione X0 secondo UNI EN 206 – 2006 E UNI 11104:2004)

L'armatura dei pali è, in gran parte, priva del prescritto copriferro (All. N°4, Foto N°6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16) e si presenta in uno stato di evidente ossidazione. Laddove presente, lo spessore del copriferro risulta palesemente insufficiente, tant'è che si rilevano fessurazioni e striature di ruggine. L'insufficiente spessore del copriferro, oltretutto, facilita il verificarsi del fenomeno della carbonatazione.

Si rileva, inoltre, che in alcuni i pali, l'interferro tra i ferri longitudinali è anch'esso insufficiente e non rispetta il punto 6.1.4. del D.M. - 9 Gennaio 1996 (Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche).

Seconda Osservazione

Il fenomeno della "carbonatazione" consiste in una reazione chimica che trasforma l'idrossido di calcio della pasta cementizia in carbonato di calcio attraverso l'azione dell'anidride carbonica dell'aria. Di per sé il fenomeno non pregiudica la qualità del calcestruzzo, ma il suo verificarsi, **specialmente in malte porose**, quando porta alla formazione di strati basici, si verificano le condizioni chimico-fisiche che consentono all'ossigeno contenuto nell'aria a raggiungere il ferro di armatura con la sua conseguente ossidazione, che continua nel tempo. Il ferro corrosivo, possedendo un maggiore volume rispetto allo stato originario provoca fessurazione e distacco del copriferro. Il fenomeno di corrosione, in tal caso, proseguirà nel tempo e può compromettere seriamente la resistenza delle strutture

Il terreno tra palo e palo risulta umido al tatto per evidente interessamento di circolazione idrica diffusa, concordemente a quanto sostenuto dal geologo (pag. 4, All. N2-Tav. N°6). La variazione cromatica del calcestruzzo riscontrato lungo lo sviluppo della testa dei pali (All. N°4, Foto N°6, 7, 8, 9 10, 12,13) (desumibile anche dalle foto in atti) e l'umidità che si riscontra "al tatto" fa presumere che del materiale terroso si sia mescolato al calcestruzzo durante il riempimento del foro (confr. parag. 3.2, Seconda osservazione).

In considerazione di quanto ampiamente argomentato in questo paragrafo, si deduce che i pali sono costituiti prevalentemente da calcestruzzo incoerente e disomogeneo, divenuto tale in fase di esecuzione, le cui caratteristiche non rispettano le previsioni progettuali, contrariamente a quanto risulta dal certificato n°.....del emesso dalla Geo.Cal di Cosenza (All. N°2-Tav. N°14)

Terza Osservazione

Non ci sono dubbi sulla scarsa consistenza del calcestruzzo. Gli stessi collaudatori ingg.(citati nella lettera All. N°2-Tav. N°9) con le dichiarazioni rese nel verbale di udienza del hanno dichiarato "*...non c'è alcun bisogno di alcuna prova, essendo già sufficiente la "vista" e le prove sclerometriche, in quanto altre prove di carico e di carotaggio non dovevano e non potevano essere fatte in quella situazione di evidenti carenze strutturali dei pali, poiché eseguiti con carenze esecutive e non a regola d'arte...*"

Considerato che questi ultimi sono persone terze e non tecnici di parte e, per disposizione di legge, non devono prendere parte sia alla progettazione che alla direzione lavori, le loro dichiarazioni sono, evidentemente, attendibili. A ciò si aggiunga che tali Professionisti hanno avuto la possibilità di verificare lo stato dei pali nella loro interezza ed estensione, mentre il sottoscritto, dopo i lavori eseguiti, ha potuto esaminare una parte rappresentativa della paratia. In ogni caso le foto acquisite (All. N°4, Foto 2AC, 3AC, 4AC, 2AT, 3AT, 5AT, 12AT, 21AT) confermano in maniera certa quanto dichiarato dai collaudatori.

