

# Un accurato progetto per l'ex mattatoio

Il restauro conservativo e la ristrutturazione di un ex Mattatoio di Latina hanno rappresentato un progetto in cui si sono incontrate tre componenti importanti, tipiche di differenti tecnologie del costruire.

**S**ulle pagine di Realtà Mapei proponiamo spesso interventi significativi dal punto di vista dell'ingegneria edile. Talvolta, invece, riportiamo cantieri che si distinguono per le brillanti soluzioni relative alla "tecnologia del costruire". In altri articoli ancora, s'esaltano le qualità tecniche e le prestazioni applicative di materiali innovativi. Protagonisti, nel primo caso, sono i progetti; nel secondo, i cantieri; nel terzo, i materiali. Questa classificazione non è mai così schematica e, in genere, si esaminano le combinazioni degli aspetti sopra descritti. Quasi sempre la qualità del progetto trova ragione nelle scelte costruttive, oppure la specificità del materiale mette in risalto l'operatività in cantiere...

Più raro è il caso in cui tutte e tre queste componenti si incontrano: cantieri nei quali la disciplina dell'ingegneria edile pone le basi per l'impiego di materiali innovativi, in un contesto operativo dove risaltano le qualità del costruire a regola d'arte. Un felice connubio tra questi tre aspetti si è concretizzato a Latina, nell'intervento di restauro conservativo e di riconversione funzionale (qui troverà

sede la nuova Università) che ha interessato un edificio dall'antica destinazione molto particolare. Stiamo parlando, infatti, dell'ex mattatoio. Manufatto che prospetta con il fronte principale su Corso della Repubblica, situato nel centro storico del capoluogo Pontino. In pianta, l'ex mattatoio ha la forma di un rettangolo piuttosto allungato (78x18 metri circa) e presenta aperture regolari posizionate lungo la facciata. La forma scatolare dell'edificio è sottolineata dalla copertura piana, non praticabile. Il corpo di fabbrica - che curiosamente non presenta piani interrati o seminterrati - si eleva per quattro piani fuori terra: i primi due (il piano terra e il primo) occupano l'intera superficie; i restanti (il secondo e il terzo piano) ne impegnano soltanto una porzione centrale (20x18 metri circa). Il collegamento tra i vari piani è garantito da una scala principale in cemento armato, che unisce il primo e il secondo livello. Una seconda scala - più piccola e con struttura mista - collega i rimanenti livelli.

## Il degrado del sistema strutturale

A una composizione formalmente semplice quale quella sopra descritta, corrisponde uno schema strutturale altrettanto geometrico e lineare. La struttura portante dei primi tre livelli - completamente realizzata in cemento armato gettato in opera - risulta simmetrica rispetto agli assi longitudinale e trasversale dell'edificio ed è formata da una serie di telai principali trasversali, ciascuno composto da due campate di eguale luce e da una serie di travi secondarie longitudinali.

Il sistema poggia su fondazioni costituite da plinti a mensola per i pilastri centrali e da una trave continua (che sopporta anche il carico delle murature perimetrali) per quelli perimetrali.



Foto 1. Nella pagina precedente, il fronte principale dell'ex mattatoio di Latina.

Foto 2. Internamente, l'edificio presenta uno schema strutturale semplice e regolare, valorizzato dai raccordi a mensola in corrispondenza dei nodi trave-pilastro.

Foto 3. La tecnica del confinamento prevede l'applicazione di tessuti a base di fibre di carbonio direttamente sulla struttura interessata dal rinforzo.

Foto 4. Per il confinamento continuo degli elementi sono stati utilizzati tessuti della linea MAPEWRAP: unidirezionali per i pilastri e unidirezionali per i nodi trave-pilastro.



3



4



5

Un'orditura molto regolare, quindi, che presenta una peculiarità che ne valorizza l'aspetto formale: al primo solaio di calpestio sia le travi principali che le secondarie presentano - in corrispondenza di tutte le sezioni di attacco trave-pilastro - raccordi a mensola tipici delle costruzioni industriali dell'epoca. Al secondo e terzo solaio, invece, i raccordi sono presenti esclusivamente sulle travi principali in corrispondenza del pilastro centrale.

