

Il Sollevamento degli edifici nella città di Venezia con sistemi brevettati Soles - Mattioli

www.alzarevenezia.it



INDICE

- Relazione generale pag. 6
- Scheda riassuntiva dei vantaggi del
“Progetto Rialto -Alzare Venezia™” pag. 11
- Costi previsti per il sollevamento e per
le opere di finitura e riqualificazione pag. 12
- Tempi e risorse umane impiegate
previste per il sollevamento pag. 14
- Analisi del processo logico e tecnologico
di sollevamento pag. 15
- Sequenza grafica illustrativa del processo pag. 33

“PROGETTO RIALTO - ALZARE VENEZIA™”

RELAZIONE GENERALE

SOLLEVARE LE CASE DI VENEZIA UN’IDEA ED UN SISTEMA BREVETTATI “SOLES -MATTIOLI”

Le Società SOLES SpA di Forlì e MATTIOLI SpA di Padova hanno messo a punto e brevettato un sistema per combattere il problema dell’acqua alta a Venezia, mantenere inalterata la configurazione della laguna, prevedendo anche eventuali innalzamenti futuri del livello mare (eustatismo) e rispettando la compatibilità con lo sviluppo del porto; il tutto con conseguenze positive sulla rivalutazione del patrimonio immobiliare.

1. Considerazioni generali sul progetto

Il progetto riporta la città nelle condizioni originali, cioè con la quota delle fondamenta superiore a quella dell’acqua, e consiste nel sollevare strutturalmente la città e parte dalle seguenti considerazioni:

- *Alzare le case a Venezia* è un tema che ha percorso l’immaginario dei cittadini; non per altro la città è sorta su palafitte. Nella pratica però, l’operazione è sembrata di difficile attuazione per quelle che sembravano essere complessità e limitazioni delle tecnologie fino a ieri disponibili.

- Nella storia e nell'evolversi dei problemi di Venezia **molteplici sono i riferimenti e le proposte per alzare la città**, se ne è parlato ed è stato scritto molto su questo tema.
- Oggi **sullo scenario delle tecnologie possibili è apparsa una realtà**: esistono imprese, la Soles SpA di Forlì e la Mattioli S.P.A. di Padova, dotate di una tecnologia brevettata, sperimentata e collaudata per sollevare ed intervenire nelle “fondamenta” con un palo di fondazione “parente stretto” dei pali in legno infissi.
- **L'evoluzione dei materiali, delle tecnologie e dei metodi di calcolo porta ad utilizzare l'acciaio ed il cemento al posto del tradizionale legno**. Così è nato l'abbinamento del palo Soles® (che assomma due funzioni: quella di un palo di fondazione e quella di un elemento per il sollevamento) con una nuova e brevettata tecnologia di risanamento ed innalzamento delle fondazioni degli edifici.
- **Il sistema è assolutamente non invasivo** poiché il sistema di contrasto ed innalzamento viene effettuato a pressione, senza vibrazioni, senza rumori, senza estrazione di materiali, con attrezzature piccole e adattabili per dimensioni a tutte le situazioni, anche le più critiche; inoltre non inquina, rispetta l'ambiente e non mette in comunicazione falde e strati di terreno eventualmente compromessi.
- **L'entità del sollevamento è quella che risulterà necessaria**. La sperimentazione trentennale del sistema, applicato nei diversi contesti urbani, ha permesso di sollevare di oltre 50 metri dei grossi serbatoi per acqua del peso anche di 2000 tonnellate.
- La cultura acquisita negli anni dalla Soles SpA e dalla Mattioli SpA nei sollevamenti di serbatoi, di strutture, di ponti, di case e la cultura nelle opere per il consolidamento del sottosuolo, conferisce la ferma **convizione e sicurezza che l'operazione di sollevare le case a Venezia è oggi possibile**.
- **La città con le soluzioni proposte manterrebbe le sue caratteristiche** e lascerebbe inalterato l'aspetto attuale – pali infissi ieri, pali infissi oggi – piccole dimensioni dei pali ieri, piccole dimensioni oggi; il palo Soles® può essere eseguito nelle dimensioni più opportune in quanto flessibile anche nei diametri.
- I paramenti applicabili sulla porzione eventualmente scoperta dei pali o la pulizia e il restauro delle parti emerse, possono **tutelare anche l'aspetto estetico**.

2. Un ulteriore vantaggio

Ciò che oggi non è più fruibile (piano terra) perché interessato dall'acqua può essere recuperato e risanato con sollevamenti anche superiori a quelli richiesti dalla attuale quota di marea con possibilità di far sì che, ad esempio, un locale a piano terra, attualmente di altezza due metri e quindi non abitabile, possa essere sollevato di quella misura necessaria perché alla fine abbia un'altezza utile maggiore (es. 2,70 ml) e non sia più invaso dall'acqua per l'aumento di livello delle acqua stessa nelle fasi di marea.

3. La fase realizzativa

Il progetto è molto suggestivo ma sicuro e realizzabile: si tratta di intervenire al fondo dell'edificio con la realizzazione di un plateau (platea di irrigidimento) o con altri sistemi equivalenti di collegamento tra la struttura esistente e l'impianto di sollevamento sempre brevettati da Soles SpA e Mattioli SpA.

Dopo una accurata fase di calcolo e di studio della tipologia di intervento, entro questa platea vengono inseriti degli elementi di tubo opportunamente costruiti dai quali, con attrezzature molto piccole, vengono infissi a pressione statica dei pali Soles di fondazione che poi sono utilizzati come "punto di appoggio" per sollevare l'edificio con precisione assoluta.

Una ulteriore fase, attentamente studiata in fase di progetto e successivamente opportunamente monitorata, permette di sollevare attraverso la metodologia brevettata l'edificio.

La fase conclusiva sarà quella della ricostruzione ed il ripristino, secondo la tipologia architettonica dell'edificio, delle zone oggetto dell'intervento e della parte "aggiunta" dell'edificio.

Una ulteriore conseguenza positiva della Metodologia Brevettata è la possibilità di migliorare, se necessario, il comportamento sismico delle strutture con opportuni accorgimenti (anche questi oggetto di brevetto).

Il tutto con la più alta cura e attenzione per i palazzi vicini, con un progetto mirato e puntuale e dimensionato caso per caso in modo da operare in punta di piedi con il massimo rispetto e conservazione del patrimonio Venezia che va dalla piccola casa o struttura, alle maggiori opere (ricche di elevatissimi contenuti storici e artistici).

4. Considerazioni finali

Il progetto è ambizioso ma certo, e si può realizzare con la massima sicurezza e rapidità. I lavori, da quelli specializzati a tutti gli altri necessari per conservare e tutelare, coinvolgerebbero le realtà operative locali (tecnici, imprese, artigiani ecc.) con un enorme contributo in termini di nuova occupazione e sviluppo del commercio.

I costi sono certamente accettabili, mediamente 2.500,00 euro al mq. + IVA, misurati sull'impronta del fabbricato, per interventi di estensione significativa relativi a edifici di 3 – 4 piani, e comprensivi di opere aggiuntive per finiture e riqualificazione, mentre il riuso dei vani abbandonati al piano terra comporta, ovviamente, il vantaggio dell'aumento di valore del patrimonio immobiliare di entità tale da coprire i costi stessi dell'intervento.

Non sono necessari nel tempo ulteriori lavori di manutenzione ed i locali a piano terra diventano asciutti e pertanto igienicamente utilizzabili.

Il tempo previsto per sollevare e rendere agibile, chiavi in mano, una porzione di quartiere di circa 1000 mq. (unità di intervento) è pari a circa 10 mesi.

