



## **IL PATRIMONIO ARCHITETTONICO DEL MODERNO: CONSERVAZIONE E DURABILITA' PER TORRE VELASCA**

**P. Ronca, P. Crespi, G. Franchi, A. Zichi\***

\* Politecnico di Milano  
Dipartimento di Ingegneria Strutturale  
Piazza Leonardo da Vinci, 20133 Milano, Italy

**Sommario** *L'articolo vuole fornire un contributo all'interno delle problematiche sulle metodologie specifiche delle diverse fasi richieste per la conservazione e la riabilitazione di Architetture testimoni del "Modern Architectural Heritage".*

*Il dibattito degli ultimi decenni sulla conservazione delle architetture del passato si è concentrato, a livello internazionale, sugli studi per la definizione e messa a punto di tecniche affidabili, non invasive e sostenibili di interventi di diagnosi e restauro dell'"Architettura del Patrimonio Storico".*

*Pochi studi, seminari e workshops sono stati dedicati al problema della salvaguardia dell'eredità dell'Architettura sorta dall'inizio del XX secolo.*

*È noto come con la fine del XIX secolo e i primi decenni del XX, le tecniche costruttive, grazie all'uso innovativo dei materiali, abbiano offerto un'assoluta nuova libertà e rivoluzionarie possibilità all'opera di architetti e ingegneri, di cui testimonianza è la Scuola e le architetture universalmente note come "Razionalismo". L'eredità oggi esistente di importanti edifici e costruzioni, citati ormai su tutti i manuali di architettura, vede l'Italia di nuovo depositaria di tale importante patrimonio. Tali edifici necessitano oggi attenzioni urgenti e specifiche dedicate per il loro mantenimento.*

*Tale è il caso di Torre Velasca, uno dei più significativi esempi dell'eredità del Razionalismo, e ancora oggi "Land-mark" della città di Milano.*

*Essendo pressante la necessità di proporre Linee Guida per le corrette procedure di interventi nel restauro e riabilitazione di tali architetture, l'articolo vuole fornire un contributo attraverso l'illustrazione critica delle procedure adottate, sia nella fase di diagnostica, sia nella fase di progetto degli interventi, per la conservazione degli elementi strutturali e decorativi in calcestruzzo armato delle facciate di Torre Velasca.*

## **EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE LO MODERNO: CONSERVACIÓN Y DURABILIDAD PARA LA TORRE VELASCA**

**P. Ronca, P. Crespi, G. Franchi, A. Zichi\***

\*Politécnico de Milán  
Departamento de Ingeniería Estructural  
Piazza Leonardo da Vinci, 20133 Milán (Italia)

**Sumario.** *El artículo, se plantea aportar su contribución en el marco de las problemáticas sobre metodologías específicas de las distintas fases necesarias para la conservación y la rehabilitación de Arquitecturas testigos del "Modern Architectural Heritage".*

*El debate de las últimas décadas sobre la conservación de las arquitecturas del pasado, se concentró, a nivel internacional, en los estudios para la definición y la puesta a punto de técnicas fiables, no invasivas y sostenibles, de intervenciones de diagnóstico y restauración de la "Arquitectura del Patrimonio Histórico".*

*Pocos estudios, seminarios y talleres se dedicaron al problema de la salvaguardia de la herencia de la Arquitectura surgida a principios del siglo XX.*

*Es sabido que, entre finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, las técnicas constructivas, gracias al uso innovador de los materiales, ofrecieron una nueva libertad total, así como posibilidades revolucionarias, a la obra de arquitectos e ingenieros: nuevos testimonios de ello son la Escuela y las arquitecturas universalmente conocidas como "Racionalismo". La herencia hoy existente de importantes edificios y construcciones, mencionados ya en todos los manuales de arquitectura, tiene de nuevo en Italia la depositaria de dicho importante patrimonio. Dichos edificios, necesitan hoy intervenciones urgentes y específicas, dedicadas expresamente a su mantenimiento.*

*Es el caso de la Torre Velasca, uno de los más significativos ejemplos de la herencia del Racionalismo, que sigue siendo un "Land-mark" de la ciudad de Milán.*

*Al ser apremiante la necesidad de proponer Directrices para los correctos procedimientos de intervención en la restauración y rehabilitación de dichas arquitecturas, el artículo se plantea ofrecer una contribución a través de la descripción crítica de los procedimientos adoptados, tanto en la fase de diagnóstico, como en la fase de programación de las intervenciones, para la conservación de los elementos estructurales y decorativos de hormigón armado de las fachadas de la Torre Velasca.*

## 1. INTRODUZIONE

In tema di architettura moderna, il razionalismo è indubbiamente il solo movimento italiano che ebbe un respiro internazionale e seppe dialogare alla pari con la cultura architettonica europea più avanzata. L'Italia, per secoli guida e riferimento artistico, a cavallo tra otto e novecento perse il suo primato rimanendo per decenni in un ruolo marginale; in questo periodo i movimenti architettonici di avanguardia giunsero a noi in forma poco convincente: l'elettismo fu più una stanca e retorica imitazione degli stili del passato che non una critica e intelligente interpretazione storica, come avvenne ad esempio in Inghilterra, ed anche il liberty, giunto in Italia molto tardi, non ebbe la carica rivoluzionaria e la provocatorietà del Belgio e dell'Austria e fu piuttosto un movimento formalistico ed acritico. Solamente l'architettura razionalista, anch'essa nata nei paesi del nord, seppe comunque essere interpretata con originalità e riuscì ad imporre la sua autonomia. In Italia essa si è sviluppata all'incirca dentro i confini temporali del ventennio fascista e per tale motivo si è trascinata per anni una pesante eredità che ha influito negativamente sulla sua conservazione in quanto una *contro-ideologia* ne negava il valore; gli esempi di veri e propri guasti ed abbandoni istituzionali sono tanti.