Pur rispettando l'orditura strutturale, il quarto e ultimo livello (probabilmente una sovrarelevazione eseguita in un secondo tempo) si distingue dai piani sottostanti: i pilastri, infatti, sono prevalentemente in muratura di mattoni pieni e poggiano direttamente sulla copertura. I solai, comunque posti a livelli omogenei, sono costituiti in parte da solette piene (dello spessore di 12-14 cm), in parte da solai prefabbricati in latero-cemento (tipo SAP) e in parte realizzati

tradizionalmente con pignatte e calcestruzzo. Dal punto di vista architettonico e costruttivo, quindi, l'antico macello si presenta nelle forme regolari di un qualsiasi altro opificio della prima età industriale. Tra l'altro, l'edificio era stato inizialmente progettato per essere utilizzato come granaio e solo successivamente venne destinato ad attività annonarie (funzione che venne svolta al suo interno fino al 1975, anno in cui ebbe luogo la dismissione dell'edificio da qualsiasi tipo di utilizzazione). E proprio al prolungato inutilizzo va imputato il palese degrado in cui versava il manufatto, vista la mancanza ormai ventennale di interventi di manutenzione, sia per quanto riguarda le murature che le strutture portanti. La lunga esposizione agli agenti atmosferici e l'abbandono totale avevano causato un degrado diffuso al di sotto delle coperture (in particolar modo sul lato sinistro, ove più abbondanti erano state le infiltrazioni).

Foto 5. Dopo la preparazione delle superfici e del tessuto con resine epossidiche, si passa all'applicazione diretta del tessuto sulla struttura.

Foto 6. L'immagine mostra il dettaglio di un nodo trave-pilastro a confinamento eseguito.

Foto 7. L'immagine mostra un confinamento interamente eseguito sia sul nodo che sul pilastro dove sono stati utilizzati tessuti uni, bi e quadriassiali della linea MAPEWRAP.

Foto 8. Confinamento dei pilastri con MAPEWRAP UNI-AX impregnato con MAPEWRAP 31.

Mentre le partizioni murarie presentavano condizioni di degrado più che altro superficiali (in pratica, il semplice invecchiamento degli intonaci), più serie erano le condizioni in cui versava lo scheletro strutturale.

Le componenti orizzontali (travi e solai) presentavano estesi fenomeni di carbonatazione del calcestruzzo, con conseguente ossidazione e corrosione delle armature, espulsione del copriferro e riduzione - in taluni casi - della sezione delle barre di armatura. Quelle verticali (pilastri), risultavano invece in condizioni ancora soddisfacenti.

Viste le condizioni di degrado delle strutture sopra descritte, era evidente che il semplice ripristino delle strutture non era sufficiente a garantire le condizioni di esercizio, ma si doveva intervenire più radicalmente con un intervento di consolidamento vero e proprio.

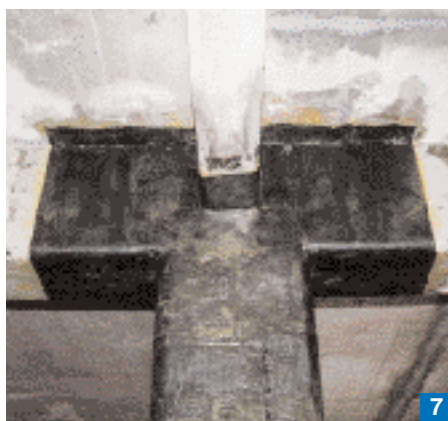
### Il metodo d'intervento

Per dimensionare questo intervento è stato scelto un metodo ben preciso: determinare gli stati tensionali della struttura in esercizio, ipotizzare quelli stabiliti in origine e, quindi, metterli a confronto al fine di progettare l'intervento di consolidamento, considerando anche la nuova destinazione d'uso.

I progettisti, quindi, hanno inizialmente provveduto a eseguire un



6



7



8

accurato rilievo di tutti gli elementi costituenti l'organismo strutturale, nonché di tutte le sovrastrutture permanenti (massetti, pavimenti eccetera) che andavano ad aumentare il valore del carico permanente. Ricostruita graficamente la geometria dell'impianto strutturale, è stata effettuata una serie di sondaggi su campioni significativi, al fine di determinare la disposizione e la quantità delle armature messe in opera. La determinazione dei valori caratteristici è stata perseguita seguendo varie metodologie di indagine: prove di carico, prove sclerometriche, prove soniche e carotaggi.