Naturalmente è possibile operare contemporaneamente in più unità di intervento, con più imprese e più squadre di lavoro, secondo il programma richiesto.

Durante tale periodo si rende necessario lo sgombero del solo piano terra, mentre permangono agibili i piani superiori, anche nel momento del sollevamento.

La flessibilità del sistema consente di modulare l'entità del sollevamento isolato per isolato, sestiere per sestiere o addirittura fabbricato per fabbricato, in base alle effettive necessità.

Il sistema così pensato rimane predisposto nel caso di imprevedibili notevoli aumenti dei livelli di marea nei prossimi decenni, per un rapido ed economico ulteriore sollevamento.

Sono vietate la riproduzione e divulgazione di questo documento senza preventiva autorizzazione scritta di Soles spa e Mattioli spa
All right reserved. Both copy and disclosure of this document, without written authorisation of Soles spa and Mattioli spa, are forbidden



Acquerello di G.Grevembroch

PALI INFISSI IERI, PALI INFISSI OGGI!

SCHEDA RIASSUNTIVA DEI VANTAGGI DEL “PROGETTO RIALTO - ALZARE VENEZIA™”

- La sperimentazione su di un modulo (CIRCA 1000 MQ) risulta rapida ed economica, praticamente irrilevante, rispetto all’entità dell’intervento complessivo;
- La flessibilità del sistema consente di modulare l’entità del sollevamento isolato per isolato, sestiere per sestiere o addirittura fabbricato per fabbricato, in base alle effettive necessità;
- Il costo dell’opera viene coperto dall’aumento di valore del patrimonio immobiliare, in quanto vengono realizzati al piano terra dei locali abitabili, con altezze regolamentari al posto delle attuali altezze insufficienti. Inoltre i locali al piano terra risulterebbero asciutti e sanificati;
- I lavori, da quelli specializzati a tutti gli altri necessari per conservare e tutelare, coinvolgerebbero le realtà operative locali (tecnici, imprese, artigiani, ecc.) con un enorme contributo in termini di nuova occupazione e sviluppo del commercio;
- È possibile operare contemporaneamente in fabbricati diversi con più imprese e più squadre di lavoro;
- Non risultano necessari interventi futuri di manutenzione dopo il sollevamento, anzi la struttura rimane predisposta per eventuali ulteriori sollevamenti nel caso di imprevedibili notevoli aumenti dei livelli di marea nei prossimi decenni;
- La città, con il “PROGETTO RIALTO - ALZARE VENEZIA™” mantiene le sue caratteristiche e lascia inalterato l’aspetto attuale con rivalutazione del patrimonio immobiliare;
- Durante il periodo di realizzazione (10 mesi per singolo modulo) si rende necessario lo sgombero del solo piano terra, mentre restano agibili ed abitabili i piani superiori anche nel momento stesso del sollevamento dell’edificio.

COSTI PREVISTI PER IL SOLLEVAMENTO E PER LE OPERE DI FINITURA E RIQUALIFICAZIONE CALCOLATI SU 1 KMQ DI CITTA'

Per sollevare di circa 1,50~2,00 metri lineari una superficie di 1 kmq di città il costo ipotizzato è il seguente:

Strutture e Sollevamento		Euro/mq	1.900,00 + IVA
Opere di finitura e riqualificazione		Euro/mq	600,00 + IVA
<hr/>			
Totale	circa	Euro/mq	2.500,00 + IVA (*)

Costo totale dell'intervento

€uro/mq 2.500,00 x 1.000.000 mq = €uro 2.500.000.000,00

Corrispondenti a circa 4.840 miliardi di lire

- Il costo dell'opera verrebbe coperto dall'aumento del patrimonio immobiliare, in quanto verrebbero realizzati al piano terra dei locali abitabili, con altezze regolamentari (al posto delle attuali altezze insufficienti). Inoltre i locali al piano terra risulterebbero asciutti e bonificati;
- (*) Il costo medio è riferito all'intervento su un'estensione significativa di 1 kmq.
Per singoli interventi e/o gruppi di interventi in aree limitate il costo di € 2500,00/mq deve necessariamente essere incrementato secondo la situazione contingente;
- Non risulterebbero necessari interventi futuri di manutenzione dopo il sollevamento;

- La struttura resterebbe predisposta per eventuali ulteriori sollevamenti - o addirittura abbassamenti – che si rendessero necessari, in futuro, in rapporto a livelli di marea inaspettati.;
- La sperimentazione su di un modulo (circa 1000 mq o più di superficie sollevata) risulterebbe rapida ed economica, praticamente irrilevante, rispetto all'entità dell'intervento complessivo;

TEMPI E RISORSE UMANE IMPIEGATE PREVISTI PER IL SOLLEVAMENTO DI 1 KMQ DI CITTA'

Per ogni settore di intervento (modulo di circa 1000 mq di superficie sollevata) il tempo previsto "chiavi in mano" è il seguente:

Strutture e sollevamento	mesi	7
Opere di finitura e riqualificazione	mesi	3
<hr/>		
Tempi totali per un settore di intervento di 1000 mq	mesi	10

- Durante il periodo di 10 mesi si rende necessario lo sgombero del solo piano terra, mentre restano agibili ed abitabili i piani superiori anche nel momento stesso del sollevamento dell'edificio.
- E' possibile operare contemporaneamente con più imprese e con più squadre di lavoro
- Si rendono necessari circa 1.000 interventi di circa 1000 mq di superficie sollevata ciascuno, per una superficie complessiva di 1.000.000 mq pari a 1 kmq.

Ipotizzando un periodo complessivo di durata dei lavori pari a 10 anni si avrebbe:

$$10 \text{ anni} \times 12 \text{ mesi} / 10 \text{ mesi/intervento} = 12$$

Corrispondenti a circa dodici interventi per ogni squadra operativa

Per completare l'opera su 1 kmq occorreranno quindi 84 squadre (84 x 12 = circa 1.000 interventi) da 9/10 operai ciascuna che lavorano per 10 anni consecutivi.

Naturalmente è anche previsto l'impiego di tecnici in numero adeguato.