PARTE QUINTA

Riposta ai quesiti

Il quesito formulato dal sig. Giudice, di fatto, si articola in quattro quesiti come di seguito esplicitati:

- 1) *Accertare la congruità delle somme azionate in sede monitoria;*
- 2) *Verificare se l'opera di palificazione era idonea e tecnicamente adatta ad assolvere la funzione statica e dinamica per cui era stata progettata, nonché per assolvere la funzione di risparmio di superficie interrata sfruttabile rispetto ad un muro di contenimento;*
- 3) *(in caso di risposta negativa al precedente quesito, per ravvisata inconsistenza dei pali e per negligenza esecutiva) verificare se i difetti lamentati hanno reso necessaria l'esecuzione di opere di sostegno non previste ed in particolare la realizzazione di un muro di sostegno a ridosso della palizzata;*
- 4) *(in caso di risposta affermativa al quesito n°3) accertare l'entità del costo aggiuntivo e l'incidenza anche economica di tale manufatto sulla superficie sfruttabile”.*

5.1 - Quesito N°1: accertare la congruità delle somme azionate in sede monitoria

L'Impresaha emesso la fattura n°..... di € 37.800,00 compresa I.V.A al 20% , intestata con la dicitura “a saldo per lavori di palificazione presso vostro cantiere, comprendente il carico ed il trasporto a rifiuto del materiale di risulta e la demolizione del muro di cinta”. Come già evidenziato nel parag. 4.1 tale documento è privo delle indicazioni delle quantità e del prezzo delle lavorazioni eseguite. Pertanto il sottoscritto, sulla base delle indagini effettuate ha dovuto ricostruire, nella maniera più attendibile, delle lavorazioni riportate nella citata fattura. In particolare il sottoscritto ha ricercato preventivamente i seguenti dati:

- a) il numero ed altezza dei pali effettivamente realizzati;
- b) le dimensioni della recinzione.

Osservazione

Dalla lettura di quanto riportato dal nella sua fattura n°..... risulta che gli oneri di scarica non sono stati esposti in fattura e, di conseguenza, non possono essere contabilizzati.

Si osserva, altresì, che il costo sostenuto per “il carico ed il trasporto a rifiuto del materiale di risulta” viene richiesto solo per i lavori attinenti “la palificazione” e non per quelli che riguardano la demolizione della recinzione.

5.1.1 - Numero ed altezza dei pali

Il numero ed altezza dei pali effettivamente realizzati possono essere desunti, (tenendo conto di quanto già specificato nel paragrafo 4.1, d.5), dalla "....." di cui all'All. N°2-Tav. N°11, La maggiore attendibilità della dati contenuti in tale documento (comunque già agli atti di causa), rispetto a quanto risulta da altri atti (confr. Nona Osservazione di paragrafo 4.1) è da ricercarsi nella dettagliata analisi del costo effettuata per tre diverse altezze di pali. Con lo stesso diametro di perforazione (cm 40) tale documento riporta l'esecuzione di:

- a) N°92 pali di altezza mt 11,00
- b) N°87 pali di altezza mt 9,00
- c) N°16 pali di altezza mt 7,00

per un totale n°195 pali.

Per quanto attiene il carico e trasporto a rifiuto del materiale di risulta della perforazione, generalmente il costo sostenuto dall'impresa (che è la stessa a cui viene affidata la perforazione, la fornitura e posa in opera dell'armatura e del calcestruzzo di riempimento) viene ricompreso nel costo al metro lineare del palo. D'altra parte il contratto-offerta del (All. N°2-Tav. N°12). predisposto dall'Impresa riporta la dicitura " *a corpo € 68,00 per ml*", lasciando intendere che il prezzo concordato fosse comprensivo anche del suddetto onere.

Pertanto il sottoscritto ritiene che il costo del " *carico e trasporto a rifiuto del materiale di risulta della perforazione*" non debba essere contabilizzato.

Osservazione

A riprova di quanto sostenuto dal sottoscritto, consultando il "Prezziario Regionale di riferimento per i lavori pubblici" pubblicato dalla Regione Calabria nell'anno 2003, alla voce "pali trivellati", vi si legge " *..pali trivellati eseguiti con fusto in calcestruzzo armato Rck 250, compresa la formazione del foro, le prove di carico, il carico ed il trasporto a distanza fino a 5.000 mt del materiale di risulta (esclusi gli oneri di discarica)... escluso il ferro di armatura...*".