Ultimata la fase di rilievo, si è cercato di risalire alle ipotesi di carico poste a base dei calcoli originari con un procedimento a ritroso, ovvero partendo dalle sezioni e armature delle solette per arrivare alle quantità e disposizione delle armature delle travi principali, confrontandole poi con quelle rilevate.

### Gli interventi di ripristino

In poche righe, abbiamo riassunto un lavoro certamente lungo e dettagliato, che ha permesso di realizzare una serie di interventi e accorgimenti - sia dal punto di vista strutturale che di completamento - necessari al miglioramento statico dell'edificio e all'adeguamento architettonico, in funzione della nuova destinazione d'uso. Tali accorgimenti e interventi, nonostante siano stati eseguiti e ripetuti diffusamente per tutto l'immobile, possono essere riassunti in alcune fasi operative ben individuabili. La prima preoccupazione dei progettisti - preventiva a qualunque lavorazione - è stata quella di provvedere all'alleggerimento delle strutture portanti da tutti i sovraccarichi permanenti non funzionali o, comunque, troppo gravosi (pavimentazioni in battuto di cemento, di pozzolana e riporti - in certe zone anche di notevole spessore - di materiale vario). Precauzione da cui scaturisce anche la scelta di utilizzare materiali "leggeri" per l'esecuzione delle successive tramezzature interne e, in genere, per tutto quanto avrebbe costituito sovraccarico permanente. Il ripristino e il consolidamento vero e proprio del sistema strutturale sono stati eseguiti per fasi successive: la prima, rappresentata dalla ricostituzione dell'integrità degli elementi strutturali portanti (integrità intesa in senso lato, estesa quindi anche alle armature); la seconda rappresentata dal rinforzo, dove necessario, delle strutture, con l'integrazione di elementi in materiale composito. Il ripristino dell'integrità strutturale degli elementi portanti ammalorati è stato realizzato seguendo il ciclo di lavorazioni ormai consolidato e tipico per le strutture in cemento armato. Questo ciclo di lavorazioni presuppone l'applicazione di materiali specifici per il ripristino, soluzioni quali quelle proposte da Mapei, utilizzate con successo a Latina come in tanti altri analoghi cantieri in tutto il mondo. Innanzitutto, si è provveduto all'asportazione di tutto il calcestruzzo ammalorato, distaccato o in fase di distacco, fino al raggiungimento di un calcestruzzo di qualità accettabile. Successivamente, si è passati alla pulitura di tutte le strutture da qualunque tipo di residui. La fase preparatoria si conclude con l'idrosabbatura delle armature in vista fino a portarle a "metallo bianco", cui segue un leggero lavaggio per rimuovere qualsiasi ulteriore presenza di materiale incoerente. Dopo la



passivazione delle armature eseguita applicando a pennello un materiale specifico, MAPEFER\* (malta cementizia anticorrosiva per la protezione dei ferri d'armatura) si ripristina il calcestruzzo ammalorato con un prodotto di elevate caratteristiche tissotropiche, di adeguata resistenza e con modulo elastico non troppo diverso da quello del calcestruzzo esistente. Si possono sfruttare le caratteristiche particolari delle malte tissotropiche, individuando la più idonea per le diverse lavorazioni: riparazione di zone degradate, ricostruzione dello strato di copriferro, regolarizzazione delle superfici, ecc. Così è stato fatto a Latina, dove sono state utilizzate malte a ritiro compensato quali MAPEGROUT T40\*,

MAPEGROUT TISSOTROPICO\* e MAPEGROUT RAPIDO\*: la prima è una malta a media resistenza, la seconda ad alta resistenza, così come lo è la terza, ma con caratteristiche di elevata accelerazione dell'indurimento. Questa prima fase dei lavori ha comportato anche l'esecuzione, dove necessario, di solette integrative in calcestruzzo, opportunamente ancorate a mezzo di connettori a quelle esistenti, usando EPOJET\*. La seconda fase di lavorazioni - probabilmente la più significativa dell'intervento - è stata il rinforzo delle strutture con caratteristiche statiche giudicate non sufficienti. Lo studio dell'impianto statico esistente, infatti, aveva evidenziato la presenza di una serie di elementi strutturali per i quali era necessario correggere gli effetti derivanti da alcune problematiche tipiche quali: abbassamento dei valori di resistenza del calcestruzzo originario; sollecitazioni derivanti dalla presenza di notevoli azioni concentrate; degrado delle armature originarie dei solai ecc.