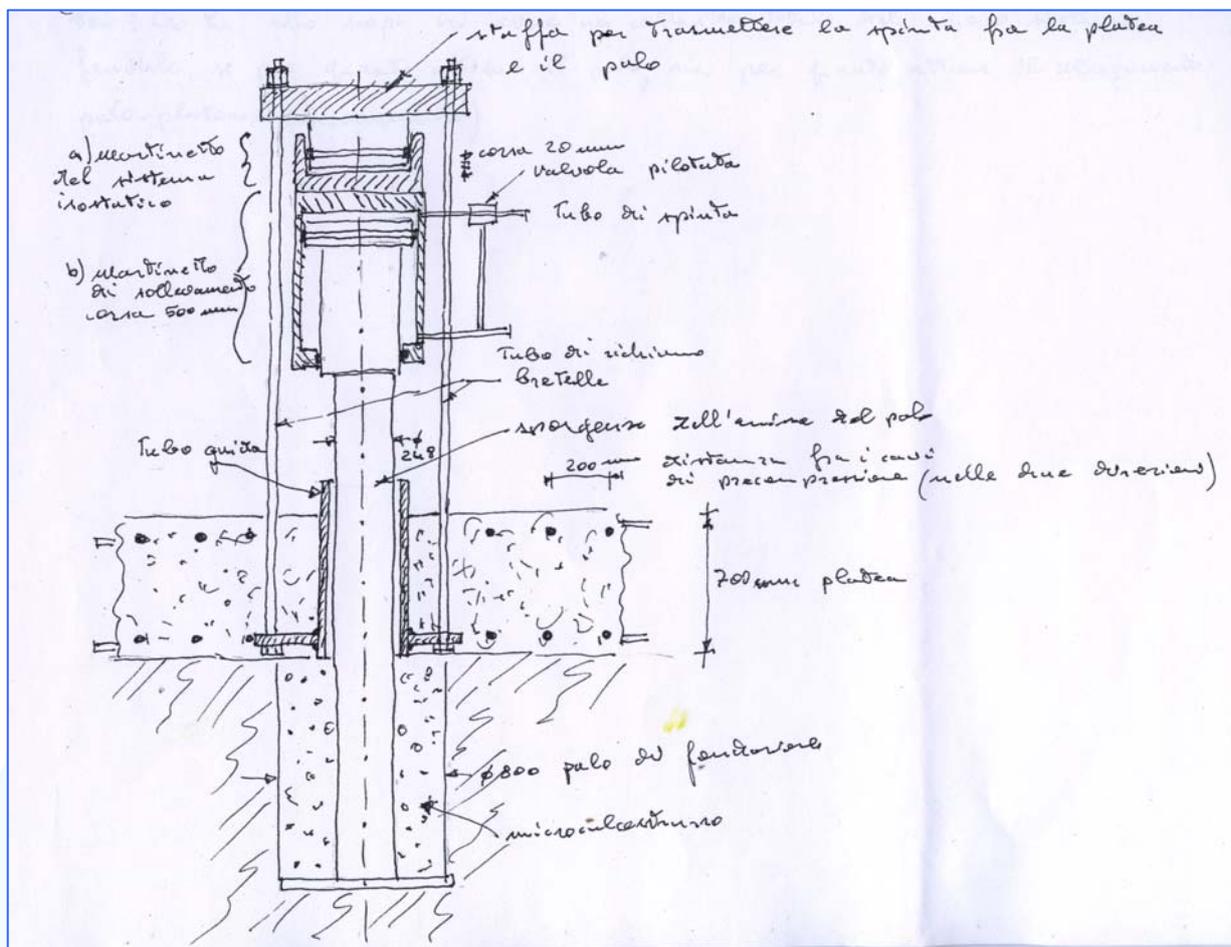
E' stata considerata un'incidenza della manodopera pari a circa il 30% del costo complessivo delle opere, con l'esclusione dell'indotto collegato alle lavorazioni in fabbrica per le opere di finitura.

Il programma ipotizzato è molto flessibile e può, ovviamente, essere adattato a tempistiche ed esigenze particolari richieste ed è riferito al sollevamento completo di 1 kmq di città.

**ANALISI DEL PROCESSO LOGICO E
TECNOLOGICO DI SOLLEVAMENTO
DI UN EDIFICIO
CON METODI BREVETTATI
SOLES - MATTIOLI.**

Sono vietate la riproduzione e divulgazione di questo documento senza preventiva autorizzazione scritta di Soles spa e Mattioli spa
All right reserved. Both copy and disclosure of this document, without written authorisation of Soles spa and Mattioli spa, are forbidden

COME SOLLEVARE UN EDIFICIO A VENEZIA.



Questo documento esamina il processo logico e tecnologico finalizzato al sollevamento di un edificio di medio grandi dimensioni a Venezia, considerando tutte le varie problematiche che si possono presentare e tenendo conto della peculiarità ed unicità della città in questione. Vengono considerati oltre ai problemi tecnici anche tutti gli aspetti atti a ridurre i disagi che una tale operazione può comportare per gli inquilini dello stabile e delle costruzioni adiacenti.

In sintesi

È possibile sollevare un edificio realizzando al livello del suolo una platea adeguata a ripartire il peso dell'edificio su un nuovo sistema di fondazioni. Interponendo un sistema di martinetti idraulici fra platea e nuove fondazioni, è possibile esercitare la forza necessaria per il sollevamento dell'intero edificio senza comprometterne l'integrità.

Al termine del sollevamento l'edificio si trova alla quota desiderata e in condizioni statiche migliori perché dotato di una nuova struttura di base più rigida e stabile rispetto alla precedente.

Elenco delle domande

- A) Qual è la forma ed il peso dell'edificio?
- B) Quali sono le caratteristiche del sedime?
- C) Come si realizza la platea?
- D) Come si realizzano le nuove fondazioni?
- E) Come si applicano i martinetti oleodinamici?
- F) Come si tarano le pressioni di sollevamento?
- G) Come si procede nel sollevamento?
- H) Quali monitoraggi devono essere fatti allo scopo di garantire un sollevamento privo di inconvenienti di natura statica o meccanica?
- I) Al termine del sollevamento come si blocca il sistema al fine di poter rimuovere i martinetti?
- J) Il sollevamento comporta dei problemi nel raccordo con la viabilità? Come possono essere risolti?
- K) Anche i sottoservizi debbono poter mantenere la funzionalità durante il sollevamento ed a lavori terminati. Come si può procedere?
- L) Quali problemi accessori si possono dover risolvere al termine dei lavori?

A) Rilievo dell'edificio.

Questa attività è finalizzata alla determinazione del valore e della distribuzione delle masse costituenti l'edificio. Pertanto il rilievo dovrà consistere nella rappresentazione grafica della pianta nei vari livelli, di tutta la muratura in alzata, con individuazione dei vani porta e finestre, e delle eventuali lesioni presenti nella muratura. (conoscendo lo spessore e la densità delle murature è quindi possibile determinare i pesi e la loro distribuzione).

Questa operazione deve essere eseguita con attenzione, perché deve garantire un risultato con incertezza di $\pm 10\%$.

La natura ed il peso dei solai può essere di difficile determinazione; tuttavia ciò ha una incidenza modesta perché distribuita sulla planimetria dell'edificio, e di conseguenza comporta un minore impatto sullo spostamento del baricentro della costruzione.

B) Rilievo delle caratteristiche del sedime.

È necessario una conoscenza dettagliata di ciò che si può trovare al di sotto della quota zero fino a profondità di 5[m]. È possibile ciò con una tomografia computerizzata del sedime ottenuta da un'indagine micro-sismica. La taratura del sistema può essere eseguita con due o tre carotaggi di controllo.

Conoscendo la natura del terreno e la eventuale presenza di cumuli di pietrame è possibile determinare il tipo di fondazione da eseguire, siano pali lunghi, pali corti o anche plinti.

C) Realizzazione della platea

La platea sarà in conglomerato cementizio pre-compresso.

Verrà progettata in modo da assorbire, con la sua rigidezza e resistenza, la sollecitazione creata dalla eccentricità fra le reazioni fondali e la distribuzione dei carichi trasmessi dalle murature.

Sarà realizzata a conci compressi fra i vari maschi murari.

Quando siano presenti vani porta, la platea avrà continuità fra i conci contigui, e i vani saranno chiusi con murature provvisorie, lasciando le sole aperture strettamente necessarie per il passaggio del personale e dell'impianto.