5.1.2 – Dimensioni della recinzione

Facendo riferimento alla planimetria in All. N°3-Tav. N°2 e 3 ed alle foto foto acquisite (All. N°4-Foto 1AC, 7AC), nonché a quanto già sostenuto dal sottoscritto nel paragrafo 2.3 e relativa Osservazione, lo sviluppo (in metri lineari) della recinzione che originariamente delimitava il lotto, risulta pari a circa mt. 84,00, ivi comprendendo il modesto tratto recintato con blocchi in calcestruzzo cementizio (Foto 5AC). Considerato che la recinzione presentava, mediamente, un'altezza pari a mt 2,50, si deduce che la sua superficie ammontava complessivamente a mq 210.

5.1.3 – Risposta al quesito

Relativamente alla realizzazione dei pali, applicando il costo al metro lineare di € 68,00, come risulta dal contratto di appalto del, omnicomprensivo delle lavorazioni indicate nel paragrafo 5.1.1, si ottiene:

n°92 pali x 11,00 mt x € 68,00/mt = € 68.816,00
 n° 87 pali x 9,00 mt x € 68,00/mt = € 53.244,00
 n°16 pali x 7,00 mt x € 68,00/mt = € 7.616,00
sommano per n°195 pali = € 129.676,00

Per quanto attiene la demolizione della recinzione si osserva che essa, considerando la condizione dei luoghi, doveva essere effettuata "a tratti" e che, altresì, adottando le dovute cautele, poteva eseguirsi con l'ausilio di idonei mezzi meccanici. Pertanto, facendo riferimento anche ai prezzi di analoghe demolizioni riportate nel Prezziario Regionale citato nella precedente Osservazione, il sottoscritto ritiene che il prezzo da applicarsi per i lavori di demolizione della recinzione, riferito all'anno 2005, si possa congruamente assumere ad € 8,00/mq.

Osservazione

Si medesimo valore si perviene anche effettuando l'analisi del prezzo che tenga conto del contesto ubicazionale del cantiere in cui è avvenuta la demolizione.

Pertanto il costo della demolizione sarà:

mq 210 x € 8,00/mq = € 1.680,00

In definitiva l'ammontare dei lavori eseguiti alla data dell'11.08.2005, risulta complessivamente:

€ 129.676,00 + € 1.680,00 = € 131.926,00

I.V.A. al 20% = € 26.271,20

Totale € 157.627,20

Detraendo gli acconti già versati dalla S.a.s., per come risulta dagli atti di causa, si ottiene:

Totale importo dei lavori eseguiti comprensivi di IVA = € 157.627,20

Ammontare degli acconti (in atti) compreso IVA = € 125.000,00

Restano a saldo, compreso IVA = € 32.627,20

Confrontando tale importo con il credito esposto nella procedura monitoria, si evince che **le somme azionate in sede monitoria non sono congrue.**

5.2 - Quesito N°2: verificare se l'opera di palificazione era idonea e tecnicamente adatta ad assolvere la funzione statica e dinamica per cui era stata progettata, nonché per assolvere la funzione di risparmio di superficie interrata sfruttabile rispetto ad un muro di contenimento.

5.2.1 – Premessa

In merito allo stato strutturale della paratia il sottoscritto ritiene di aver ampiamente argomentato in modo esauriente nel paragrafo 4.3.3. In aggiunta, è utile ricordare che la Normativa Tecnica assume tra le condizioni imprescindibili ai fini di sicurezza delle strutture in c.a., il rispetto delle caratteristiche dei materiali impiegati. Nella fattispecie i progettisti nel loro calcolo di stabilità della paratia hanno assunto determinate condizioni di carico, parametri geotecnici, caratteristiche geometriche e dei materiali già evidenziati in paragrafo 4.1, punto a.4); tra questi la resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo in opera è stata assunta pari a $R_{ck} = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

5.2.2 – Risposta al quesito

Come già si è detto il calcestruzzo di cui sono costituiti i pali oggetto di causa (confr. paragrafo 4.3.3.) risulta incoerente e di scarsa resistenza alla compressione; in tali condizioni esso non può considerarsi “calcestruzzo strutturale” e non può concorrere a garantire le condizioni di stabilità globale del complesso paratia+terreno, con i sovraccarichi previsti dai progettisti, specialmente in caso di sollecitazioni dinamiche (presenza di sisma). In tali condizioni la verifica delle sezioni dei pali non sarebbe soddisfatta in quanto le sollecitazioni indotte dai carichi (statici e dinamici) indurrebbero tensioni nel calcestruzzo in opera sicuramente al di sopra della sua tensione ammissibile.