Negli edifici razionalisti convivono due realtà ben distinte: laddove furono utilizzate tecniche tradizionali (murature, strutture miste) le opere hanno “tenuto”, invece l'uso di tecniche e materiali innovativi (ferro-finestra, vetrocementi, leghe di alluminio, rivestimenti in vetro, coperture piane) è risultato punto di particolare debolezza, perché si interruppe una tradizione costruttiva consolidata da secoli a favore di opere e materiali poco sperimentati. [1].

Inoltre, non si è ancora consolidata una cultura specifica sul restauro del moderno. Mentre, per alcuni problemi ricorrenti nelle architetture tradizionali si è sviluppata un'abbondante letteratura e si sono aperti molti confronti (si vedano ad esempio i numerosi convegni e saggi sul recupero degli intonaci, del materiale lapideo, degli affreschi, del legno), questa particolare disciplina non ha ancora trovato canali divulgativi ed è venuta a mancare dunque una fonte di preziose informazioni dalle quali attingere ed approfondirne l'esperienza.

Infine l'intervento di restauro è reso difficile per la difficoltà di reperire materiali utilizzati all'epoca, o con essi compatibili. Infatti, mentre per l'edilizia antica in questi ultimi anni, grazie al risvegliato interesse culturale e alle numerose leggi emanate per il recupero del patrimonio storico, si è aperto un notevole mercato che ha spinto molte ditte a mettere in commercio prodotti tradizionali (cotto, tegole, calci, intonaci), molti materiali caratteristici dell'architettura razionalista non sono più in produzione, né sono facilmente riproducibili.

In definitiva i problemi che affliggono le architetture moderne possono schematizzarsi in quattro punti:

- a) difficoltà ad essere riconosciute ed accettate come “monumenti” con conseguente disattenzione sulla loro sorte da parte della società;
- b) labilità costruttiva per *motivi tipologici* (architetture come astrazioni puriste realizzate con tetti piani, senza sporti, gronde, scossaline), *motivi ideologici* (funzionalismo, macchinismo, cioè edificio inteso come una macchina che esauriva il suo compito con il suo stesso uso), *motivi tecnologici* (materiali innovativi non sufficientemente sperimentati);
- c) difficoltà a reperire materiali idonei in quanto molti di quelli utilizzati non sono

più in produzione né riproducibili;

- d) scarsa diffusione di dati, di esperienze e di confronti scientifici sugli interventi eseguiti, anche se in questi ultimi anni, grazie a diversi convegni svolti, alla costituzione di associazioni e a diverse occasioni di scambio culturale, il restauro dell'architettura moderna sta assumendo un interesse non più marginale.

L'importanza del movimento razionalista può essere letta anche attraverso i nomi degli architetti italiani dell'epoca, e loro allievi, oggi internazionalmente noti. Fra essi, il gruppo BBPR (Banfi, Belgioioso, Peressuti, Rogers) sono i firmatari del progetto architettonico di Torre Velasca (Fig. 1) [2].



Figura 1: L'edificio Torre Velasca

Brevi note di progetto di Torre Velasca:

- Progettisti: Gruppo BBPR
- Calcoli Strutturali: Ing. Danusso
- Committente: Dott. Samaritani
- Altezza = 99 m
- Volume = 126000 m<sup>3</sup>
- Piani:
  - -2° / -1°: Garage – Locali tecnici
  - 1° / 2°: Basamento – Attività commerciali ed espositive
  - 3° / 17°: Combinazione – Uffici/Abitazioni con soggiorno
  - 18°: Appartamenti di servizio e locali tecnici
  - 19° / 25°: Appartamenti di lusso

## 2. GLI ELEMENTI ARCHITETTONICO - STRUTTURALI DELLA TORRE VELASCA: VERIFICA DI COMPATIBILITA'

Molto è stato scritto e rintracciabile in letteratura sull'edificio [3, 4]. Qui

brevemente alcune caratteristiche.

La struttura in c.a. è costituita da un nucleo centrale controventante, pilastri perimetrali (8 m di interasse) delineanti il movimento esterno della facciata, travi parapetto allineate al filo esterno, solai in laterizi con travetti posti a 80 cm di interasse (Fig. 2).