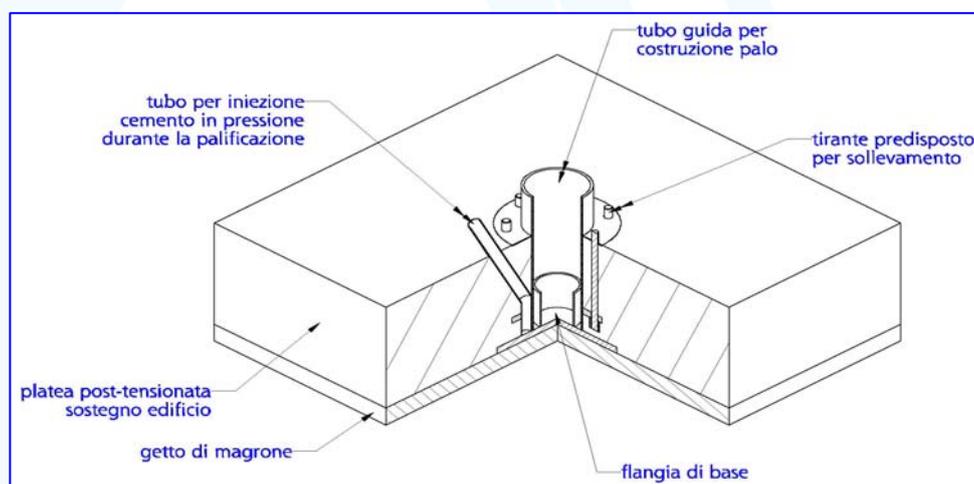
Per creare la continuità strutturale fra i vari conci di platea le murature saranno forate per consentire il passaggio dei cavi di postensione.

La platea potrà avere uno spessore di 60-70[cm] e la pre-compressione garantirà una compressione media di 30-40 [kg/cm²]. In tal modo sarà la muratura stessa interclusa tra i diversi conci contigui a stabilire la continuità flessionale e tagliante.

In caso la muratura sia poco coerente si provvederà a ristabilire la coesione con iniezione di resine o con operazioni del tipo cucì e scuci.

Con tale ipotetico dimensionamento la platea è idonea a resistere ad un momento flettente pari a circa 30 [t/m] ed a uno sforzo tagliante di 100[t/m]; valori che devono guidare la distribuzione dei carichi sulle nuove fondazioni.

La platea sarà predisposta per la successiva infissione dei pali di fondazione e per l'ancoraggio dei dispositivi di sollevamento.



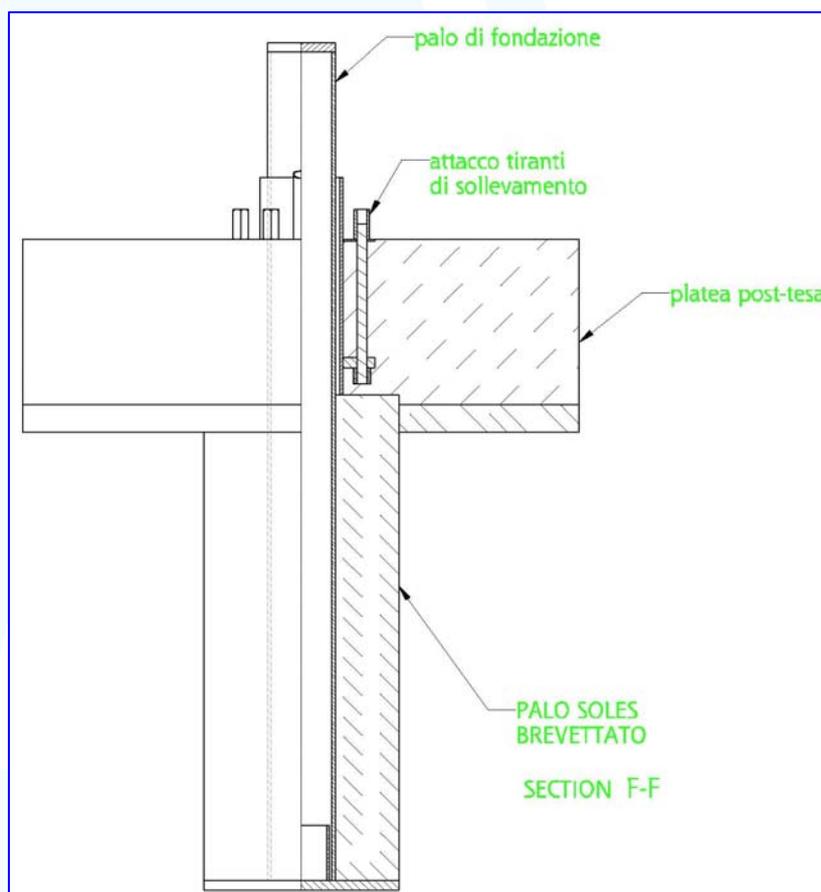
D) Realizzazione delle nuove fondazioni

Il sistema più semplice è quello del palo Soles®, perché integrato col sistema di sollevamento.

Dopo aver rimosso il pavimento (con tutti gli accorgimenti necessari in caso debba essere successivamente rimontato) ed eseguito lo scavo corrispondente allo spessore della platea, si esegue un getto di pulizia. Fatto ciò si posizionano le teste dei pali con il tubo di guida ed ancoraggio, collegati alle bretelle di ancoraggio per il successivo collegamento ai dispositivi di sollevamento.

Realizzata la platea e dopo aver teso i cavi di post-tensione, diventerà possibile prolungare l'anima d'acciaio dei pali e, spingendo con un'apposita macchina ancorata al tubo guida, forzare le teste ad una ad una, a penetrare nel sedime, con una forza doppia di quella prevista per il sollevamento dell'edificio.

Contemporaneamente all'infissione, il vano creato dalla testa sarà tenuto pieno di micro-



calcestruzzo mediante iniezione a pressione.

Particolare cura sarà attivata al fine di mantenere libera di scorrere l'anima in acciaio del palo, rispetto al tubo di guida, solidale alla platea.

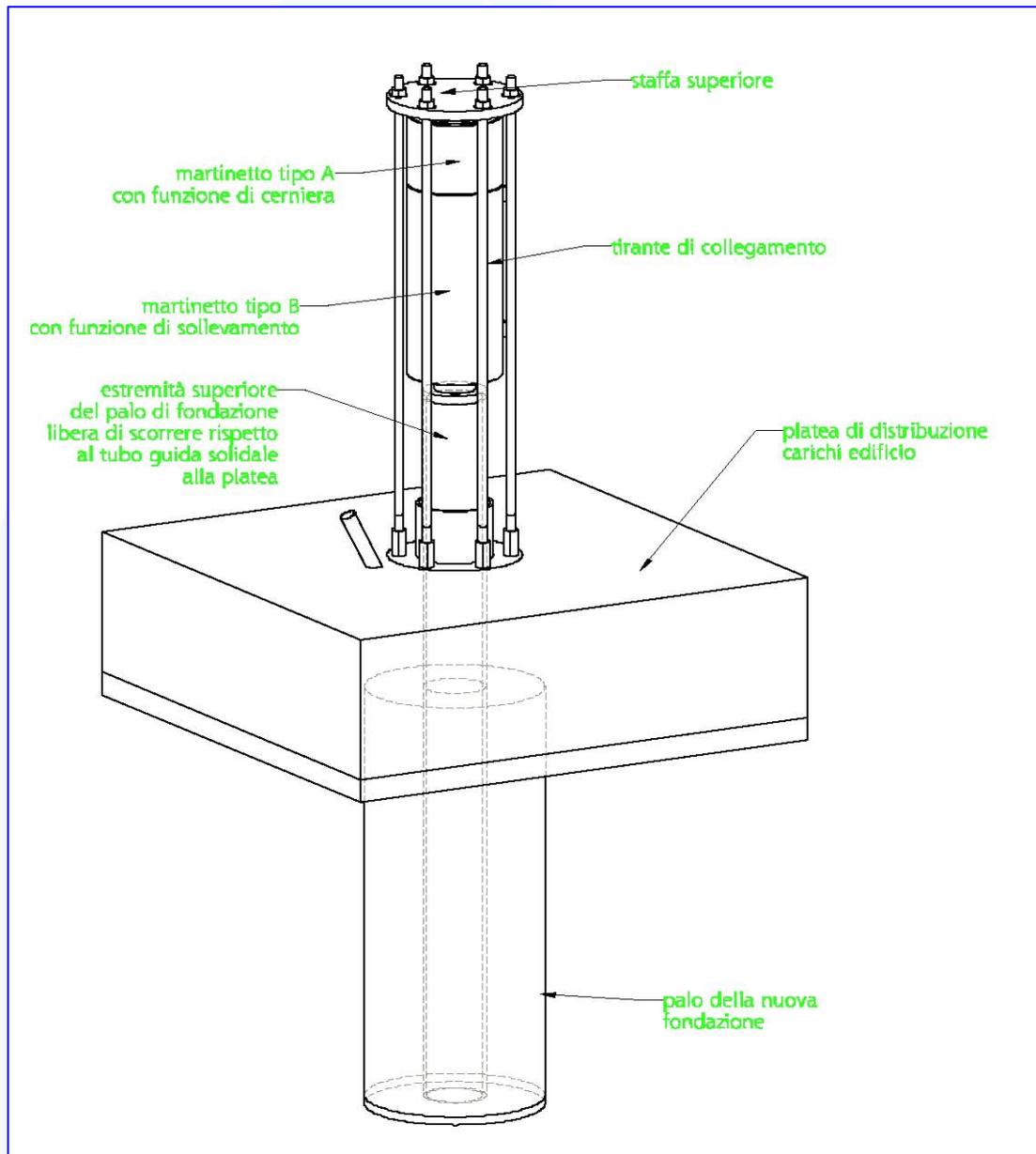
In tal modo alla fine del procedimento da sopra la platea spunteranno dei tubi di acciaio fissati alla nuova fondazione su pali e liberi di scorrere rispetto alla platea.