### I materiali compositi

Protagonisti assoluti di questa parte delle lavorazioni sono stati i materiali compositi a base di fibre di carbonio (noti anche con l'acronimo di CFRP), prodotti tanto sofisticati tecnologicamente quanto facili da applicare. Per questi particolari interventi, Mapei ha messo a punto una gamma completa di lamine pultruse e tessuti in fibre di carbonio per il rinforzo strutturale di elementi in calcestruzzo; in questo cantiere sono stati utilizzati diversi prodotti di questa gamma, selezionati in funzione delle differenti problematiche da risolvere. Costituiti in fibra di carbonio ad alta resistenza, i tessuti MAPEWRAP\* sono caratterizzati da un elevato modulo elastico e da elevatissima resistenza meccanica a trazione. Sono indicati per la riparazione di elementi in cemento armato danneggiati da azioni fisico/meccaniche, per il confinamento a pressoflessione di elementi in calcestruzzo e per l'adeguamento antisismico di strutture poste in zone a rischio. I tessuti sono stati utilizzati per i pilastri, per il nodo trave-pilastro e per le travi con problemi di taglio. Sui pilastri è stato eseguito il confinamento continuo della sezione originaria in c.a. con tessuto unidirezionale (MAPEWRAP C UNI-AX\*) in forma di elementi sovrapposti in sequenza continua. Stessa tecnica utilizzata



Foto 9. Preparazione a terra delle lamine CARBOPLATE per il successivo incollaggio.

Foto 10. Applicazione - dopo opportuna preparazione delle superfici - della lamina pultrusa CARBOPLATE sull'intradosso di una trave.



Foto 11. Applicazione sull'intradosso delle lamine CARBOPLATE, a interasse corrispondente alla nervatura del solaio.

Foto 12. A fianco un'immagine dell'ambiente dopo gli interventi di riparazione e ricostruzione.



per il nodo trave-pilastro, anche se, in questo caso, sono stati utilizzati sia il tessuto unidirezionale, MAPEWRAP C UNI-AX\*, che quello bidirezionale, MAPEWRAP C BI-AX\*. Per le travi con deficit per taglio, infine, è stata eseguita l'integrazione delle armature originarie con applicazione di tessuto unidirezionale (MAPEWRAP C UNI-AX\*), biassiale (MAPEWRAP C BI-AX\*) e quadriassiale, (MAPEWRAP C QUADRI-AX\*), posizionati in forma di elementi a "U" continui adesi alle superfici laterali e all'intradosso della trave. I tessuti sono stati posti in opera secondo due tecniche principali, entrambe utilizzate nel cantiere di Latina: sistema a umido e a secco. In entrambi i metodi è ovviamente previsto l'impiego di una specifica e completa linea di resine epossidiche, composta da: un prodotto per la primerizzazione del sottofondo, MAPEWRAP PRIMER 1\*; un prodotto per la rasatura, MAPEWRAP 11\* o MAPEWRAP 12\*; un prodotto per l'impregnazione del tessuto, MAPEWRAP 21\* (sistema a umido) e MAPEWRAP 31\* (sistema a secco). Le lamine, invece, hanno trovato largo impiego per le travi e per i solai, nei casi di valori di flessione non idonei; si è utilizzata una tecnica che prevede l'integrazione dell'azione delle armature originarie con applicazione di lamine pultruse adese in corrispondenza della base inferiore della trave o del travetto del solaio. Per quest'intervento sono state utilizzate lamine CARBOPLATE\*: una linea di lamine in fibre di carbonio, preimpregnate con resina epossidica, ad alta resistenza e alto modulo elastico per il rinforzo di strutture in conglomerato cementizio armato e che permettono di sostituire, negli interventi di placcaggio, le tradizionali e maggiormente invasive lastre di acciaio. Le lamine della linea CARBOPLATE\* sono prodotte con due diversi moduli elastici e ciascuna lamina con differenti altezze. In particolare, per quest'intervento sono stati utilizzati CARBOPLATE E 170/50\* e CARBOPLATE E 170/100\*.