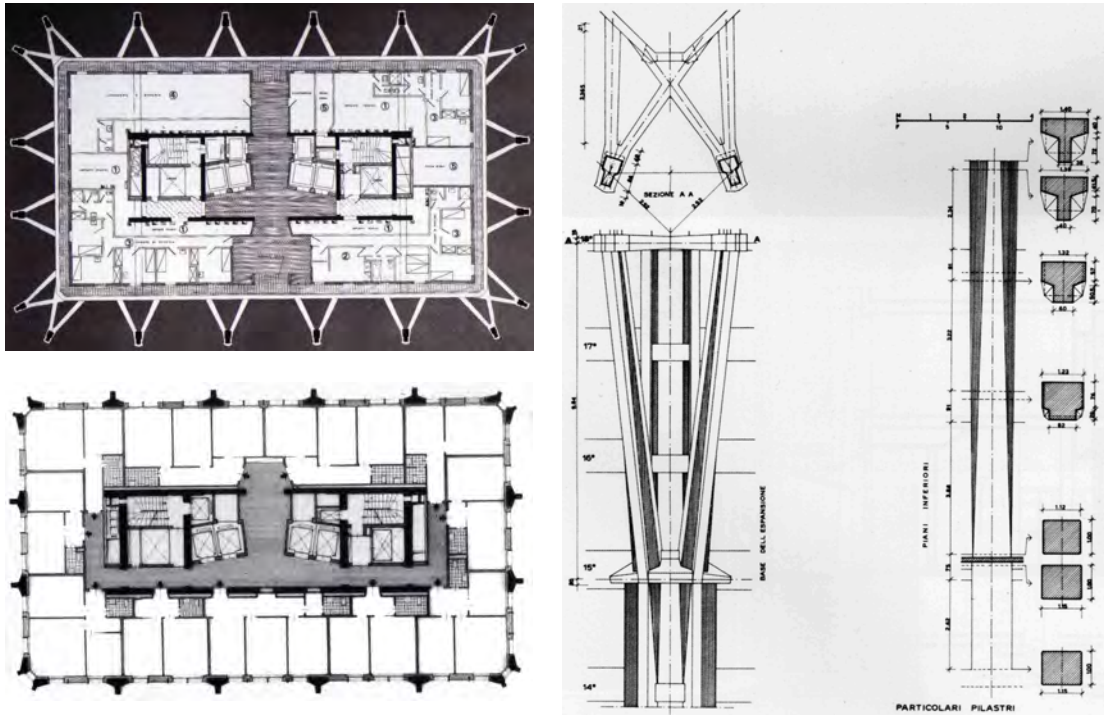


Figura 2: La tipologia strutturale della Torre Velasca

Il disegno architettonico della facciata è composto da elementi prefabbricati in c.a., aggettanti, ancorati alla struttura portante, e lastre  $40 \times 222 \times 4$  cm in graniglia di marmo veronese.

La struttura esterna della Torre si articola in una serie di elementi verticali (le colonne rastremate), elementi orizzontali (le travi parapetto), e al 18° piano, gli elementi compressi inclinati (i puntoni), e gli elementi orizzontali che funzionano da tiranti.

Le partizioni verticali esterne della Torre Velasca sono costituite da elementi compositivi prefabbricati che integrano la struttura del telaio portante.

La fase preliminare dell'indagine diagnostica ha richiesto un rilievo comparato tra ispezioni visive e piccoli saggi, in punti significativi e accessibili, e la documentazione originale di progetto [5]. Sono risultate numerose le discrepanze o incertezze, le cui descrizioni sono riportate in [6]. Di seguito qui brevemente se ne sottolineano alcune, a scopo procedurale.

Gli elementi costruttivi che inglobano le finestre, pilastrini rompi tratta, e i pannelli sono inquadrabili in tipologie che si ripetono sulla facciata generando una scacchiera non regolare che, sia per ragioni funzionali che prevedibilmente di diversa conservazione, possono essere raggruppati in tre fasce A, B, C, come indicato in Figura 3.



Figura 3: Suddivisione delle facciate in fasce

Gli elementi strutturali in cemento armato ( le colonne, le travi parapetto, i tiranti e puntoni), realizzati in opera in calcestruzzo armato, sono rivestiti con un doppio strato di intonaco di spessore variabile:

- il primo strato, più esterno, è un intonaco di cemento con inerti di graniglie di marmo veronese di color rosa frattazzato a ruvido con spessore variabile da 5 mm ai 25 mm applicato fresco su fresco sullo strato sottostante;
- il secondo strato, più interno, è un intonaco di cemento applicato direttamente sulla superficie in calcestruzzo armato, di spessore variabile dai 10 mm ai 30 mm.

In particolare, gli elementi individuati come tiranti e puntoni sono stati rivestiti sempre con doppio strato di intonaco, assicurato alla struttura con una rete in acciaio inossidabile che li avvolge ancorata al supporto in cemento armato.

L'intradosso dei solai delle zone a sbalzo degli appartamenti, è rivestito da intonaco di cemento, assicurato al supporto da una rete metallica.

Le superfici intonacate presentano una patina impermeabilizzante ormai fessurata e la parte distaccata.

Gli elementi di chiusura esterni che incorporano le finestre, sono costituiti da un

insieme di elementi prefabbricati che, accostati con una certa disuniformità, generano una caratteristica scansione decorativa per le facciate della Torre (Fig. 4).

I pilastrini, sono elementi monolitici prefabbricati a sezione variabile costituiti da graniglie di marmo Rosso Verona in malta di cemento bianco.

L'armatura è costituita da barre lisce disposte in tutta la lunghezza del pilastrino, collegate tra di loro da fili di ferro e ancorate al telaio di calcestruzzo armato.

La profondità di copriferro delle armature verticali è in genere compresa fra 20 e 40 mm, mentre quella dei fili di ferro orizzontali è compresa fra 5 e 40 mm.

Allo stato attuale, i pilastrini ubicati tra il 19° piano e il 25° piano sono tinteggiati con una pittura di spessore dell'ordine di 1 mm di natura epossidica, mentre i piastrini ubicati tra il piano 1° e il 17° piano presentano tracce di ripristini puntuali e una patina impermeabilizzante trasparente acrilica.