Ogni palo sarà infisso con una forza pari a $1,5 \div 2$ volte il carico teorico calcolato derivandolo dal rilievo dell'edificio. In questo modo si ha una totale garanzia di sicurezza per il fabbricato, sia in corso d'opera che alla fine del sollevamento.

E) Applicazione dei martinetti.

I martinetti di sollevamento debbono necessariamente essere sopra la platea. Devono agire sui pali di fondazione ed essere attaccati alla platea mediante le bretelle predisposte allo scopo. Il sistema avrà un coefficiente pari a $4 \div 5$ per le parti mobili (impianto idraulico) e $2,5 \div 3$ per le parti meccaniche (bulloni bretelle ecc).

Lo schema meccanico sarà il seguente.



La staffa è ancorata alla platea tramite “bretelle” o tiranti. Lo stelo tubolare in acciaio del palo attraversa la platea nel tubo guida, in cui è libero di scorrere.

Il martinetto idraulico di sollevamento è inserito fra lo stelo del palo e la staffa superiore.

Provocandone l'estensione, inviando olio in pressione si esercita quindi una forza tra palo e platea tale da sollevare quest'ultima.

La capacità di sollevamento sarà di $90\div 110[t]$ agendo con una pressione di $120-150[bar]$. Ogni palo sarà infisso ad una forza di $1,5\div 2$ volte il carico di esercizio, in modo da avere un collaudo totale del nuovo sistema fondale, sia per quanto attiene al palo, sia per quanto riguarda il collegamento palo-platea.

F) Taratura delle pressioni di sollevamento

Avendo distribuito sulla planimetria i pali così da bilanciare nel modo migliore possibile il peso dell'edificio e della platea, si dovranno collegare i martinetti in tre gruppi circa equivalenti, e scelti in maniera che i tre baricentri dei tre gruppi siano ai vertici di un triangolo equilatero. In tal modo i gruppi dei martinetti di sollevamento equivarranno ognuno ad un singolo martinetto posto nel vertice del gruppo.

Il singolo martinetto sarà in realtà composto da due cilindri: un primo martinetto di tipo A) a corsa breve sarà utilizzato per mantenere la struttura in condizioni isostatiche; il secondo di tipo B) sarà il cilindro di sollevamento

I martinetti di tipo B) di ogni gruppo saranno collegati tra loro in parallelo e quindi alla pompa

Anche i martinetti di tipo A) relativi ad un gruppo saranno in parallelo; questi verranno azionati per una corsa breve (dell'ordine del centimetro) e quindi intercettati; la loro unione in parallelo consentirà la ri-distribuzione del carico durante il sollevamento. Ognuno dei tre gruppi di martinetti A) sarà dotato di un manometro di precisione.

I tre gruppi di martinetti tipo B) potranno essere azionati (ognuno da una propria pompa indipendente) incrementandone progressivamente la pressione fino alla stabilizzazione.

A questo punto si è sicuri che tutto il carico è stato trasferito dal vecchio al nuovo sistema di fondazione.

Nei tre manometri collegati ai gruppi martinetto tipo A) si potrà leggere la pressione e quindi il carico che grava su ogni gruppo.

Facciamo notare che a questo punto non abbiamo ancora fatto alcun sollevamento.

Si inizierà il sollevamento pompando olio con successione nei tre gruppi di martinetti tipo B) sollevando ad ogni passo di 2÷3[cm]. Questa operazione produrrà piccole rotazioni nel fabbricato rispetto al piano orizzontale, rotazioni permesse nei due gruppi non attivi dai martinetti tipo A) e nel gruppo attivo anche dai martinetti tipo B).

Per questo motivo è necessario che il gruppo di sollevamento abbia i martinetti intercettati da valvole di isolamento a comando elettrico per evitare che qualche martinetto vada a fine corsa.

G) Procedura di sollevamento

Il sollevamento dell'edificio sarà eseguito alla velocità massima di 1[cm/h], velocità calcolata nel baricentro dei 3 gruppi di martinetti.

Se ad esempio l'edificio da sollevare ha una massa di 10.000[t], la potenza richiesta sarà di circa 300[W], molto bassa. Ad una pressione teorica di 140[bar] è necessaria una portata di 1,3[l/min].

La bassa velocità operativa e la modesta potenza in gioco sono una ipotesi opportunamente scelta al fine di garantire il margine di sicurezza nell'operazione di sollevamento, in quanto, eliminando totalmente le azioni dinamiche, è possibile fare riferimento alle prescrizioni normative per condizioni statiche. Inoltre il sollevamento può essere arrestato in qualsiasi istante per consentire monitoraggi, tarature o modifiche dell'impianto elettrico o idraulico.

In effetti occorre considerare che l'edificio, consolidato dalla platea, dal punto di vista statico, si trova appoggiato su tre punti dotati di una cerniera sferica. I tre punti sono sostanzialmente costituiti dai tre gruppi di martinetti e le cerniere sferiche sono simulate dal parallelo idraulico fra i martinetti tipo A). Per questo motivo è possibile fare il sollevamento attivando un gruppo di martinetti tipo B) per volta e tutto il fabbricato ruoterà attorno all'asse passante per i baricentri degli altri due gruppi in pausa senza che insorgano stati di coazione di natura iperstatica.

L'edificio subirà una inclinazione di circa 0.1°.