A ciò si aggiunga che l'avanzato stato di ossidazione dell'armatura rende ancora più evidente l'inidoneità strutturale dell'opera rispetto alle previsioni di progetto.

Osservazione

Ad avviso del sottoscritto, la dicitura “funzione statica e dinamica” della paratia è adottata impropriamente. **In vero la paratia** (i cui calcoli di progetto sono stati eseguiti tenendo conto del D.M. 11.03.1988 ed in osservanza delle prescrizioni previste in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996 – confr. paragrafo 3.3 e 3.3.1) **è soggetta a forze statiche** (peso proprio, sovraccarichi, spinte, ecc..) **e forze di natura dinamiche** (azione del sisma, sovraccarichi mobili). I calcoli di verifica mirano ad accertare che sia soddisfatta “la stabilità globale” del complesso paratia+terreno (coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,3) sottoposta a sollecitazioni statiche e dinamiche. Pertanto, è più corretto parlare di “stabilità della paratia” con ciò implicitamente significando la sua capacità di assicurare la stabilità sia in condizioni statiche che dinamiche.

Pertanto risulta del tutto evidente che l'opera di palificazione non era idonea e tecnicamente adatta ad assolvere la funzione statica e dinamica per cui era stata progettata.

In riferimento alla seconda parte del quesito, come già evidenziato nel paragrafo 3.1 si osserva che le paratie hanno come primo scopo quello di permettere uno scavo profondo rendendo stabile il "taglio" operato nel terreno. Inoltre tale opera diventa indispensabile quando gli scavi debbano effettuarsi in adiacenza all'area di sedime di manufatti esistenti (fabbricati, strade, ecc.); in questo caso, infatti, la paratia evita che possano verificarsi danni ai manufatti e, nel contempo, si realizza la massima area di scavo e, conseguentemente, di superficie sfruttabile.

Ove non sussistano queste condizioni (scavi profondi, presenza di manufatti, sovraccarichi eccessivi, ecc..) la realizzazione di muri di sostegno risulta economicamente più conveniente senza porre limiti alla superficie sfruttabile.

Nel caso specifico dei fatti di causa, però, il lotto su cui è stato edificato il....., era delimitato da tre lati da strade e da un lato da fabbricati esistenti (confr. All. N°3-Tav. N°1) e, pertanto, per realizzare la massima superficie al piano interrato, era necessario realizzare una paratia almeno lungo il lato ove erano presenti i fabbricati. La realizzazione di un muro di sostegno su questo lato avrebbe significato allontanarsi dall'area di influenza delle fondazioni dei fabbricati sottraendo, però, superficie sfruttabile al piano interrato.

Osservazione

E' fin troppo evidente che non sarebbe stato possibile realizzare muri di sostegno in aderenza al fabbricato esistente senza correre il probabile rischio di creare seri dissesti in fase di scavo, atteso che il dislivello ivi realizzato per consentire la realizzazione del piano interrato, raggiunge i 5,50 mt.

In definitiva, nella fattispecie, l'opera di palificazione era idonea per assolvere anche la funzione di risparmio di superficie interrata sfruttabile rispetto ad un muro di contenimento.

5.3 - Quesito N°3: verificare se i difetti lamentati hanno reso necessaria l'esecuzione di opere di sostegno non previste ed in particolare la realizzazione di un muro di sostegno a ridosso della palizzata

Dall'analisi di tutti gli atti di causa e da quanto già trattato nel paragrafo 4.3.3, preso atto, altresì, del risultato delle prove di compressione di cui al certificato n°.....del (All. N°2-Tav. N°14) e di quanto già commentato al punto e.3 del par. 4.1,

il sottoscritto ritiene che gli inconvenienti verificatesi a carico dei pali sono riconducibili alle seguenti cause:

- 1) errata modalità di esecuzione della trivellazione e del getto del calcestruzzo;
- 2) insufficiente copriferro delle armature metalliche dei pali.