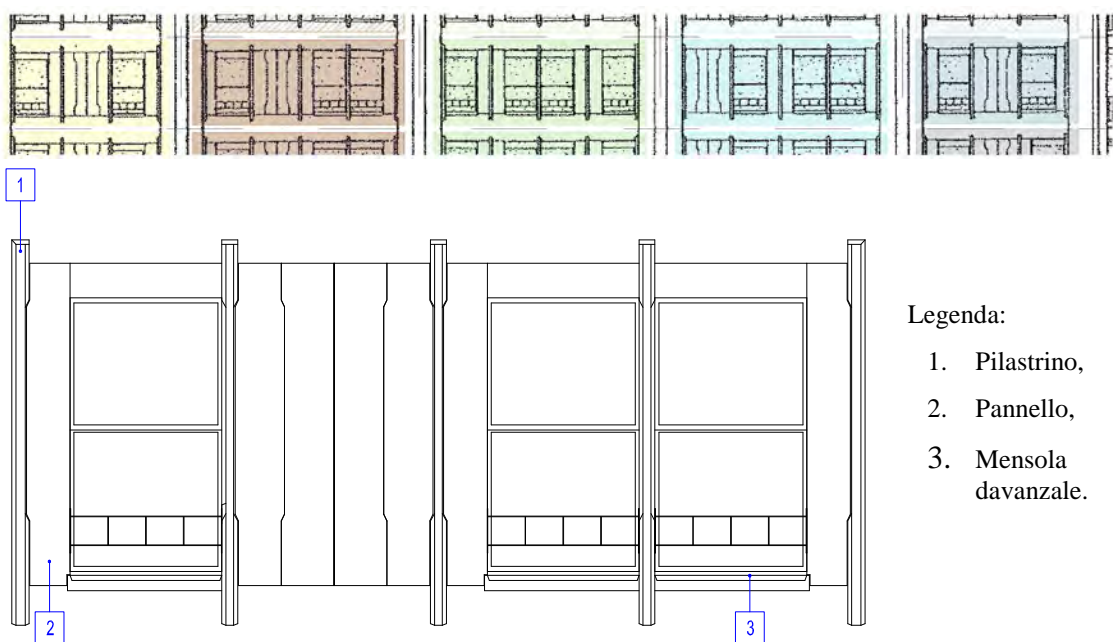


Figura 4: Gli elementi prefabbricati

I davanzali sono costituiti da una malta di cemento bianco ed inerti di marmo Rosso Verona; sono elementi monolitici a sezione variabile, leggermente armati, con un copriferro che in alcuni punti è di circa 20 mm.

I davanzali delle finestre poste tra il 5° piano e il 25° piano sono tinteggiati con più strati di pittura epossidica di colore giallo. Dal 5° piano in giù hanno un rivestimento trasparente di natura acrilica.

L'elemento monolitico di spessore di 5 cm con costolature retrostanti, è costituito da un getto di calcestruzzo con estradosso con finitura liscia formato da elementi in materiale ceramico tipo Klinker di colore rosso di grosso diametro in malta di cemento bianco. L'armatura dei pannelli è costituita da una rete metallica con barre lisce di diametro Ø6 posizionata a circa 3 cm dall'estradosso.

La parte esterna del pannello presenta un rivestimento impermeabilizzante trasparente acrilico. Gli elementi pannello accostati presentano una sigillatura dei giunti con resina epossidica.

Come accennato, la fase iniziale del rilievo architettonico-materico ha evidenziato alcune discrepanze rispetto all'analisi dei dati e disegni di progetto, ad esempio il taglio alla base dei pannelli del 15° piano posizionati ai fianchi dei puntoni di sostegno della parte superiore della Torre (Fig. 5).

Il taglio sembrerebbe inoltre eseguito successivamente alla prefabbricazione dei pannelli, probabilmente per permetterne un posizionamento più esatto in fase di cantiere, ma con la conseguenza di provocare, in più casi, la rottura degli spigoli o di una porzione del pannello stesso.

Per verificare l'eventuale e ipotizzabile presenza e disposizione di ferri di armatura e l'effettivo ed efficace collegamento degli elementi di facciata, si è proceduto a un'analisi preliminare con pacometro, che ha permesso di individuare la presenza di armature, non descritte nei disegni progettuali (Figg. 6 e 7).



Figura 5: Individuazione dei particolari dei puntoni



Figura 6: Strumentazione ed esecuzione delle prove con pacometro





Figura 7: Rilievi delle armature evidenziate dal pacometro

Le indagini e i rilievi effettuati hanno permesso di ottenere importanti informazioni, pur non riuscendo a dare una completa ed esaustiva descrizione delle modalità di ancoraggio degli elementi tipologici di facciata. I dati ricavati sono stati verificati con l'uso di piccoli carotaggi puntuali, atti a cogliere l'armatura evidenziata dalla prova con pacometro. Sono comunque indicazioni significative, che hanno permesso di creare un quadro ridotto di ipotesi sulle modalità di ancoraggio, di cui i disegni di Figura 8 mostrano alcuni particolari, nell'esempio per il nodo significativo "pannello-trave parapetto".