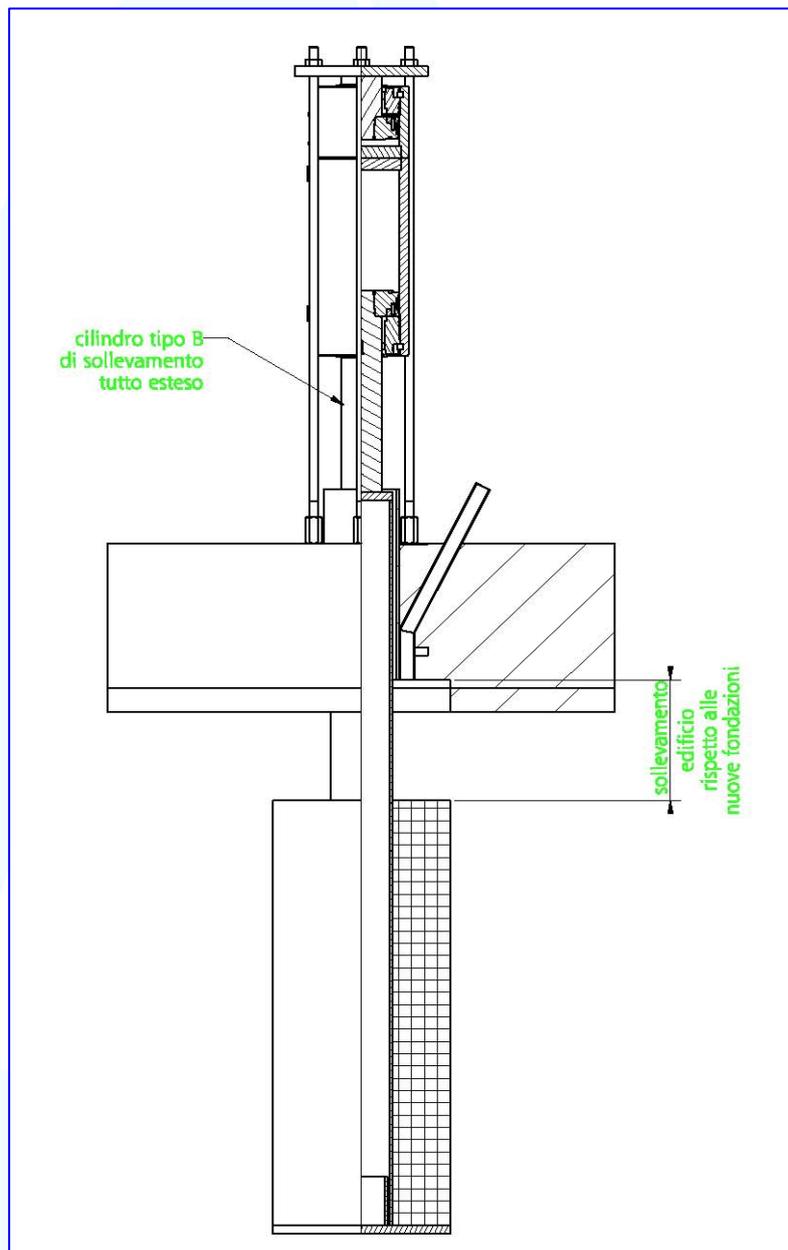
La componente lungo tale piano inclinato della forza peso è dell'ordine di qualche decina di tonnellate, in realtà assai esiguo e anche facilmente (qualora necessario) equilibrabile con opportuni tiranti attivabili in funzione della fase di sollevamento, mediante martinetti idraulici di compensazione.

Procedendo in tal modo, attivando ciclicamente in successione i tre gruppi di martinetti tipo B), si procede al sollevamento.

Si verifica che il gruppo attivo è in parallelo idraulico ma in caso di avaria si blocca automaticamente ogni martinetto grazie alla presenza di valvole pilotate. I due gruppi in pausa sono anch'essi dotati di valvole pilotate.

Per tale motivo si può procedere in sicurezza fino all'esaurimento della corsa dei martinetti .
Dovendo procedere nel sollevamento è necessario recuperare la corsa.

Il procedimento ipotizzato è assai semplice. Si agisce su un punto di appoggio per volta. Si intercetta il martinetto tipo A) e si mette a scarico il tipo B). Di conseguenza viene a mancare la reazione che compete al palo di fondazione corrispondente. La platea è in grado di ripartire questa forza sugli altri punti di appoggio. È quindi possibile avvitare i bulloni sulla sommità delle bretelle di collegamento, fino a recuperare tutta la corsa. È ovvio che la lunghezza iniziale delle bretelle e la sporgenza dell' anima in acciaio del palo devono essere predisposte per la totalità del sollevamento progettato.



H) Procedure di monitoraggio

È stato evidenziato che la lentezza con cui avviene il sollevamento è la più grande garanzia di sicurezza. Ciò è vero se si dispone di strumenti con una sensibilità tale da evidenziare anche la più piccola deformazione flessionale della platea, deformazione ammissibile solo in valori molto piccoli e soprattutto assolutamente stabili per tutta la durata del sollevamento in quanto dipendono dalle inevitabili differenze fra distribuzione dei carichi verticali ed azioni di spinta dei martinetti, differenze che rimangono costanti.

La deformazione flessionale della platea sarà monitorata con due sistemi distinti.

Il sistema fondamentale sarà costituito da una rete di inclinometri collegati ad un elaboratore elettronico in grado di fornire in tempo reale il grafico della deformata.

A questo primo sistema sarà affiancato un secondo, costituito da una serie di capisaldi topografici rilevabili da un sistema ottico di precisione. Questo secondo sistema consentirà il controllo iniziale e saltuario dei dati forniti dal primo sistema.

Iniziando il sollevamento (piccoli incrementi di pressione gruppo dopo gruppo) il sistema di monitoraggio evidenzierà le differenze citate. Qualora eccedessero il limite imposto (± 3 [cm] su 30[m]) si dovrà provvedere ad un bilanciamento delle azioni dei martinetti.

A tal fine la rete di spinta potrà essere modificata (avendo introdotto dei pali in soprannumero strategicamente posizionati) fino ad ottenere un bilanciamento accettabile.

Un ulteriore *trimmaggio* del sistema sarà eseguito mediante la registrazione dei cavi di post tensione disposti in modo contrapposto e quindi in grado di fornire delle reazioni prestabilite.

Terminata la procedura di bilanciamento fine si procederà con il sollevamento ed il monitoraggio consentirà di verificare il corretto andamento del lavoro.

I) Fissaggio dell'edificio a sollevamento ultimato

Ultimate le operazioni di sollevamento verrà bloccato il palo di sostegno sul quale agisce il sistema di martinetti, rispetto alla scatola guida solidale con la platea. È inoltre possibile riempire il vuoto creato tra la superficie inferiore della platea ed il suolo sottostante con materiali tradizionali e non (i tradizionali conglomerati cementizi piuttosto che le più moderne schiume poliuretaniche).

Qualora l'entità del sollevamento fosse elevata, (dell'ordine del metro), è possibile rivestire la sola parte emergente dei pali di fondazione così da produrre dei veri e propri pilastri di supporto della struttura, limitando il tamponamento alle zone sottostanti le murature portanti. L'edificio sarebbe strutturalmente assimilabile ad una palafitta.

Volendo è possibile per altro ripristinare la continuità tra le vecchie fondazioni e la muratura dell'edificio, dando così un ulteriore sicurezza e garanzia di durata, essendo in tal caso l'edificio a due sistemi di fondazioni ciascuno di per se in grado di sostenere lo stabile.

J) Il raccordo con la viabilità

Durante l'operazione di consolidamento delle fondazioni e sollevamento, sarà garantito l'accesso ai piani superiori con delle passerelle e/o eventuali aperture temporanee sulla muratura, qualora l'accesso attraverso il pian terreno sia ostruito o impraticabile. Ciò comporterà un restringimento della calle, o riva, nella zona interessata dalle rampe e a accessi temporanei. Nella gran parte dei casi comunque tali accessi potranno essere studiati all'interno dell'area delimitata dal cantiere così da ridurre il più possibile anche il disagio provocato dal restringimento dall'area di passaggio attorno all'edificio.