5.3.1 – Errata modalità di esecuzione della trivellazione e del getto del calcestruzzo

La presenza di falda acquifera accertata dal geologo nell'area ove dovevano essere realizzati i pali (confr. parag. 4.1, punto a.5) imponeva che **la trivellazione si dovesse eseguire esclusivamente installando il tubo di rivestimento** (tubo-camicia o tubo forma) a protezione del foro e, successivamente, di procedere alla posa in opera delle gabbie di armature ed al getto del calcestruzzo con il sistema "contractor", secondo le modalità che il sottoscritto ha chiaramente esposto nel parag. 3.2. **L'aver effettuato la perforazione a secco ed eseguito il successivo getto del calcestruzzo con modalità non appropriate, in presenza di falda, ha provocato gli inconvenienti di cui si è scritto nel parag. 4.3.3.**

Prima Osservazione

La letteratura tecnica insegna che la realizzazione di pali trivellati in terreni coesivi, consistenti ed in assenza di falda, può essere eseguita senza sostegno delle pareti del foro; se il terreno è acquifero o instabile, la perforazione deve essere eseguita **necessariamente** a foro incamiciato o con faghi bentonitici. **In terreni inadatti, quindi, i pali trivellati eseguiti senza rivestimento sono assolutamente sconsigliati** (confr. Seconda Osservazione parag. 3.3)

Seconda Osservazione

Alla luce delle argomentazioni tecniche fin qui esposte sulla modalità esecutive dei pali in terreni incoerenti e/o in presenza di falda, **si arguisce che, per evitare i difetti lamentati**, non poteva essere sufficiente soltanto "*usare l'imbutto di riempimento*", come identicamente sostenuto dagli ingg. (verbale del 23.09.2008), dall'ing. (verb. 10.03.2009) e dall'avv. nell'atto riconvenzionale del, **ma era necessario, prioritariamente, adoperare il tubo di rivestimento.**

5.3.2 - Insufficiente copriferro delle armature metalliche dei pali

Dall'esame della documentazione in atti e da quella acquisita risulta che i pali di cui è costituita la paratia, sono stati armati con gabbie circolari costituite da ferri longitudinali e spirale di diametro cm 35. Le conseguenze negative dell'insufficiente copriferro (cm 2,5), inferiore a quello di progetto (cm 3), sono state trattate nel parag. 4.3.3.

Osservazione

Da quanto si evince dalla nota dell'impresa (All. N°2-Tav. N°13), come già osservato in parag. 4.1, punto e.1), avendo adottato staffe di diametro cm 35 in cavo da cm 40, il copriferro risulta pari a cm 2,5 per tutta la circonferenza dei pali. **Tale spessore, incompatibile con quello indicato in All. N°2-Tav. N°5, è assolutamente insufficiente per i pali gettati in opera.** A tal proposito si evidenzia quanto sostenuto anche dall'ing. nel verbale di causa del 23.09.2008 "*...man mano che venivano messi a nudo i pali, questi si presentavano a vista*

vuoti di cemento e la mancanza totale del copriferro che generalmente nelle palificazioni deve essere almeno di cm 5, proprio per evitare processi degenerativi come la ruggine...” Tal misura del copriferro vien richiamata anche nel Capitolato Speciale d’Appalto (in atti) a pag. 3 per il quale, però, bisogna tener conto di quanto esposto in parag. 4.1, punto d.3..

5.3.3- Risposta al quesito

Sulla base di quanto puntualmente trattato in questa sezione, richiamando la parte conclusiva del parag. 4.3.3, si deduce che **i difetti lamentati dalla parte opponente/attrice (l’inconsistenza strutturale dei pali) sono riconducibili alla negligenza esecutiva dell’appaltatore.**

Dall’esame degli atti di causa risulta che sia i direttori dei lavori che i collaudatori, constatata l’inconsistenza strutturale dei pali, hanno ravvisato la necessità di eseguire ulteriori opere strutturali al fine di “risanare” la paratia (confr. parag. 4.1, punti d.1, d.2 e Settima Osservazione) consistenti in dei muri di sostegno che non trovano riscontro negli elaborati tecnici a corredo delle attestazioni di deposito del progetto (originario e di variante) rilasciate dal Genio Civile di Cosenza.