Dove previsto, inoltre, è stato utilizzato anche un apposito adesivo epossidico a consistenza tissotropica per incollaggi strutturali, ADESILEX PG2\*.

### La tecnologia del "placcaggio"

Come descritto, la tecnologia costruttiva individuata per il rinforzo e l'adeguamento dei suddetti elementi è stata quella del "placcaggio", una tecnica che prevede il confinamento delle sezioni originarie degli elementi strutturali con l'applicazione di materiale composito fibro-rinforzato a base di fibre di carbonio e resine epossidiche.

Tale tecnica - erroneamente ritenuta ancora sperimentale, ma invece consolidata dai brillanti esiti di molteplici applicazioni - ha permesso di raggiungere efficacemente l'incremento richiesto in termini di resistenza (circa il 30%), senza aumento delle sezioni originarie, in quanto non invasiva e, perciò, con evidente vantaggio per la fruizione degli spazi.

In buona sostanza, a Latina i presupposti ingegneristici hanno permesso a operatori qualificati di mettere in opera materiali innovativi, prodotti ad alto contenuto tecnologico che presuppongono una capacità produttiva basata su anni di ricerca e di sperimentazione di laboratorio.

12

\* I prodotti citati in questo articolo appartengono alla linea "Prodotti per edilizia". Le relative schede tecniche sono contenute nel CD "Mapei Global Infonet" e nel sito internet "www.mapei.it".

**Adesilex PG2:** adesivo epossidico tissotropico con lungo tempo di lavorabilità

**Epojet:** resina epossidica superfluida per iniezioni

**Carboplate:** lamina pultrusa in fibre di carbonio preimpregnata con resina epossidica

**Mapefer:** malta cementizia anticorrosiva per ferri d'armatura

**Mapegrout Rapido:** malta a ritiro controllato, fibrorinforzata, a presa ed indurimento rapidi per il risanamento del calcestruzzo

**Mapegrout Tissotropico:** malta a ritiro controllato fibrorinforzata per il risanamento del calcestruzzo

**Mapegrout T40:** malta tissotropica a media resistenza (40 MPa) per il risanamento del calcestruzzo

**Mapewrap 11:** stucco epossidico con normali tempi di presa, a consistenza tissotropica per la regolarizzazione delle superfici in calcestruzzo

**Mapewrap 12:** stucco epossidico a presa lenta, di consistenza tissotropica per la regolarizzazione delle superfici in calcestruzzo

**Mapewrap 21:** resina epossidica superfluida per l'impregnazione con "sistema umido" di tessuto Mapewrap

**Mapewrap 31:** adesivo epossidico di media viscosità per l'impregnazione con "sistema a secco" di tessuto Mapewrap

**Mapewrap C BI-X:** tessuto bidirezionale bilanciato in fibra di carbonio ad alta resistenza

**Mapewrap C QUADRI-X:** tessuto quadriassiale bilanciato in fibra di carbonio ad alta resistenza

**Mapewrap C UNI-X:** tessuto unidirezionale in fibra di carbonio ad alta resistenza

**Mapewrap Primer 1:** primer epossidico specifico per il sistema Mapewrap

### — SCHEDE TECNICHE —

**Ex Mattatoio - Latina**

**Intervento:** restauro conservativo e ristrutturazione interna

**Anno di intervento:** 2001

**Committente:** Argento srl - Latina

**Progettista:** ing. Alessandro Grimaldi

**Direttore lavori:** ing. Alessandro Grimaldi

**Assistente di cantiere:** geom. Luciano Galenda

**Impresa:** Argenta srl - Latina

**Prodotti Mapei:**

MAPEFER, MAPEGROUT TISSOTROPICO, MAPEGROUT T40, MAPEGROUT RAPIDO, EPOJET, MAPEWRAP PRIMER 1, MAPEWRAP 11, MAPEWRAP 12, MAPEWRAP 21, MAPEWRAP 31, MAPEWRAP C UNI-AX, MAPEWRAP C BI-AX, MAPEWRAP C QUADRI-AX, CARBOPLATE E 170/50, CARBOPLATE E 170/100, ADESILEX PG2

**Rivenditore Mapei:** Addressi srl - Itri (Lt)

**Consulente Mapei per CFRP:**

Ing. Alberto Balsamo

**Coordinamento Mapei:** Sergio D' Ambrosio, Pino Mancini