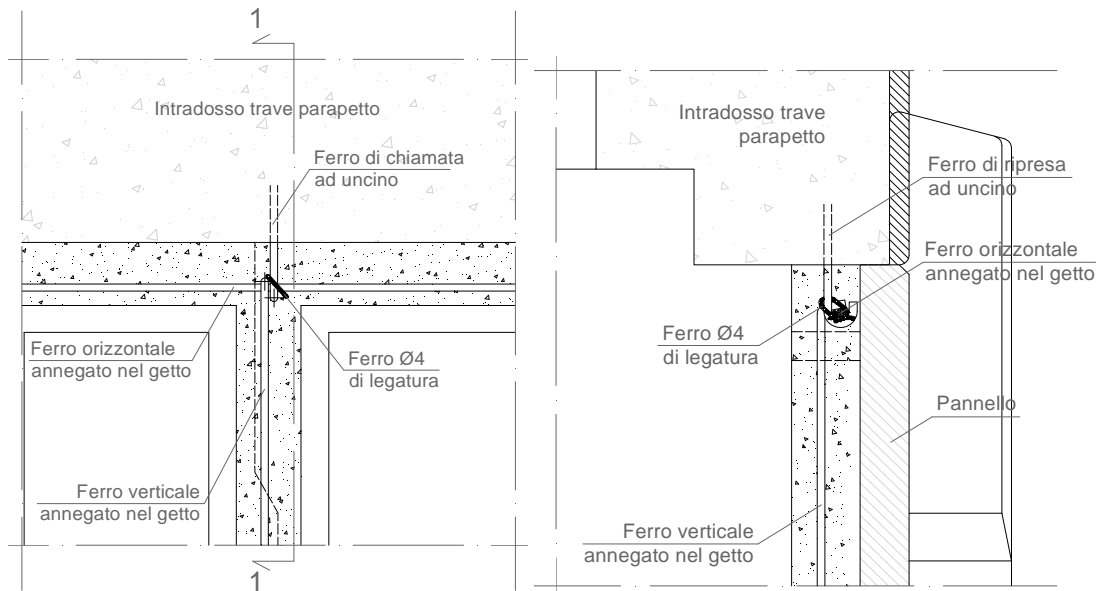


Figura 8: Ipotesi sull'armatura di ancoraggio

I ferri  $\varnothing 4$  legano insieme solo le armature orizzontali e verticali dei getti di collegamento “costruendo” una struttura secondaria legata a quella dell’edificio tramite dei ferri di ancoraggio ad uncino uscenti dalla trave portante, collegata agli elementi di facciata. L’ancoraggio del pannello avviene anche per aderenza fra la sua superficie scabra e questa struttura secondaria, mentre il ribaltamento verso l’esterno viene anche impedito a causa della presenza del getto di collegamento al di sopra della costola orizzontale, che ne vincola lo spostamento creando un incastro geometrico.

Le ipotesi sulle modalità di ancoraggio alla struttura degli elementi di facciata hanno richiesto conferme, con l’esecuzione di opportuni smontaggi (Fig. 9).



Figura 9: Pilastrino smontato per verifica sulle modalità di ancoraggio

Sono state anche eseguite, in punti di più facile accesso, estrazioni di carote dai diversi elementi strutturali e decorativi. Tali primi campioni sono stati sottoposti ad analisi chimiche, termiche e osservazioni al microscopio elettronico, per la caratterizzazione del materiale [7, 8, 9].

Sono stati inoltre valutati, su campioni rappresentativi, l’assorbimento d’acqua, la resistività elettrica in condizione di saturazione e il contenuto di cloruri. Queste prime operazioni hanno consentito, in base ai primi risultati sulla caratterizzazione dei materiali, di procedere con una seconda fase di prove più mirate.

### **3. SECONDA FASE DI ISPEZIONI E PROVE IN SITO**

Dopo le operazioni di primo approccio, brevemente sopra descritte, si sono rese necessarie ispezioni più specifiche, in particolare per la determinazione di ammaloramenti visibili solo con tecniche riavvicinate, e per stabilire le cause e l’estensione del degrado.

Gli ammaloramenti che principalmente possono caratterizzare gli elementi di facciata sono principalmente riconducibili:

- al degrado da fattori ambientali, con elevata concentrazione di CO<sub>2</sub>, e quindi fenomeni di carbonatazione e corrosione delle armature;
- ai distacchi dell'intonaco che riveste la struttura.

Gli elementi che costituiscono la facciata della Torre si differenziano per tipologia costruttiva, per funzionalità, per esposizione; per cui l'analisi del degrado è stata affrontata valutando separatamente:

- gli elementi strutturali realizzati in opera intonacati;
- gli elementi prefabbricati sia di decoro che di chiusura delle facciate.

Ancora con indagini non distruttive si sono verificati gli spessori di copriferro (sostanzialmente in accordo con le indagini della prima fase), ed inoltre il potenziale di corrosione delle armature e la resistività elettrica del calcestruzzo. Inoltre, una equipe specializzata è stata preventivamente addestrata per l'utilizzo di strumenti diversi, non facili da manovrare quando l'operatore è in posizione di sospensione (Figg. 10 e 11). Si è anche richiesta una documentazione fotografica di punti significativi, di danneggiamenti pur minimali, ovviamente visibili solo a distanza ravvicinata; si è inoltre proceduto ad una seconda campagna di carotaggi, suddivisi sui 4 lati.