Come accuratamente descritto nel parag. 4.3.2. il sottoscritto è riuscito, non senza difficoltà, a ricostruire con ragionevole certezza la dimensione e l’ubicazione di tali muri, secondo quanto rappresentato nelle Tav. N°3, 4 e 5 dell’All. N°3 ai quali si rimanda per ogni dettaglio tecnico-dimensionale.

Osservazione

E’ evidente che in questi casi, constatato l’inconveniente, le soluzioni tecniche finalizzate a ricondurre la paratia alle condizioni in grado di garantire la sua stabilità nel tempo, possono essere diverse. I direttori dei lavori, unitamente ai collaudatori, hanno optato per la realizzazione dei muri di che trattasi, probabilmente perché tale soluzione è risultata quella più rapida ed economica.

Pertanto il sottoscritto, tenuto conto della precedente osservazione, è in grado di asserire che i difetti lamentati dalla parte opponente/attrice (l’inconsistenza dei pali) hanno reso necessaria l’esecuzione di opere di sostegno non previste ed in particolare la realizzazione di un muro di sostegno a ridosso della palizzata secondo quanto rappresentato nelle Tav. N°3, 4 e 5 dell’All. N°3.

5.4 - Quesito N°4: accertare l’entità del costo aggiuntivo e l’incidenza anche economica di tale manufatto sulla superficie sfruttabile

5.4.1 – Costo dei muri

Stabilite la posizione e le dimensione dei muri (parag. 4.3.2) per rispondere a questo quesito, evidentemente, è necessario stabilire il prezzo per la loro realizzazione.

Accertato che l'armatura massima dei muri è composta da n°4Ø16/mt sia in fondazione che in elevazione, oltre che ai ferri ripartitori, il prezzo applicabile al metro cubo di calcestruzzo, riferito all'anno 2005, si può ricavare eseguendone l'analisi. Considerando materiale e manodopera (casseri, armatura e calcestruzzo di resistenza Rck 250 Kg/cm²) nonché spese ed utili dell'impresa, eseguendo l'analisi, si perviene ad un prezzo pari a 220,00 €/mc.

Osservazione

L'armatura dei muri è stata indicata dal direttore dei lavori ing. nel sopralluogo del 12.07.2010, pari a n°4Ø16/mt sia in fondazione che in elevazione, oltre che ai ferri ripartitori. Tale indicazione trova riscontro, per quanto possibile dall'attento esame della foto n°13 AT e 25AT.

Tenendo presente quanto accertato in parag. 4.3.2, dagli elaborati rappresenti lo stato dei luoghi (All. N°3-Tav. N°3, 4 e 5) si ricavano le dimensioni dei suddetti muri:

a) calcestruzzo muro indicato con colore rosso

- fondazione: $(2 \times 6,10 \times 2,50 + 10,60 \times 2,50) \times 0,45 = \text{mc } 25,65$

-elevazione: $(2 \times 6,10 \times 0,45 + 14,70 \times 0,45) \times 4,10 = \text{mc } 49,63$

b) calcestruzzo muro indicato con colore azzurro

- fondazione: $(34,30+6,40+22,15) \times 0,45 \times 1,20 = \text{mc } 33,94$

sommano.....mc 109,22

Infine applicando il prezzo di € 220,00/mc si ottiene:

mc 109,22 x € 220,00/mc = € 24.028,40

a sommare l'I.V.A. del 20% = € 4.805,68

totale = € 28.834,08

importo che corrisponde al costo dei muri effettivamente realizzati.

Prima Osservazione

Considerata le particolare condizioni del cantiere, è stato adottato un unico prezzo per le due diverse tipologie strutturali dei muri

Seconda Osservazione

Non si valuta la maggiore quantità di calcestruzzo (tra l'altro modesta) necessaria a riempire gli spazi tra palo e palo in quanto esso doveva comunque essere coperto (confr. parag. 3.1), nonchè per la constatazione che i progettisti avevano comunque previsto una parete da realizzare a ridosso dei pali, non meglio definita (confr. Quarta Osservazione di parag. 4.1)

Terza Osservazione

La parete di spessore cm 20 lungo i lati longitudinali del piano interrato (rif. Foto 5AC, 6AC, 7AC in All. N°4) non definibile come muro non può essere valutata in quanto comunque prevista (dai progettisti) per uno spessore di cm 20 costituita, certamente, non di materiale diverso dal calcestruzzo trattandosi anche di un particolare ambiente (parcheggio interrato). Come si è già detto la consistenza materiale di tale parete non è stata descritta dai Progettisti.