Un aspetto da considerare a sollevamento ultimato, con riferimento alle opere di finitura definitive, consiste nel fatto che, a lavori ultimati, nel caso non venga effettuato l'intervento di sollevamento su un'intera isola e non vengano allestiti i rialzi, il primo piano utile dell'edificio subisce una variazione di quota considerevole rispetto alla superficie esterna; ciò comporta lo studio e modifica delle opere di accesso. Tali opere dovranno essere concepite entro la pianta dell'edificio in modo da non diminuire l'area di transito all'esterno, e senza alcuna modifica dell'aspetto architettonico dell'ambiente circostante.

K) Il collegamento dei sottoservizi.

Durante l'esecuzione dei lavori tutti i vari sottoservizi necessari all'uso dello stabile nei piani superiori saranno garantiti con collegamenti volanti e provvisori. Saranno previsti in particolare nuovi allacciamenti per le utenze elettriche, idrauliche (acqua potabile, scarichi e fognature), le connessioni del gas e telefoniche.

Tali connessioni saranno flessibili così da permetterne il loro funzionamento sia durante la costruzione del nuovo sistema di fondazione su pali che durante il sollevamento vero e proprio, limitando al minimo il disagio che l'operazione di sollevamento arrecherà a chi usufruisce dello stabile.

A sollevamento ultimato tutti i collegamenti verranno resi definitivi eventualmente sfruttando canali pre-costruiti nella nuova platea di fondazione.

Anche la zona vuota tra lato inferiore platea e terreno sottostante può essere utilizzata per le canalizzazioni relative a tali servizi.

L) Altre problematiche da affrontare.

Tra le problematiche da affrontare al termine del sollevamento, va ricordato anche il fatto che a lavoro ultimato la parte che risultava essere al di sotto del terreno o della calle all'esterno, emerge per una quantità uguale al sollevamento; tale parte potrà anche coincidere con le piattabande di fissaggio dei cavi di post tensione della platea. Per tale parte bisogna prevedere un tamponamento che si sposi con l'architettura e i materiali già parte dell'edificio, così da non variarne l'aspetto, e le forme. Tali opere di tamponamento possono essere concepite anche in maniera da consentire un'eventuale ispezione e/o sostituzione dei cavi di post tensione; questo è da considerare in un'ottica di conservazione del bene a lungo termine, come deve essere fatto per la maggior parte degli edifici storici di Venezia.

Tutti gli accessi al livello pian terreno dovranno essere inoltre allungati in caso di sollevamenti di lieve entità (dell'ordine di qualche decina di cm). Per sollevamenti importanti (dell'ordine del metro) è forse più conveniente ristudiare la forma degli accessi in modo da non pregiudicare l'architettura dell'edificio.

I locali pubblici con vetrina sull'esterno potranno inoltre beneficiare di una maggiore altezza e quindi visibilità rispetto all'ambiente circostante.

Da considerare anche che un'opera di questo tipo bene si integra con le opere di rialzo delle rive già avviate in qualche zona di Venezia per far fronte alle maree sempre crescenti di questi ultimi anni.

SEQUENZA GRAFICA ILLUSTRATIVA DEL PROCESSO



Palazzo storico - esempio di acqua alta.



Inagibilità dei piani bassi.



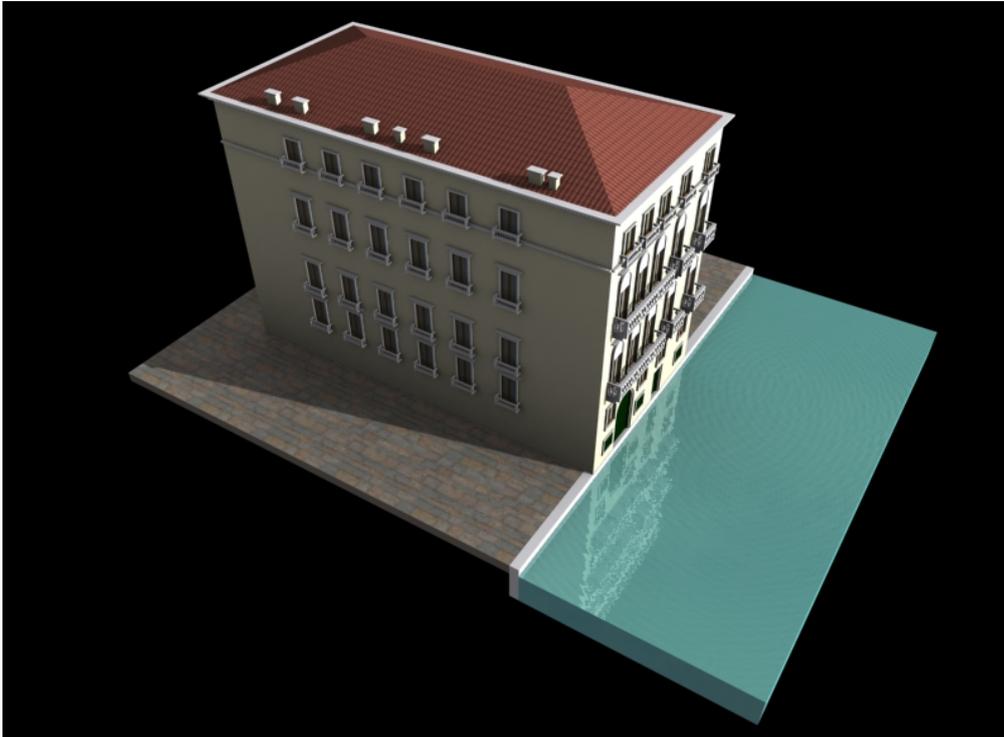
Effetti delle infiltrazioni sulle strutture murarie e conseguente stato di abbandono.



Vista di Venezia.



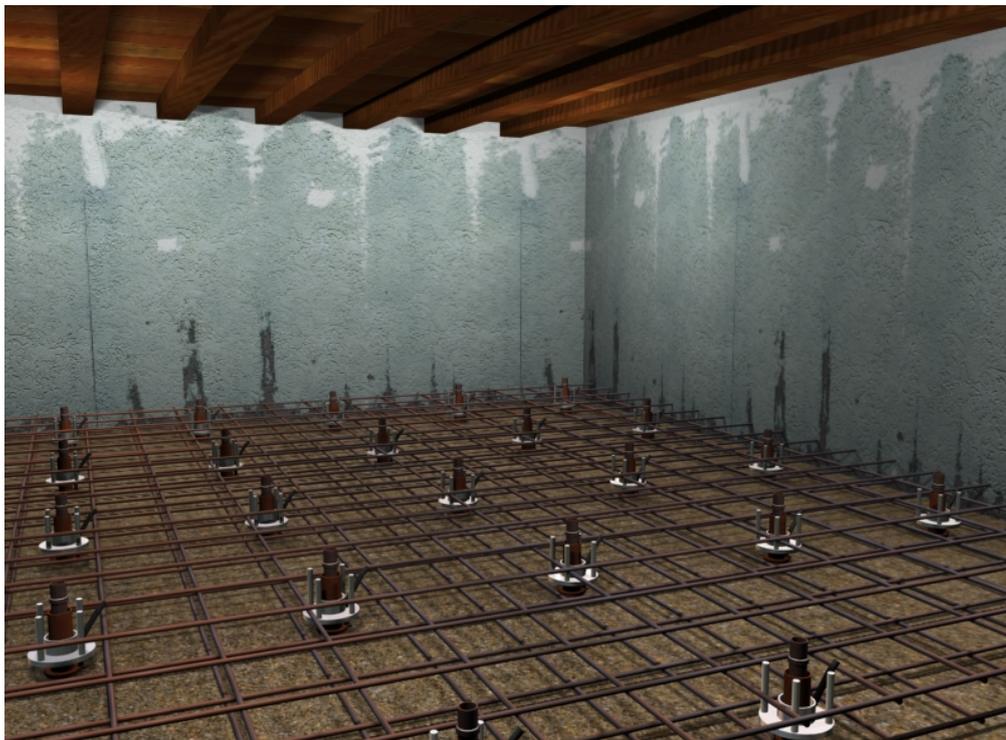
Viene evidenziato un edificio tipo.