Dalle analisi visive ravvicinate, si sono evidenziati diffusi danneggiamenti, documentati dalle fotografie, e raggruppabili in:

- delaminazioni tra i vari strati degli intonaci;
- distacchi di parte degli intonaci (Fig. 13);
- fessure sulle colonne, travi e tiranti (Fig. 12);
- fessure degli intonaci a "ragnatela" (Fig. 11);
- fessure sulle architravi delle finestre;
- riapertura di lesioni in corrispondenza di punti in cui sono stati fatti ripristini in passato;
- distacco di spigoli vivi (Fig. 14).

In sintesi, ed in attesa della prove di laboratorio sui provini estratti, tale seconda fase ha evidenziato, ulteriori diffusi danneggiamenti, tra i quali numerosi punti di distacco dello strato superficiale dell'intonaco, nonché la presenza diffusa di riapertura di fessure sigillate negli interventi del 1979. L'importanza di individuare le cause di tali fessure recidive ha suggerito il prelievo di alcuni campioni proprio in prossimità delle fessure.



Figura 10: Estrazione di carote della seconda fase



Figura 11: Documentazione fotografica eseguita dall'equipe specializzata



Figura 12: Fessura in corrispondenza di un'armatura in corrispondenza di un intervento precedente



Figura 13: Lesioni e distacchi del copriferro



Figura 14: Distacco di spigoli vivi

La definizione di possibili scenari di intervento per il risanamento di un edificio moderno, in cui non solo gli elementi strutturali, ma anche i componenti architettonici di facciata sono in calcestruzzo armato, spesso rivestiti da intonaci cementizi, necessita di pervenire ad un quadro il più possibile puntuale, ma anche esteso sulle varie tipologie di degrado, cioè avvalersi di tecniche di indagine non distruttive, capaci di cogliere, con la voluta precisione e affidabilità, i quadri di insieme.

Con tale obiettivo sono state fatte ulteriori indagini, attraverso “prove di strappo” [6], necessarie per ricavare i valori medi della forza di aderenza attuale intonaco - copriferro, vista la funzione fondamentale di tale doppio strato di intonaco, e di grosso spessore (Fig. 15).



Figura 15: Fasi successive della prova di strappo in sito

Sempre nell’ottica degli obiettivi sopra citati (completezza e precisione), è stata condotta una campagna di prove soniche e prove termografiche, avvalendosi di posizionamenti sugli edifici prospicienti la Torre, e nelle diverse ore di esposizione solare delle facciate. Nonostante difficoltà di taratura della prova, di depurazione dei dati, inficiati dalle diverse fonti riscaldanti a cui una stessa superficie può essere sottoposta, un esame complessivo della campagna termografica (Fig. 16), ha confermato un diffuso quadro a “macchia di leopardo” di distacco degli intonaci, così come si era

dedotto dalla variabilità nei valori di forza di aderenza ottenuti dalle prove di strappo [10, 11].