5.4.2 - Risposta al quesito

Dal computo metrico estimativo effettuato risulta che il costo aggiuntivo dei muri effettivamente realizzati è pari ad **€28.834,08**, I.V.A. compresa.

Per quanto attiene la seconda parte del quesito si osserva, per come argomentato nel parag. 4.3.1 e nella Terza Osservazione del parag. 4.3.2, lo superficie calpestabile all'interno del piano interrato, rilevata dal sottoscritto ed evincibile dalla Tav. N°3 dell'allegato N°3, corrisponde a quella prevista nel progetto di variante e, **pertanto, l'incidenza economica dei muri realizzati sulla superficie sfruttabile è da considerarsi nulla.**

Alla presente relazione sono allegati e fascicolati a parte:

ALLEGATO N°1 – Verbali delle visite di sopralluogo

ALLEGATO N°2 – Atti acquisiti e/o in atti

- Tav. N°1: progetto originario, elaborato "Piante" – sc. 1:100
- Tav. N°2: progetto di variante, elaborato "Relazione Tecnica"
- Tav. N°3: progetto di variante, elaborato "Piante" – sc. 1:100
- Tav. N°4: progetto di variante, elaborato "Prospetto e Sezione" – sc. 1.100
- Tav. N°5: progetto di variante, elaborato "Calcoli ed esecutivi palificata"
- Tav. N°6: progetto di variante, elaborato relazione geologico-tecnica (stralcio)
- Tav. N°7: relazione a struttura ultimata del
- Tav. N°8: certificato di collaudo statico del
- Tav. N°9: lettera di denuncia di vizi e difetti dell'opera datata
- Tav. N°10: perizia tecnica di parte redatta dai Direttori dei Lavori (già in atti)
- Tav. N°11: contabilità palificata (già in atti)
- Tav. N°12: contratto di appalto del relativo alla palificazione eseguita, recante la firma delle parti (già in atti)
- Tav. N°13: nota del 08.06.2005 contenente lo schema grafico dei pali con la relativa armatura, recante la firma delle parti (già in atti)
- Tav. N°14: certificato di prove a compressione n°..... relativo alle prove eseguite su cubetti di calcestruzzo della palificata, rilasciato dalla GEO.CAL S.r.l. di Cosenza (già in atti)

- Tav. N°15: lettera dell'11.08.2005 con la quale comunica ai Direttori dei Lavori ed al committente che venga disposta la prova di carico sui pali e la liquidazione del saldo del compenso spettante (già in atti)
- Tav. N°16: fattura n°..... a saldo dei lavori di palificazione, comprendente il costo del carico ed il trasporto a rifiuto del materiale di risulta e la demolizione del muro di cinta

ALLEGATO N°3 – Rappresentazione dello stato dei luoghi

- Tav. N°1: aerofotogrammetria dei luoghi – sc. 1:2000
Tav. N°2: planimetria indicativa dei corpi di fabbrica sc. 1:200
Tav. N°3: pianta piano interrato – sc. 1:100
Tav. N°4: sezione “A” – sc. 1:100
Tav. N°5: sezione “B” – sc. 1:100

ALLEGATO N°4 – Rilievi fotografici

- Foto già in atti (2AT, 3AT, 5AT, 10AT, 12AT, 21AT, 24AT)
- Foto acquisite (dal N°1AC al N°10AC)
- Foto stato attuale dei luoghi (dal N°1 al N°16)

Il sottoscritto, ritenendo di aver assolto all'incarico conferitogli dal sig. Giudice con rigore scientifico e con la dovuta diligenza, rassegna la presente relazione e rimane a disposizione per qualsiasi chiarimento.

Cosenza, li 11.02.2011

IL CONSULENTE TECNICO D'UFFICIO
(Ing. Giuseppe Infusini)