Viene eseguito il rilievo dell'edificio al fine di determinarne lo stato e la massa.



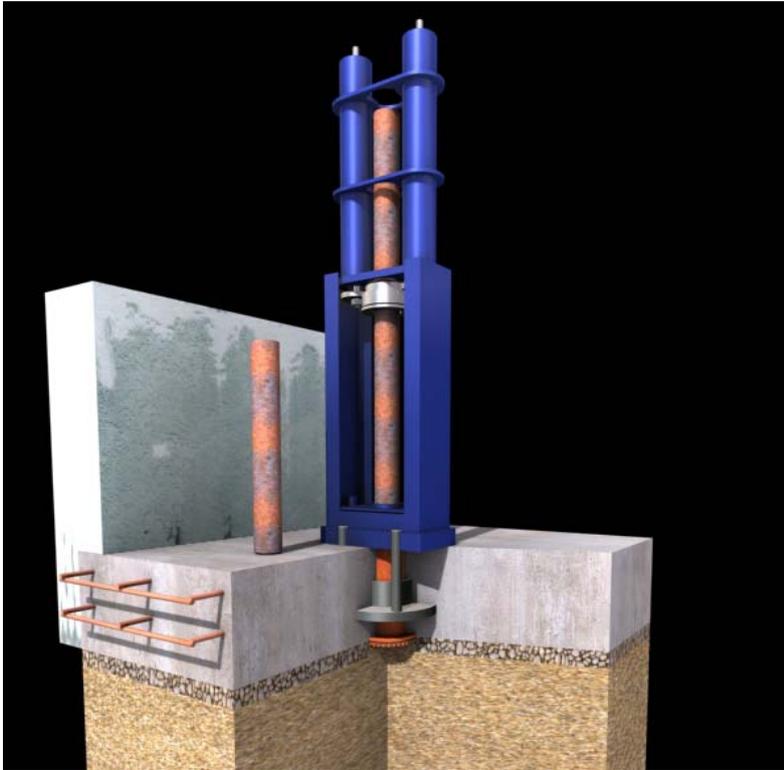
Il piano terra viene sgomberato, il pavimento e il terreno sottostante vengono rimossi.



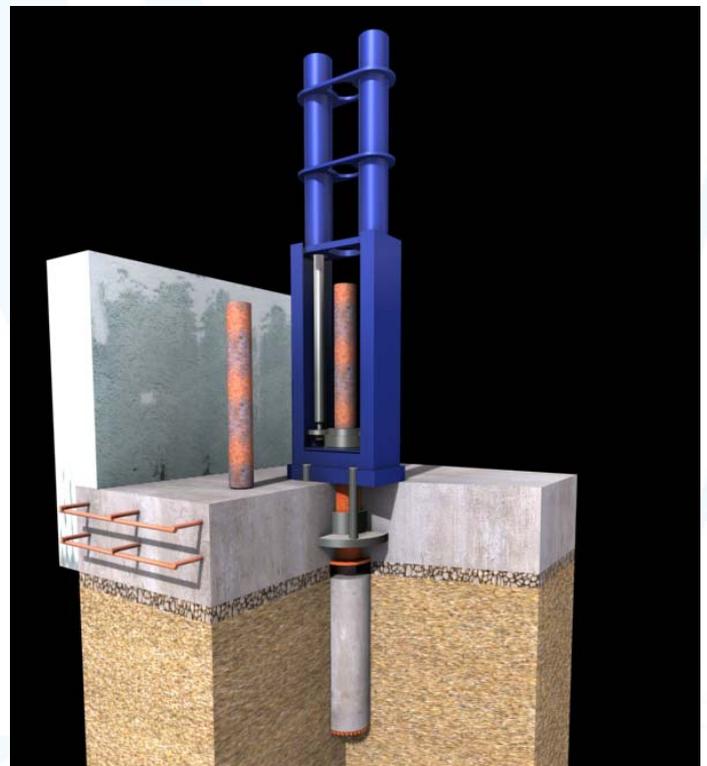
Vengono posizionate le scatole guida dei pali predisposte con i tiranti di sollevamento; si procede quindi al posizionamento dell'armatura.



Viene eseguito il getto della platea di fondazione. Tale platea dovrà garantire il sostegno dell'edificio e deve quindi essere integrata con le murature esistenti.



La macchina pianta pali opererà su ciascun punto di infissione per volta.



La macchina dotata di potenti martinetti infigge il palo nel terreno lasciando l'estremità superiore emergente dalla scatola di guida. In seguito verranno poi applicati su ciascun palo i dispositivi di sollevamento.



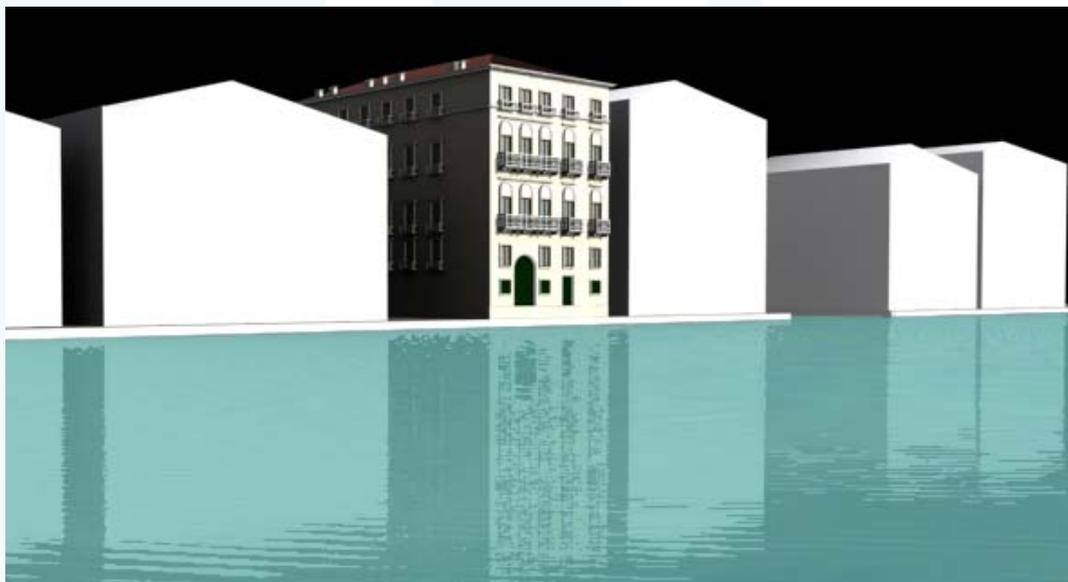
Terminata l'infissione su ciascun palo viene applicato un dispositivo di spinta. I dispositivi sono suddivisi sulla pianta dell'edificio, in tre gruppi indipendenti.



I dispositivi di spinta di un singolo gruppo sono azionati invece in maniera simultanea da una centrale oleodinamica.



L'estensione dei gruppi in sequenza produce il sollevamento dell'edificio.
Il sollevamento avverrà in maniera isostatica e sarà lento così da evitare qualsiasi danno alle murature.



Terminato il sollevamento vengono effettuate le opere di finitura,
ripristino delle murature, accessi ecc.