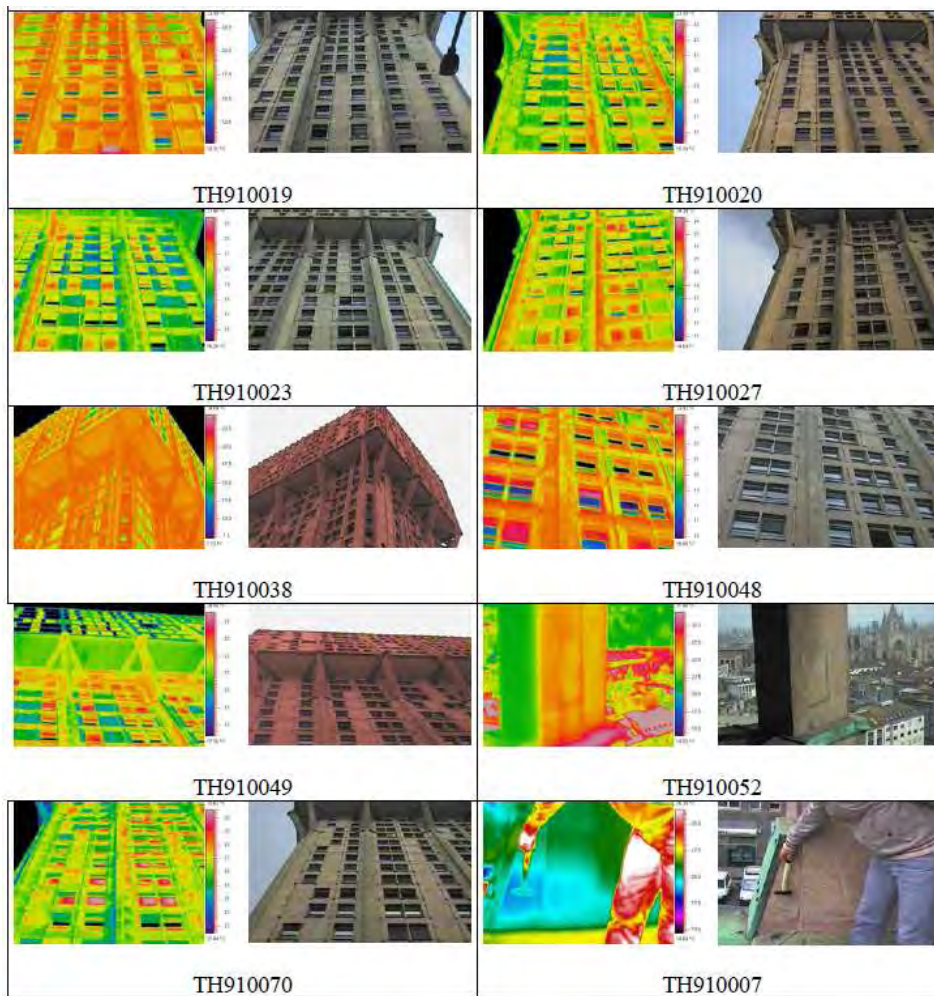


Figura 16: Rilievo termografico sulle quattro facciate

#### 4. PROVE DI LABORATORIO, PRIMI RISULTATI E INTERPRETAZIONI

La definizione di linee guida per il restauro degli elementi in c.a. delle facciate di Torre Velasca, intesa anche come laboratorio utile per la messa a punto di linee guida più generali sul restauro dell'Architettura Moderna, richiede, dopo attenta valutazione dello stato di conservazione di elementi strutturali e decorativi, conseguenti e diversificate proposte di intervento. Le proposte di interventi possono prevedere diversi scenari. Questa è la fase attuale degli studi e progetti per Torre Velasca. Vengono qui brevemente riportati i risultati più significativi e che stanno suggerendo le diverse proposte percorribili.

Le analisi sono state effettuate dal Laboratorio del Servizio di Analisi Microstrutturali dei Materiali (SAMM) del Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "G. Natta" del Politecnico di Milano.

Per la verifica delle proprietà dei materiali sono state eseguite le seguenti prove:

- Osservazione visiva e al visore stereoscopico;
- Osservazione al microscopio elettronico (ESEM) con sonda EDS;
- Diffrazione dei raggi X;
- Analisi termogravimetrica (TGA/DTA);
- Spettroscopia infrarossa (IR);
- Analisi del contenuto di cloruri;
- Analisi propagazione della carbonatazione nei materiali da costruzione;
- Misura dell'assorbimento d'acqua;
- Misura della resistività elettrica.

Il resoconto dettagliato di tale lavoro sperimentale di laboratorio, suddiviso in "Descrizione delle attività – Risultati – Diagnosi - Strategie di intervento", coi relativi allegati, è descritto in [7].

Vengono qui riportati alcuni risultati significativi, che, insieme ad altri, costituiscono le premesse conoscitive per le strategie di intervento, ed hanno lo scopo di fornire un "Quadro generale dei risultati". Quadro di sintesi, auspicabile ed ottenibile (come esposto nella presente trattazione) per successivi passi e confronti fra i diversi contributi specifici.

È importante sottolineare che i numerosi incontri per gli scambi delle varie conoscenze tecniche che via via si consolidavano dalle prove (e che tuttora sono ancora in corso), hanno consentito, nonostante l'estrema iniziale variabilità e dispersione di informazioni, di definire macro-caratteristiche caratterizzanti lo stato attuale dei materiali e delle strutture. Si riportano qui brevemente alcune elaborazioni, sotto forma di grafici, di risultati fra i più significativi ottenuti nel laboratorio SAMM (Figg. 17, 18, 19 e 20).

Tali macro-caratteristiche, linee guida di base per le scelte più appropriate, fra i diversi scenari possibili, del progetto di risanamento, possono essere così elencate:

- efficace protezione dalla carbonatazione garantita dallo strato di rivestimento, che agisce mantenendo asciutto il calcestruzzo a contatto con le armature;
- modesta carbonatazione del calcestruzzo;
- presenza diffusa di zone con bassi spessori di copriferro;
- rischio di corrosione delle armature, in corrispondenza di fessurazione del copriferro o dove lo spessore dello stesso è basso;
- condizioni di esposizione più gravose ai piani alti, dal 18° al 25° piano (Fascia C di Fig. 3), in genere con un più elevato avanzamento della carbonatazione;
- rischio di fessurazioni ulteriori dell'intonaco per corrosione dei piccoli inserti metallici nell'intonaco stesso;
- presenza di rete di acciaio zincato, immersa in intonaco carbonatato, ma non soggetta a corrosione;
- presenza di materiale poroso (i pannelli), in contraddizione con i documenti di progetto, con le maggiori profondità di carbonatazione.

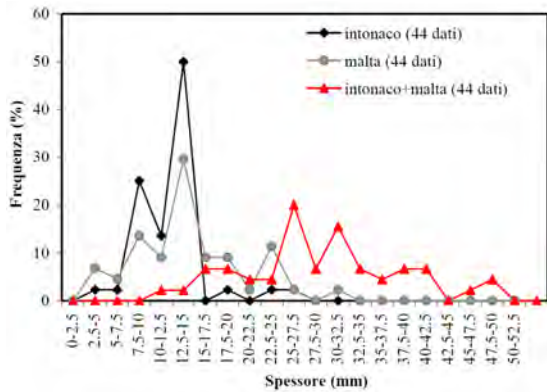


Figura 17: Analisi di frequenza dello spessore degli strati di intonaco, di malta e dell'intero rivestimento, individuati sulle carote prelevate dai pilastri

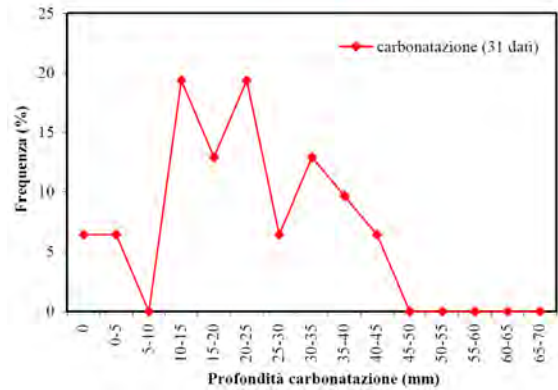


Figura 18: Analisi di frequenza della profondità di carbonatazione, misurata rispetto lo strato esterno di intonaco, sulle carote prelevate dai pilastri

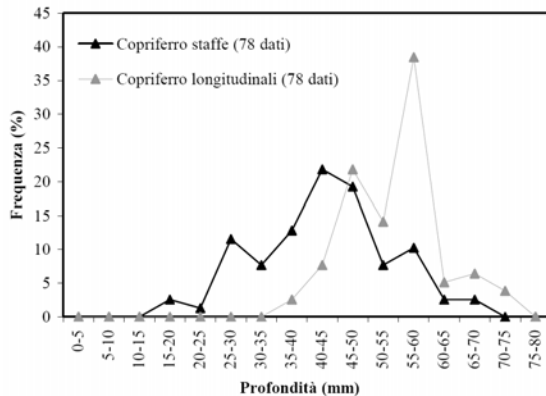


Figura 19: Analisi di frequenza dello spessore di copriferro, rilevato con misuratore magnetico sulle armature longitudinali e sulle staffe dei pilastri al secondo piano, a partire dallo strato di intonaco

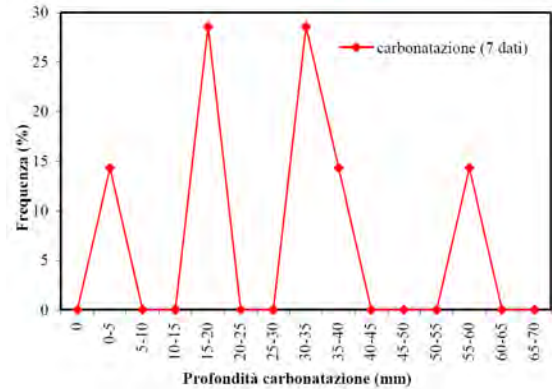


Figura 20: Analisi di frequenza della profondità di carbonatazione, misurata rispetto lo strato esterno di intonaco sulle carote prelevate dalle travi

## 5. CONCLUSIONI

La metodologia procedurale, sottolineata nella descrizione delle indagini svolte per la determinazione dello stato di conservazione delle facciate di Torre Velasca in Milano, vuole dare un contributo all'interno del dibattito sui problemi aperti per il recupero e conservazione delle Architetture, inquadrabili nella Scuola del Razionalismo e da essa derivanti.

Tali Architetture, divenute ormai pietre miliari nella storia dell'architettura moderna e punto di riferimento per generazioni di giovani architetti a livello internazionale, è noto che presentano oggi gravi segni di danneggiamenti. L'innovazione di tecniche e materiali che ne ha caratterizzato le fasi di progettazione e realizzazione, ne denuncia attualmente le debolezze. Debolezze che devono essere indagate, capite e risolte, con la ricerca di nuove sperimentazioni e tecniche compatibili di consolidamento.



## 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Artioli A. (2009). “The safeguard of the modern architecture: Legal provisions and operative procedures”. *Proc. Int. Conf. on Protection of Historical Buildings Prohitech*, ed. by F.M. Mazzolani, Taylor and Francis Group, London, UK, keynote lecture.
- [2] Fiori L. and Prizzon M. (1982). *BBPR: la Torre Velasca: Disegni e Progetto della Torre Velasca* (in Italian), pub. by Abitare Segesta, Milan.
- [3] Samonà G. (1959). *Il grattacielo più discusso d'Europa: la Torre Velasca*. (in Italian), L'Architettura n° 40.
- [4] Patanè G. (1960). *Une oeuvre discutée: la “Torre Velasca” à Milan*, Journal de la Suisse Romande, nn. 6, 7, 8, 9.
- [5] Immobiliare Lombarda S.p.A. Archives. *Original design drawings of Torre Velasca*.
- [6] CIS-E (2008). “*Risanamento facciate dell'edificio “Torre Velasca” a Milano*” (in Italian), Internal Report.
- [7] Bertolini L. (2008). *Inspection Interventions Aimed at the Definition of Guidelines for the Restoration of the Facades of Torre Velasca in Milan* (in Italian). Politecnico di Milano, Internal Report.
- [8] Ronca P., Franchi A. and Migliacci A. (2009). “Open Issues for the Conservation Problems of Land-Mark Modern Architecture: the Case Study of Torre Velasca in Milano”. *Proc. Int. Conf. on Protection of Historical Buildings Prohitech*, ed. by F.M. Mazzolani, Taylor and Francis Group, London, UK, pp. 557-562.
- [9] Bertolini L., Lollini F. and Redaelli E. (2008). “Corrosion Assessment of Structural and Decorative Reinforced Concrete of Torre Velasca in Milan”. *Proc. Int. Conf. on Protection of Historical Buildings Prohitech*, ed. by F.M. Mazzolani, Taylor and Francis Group, London, UK, pp. 495-500.
- [10] UNI EN 14630 (2007). “Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della profondità di carbonatazione di un calcestruzzo indurito con il metodo della fenolftaleine”.
- [11] Sineco S.p.A. (2008). “*Rapporto tecnico. Rilievo termografico*” (in Italian), Technical Report.